

**ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA**

Gediminas Poška

**AUTOMOBILINIŲ STABDYMO TRINKELIŲ EFEKTYVUMO
TYRIMAS**

Magistro darbas

Vadovas

prof. habil. dr.
J. Bareišis

ŠIAULIAI, 2005

**ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA**

TVIRTINU

Katedros vedėjas

Z. Ramonas

2005 06

**AUTOMOBILINIŲ STABDYMO TRINKELIŲ EFEKTYVUMO
TYRIMAS**

Magistro darbas

Vadovas

prof. habil. dr.

J. Bareišis

2005 06

Recenzentas

doc. A. B. Povilionis

2005 06

Atliko

MM-3 gr. stud.

G. Poška

2005 06

ŠIAULIAI, 2005

Poška G. Analysis of effectiveness of brake pads for passenger vehicles: Master thesis of mechanical engineer/research advisor Assoc. Prof. Dr. J. Bareišis; Šiauliai University, Technological Faculty, Mechanical Engineering Department. – Šiauliai, 2005. – 69p.

SUMMARY

The theme of Master project is very actual nowadays, cause a safety of human life is the biggest purpose in the world. That's why engineers of automotive industry seeks to find newer and newer solutions to create the level of safety as high as possible. And engineers knows, the main system in the vehicle to make safely driving – brake system. Nowadays the most effective brake system type – disk brake system. That means disk brake pads are very important part also.

There are a lot of manufacturers of brake pads and linings in the world. Commonly the technological procedure of brake pads manufacturing can be described as follows: steel back preparation, friction material mixing, preforming, pressing curing, baking, grinding and grooving, painting, printing and packing.

The main purpose of this job is to analyze materials for friction material on brake pads and to make effectiveness tests of two different friction materials. Material No.2 mostly consists of steel wool, while material No.1 has just a little bit of steel wool in it. This material is replaced by fibre "Lapinus" and filler – barytes. Comparing the testing results it is obvious the highest friction coefficient has material No.2. Explanation of such results can be following: steel wool creates higher friction level.

This analysis is a small part in the brake pads manufacturing world and always there will be newer improvements in this area.

Turinys

1. ĮVADAS.....	6
2. AUTOMOBILINIAI STABDŽIŲ MECHANIZMAI IR JŲ PRIEDAI.....	8
2.1. Trinkeliniai stabdžių mechanizmai.....	8
2.2. Diskiniai stabdžių mechanizmai.....	10
2.3. Stabdžių antiblokavimo sistema – ABS.....	12
2.4. Traukos kontrolės sistema – TKS.....	13
2.5. Važiavimo stabilizavimo valdymo sistema – SVS.....	13
3. STABDYMO TRINKELIŲ SUDĖTIS IR GEOMETRINIAI PARAMETRAI....	14
4. STABDŽIŲ TRINKELIŲ GAMYBA IR NAUDOJAMOS MEDŽIAGOS.....	16
5. BANDYMŲ METODIKA.....	22
6. BANDYMŲ ATLIKIMAS AUTOMOBILINIŲ TESTERIU.....	26
7. BANDYMŲ ATLIKIMAS “KRAUSS” TESTERIU.....	30
8. SKIRTINGŲ SUDĖČIŲ STABDŽIŲ TRINKELIŲ TYRIMAS.....	38
9. IŠVADOS.....	45
10. LITARATŪRA IR ŠALTINIAI.....	46
11. PRIEDAI.....	47
1 Priedas. Automobilinio bandymo stendo rezultatai.....	47
2 Priedas. UN ECE Direktyva R-90.....	49

Paveikslų sąrašas

1. Automobilio ratų stabdžio mechanizmas;
2. Automatiškai susireguliuojančio stabdžio schema;
3. Automobilio priekinių ratų diskinis stabdys;
4. Ventiliuojamas diskinis stabdys su įtvirtintu laikikliu ir keturiais cilindrais;
5. Mažas laikiklis su nedidelėmis trinkelėmis, valdomas mechaniškai, skirtas stovėjimo stabdžiui;
6. Būgninis stovėjimo stabdys, įtaisytas šalia diskinio darbo stabdžio;
7. Stabilizavimo valdymo sistemos veikimo schema;
8. Diskinė stabdžių trinkelė;
9. Būgninių stabdžių trinkelė;
10. Technologinis procesas;
11. Maišymo įrengimai;
12. Hidroįrenginys;
13. Hidrocilindras;
14. IR temperatūros matuoklis;
15. Elektroninis komutatorius;
16. Kompiuteris, duomenų apdorojimui;
17. Bandymo rezultatai;
18. Hidraulinė stabdžių sistemos schema;
19. „KRAUSS“ bandymų stendo schema;
20. Bandymo stendas
21. IR temperatūros matuoklis;
22. Stabdžių diskas;
23. Kontroliniai manometrai;
24. Bandymo rezultatai frikcinės medžiagos Nr.2;
25. Bandymo rezultatai frikcinės medžiagos Nr.1;
26. Trinties koeficiento priklausomybė nuo vulkanizacijos temperatūros;
27. Dilumo priklausomybė nuo vulkanizacijos temperatūros.

1. ĮVADAS

Dabartiniu metu technologijos sparčiai žengia į priekį. Tad nenuostabu, jog ir automobiliai stipriai pasikeitė lyginant su prieš 15-20 metų gamintais. Ir tai ne tik kokio vieno mazgo tobulinimas, bet apamai visą automobilį sudarančio komplekto tobulinimas: komforto, saugumo, ekonomiškumo, funkcionalumo ir kt. srityse. Neatsilieka ir automobilinės stabdžių sistemos. Naujovės standartiniuose automobiliuose pritaikomos iš aeronautikos, sportinių bolidų srities. Sukurtos įvairios pagalbinės sistemos, užtikrinančios saugų važiavimą ir mažinančios žmogiškojo faktoriaus įtaką pavojingose situacijose. Pradėtos naudoti visiškai naujos medžiagos stabdžių sistemoje: keramika.

Šio darbo tikslas yra susipažinti su automobilinėmis stabdžių trinkelėmis, jų sudėtimi, gamybos procesu. Taip pat panagrinėti kokie bandymai yra taikomi trinkelių efektyvumo nustatymui bei kaip jie atliekami. O pabaigai - atlikti efektyvumo tyrimą dviejų skirtingų sudėčių stabdžių trinkelių. Tyrimas bus atliekamas stabdžių trinkelių bandymų stendu „KRAUSS“, kuris yra stabdžių trinkelių gamykloje „KGGI“ Šiaulių mieste. Pradėti galima nuo trupučio istorijos, apie automobilių raidą.

Žmogus, atidžiai stebėdamas įvairiausių fizikinius reiškinius, kūrė vis sudėtingesnius mechanizmus, stengėsi gamtos jėgas pajungti naudingam darbui. Tačiau iki XVIII amžiaus antrosios pusės visi sukurti mechanizmai buvo varomi vėjo, vandens ir raumenų jėgos. Ir tik 1782 m. Didžiosios Britanijos inžinierius Dž.Vatas pagamino dviejų taktų garo variklį. Daugelis išradėjų bandė sukurti garu varomas transporto priemones, tačiau pirmajam tai padaryti pavyko prancūzų išradėjui N.Kiunjo. Jis 1769 m. pagamino garu varomą triratį vežimą. Nuo to laiko buvo sukurta įvairių konstrukcijų, skirtingos galios bei paskirties savaeigių garo vežimų. Tačiau garo varikliai buvo sunkūs, neekonomiški ir nepatogūs naudoti mobiliuose transporto priemonėse.

Tinkamus naudoti vidaus degimo variklius pavyko sukurti tik XIX a. pabaigoje, kai buvo išsiaiškinti termodinamikos pagrindai. 1885 m. vokiečių išradėjui K.Bencui pavyko pagaminti vandeniui aušinamą keturtaktį benzininį variklį, kurį jis įtaisė triračiame ekipaže. Šis išradimas išgarsino K.Bencą, kaip pirmojo pasaulio automobilio su vidaus degimo varikliu kūrėją. O 1892 m. vokiečių inžinierius R.Dyzelis užpatentavo ir 1897 m. pagamino savaiminio užsiliepsnojimo vidaus degimo variklį, vėliau pavadintą išradėjo vardu. Šie varikliai greitai paplito visame pasaulyje. Šiuolaikiniai dyzeliai yra ekonomiškiausi iš visų vidaus degimo variklių ir daugiausia naudojami įvairios paskirties mašinos. Išradus vidaus degimo variklius, buvo galima kurti tobulesnius automobilius.

Buvo išrasta daugybė naujų automobilinių mazgų, kaip diferencialas, pneumatinė padanga, vairo trapecija ir nepriklausoma ratų pakaba, elektrinis apšvietimas ir starteris, krumpliaratinė pavarų dėžė, hidraulinė stabdžių pavara, o 1902 m. pirmąsyk panaudoti diskiniai stabdžiai.

Sakyčiau, viena pagrindinių automobilių sudarančių sistemų – stabdžių sistema. Ji skirta važiuojančio automobilio greičio sumažinimui arba visiškam jo sustabdymui. Nuo stabdymo efektyvumo priklauso pagrindinės automobilių dinaminės savybės ir darbo našumas. Kuo intensyviau galima stabdyti automobilį, tuo didesnis saugus greitis, ir automobilis gali važinėti didesniu greičiu. Stabdžių sistemai keliami ypač dideli reikalavimai, kadangi ji yra svarbiausia aktyvi automobilio saugos priemonė.

Stabdant turi būti kuo trumpesnis stabdymo kelias ir didžiausias pastovus lėtėjimas. Stabdymo metu automobilis turi neprarasti pusiausvyros ir būti vairuojamas; stabdymo savybės turi nesikeisti, kai stabdoma daug kartų; laikas nuo pedalo paspaudimo iki stabdymo pradžios turi būti minimalus; pedalo spaudimo jėga turi būti nedidelė (500-700 N) ir proporcinga stabdymo momentui; stabdžio pedalo eiga turi būti 80 – 180 mm. Visi sistemos elementai turi būti patikimi.

Stabdžiai klasifikuojami pagal: 1) paskirtį: darbo, atsarginius, stovėjimo ir pagalbinius; 2) stabdymo būdus: mechaninius (frikcinius), hidraulinius ir elektrinius; 3) mechanizmo tipą: trinkelinius, diskinius ir juostinius; 4) stabdžių pavaros tipą: stabdžius su mechanine, hidrauline, elektrine ir mišria pavara; 5) mechanizmų išdėstymą: ratų ir transmisinius stabdžius; 6) tai kuo valdomi: rankinius, kojinius ir inercinius.

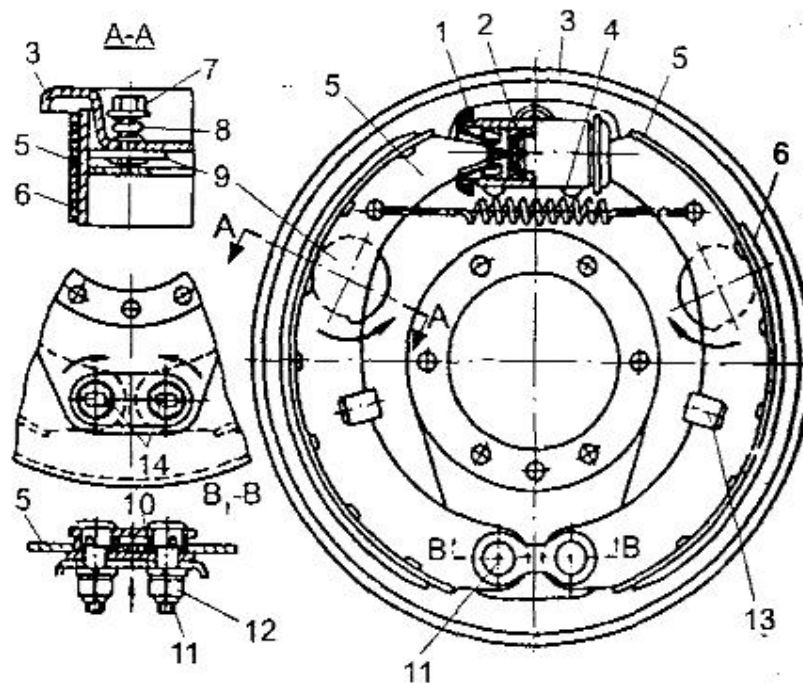
Plačiausiai automobiliuose naudojami frikciniai stabdžių mechanizmai. Mažos ir vidutinės klasės lengvuosiuose automobiliuose diskiniai stabdžiai naudojami priekiniuose ratuose, o trinkeliniai – užpakaliniuose. Visuose aukštos klasės lengvųjų automobilių ratuose naudojami tik diskiniai stabdžiai. Kroviniuose automobiliuose dažniausiai naudojami trinkeliniai stabdžių mechanizmai. Pastaraisiais metais vis dažniau ir kroviniuose automobiliuose pradedami naudoti diskiniai darbo stabdžių mechanizmai.

Stabdžių mechanizmai vertinami pagal jų stabdymo efektyvumą, atsvertumą ir darbo stabilumą. Kuo didesnę stabdymo momentą sukuria stabdžio mechanizmas, tuo jis efektyvesnis. Atsvertu vadinamas toks stabdžio mechanizmas, kuriame trinties jėgos neveikia besisukančių ratų guolių. Stabilumu vadinama stabdžio savybė nekeisti stabdymo efektyvumo, keičiantis trinties koeficientui (įkaitus ar sušlapus besitrinančioms dalims).

2. AUTOMOBILINIAI STABDŽIŲ MECHANIZMAI IR JŲ PRIEDAI

2.1. Trinkeliniai stabdžių mechanizmai

Trinkelinį stabdymo mechanizmą sudaro besitrinančios stovinčios ir besisukančios detalės, skėtimo ir reguliavimo įtaisai. Besitrinančios detalės sukuria stabdymo momentą. Skėtimo mechanizmas stabdymo metu prispaudžia stovinčias dalis prie besisukančių dalių. Reguliavimo įtaisas palaiko optimalų tarpelį tarp besitrinančių dalių, kai stabdžiai atleisti.



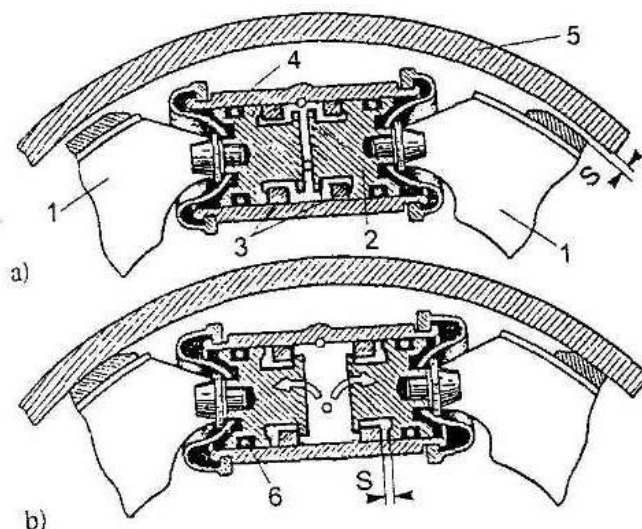
1 pav. Automobilio ratų stabdžio mechanizmas:

1-gaubtas; 2-cilindras; 3-stabdžio diskas; 4 ir 8-spyruoklės; 5-trinkelė; 6-antdėklas; 7-reguliavimo ekscentriko varžtas; 9-ekscentrikas; 10-ekscentrinė įvorė; 11-pirštas; 12-veržlė; 13-kreipiamoji plokštelė; 14-centro krypties ženklai

Labiausiai paplitęs 1 paveiksle pavaizduotas trinkelinis stabdymo mechanizmas. Atraminis diskas 3 standžiai pritvirtintas prie tilto korpuso ar posūkio ašigalio. Apatinėje disko 3 dalyje įtaisyti du pirštai 11, ant kurių standžiai užmautos ekscentrinės įvorės 10.

Ekscentrinių įvorių 10 centro kryptis pažymėta pirštų 11 galuose esančiomis duobutėmis 14. Trinkelių 5 apatiniai galai užmauti ant ekscentrinių įvorių 10. Spyruoklių 4 veikiamos, trinkelės 5 remiasi į reguliavimo ekscentrikus 9, kurie įtaisyti diske 3. Spyruoklė 8 fiksuoja ekscentrikus bet kurioje padėtyje. Taigi tarpas tarp trinkelių būgno apačioje reguliuojamas pirštų 11 ekscentrinėmis įvorėmis 10, o viršuje – ekscentrikais 9. Tarpas tarp trinkelių ir būgno būna apie

0,12-0,24 mm. Kreipiamosios 13 laiko trinkeles 5, kad nepaslystų į šoną. Viršutiniai trinkelių galai liečiasi su cilindro 2 stūmokliais. Kartais aktyviosios trinkelės frikciniai antdėklai 6 daromi ilgesni už pasyvosios trinkelės frikcinius antdėklus. Tai daroma tam, kad abu frikciniai antdėklai diltų vienodai. Stabdžių būgnas gaubia trinkeles ir tvirtinamas prie rato stebulės. Kai kurių automobilių ratuose įrengtas analogiškas stabdymo mechanizmas, tik jame viršutiniai trinkelių 1 (2 pav.,a) galai remiasi ne į ekscentrikus, o tiesiog į stūmoklius 2. Čia tarpelis tarp trinkelių viršutinių galų ir būgno reguliuojami automatiškai cilindre esančiais žiedais 3. Pastarieji įdėti į cilindrus 4 su įvarža. Jiems pastumti cilindre 4 reikalinga didesnė jėga, negu jėga, kurią išvysto trinkeles sutraukianti spyruoklė. Stūmokliai 2 sujungti su atraminiais žiedais 3 taip, kad tarp jų būtų tarpelis 1,2-1,65 mm.



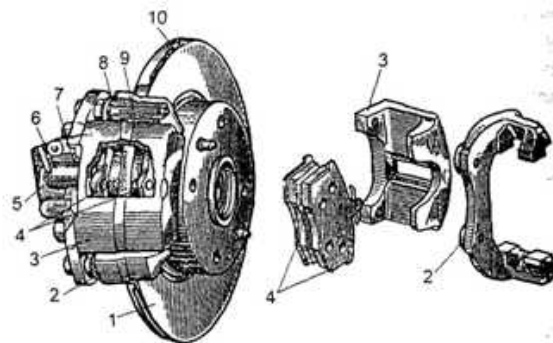
2pav. Automatiškai susireguliuojančio stabdžio schema:

a-stabdys atleistas; b-stabdymo metu; 1-trinkelė; 2-stūmoklis; 3-žiedai; 4-cilindras; 5-būgnas; 6-sandarinio žiedai

Stabdant stūmokliai 2 pasislenka į kraštus ir prispaudžia trinkeles prie būgno 5 (2 pav.,b). Atleidus stabdžius, spyruoklė traukia trinkeles nuo būgno tol, kol stūmokliai 2 atsiremia į atraminius žiedus. Padidėjus tarpeliui tarp trinkelių ir būgno, stūmokliai su savimi patraukia žiedus 3 tiek, kiek nudilo trinkelių frikciniai antdėklai. Atleidus stabdžių pedalą, trinkelių spyruoklės gražina trinkeles tiek, kiek leidžia tarpelis tarp stūmoklių ir žiedų, o atraminiam žiedams 3 gražinti į buvusią padėtį spyruoklės jėgos nebepakanka. Taip automatiškai palaikomas optimalus tarpelis tarp būgno ir trinkelių.

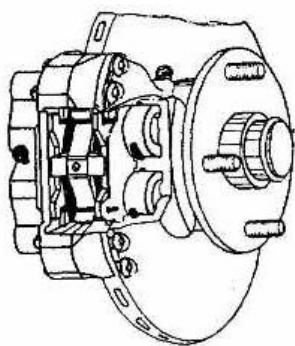
2.2. Diskiniai stabdžių mechanizmai

Diskiniai stabdymo mechanizmai daugiausia naudojami lengvuosiuose automobiliuose. Tačiau pastaruoju metu gana plačiai jie naudojami krovininiuose automobiliuose bei autobusuose.



3 pav. Automobilio priekinių ratų diskinis stabdys:
1 — diskas; 2 — kreipiantysis rėmelis; 3 — laikiklis; 4 — trinkelės; 5 — cilindras; 6 — stūmoklis; 7 - sandarinimo žiedas; 8 — sandarinimo gaubtelis; 9 — pirštas; 10 — apsauginis gaubtas

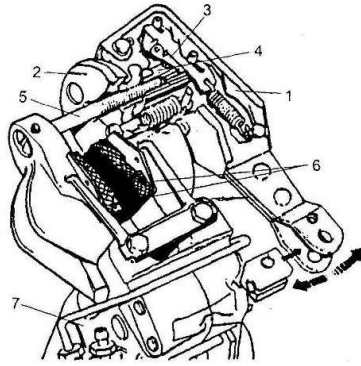
Plačiausiai paplitęs 3 paveiksle pavaizduotas diskinių stabdžių mechanizmas. Čia kreipiantysis rėmelis 2 standžiai pritvirtintas prie statramsčio. Cilindro flanše įtaisyti pirštai 9 ir laikiklis 3. Pirštai įeina į kreipiantįjį rėmelį. Taip įtaisytas laikiklis 3 kartu su cilindru 5 gali slankioti kreipiančiąjame rėmelyje 2 diskui 1 statmena kryptimi. Trinkelės 4 su frikciniiais antdėklais įtaisytos kreipiančiąjame rėmelyje, kuris neleidžia trinkelėms pasislinkti radialine kryptimi. Stabdant stūmoklis 6 spaudžia prie disko 1 trinkelę, o laikiklis 3 – kitą.



4 pav. Ventiliuojamas diskinis stabdys su įtvirtintu laikikliu ir keturiais cilindrais

Stabdžių mechanizmai kartais gaminami su keturiais (4 pav.) arba trimis cilindrais. Kai naudojami trys cilindrai, tai du įtaisomi vienoje laikiklio pusėje, o vienas didelis – kitoje.

Dauguma diskinių stabdžių turi hidraulinę ir mechaninę pavarą. Mechaninė pavarą valdomas atsarginis (stovėjimo) stabdys, o hidrauline – darbo stabdys. Mechaninės pavaros svirtis dažniausiai būna sujungta su sraigtu, sujungtu su hidraulinės pavaros stūmokliu. Stabdant, lynas patraukia svirtį, kuri pasuka sraigtą, o pastarasis stumia stūmoklį su trinkelėmis prie besisukančio disko.

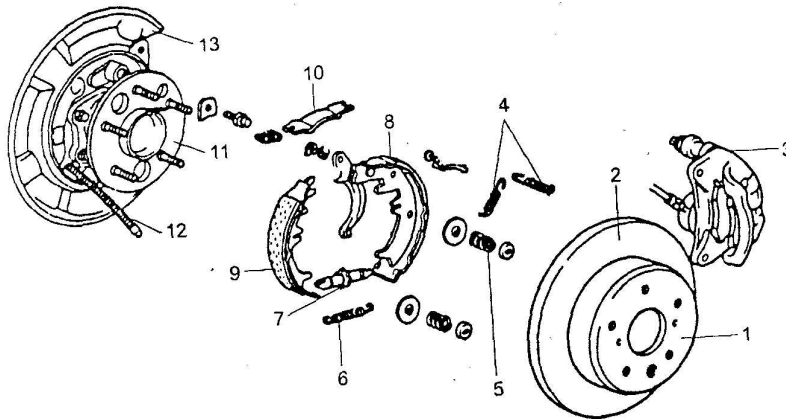


5 pav. Mažas laikiklis su nedidelėmis trinkelėmis, valdomas mechaniškai, skirtas stovėjimo stabdžiui:

1 — valdymo svirtis; 2 — trinkeles laikantis įtaisas; 3 — strektinis įtaisas; 4 — automatinio reguliavimo veržlė; 5 — reguliavimo varžtas; 6 — stovėjimo stabdžio trinkelės; 7 – darbo stabdžio laikiklis

Kartais atsarginiam (stovėjimo) stabdžiui šalia pagrindinio diskinio stabdžio laikiklio įtaisomas mažas laikiklis su nedidelėmis trinkelėmis, valdomas mechaniškai (5 pav.). Čia tarpelis tarp disko ir trinkelėlių reguliuojamas automatiškai strektiniu mechanizmu 3.

Kai kurių automobilių stabdžių diskai 2 gaminami su mažu būgnu 1 (6 pav.). Diskinio stabdžio mechanizmas 3 valdomas hidrauline pavara, o būgne įtaisytas trinkelinis stabdys valdomas mechaniškai, lynu. Trinkelinio stabdžio reguliavimui įtaisomas varžtas 7 [2].



6 pav. Būgninis stovėjimo stabdys, įtaisytas šalia diskinio darbo stabdžio:

1 — būgnas; 2 — diskas; 3 — diskinio stabdžio laikiklis; 4, 5, 6 ir 12 — spyruoklės; 7 — reguliavimo varžtas; 8 ir 9 — užpakalinė ir priekinė trinkelės; 10 – skėtimo plokštelė; 11 — stebulė; 13 – laikantysis diskas

2.3. Stabdžių antiblokavimo sistema - ABS

Stabdžių antiblokavimo sistema skirta efektyviam automobilio stabdymui ypač slidžiuose keliuose. Naudojant ABS, stabdymo kelias būna trumpiausias, automobilis nenustoja pusiausvyros ir būna valdomas.

Norint išvengti skersridės staigaus stabdymo metu, automobiliuose dažnai įstatomi stabdymo jėgų reguliatoriai. Tačiau tada prarandama apie 10-15 % stabdymo jėgos, nes ratų skersridė panaikinama nevisiškai išnaudojant ratų stabdymo momentą.

Naudojant stabdžių ABS, išnaudojamos optimaliausios padangos sukibimo su keliu savybės. Vairuotojui užtenka nuspausti stabdžių pedalą, o stabdymo jėgą valdo elektroninis blokas, priklausomai nuo rato slydimo. Pirmą kartą ABS buvo panaudota 1949 m. aviacijoje, o automobiliuose tik 1969 m.

Dažniausiai stabdžių ABS įtaisomos automobiliuose pagal tokias schemas:

- 1) kai kiekvieno rato stabdymas valdomas atskirai;
- 2) kai priekiniai ratai valdomi atskirai, o užpakaliniai kartu;
- 3) kai priekiniai ratai valdomi kartu ir užpakaliniai ratai valdomi kartu;
- 4) kai kiekviename įstrižame kontūre įtaisyta po vieną moduliatorių, o kampinio greičio davikliai – tik priekiniuose ratuose;
- 5) kai įtaisyti tik du davikliai ir du moduliatoriai.

Pagrindinis stabdžių ABS uždavinys – palaikyti ratų slydimą stabdymo metu artimą kritiniam slydimui. Tada gaunamos geriausios stabdymo charakteristikos. Šiam tikslui būtina automatiškai reguliuoti stabdymo momentą, perduodamą stabdomiems ratams. Sukonstruota daug įvairių ABS, automatiškai reguliuojančių stabdymo momentą. Tačiau visos ABS sudarytos iš panašių elementų.

Stabdžių ABS sudaro davikliai, valdymo blokai ir vykdymo mechanizmai (slėgio moduliatoriai). Davikliai matuoja rato kampinį sukimosi greitį, slėgį stabdžių kamerose ar cilindruose, automobilio lėtėjimą ir kitus parametrus. Valdymo blokas logiškai apdoroja iš daviklių gaunamą informaciją ir duoda komandą vykdymo mechanizmams. Vykdyto mechanizmai, gavę iš valdymo bloko komandą, mažina, didina arba palaiko pastovų slėgį stabdžių kamerose arba cilindruose.

2.4. Traukos kontrolės sistema – TKS

Traukos kontrolės sistema pagerina automobilių pravažumą slidžiuose keliuose. Ji automatiškai neleidžia buksuoti (prasisukti vietoje) vienam arba keliems varantiems ratams, kai jiems perduodamas didelis sukimo momentas. TKS įrengiama kartu su ABS. TKS didina traukos jėgą pradedant važiuoti arba išibėgėjant, kai yra abiejų ar vieno rato blogas sukibimas su keliu. Ši sistema, kaip ir ABS, gerina automobilio aktyvųjų saugumą,

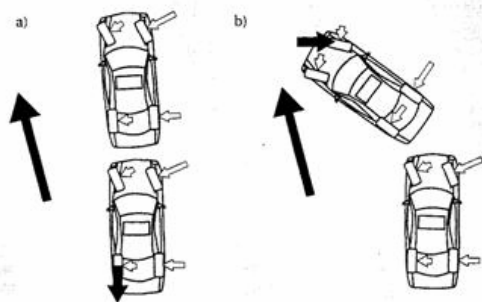
ištaiso vairuotojo klaidas, valdant automobilį, mažina padangų dilimą ir transmisijos apkrovas.

2.5. Važiavimo stabilizavimo valdymo sistema – SVS

Važiavimo stabilumo valdymo sistema įtaisoma moderniuose automobiliuose. Ji palaiko stabilią važiavimo trajektoriją posūkiuose. Jei automobilio važiavimo trajektorija neatitinka posūkio kreivės pagal vairo pasukimo kampą, tai SVS pristabdo arba vieną, arba kelis ratus. Taip pataisoma važiavimo posūkyje trajektorija.

Jei posūkio metu automobilio priekinių arba užpakalinių ratų sukibimo su keliu jėga tampa mažesnė už šiuos ratus veikiančią išcentrinę inercijos jėgą, automobilis gali pradėti sukis apie vertikalią ašį. SVS, gavusi informaciją iš daviklių, registruojančių skersinį ir kampinį pagreitį, vairo pasukimo kampą ir davinius iš ABS elementų, pristabdo vieną priekinį arba užpakalinių ratą.

Jei posūkio metu dėl nepakankamo sukibimo su keliu priekiniai ratai nebeišlaiko užsiduotos trajektorijos ir pradeda slysti į šoną, SVS pristabdo užpakalinių ratą, esantį vidinėje posūkio pusėje (7 pav.,a) ir taip pat, jei reikia, sumažina variklio sukčius. O jei priešingai, dėl nepakankamo užpakalinių ratų sukibimo su keliu, jie pradeda slysti į šoną, SVS pristabdo priekinį ratą posūkio išorėje (7 pav.,b) [3].



7 pav. Stabilizavimo valdymo sistemos veikimo schema:

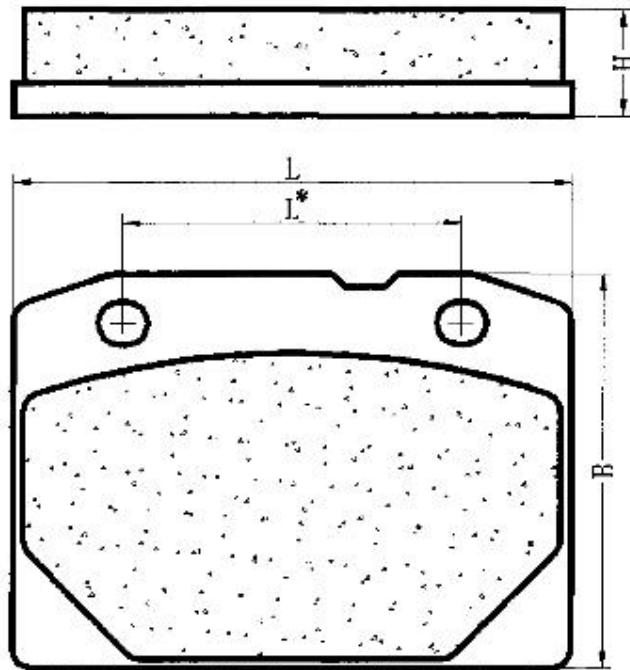
a-kai slysta į šoną priekiniai ratai; b-kai slysta į šoną užpakaliniai ratai

3. STABDYMO TRINKELIŲ SUDĖTIS IR GEOMETRINIAI PARAMETRAI

Diskinių stabdžių trinkelės konstrukciją sudaro metalinė plokštelė su ant jos užpresuotu frikciniu antdėklu. Taip pat gali būti frikcinės medžiagos susidėvėjimo davikliai bei detalės trinkelės tvirtinimui. Pagrindiniai geometriniai parametrai yra šie:

- a) trinkelės plotis L , mm;
- b) trinkelės aukštis B , mm;
- c) trinkelės storis H , mm;
- d) montavimo matmuo L^* , mm.

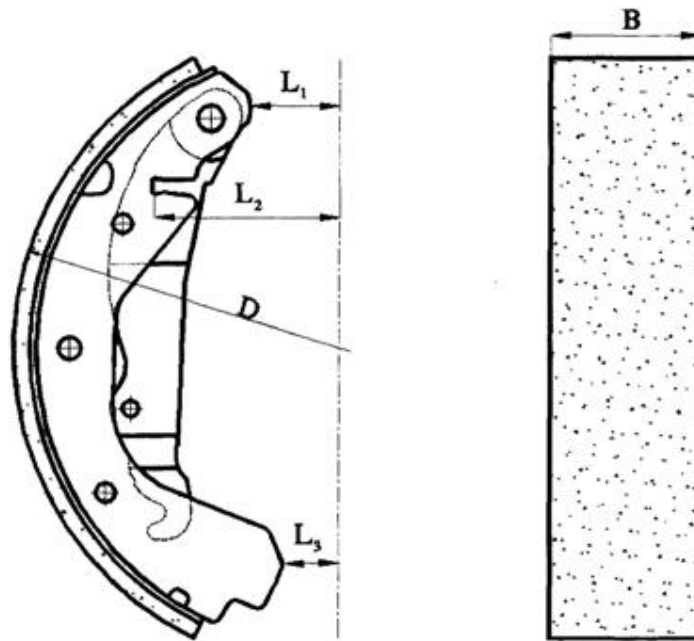
Pavyzdys 8 paveiksle.



8pav. Diskinė stabdžių trinkelė

Būgninių stabdžių trinkelės konstrukciją sudaro metalinis karkasas su užklijuotu frikciniu antdėklu. Konstrukcijoje dar gali būti svirtelė stovėjimo stabdžio lynui tvirtinti, įtaisai stovėjimo stabdžio reguliavimui ir kitos tvirtinimo detalės. Būgninių stabdžių trinkelės pagrindiniai geometriniai parametrai yra šie:

- a) trinkelės išorinis skersmuo D , mm;
 - b) trinkelės plotis B , mm;
 - c) montavimo matmenys L_1 , L_2 , L_3 , mm.
- Pavyzdys 9 paveiksle.



9pav. Būgninių stabdžių trinkelė

4. STABDŽIŲ TRINKELIŲ GAMYBA IR NAUDOJAMOS MEDŽIAGOS

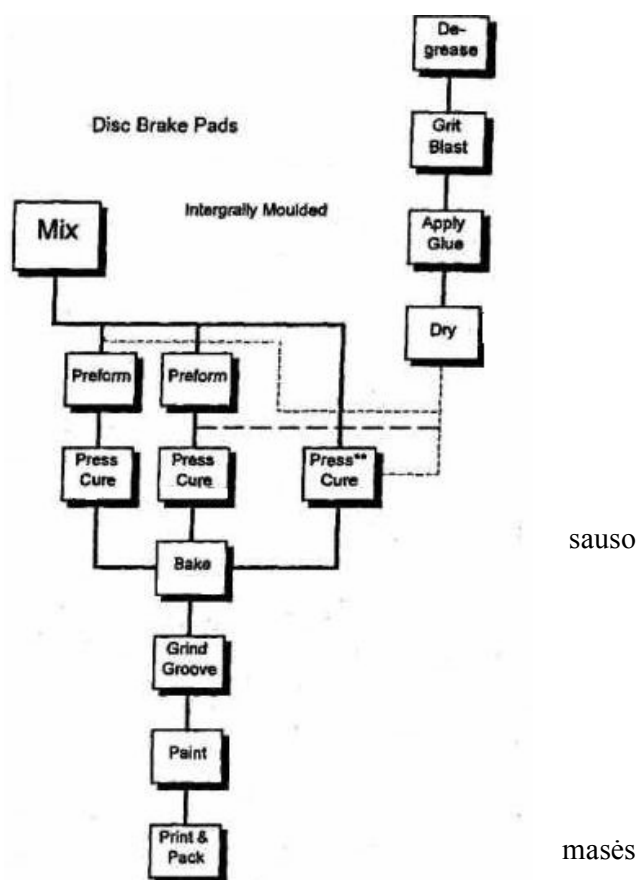
Stabdžių trinkelių gamyba susideda iš daug sudėtingų technologinių procesų. Galima sakyti pats sunkiausias yra frikinės medžiagos pagaminimas. Frikinės medžiagos gamybos procesas gali būti suskirstytas į dvi kategorijas:

a) sausas maišymas – medžiaga susideda iš dervų, pluoštų, frikinių modifikatorių, miltelių frakcijų. Reikalinga temperatūra ir slėgis;

b) drėgnas maišymas – čia miltelinės frakcijos ir pluoštai maišomi su skystomis dervomis. Reikalinga temperatūra, slėgis, šaltas formavimas.

Šios dvi kategorijos yra bendrinės ir kiekvienas gamintojas pritaiko jas sau individualiai pagal gamybos pajėgumus, kaštus ir panašiai. Dauguma fabrikų, gaminančių pilną gamą frikinių produktų, turi pagrindines 5 gamybos linijas: 1. sauso maišymo blokai dideliems stabdžiams; 2. sauso maišymo segmentai lengviesiems automobiliams; 3. drėgno maišymo segmentai lengvo ir vidutinio apkrovimo automobiliams; 4. maišymo segmentai diskiniams stabdžiams; 5. sankabos mechanizmų antdėklai.

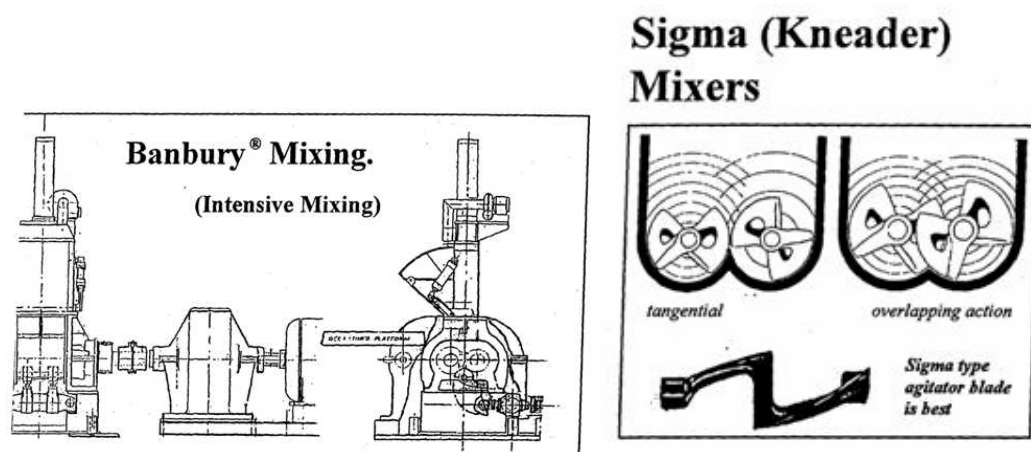
Diskinių stabdžių trinkelių gamybos procesą pagrinde galima suskirstyti į dvi dalis: kopuso ir frikinės paruošimą (10 pav.).



10 pav. Technologinis procesas

Kopuso (metalinės) dalies gamyba prasideda nuo kopuso iškirtimo, t.y. šampavimo. Nors yra gamintojų, kurie tai atlieka pjaustymo įrengimų pagalba (lazeriniai, plazma). Toliau korpusas yra nuriebalinamas, džiovinamas, ant jo užtepami klijai ir vėl džiovinamas reikalingas. Frikinės masės gamyba kaip jau buvo minėta prasideda nuo maišymo. Maišymo įrengimai būna įvairių rūšių. Du iš jų pateikti 11 paveiksle. Turint frikinės masės mišinį, toliau seka

šaltas formavimas. Pagal formos matmenis gaunama frikcinės medžiagos forma, t.y. trinkelės modelis. Nes, kiek žinome, yra daug įvairiausių modelių stabdžių trinkelių. Suformavus masę trinkelė palaikoma tam tikrą laiką suslėgta (700 kg/cm^2) ir prie 150°C temperatūros. Norint pasiekti aukštesnes trinkelių frikcines savybes jos yra vulkanizuojamos. Laikomos aukštatemperatūriuose pečiuose prie 250°C temperatūros. Toliau lieka tik baigiamieji darbai, kaip trinkelės frezavimas (reikiamo matmens padarymas, griovelių pjovimas), dažymas, užrašymas modelio ir pakavimas. Kaip matome, tai ištiesų sudėtingas technologinis procesas.



11 pav. Maišymo įrengimai

Panagrinėkime pagrindines žaliavas naudojamas frikcinės masės gamyboje. Pradėti galima nuo surišimo medžiagų arba kitaip vadinamų – **dervų**. Jų yra įvairiausių rūšių, bet dažniausiai naudojama – fenolis/formaldehidas. Dervos gali būti ir skysto pavidalo, ir miltelinės. Jos skirstomos į vieno laipsnio ir dviejų laipsnių dervas. Vieno laipsnio yra resolinės dervos. Jos taip vadinamos, nes savo sudėtyje turi formaldehidu pagreitinančių vulkanizacijos užbaigimą. Šios dervos turi aukštesnes stiprumines ir atsparumo karščiui charakteristikas, nei novolak dervos. Galima išgyti miltelinės ir skystos frakcijos. Kita rūšis dervų – novolak dervos. Jos vadinamos dviejų laipsnių ir gaunamos rūgštimi katalizuotos reakcijos metu tarp vienos formaldehido molekulės ir fenolio molekulės. Naudojant šią dervą vulkanizacijos proceso užbaigimui reikalingas papildomas reagentas. Dažniausiai tai būna – heksametiltetraminas. Novolak dervos gali būti miltelinės arba skystos frakcijos.

Taip pat frikcinės masės gamyboje gali būti panaudotos modifikuotos aliejinės dervos. Dažniausiai naudojamos tuose gamybos procesuose, kur reikalingas geras frikcinės medžiagos lankstumas ir vulkanizacija atliekama lenktose formose. Gali būti sėmenų, tungų arba sojų pupelių aliejinės dervos. Dar viena derva, kaip fenolio pakaitalas, gaminama iš kišju riešuto kiauto aliejaus. Ši derva populiari visose rūšyse frikcinė medžiagų. Ji puikiai reaguoja su kitais fenolio pakaitalais. Naudojant šią dervą frikcinė medžiaga įgauna aukštesnę tamprumo ribą, ji

nėra tokia trapi kaip frikcinė medžiaga pagaminta panaudojus fenolį. Taip pat galima padidinti stabdymo efektyvumo charakteristikas ir padaryti žemesnį triukšmo lygį, kylantį stabdymo metu.

Kita rūšis dervų – fenolinės dervos modifikuotos elastomerais. Daugiausia tai tam tikrą procentą gumos savo sudėtyje turinčios dervos. Jos suteikia didesnę lankstumą, aukštesnį trinties koeficientą. Norint išgauti didesnę atsparumą temperatūroms fenolinės dervos modifikuomos metalo oksidais. Panašios savybės kaip ir su metalo oksidais gaunamos resolines ir novolak dervas modifikuojant su boro rūgštimi.

Kitas į frikcinę medžiagą sudėtį įeinantis komponentas – **elastomerai**. Pagrindinis tikslas suteikti medžiagai kuo aukštesnes tamprumo, lankstumo charakteristikas. Viena iš medžiagų yra natūrali guma. Tačiau, dabartiniu metu mažai kur naudojant gamyboje dėl savo aukštos kainos ir kai kurių savybių, kaip dilimo padidėjimas, kvapas dylant. Šiuo metu populiariausia yra SBR (styren-butadieno guma). Dažnai ji yra naudojama kartu su fenolinėmis dervomis ir tai galutiniam produktui suteikia kietumo ir padidina atsparumą stiprumui bei dilumui. Taip pat gamyboje naudojamas ir kitas elastomeras – NBR (akrilontril-butadieno guma). Tačiau šį elastomerą yra sudėtingiau įvesti į gamybinį procesą nei SBR. Dažniausiai naudojamas sunkių apkrovų frikcinėms medžiagoms gaminti. Būdingiausios charakteristikos: didesnis atsparumas dilimui ir stiprumui.

Dar vienas komponentas yra sausinantieji aliejai. Jiems priskiriami tungų, sėmenų aliejai. Dažniausiai jie naudojami polimerizuoti. O jų paskirtis – pagerinti vulkanizacijos procesą visame frikcinės medžiagos tūryje.

Ne ką mažiau svarbūs yra įvairūs frikcinės medžiagos **užpildai** ir **modifikatoriai**. Nuo užpildo ir modifikatoriaus parinkimo priklauso tokios frikcinės medžiagos savybės, kaip trinties koeficientas, dilumas. Užpildams priskiriami įvairūs abrazyvai. Jie dedami į frikcinę medžiagą tam, kad pagerinti frikcinės savybes ir neleisti pasidengti stabdžių diskui ar būgnui apnašomis. Šiuo metu naudojami abrazyvai yra tokie:

1) aliuminio oksidas Al_2O_3 – jis yra stabilus prie aukštų temperatūrų, aukštas stiprumas. Populiarus šiuo metu dėl savo kainos ir dėl to, kad gaminamas dirbtiniu būdu, o nenaudojamas natūralus. Tai leidžia sukurti įvairių šio abrazyvo modifikacijų (išlydytas aliuminis, aliuminio oksido maišymas su fenolinėmis dervomis ir t.t.);

2) chromo oksidas Cr_2O_3 – padgerina frikcinės savybes, bet nepopuliarus dėl aukštos kainos;

3) cinko oksidas ZnO – naudojamas kaip pagabinis reagentas vulkanizacijos procesuose, kai naudojam guma. Padidina atsparumą dėvėjimuisi, tačiau gali sukelti tepimo efektą;

4) kalcio hidroksidas $Ca(OH)_2$ (gesintos kalkės) – padidina stiprumines savybes. Taip pat naudojamas tose frikcinėse medžiagose, kur yra plieno vilnos (plaušo) ar geležies dalelių, tam,

kad nevyktų korozijos procesai. Kartais naudojamas kaip dujų absorbatorius, išsiskiriančių vulkanizacijos metu;

5) vario oksidas CuO – pagerina frikcines savybes;

6) geležies oksidai Fe_2O_3 ir Fe_2O_4 – pagerina frikcines savybes ir suteikia medžiagai terminio stabilumo. Kai kuriais atvejais gali būti naudojamas ir kaip dažiklis;

7) magnio oksidas MgO – naudojamas pagerinti dervų terminį stabilumą. Išlydytas magnio oksidas pagerina frikcines savybes;

8) baritas BaSO_4 – populiarus dėl savo mažos kainos. Jis padidina frikcinės medžiagos tankumą, pagerina atsparumą dėvėjimuisi, bet truputį sumažina trinties koeficientą;

9) kalkės (kalcio karbonatas CaCO_3) – dažnai naudojamos kaip alternatyva baritui. Gaunama mažesnė medžiagos savikaina, nes reikia mažiau naudoti nei barito;

10) silikatai (SiO_2 , $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$, Al_2SiO_3 ir kt.) – pagerina frikcines savybes.

Frikcinės medžiagos modifikatoriai taip pat naudojami trinties ir stipruminių charakteristikų keitimui. O jie yra tokie:

1) grafitas – jis randamas ir natūralioje gamtoje, ir gaminamas sintetiniu būdu. Natūralus grafitas turi labai nevienodą cheminę sudėtį ir naudojant jį technologiniame procese reikia atsižvelgti į pelenų kiekį sudėtyje. Taip pat į jo sudėtį įeina abrazyvai. Jis mažina trinties koeficientą, nes turi tepimo savybių, kurios pasireiškia prie 250°C temperatūros. Naudojamas tam, kad sušvelnintų pirmąjį stabdžių trinkelės ir disko kontaktą po ilgesnio automobilio neeksploatavimo;

2) sausas grafitas – randamas natūralioje gamtoje. Funkcijos tokios pat kaip ir prieš tai aprašyto modifikatoriaus;

3) molibdeno disulfidas MoS_2 – tai lubrikantas, kurio tepamosios savybės pasireiškia prie žemų temperatūrų (100°C). Jo sudėtyje nėra jokių abrazyvų;

4) antimonio trisulfidas – oranžinės spalvos pigmentas naudojamas raudonoje vulkanizuotoje gumoje. Jis nėra stabilus. Pakaitinus iki $200\text{--}250^\circ\text{C}$ temperatūros tampa juodu ir kristalizuojasi. Pagrindinė funkcija – tepimo (virš 450°C). Tačiau jis turi toksinių savybių, todėl nėra populiarus pasaulyje;

5) žalvario gabaliukai – naudojamas trinties koeficiento reguliavimui. Kai jo dalis sudaro mažiau 4% visos frikcinės masės, tai efektas tik kosmetinis (trinkelė rusva). O kai virš 4%, tai padeda padidinti trinties koeficientą todėl, jog prie tam tikros temperatūros sudaro junginį – vario oksidą. Jam dalinai galima priskirti ir abrazyvines savybes;

6) vario milteliai – frikcinės masės sudėtyje naudojamas, nes yra geras šilumos laidininkas. Ypač tai aktualu diskinėse stabdžių trinkelėse, kur kontakto zonoje tarp disko ir trinkelės pasiekiamos aukštos temperatūros. Tačiau turi ir neigiamą savybę – gali

padidinti dėvėjimosi laipsnį. Kaip ir nuo žalvario gabaliukų, taip ir šiuo atveju susidaro vario oksidas, kuris turi abrazyvinių savybių, o tuo pačiu didėja dilumas. Tai reiškia – mažėja eksploatacijos laikas. Nors ir čia yra teigiama pusė – aukštesnis trinties koeficientas;

7) švinas – dabartiniu metu praktiškai nenaudojamas dėl savo toksiškų savybių žmogui. Tačiau anksčiau įeidavo į frikcinės medžiagos sudėtį, nes mažindavo triukšmą, padidindavo dilumą, stabilizuodavo frikcinės savybes prie vidutinių temperatūrų;

8) švino oksidas – veikia kaip vulkanizacijos proceso akceleratorius frikcinėse medžiagose, kurių sudėtyje yra gumos;

9) švino sulfidas – dabartiniu metu taip pat uždraustas naudoti dėl toksinių savybių. Anksčiau buvo naudojamas kaip pigesnė alternatyva lubrikantams kaip antimonio trisulfidas;

10) anglies monoksidas (smalkės) – daugiausia naudojamas gumos pramonėje. Tačiau frikcinėse medžiagose gamyboje atlieka dažiklio funkciją (gaunama juoda spalva). Nors ne visi gamintojai jį naudoja.

Kita svarbi frikcinės medžiagos sudedamoji dalis – **smulkios frakcijos** medžiagos, dulkių pavidalo. Jos gaminiui suteikia tamprumo, mažina triukšmą, pasiekiamas aukštesnis terminis stabilumas. Šiuo metu gamyboje naudojamos kelios rūšys smulkių frakcijų:

1) jūrinė anglis – viena pigiausių medžiagų. Frikcinei medžiagai suteikia lankstumo. Tačiau mažai kur naudojama dėl pasireiškiančių tepimo savybių prie vidutinių temperatūrų. Taip pat pasižymi savybe išdegti, kas mažina trinties koeficientą ir stiprumą;

2) frikcinės dulkės – jos turi keletą privalumų palyginus su kitomis smulkios frakcijos medžiagomis. Pagrindinė ta, kad nesukelia ištekėjimo problemų vulkanizacijos procesuose. Taip pat ji yra termiškai stabili, turi mažai pelenų savo sudėtyje;

3) gumos dalelytės – tai juodos gumos dulkės, gaminamos iš panaudotų padangų, todėl turi žemą kainą. Tačiau jos nėra termiškai stabilios, pasižymi didelėmis tampriosiomis savybėmis.

Uždraudus naudoti asbesto pluoštą stabdžių trinkelėse gamyboje, buvo pradėta ieškoti naujų frikcinės masės gamybos technologijų. Ir buvo atrasta tokia gamybos formulė, kai naudojamos granulės. Jos savo sudėtyje turi įvairių komponentų reikalingų frikcinės medžiagos gamybai. Tai leido supaprastinti gamybą lyginant su tais procesais, kai buvo naudojamos smulkios frakcijos medžiagos ir įvairūs pluoštai. Granulės yra mažiau kenksmingos.

Praktiškai nuo pat frikcinių medžiagų gamybos istorijos pradžios buvo plačiai naudojamas asbestinis pluoštas. Asbestas – tai neorganinis pluoštinis mineralas. Kitaip sakant, tai yra įvairaus ilgio pluoštų persipynęs audinys. Ir jis puikiai tiko stabdžių trinkelėlių gamyboje, nes pasižymi tokiomis savybėmis:

- a) termiškai stabilus iki 500°C temperatūros;
- b) virš 500°C temperatūros sudaro kitus silikatinis junginius, kurie regeneruoja frikcinių plotą;
- c) lengvai apdirbamas;
- d) didelis paviršiaus plotas;
- e) gerai sugeria dervas ir kitokius klijus;
- f) geros prisidirbimo savybės;
- g) aukštas stiprumas tempimui ir šlyčiai;
- h) lankstus;
- k) maža kaina.

Todėl ši medžiaga iki pat praėjusio amžiaus dešimtojo dešimtmečio vidurio buvo plačiai paplitusi. Tačiau buvo nustatyta, jog asbestas ir kitos smulkios dulkės yra pavojingos žmogaus sveikatai, nes gali sukelti sunkias ligas, vėžį. Nuo to laiko ir buvo uždrausta naudoti asbestą trinkelėlių gamyboje. Bet ši pramonės šaka nesustojo vietoje. Buvo panaudotos kitos alternatyvios medžiagos, kaip:

- 1) volastinitas CaSiO_3 – šios medžiagos skaidulų ilgis kinta nuo to, kur ji buvo iškasta. Pietų Amerikoje iškasama su mažo ilgio skaidulomis, o Indijoje atvirkščiai – ilgo;
- 2) vermikulitas – termiškai stabili medžiaga, mažo tankumo, turi geras absorbcines charakteristikas. Pagerina dėvėjimosi charakteristikas, bet neturi skaidulinės struktūros;
- 3) žėrutis – chemine sudėtimi ir savybėmis artimas vermikulitui;
- 4) akmens vata – kiekis priklauso nuo gamintojo naudojamos frikcinės medžiagos formulės;
- 5) keramikinis skaidulinis audinys;
- 6) PAN (poli-akrilo-nitrilas) – turi geras stiprumines savybes;
- 7) poliesteris;
- 8) stiklo audinys;
- 9) aramidiniai pluoštai;
- 10) plieno pluoštas (vilna) – užtikrina frikcines savybes, mažina triukšmo lygį [1].

5. BANDYMŲ METODIKA

Visa bandymų metodika yra reglamentuota Jungtinių tautų Europos Ekonomikos Komisijos 90-toje ir 13-toje taisyklėse (UN ECE R-90 ir UN ECE R-13). Testai skirstomi į 7 grupes. Jie aprašyti žemiau:

1. Jautrumo slėgiui testas

Sąlygos:

- a. Kiekviena ašis apkrauta maksimaliu svoriu;
- b. Kitos ašies (nebandomos ašies) stabdžiai pilnai atjungiami viso testavimo eigoje;
- c. Mašinos variklis atjungtas;
- d. Pradinė stabdžių temperatūra $\leq 100^{\circ}\text{C}$;
- e. Stabdyti esant mažiausiai 6-iems skirtingiems stabdžių sistemos slėgiams;
- f. Stabdžių sistemos slėgį keisti nuo mažiausio iki didžiausio;
- g. Didžiausias stabdžių sistemos slėgis - kol užsiblokuoja ratai arba pasiekiamas 6m/s^2 lėtėjimas;
- h. Stabdyti nuo 70 iki 0 km/h (priekinė ašis) arba nuo 45 iki 0 km/h (galinė ašis).

Matuoti:

- a. slėgį - P; (min 6 taškai);
- b. pagreiti - dm; (min 6 taškai);
- c. nubrėžti pagreičio priklausomybę nuo slėgio - $dm=f(P)$;
- d. Sekančiam testui reikia: slėgis P, kai $a=5\text{m/s}^2$ (priekinė ašis) arba $a=3\text{m/s}^2$ (galinė ašis).

Reikalavimai:

- a. $dm \leq \pm 15\%$ nuo originalių vidutinio pastovaus lėtėjimo (ne mažiau 2/3 kreivės turi tilpti).

2. Jautrumo greičiui testas

Sąlygos:

- a. Kiekviena ašis apkrauta maksimaliu svoriu;
- b. Kitos ašies (nebandomos ašies) stabdžiai pilnai atjungiami viso testavimo eigoje;
- c. Mašinos variklis atjungtas;
- d. Pradinė stabdžių temperatūra $\leq 100^{\circ}\text{C}$.
- e. Stabdžių slėgis $P=P(a=5\text{m/s}^2)$ (priekinė ašis), arba $P=P(a=3\text{m/s}^2)$ (galinė ašis);
- f. Stabdyti nuo 65, 100, 135 iki 0 km/h, kartoti tris kartus;

Matuoti:

- a. greitį - v ;
- b. pagreitį - dm ;
- c. nubrėžti pagreičio priklausomybę nuo greičio - $dm=f(v)$;

Reikalavimai:

- a. $4,25 \text{ m/s}^2 \leq dm \leq 5,75 \text{ m/s}^2$ (priekinė ašis) arba $2,55 \text{ m/s}^2 \leq dm \leq 3,45 \text{ m/s}^2$ (galinė ašis);

3. Stabdžių efektyvumo testas, esant pakrautam automobiliui bei atjungtam varikliui

Sąlygos:

- a. Variklis atjungtas;
- b. Automobilis pakrautas;
- c. Abiejų ašių stabdžiai prijungti;
- d. Stabdyti nuo 80 iki 0 km/h
- e. Spausti pedalą su $F \leq 500\text{N}$.

Matuoti:

- a. slėgį - P ;
- b. pagreitį - dm .

Reikalavimai:

- a. $dm=dm_1 \geq 5.8 \text{ m/s}^2$.

4. Stabdžių efektyvumo testas, esant pakrautam automobiliui bei prijungtam varikliui

Sąlygos:

- a. Variklis prijungtas;
- b. Automobilis pakrautas;
- c. Abiejų ašių stabdžiai prijungti;
- d. Stabdyti nuo $0.8V_{\max}$ (bet ne daugiau 160km/h) iki 0 km/h;
- e. Spausti pedalą su $F \leq 500\text{N}$.

Matuoti:

- a. slėgį - P ;
- b. pagreitį - dm .

Reikalavimai:

- a. $dm \geq 5 \text{ m/s}^2$.

5. Karštų stabdžių efektyvumo testas

Sąlygos:

- Variklis prijungtas;
- Automobilis pakrautas;
- Abiejų ašių stabdžiai prijungti;
- Stabdyti nuo $V_1=120\text{km/h}$ ($v_1=0.8V_{\text{max}}$, bet ne daugiau 120km/h) iki $V_2=60\text{km/h}$ ($V_2=V_1/2$);
- Lėtėjimo pagreitis 3m/s^2 ;
- Stabdymo metu variklis prijungtas;
- 15 kartų kartoti kas 45s, 16-tą kartą įsibėgėti iki 80km/h ;
- Variklis atjungtas;
- Spausti pedalą su $F \leq 500\text{N}$.

Matuoti:

- slėgį - P;
- pagreitį - dm.

Reikalavimai:

- $dm \geq 0.8 \cdot 5.8\text{m/s}^2$;
- $dm \geq 0.6 \cdot dm_1$.

6. Stabdžių efektyvumo testas, esant nepakrautam automobiliui bei prijungtam varikliui

Sąlygos:

- Variklis prijungtas;
- Automobilis nepakrautas;
- Abiejų ašių stabdžiai prijungti;
- Stabdyti nuo $0.8V_{\text{max}}$ (bet ne daugiau 160km/h) iki 0 km/h ;
- Spausti pedalą su $F \leq 500\text{N}$.

Matuoti:

- slėgį - P;
- pagreitį - dm.

Reikalavimai:

- $dm \geq 5 \text{ m/s}^2$.

7. Ratų blokavimo testas

Sąlygos:

- a. Automobilis nepakrautas;
- b. Viena ašis atjungta;
- c. Stabdyti nuo 80 iki 0 km/h;
- d. Didinti stabdžių sistemos slėgį ir testą kartot, kol ratai užsiblokuos.

Matuoti:

- a. slėgį – P.

Reikalavimai:

- a. Ratai turi užsiblokuoti. [4]

6. BANDYMŲ ATLIKIMAS AUTOMOBILINIU STENDU

Šiuo automatizuotu automobiliniu stendu galima atlikti septynis trinkelį bandymus (testus) pagal Jungtinių tautų Europos Ekonomikos Komisijos 90-tą ir 13-tą taisykles (UN ECE R-90 ir UN ECE R-13) .

Stendas skirtas bandyti kelių transporto priemonių stabdžių trinkeles gaminamas ir pagamintas Lietuvos Respublikoje, o taip pat ketinamas importuoti iš kitų šalių . Stendinė automobilio įranga yra tokia , kad ją galima su minimaliomis darbo ir laiko sąnaudomis perkelti į kitą (ir kitokią) transporto priemonę , pvz. , užsakovo .

Į šio stendo sudėtį įeina:

1. Programinė įranga;
2. Nešiojamas kompiuteris su USB ir vienu LPT prievadais;
3. Hidrosiurblys su hidrostotele ir vidiniu slėgio regulatoriumi stabdymo slėgiui gaminti maitinamas iš 12V akumulatoriaus;
4. Kolektorinis variklis su reduktoriumi išoriniam siurblio slėgio reguliavimui, kaip ir siurblys, pritvirtintas prie hidrostotelės;
5. Penki (trys) elektromagnetiniai ventyliai stabdymo ir stabdomos ašies įjungimams, pritvirtinti prie hidrostotelės;
6. Hidraulinio slėgio stabdžių cilindre elektroninis jutiklis MBS3000 060 1107 (Danfoss);
7. Nuvažiuoto kelio indukcinis 43 impulsų per vieną rato apsisukimą jutiklis (iš ABS sistemos) . Jų - nuo vieno iki keturių;
8. Stabdžių trinkelės antdėklo temperatūros jutiklis - IR C13A ;
9. Elektroninis dviejų ašių pagreičio jutiklis ADXL202 su pagalbine schema .
10. Nestandartinis aparatas su 11-kos kanalų analogas – skaitmuo 11-kos skilčių keitikliu, galvaninio atskyrimo nuo kompiuterio plokšt, slėgio regulatoriumi, kelio ir greičio matavimo registru plokšte, maitinimo įtampų keitikliu, slėgio jutiklio stiprintuvu ir elektroniniu raktu stabdymo elektromagnetinio ventyliaus įjungimui;
11. Specialūs automobilio ašių apkrovimo svarsčiai;
12. Spausdinimo įrenginys (lazerinis);
13. Automobilis atitinkantis bandomoms stabdžių trinkelėms.

Šiuo metu automobilinis bandymo stendas sumontuotas automobilio LADA 2110 bazėje. Sekančiuose paveikslėliuose pateiktas bendras įrangos vaizdas.



12 pav. Hidroįrenginys

Kaip jau buvo minėta visas įrenginys susideda iš kelių sudedamųjų dalių:

Hidroįrenginys, montuojamas vietoje automobilio pagrindinio stabdžių cilindro.

Slėgio jutikliai, skirti matuoti linijinį slėgį sistemoje, atskirai kiekvienai ašiai.



stabdžių

13 pav. Hidrocilindras

IR temperatūros jutiklis, matuojantis stabdžių disko (būgno) temperatūrą kontakto zonoje.

Pagreičio jutiklis, leidžiantis stebėti pagreičio pokytį realiaame laike.

ABS jutiklis, naudojamas greičio bei nuvažiuoto kelio matavimui.



14 pav. IR temperatūros jutiklis

Elektroninis komutatorius, skirtas duomenų iš jutiklių surinkimui.



15 pav. Elektroninis komutatorius



Nešiojamas kompiuteris su specializuota programine įranga, skirtas duomenų apdorojimui bei saugojimui, elektroninio komutatoriaus valdymui.

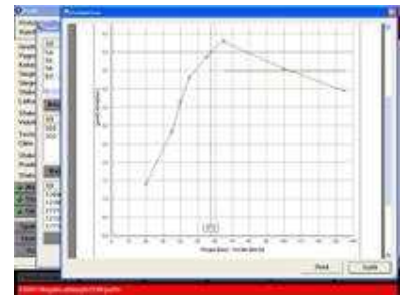


16 pav. Kompiuteris, duomenų apdorojimui

Pagrindinis šios testavimo įrangos skirtumas nuo kitų panašių sistemų – automatinis stabdymas, pagal iš anksto užduotą programą. Tai padeda išvengti bet kokių subjektyvių vertinimų, kylančių dėl žmogiškojo faktoriaus. Slėgis stabdžių sistemoje keliamas tiesiogiai, apeinant tokias sudedamąsias stabdžių sistemos dalis, kaip pagrindinis stabdžių cilindras bei stabdžių stiprintuvas. Reakcijos laikas nuo stabdymo komandos pradžios iki reikiamo slėgio pasiekimo: $0,3 \pm 0,5$ sek.

Dar vienas išskirtinis sistemos bruožas – bandymų rezultatų apdorojimas vietoje. Atlikus bandomuosius važiavimus, nebereikia atlikti papildomų skaičiavimų. Visus rezultatus galima gauti iš karto, grįžus iš bandymų tramos (pavyzdžiai pateikti PRIEDAS 1, PRIEDAS 2).

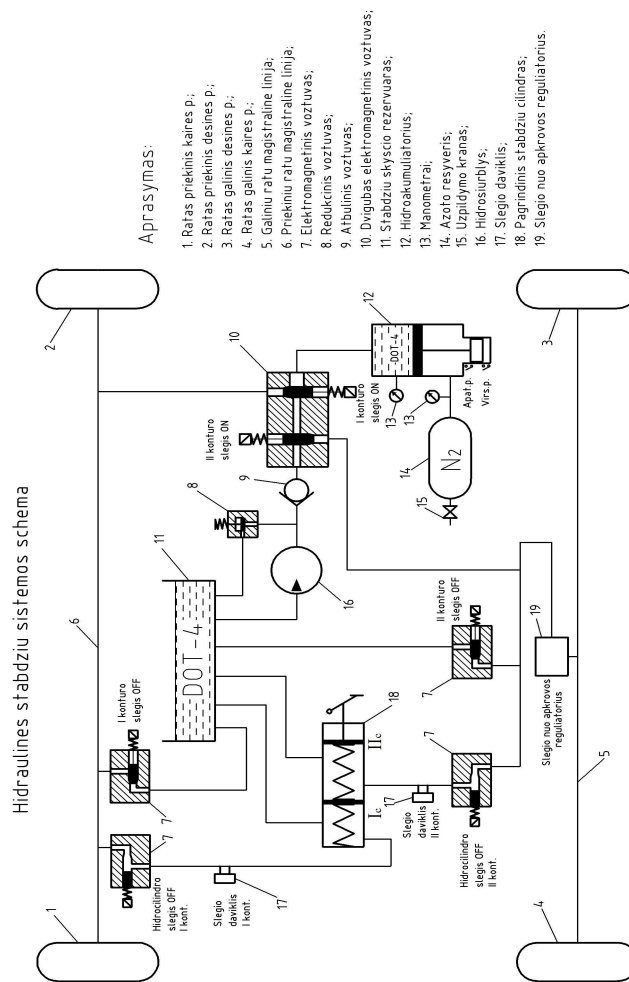
Įrenginį galima lengvai perkelti iš vienos transporto priemonės į kitą. Nesant vietos hidrojrenginį sumontuoti vietoj pagrindinio stabdžių cilindro, jį galima patalpinti kitur, pajungiant automobilio stabdžių sistemą per aukšto slėgio žarnas.



17 pav. Bandymo rezultatai

Taip pat šis įrenginys gali turėti įvairias jungimo modifikacijas. Vietoje integruoto IR temperatūros jutiklio lengvai galima prijungti termoporą. ABS jutiklį galima pakeisti kitu įrenginiu, skirtu matuoti greičiui („penktasis ratas“, optinis jutiklis, radaras, GPS ir t.t.).

Dėl geresnio vaizdumo supaprastinta automobilio hidraulinės sistemos schema pateikta 18 pav.



18 pav. Hidraulinė stabdžių sistemos schema

7. BANDYMŲ ATLIKIMAS “KRAUSS” STENDU

Stabdžių trinkelių dinaminio trinties koeficiento, energetinio dilumo ir specifinio (lyginamojo) svorio (tankio) matavimo stendas (KRAUSS) skirtas automobilinių stabdžių trinkelių dinaminio trinties koeficiento, energetinio dilumo ir frikcinės medžiagos specifinio svorio (tankio) matavimams pagal Jungtinių Tautų Europos Ekonominės Komisijos Taisyklės Nr.90 (UN ECE R-90) priedo Nr.8 reikalavimus , sąlygas ir testavimo metodus .

Stendo darbo sąlygos yra tokios:

1. Aplinkos oro temperatūra nuo minus 20 iki plus 40 °C (nuo 253 iki 313 K);
2. Santykinė oro drėgmė prie 25°C (298 K) iki 90% be kondensacijos;
3. Atmosferinis slėgis nuo 86 iki 106 kPa (650 iki 800 mm Hg);
4. Maitinančio akumuliatoriaus įtampa nuo 11,5 iki 14,5 V;
5. Atlikimas pagal elektrosaugos reikalavimus – 1 klasės , IP40;
6. Matmenys , mm:
 - 6.1. Elektrohidromechaninio įrenginio, mm:

aukštis – 1430 , plotis – 1500 , ilgis – 1250;
 - 6.2.. Matavimo ir valdymo prietaiso:

aukštis – 220 , plotis – 520 ,ilgis – 440;
 - 6.3. Stalo su spausdintuvu kompiuteriu ir matavimo ir valdymo prietaisu :

aukštis – 780 , plotis – 1400 , gylis – 910.
7. Svoris , kg :
 - 7.1. Elektrohidromechaninio įrenginio – 1200;
 - 7.2. Matavimo ir valdymo prietaiso – 16.
8. Stabdžių disko peties nuo veleno ašies centro iki stabdžių trinkelių svorio (geometrinio) centro ilgis l_1 - 102,6 mm .
9. Stabdžių suporto laikiklio peties ilgis l_2 (ilgis nuo sukimosi ašies centro iki slėgio matavimo atramos centrinio taško) – 205,2 mm .
10. Stabdžių stūmoklio diametras – 53,96 mm.
11. Trinties jėgos atsveriamojo cilindro stūmoklio diametras – 53,96 mm.
12. Stabdžių disko apsisukimų skaičius :

be apkrovos - 660 ± 10 aps /min ($\omega = (68,06 \div 70,16)$ rad/s);

su pilna apkrova , nemažiau - 600 aps /min ($\omega \geq 62,83$ rad/s) .

13. Stabdžių disko apsisukimų matavimo paklaida neviršija $\pm 3\%$ ($0,5\%$) .
14. Stabdžių disko darbinės dalies šalia trinkelėlių pagal disko sukimosi kryptį paviršiaus temperatūros matavimo diapazonas nuo 0°C iki 900°C .
15. Temperatūros matavimo paklaida neviršija $\pm 5^{\circ}\text{C}$ arba $\pm 5\%$.
16. Stabdžių trinkelėlių prispaudimo prie disko stabdymo metu slėgis automatiškai reguliuojamas ir yra (100 ± 20) N/cm² ribose arba (19 ± 3) bar stabdžių cilindre . Slėgis reguliuojamas ir gali būti užprogramuotas 0 –100 bar ribose .
17. Stabdžių trinkelėlių prispaudimo prie disko slėgio matavimo paklaida neviršija $\pm 3\%$.
18. Trinties momento sukulto slėgio stabdžių suporto laikiklio petyje matavimo ribos yra nuo $0 \div 100$ bar .
19. Slėgio stabdžių suporto laikiklio petyje matavimo paklaida neviršija $\pm 3\%$.
20. Dinaminio trinties koeficiento matavimo santykinė paklaida neviršija 5% .
21. Stendo konstrukcijoje panaudoti originalaus dydžio automobiliniai stabdžiai, t.y. trinkelėlių suportas ir varantysis stabdžių diskas .
22. Testavimo ciklai ir stabdymas ciklų metu (taktai) yra reguliuojami (gali būti keičiami) ir vyksta automatiškai valdant IBM PC tipo kompiuteriu .
23. Prieš testavimo ciklus skirtus dinaminės trinties koeficientų apskaičiavimams yra trinkelėlių paviršiaus pritrinimo iki ne mažiau 80% paviršiaus (trinkelės paviršiaus lietimosi su stabdžių disko paviršiumi procentas) ciklai, kurių skaičius ir taktų skaičius tuose cikluose yra reguliuojami (gali būti pakeičiami) .
24. Ir pritrinimo ciklų ir testavimo ciklų metu automatiškai matuojami, registruojami kas 300 ms trinties momento sukeltas slėgis, prispaudimo slėgis, stabdžių disko darbinės dalies šalia trinkelėlių paviršiaus temperatūra bei disko aps. kampinis dažnis .
25. Stendas turi tiesioginę aušinimo skersai stabdžių ašies sistemą 600 ± 60 m³/h našumo, kuri valdoma automatiškai ir įjungiama stabdžių su trinkelėmis aušinimui tarpuose tarp ciklų ir paskutinio ciklo metu ištiesai . Pritrinimo ciklų metu ventiliacija aušinimui tarp ciklų neišjunginėjama .
26. Testo su pritrinimu ir be jo startavimo temperatūra $< 60^{\circ}\text{C}$ (< 333 k) .
27. Pritrinimo maksimali temperatūra 300°C (573 k), t.y. jį pasiekus ciklas ir taktas nutraukiami ir pereinama prie aušinimo .
28. Stabdžių disko ir tuo pačiu trinkelės darbinių paviršių ataušinimo temperatūra tarpuose tarp ciklų ir pritrinimo, ir testo metu yra ne daugiau negu 100°C (373 k) .
29. Testo pabaigos temperatūra yra ne didesnė negu 60°C (≤ 333 k) .

30. Testo ciklų skaičius , pradinė ciklo temperatūra , stabdymų (taktų) skaičius cikle , maksimali stabdžių disko paviršiaus temperatūra ir aušinimas pagal nutylėjimą, stendo darbo programoje yra nurodyti 1-moje lentelėje .

1lentelė

Ciklo eil. Nr.	Pradinė kiekv. ciklo pirmo paspaudimo disko temperatūra , °C	Stabdymų skaičius	Maksimali stabdžių disko temperatūra , °C	Priverstinis aušinimas
1	≤ 60	1x10	Neribojama	be
2-6	100	5x10	neribojama (350)	be
7	100	1x10	neribojama	su

31. Testo rezultatų įvertinimas atliekamas kompiuteriu pagal UN ECE R-90 8-to priedo reikalavimus ir rekomendacijas .

32. Testo temperatūros ir trinties koeficiento grafikai, testo rezultatai ir kiti testo techniniai duomenys atspausdinami testo protokole .

Bandymų stendo veikimo principas aiškinamas remiantis 19 pav. Sukamasis judesys nuo variklio M1 į pagrindinį veleną 3 yra perduodamas diržine pavara per skriemulius 1 ir 2. Skriemulių perdavimo santykis yra parinktas taip, kad veleno apsisukimai būtų 660 aps/min. Ant veleno yra pritvirtintas diskas su įpjovomis 4, diską “ gaubia “ optoelektroninis apsučių jutiklis . Diske yra 81 įpjova . Jutiklis 5 perduoda veleno apsisukimų impulsus , kurių dažnis 81 kartą didesnis už veleno apsisukimų skaičių, per dažnis – įtampa keitiklį matavimo ir valdymo prietaise į kompiuterį ir taip yra kontroliuojami pagrindinio veleno apsisukimai.

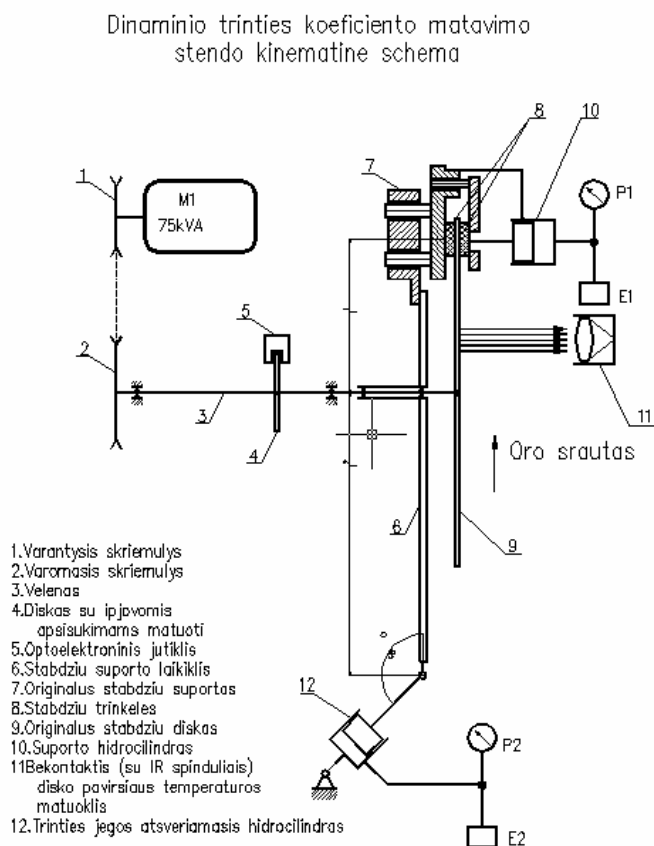
Per guolius ant pagrindinio veleno yra sumontuotas suporto laikiklis 6 . Jis stabilioje padėtyje palaikomas riedėjimo guoliais. Kadangi riedėjimo guolių trinties koeficientas mažas, tai nuo besisukančio veleno į suporto laikiklį sukimo momentas neperduodamas.

Prie suporto laikiklio 6 varžtais pritvirtintas originalus stabdžių suportas 7. Suporto konstrukcija užtikrina stabdžių trinkelėms 8 prispaudimą prie stabdžių disko tolygiai ir vienoda jėga . Trinkelės 8 prie disko 9 prispaudžiamos tada, kai į suporto hidrocilindrą 10 paduodamas slėgis. Padavus slėgį, į hidrocilindrą 10 , tarp stabdžių trinkelėms 8 ir besisukančio stabdžių disko 9 atsiranda trinties jėga , kuri “stengiasi” suportą 7 su suporto laikikliu 6 pasukti apie veleną 3 . Kad suportas su jo laikikliu nepasisuktų , priešingoje suportui pusėje yra sumontuotas atsveriamasis hidrocilindras 12 . Jo vienas galas šarnyriškai sujungtas su suporto laikikliu 6 , o kitas galas per šarnyrą pritvirtintas prie stendo korpuso . Kadangi stūmoklis 12 pasisukti negali ,

tai jo stūmoklinėje pusėje atsverianti jėga sukuria slėgį, kuris proporcingas trinties jėgos dydžiui ir atitinkamai trinties koeficientui.

Besisukantis diskas 9 nuo prispaustų trinkelėlių 8 pradeda kaisti. Disko paviršius spinduliuoja infraraudonuosius spindulius. Šių spindulių intensyvumas ir jų bangos ilgis priklauso nuo disko temperatūros. Kuo aukštesnė temperatūra, tuo intensyvumas didesnis, o bangos ilgis trumpesnis, o šiam infraraudonųjų spindulių intensyvumui ir tuo pačiu, disko ir trinkelės paviršių temperatūrai matuoti yra pastatytas nuotolinis temperatūros matuoklis 11. Matuoklio linijinio išėjimo duomenys yra perduodami per stiprintuvą, komutatorių ir analogas – skaitmuo keitiklį į kompiuterį ir panaudojami trinties koeficiento priklausomybės nuo temperatūros grafikui braižyti.

Stende trinkelės prie disko prispaudžiamos originalaus suporto hidrocilindru 10. Tepalas į hidrocilindrą paduodamas iš stende sumontuotos hidrosistemos, o jo slėgis palaikomas automatiškai reguliuojamu slėgio vožtuvu. Slėgio dydis hidrocilindre turi būti toks, kad trinkelės prispaustų prie besisukančio disko $100 \pm 20 \text{ N/cm}^2$ slėgiu. Mūsų atveju, įvertinus galimą santykinę 3% paklaidą ir stabdžių stūmoklio plotą $22,90\text{cm}^2$, $p=(19\pm 3) \text{ bar}$.



19 pav. “KRAUSS” bandymo stendo schema

Skaičiavimo metodika paremta galiojančiais fizikiniais dėsniais.

1. Trinties koeficiento nustatymas

Trinkelėlių prispaudimo jėga

$$P = p_1 * S ,$$

čia : p_1 - slėgis hidrocilindre 10 , N/m^2 , o “ * “ - daugybos ženklas ,

S - hidrocilindro plotas , m^2 (originalaus suporto cilindro skersmuo $d = 53,96$ mm) .

Vienos trinkelės sukuriama trinties jėga

$$F_1 = P * \mu ,$$

čia : μ - trinties koeficientas tarp trinkelės ir stabdžio disko

P - prispaudimo jėga , kuri yra statmena stabdžių disko paviršiui , N

Kadangi suporte yra dvi trinkelės (iš abiejų disko pusių) , tai bendras trinties jėgos dydis

$$F_{tr} = F_1 + F_2 , \quad F_1 = F_2$$

$$F_{tr} = 2 F_1 = 2 P * \mu = 2 p_1 * S * \mu ,$$

čia : p_1 - slėgis hidrocilindre 10 , N/m^2

S - hidrocilindro 10 plotas , m^2

μ - trinties koeficientas

Kadangi sistema yra pusiausvyroje , tai jai galioja lygtis

$$F_{tr} * l_1 = F_A * l_2 , \quad (1)$$

čia : l_1 - prispaudimo jėgos pridėjimo taško atstumas nuo veleno ašies , m

l_2 - atsveriančios jėgos pridėjimo taško atstumas nuo veleno ašies , m

F_A - atsverianti jėga , N

Stendo konstrukcija yra tokia, kad $l_2 = 2 l_1$

$$F_A = p_2 * S_2 ,$$

čia : p_2 - slėgis atsveriančiame cilindre , Pa (arba N/m^2)

S_2 - atsveriančio cilindro plotas , m^2 .

Konstruktoriai padaryta taip , kad $S_2 = S$

Atsižvelgiant į išdėstytas sąlygas , lygtį (1) galima perrašyti taip:

$$2 p_1 * S * \mu * l_1 = p_2 * S_2 * 2 l_1 , \quad \text{iš čia}$$

$$\mu = (p_2 * S_2 * 2 l_1) : (2 p_1 * S * l_1) , \quad \text{čia “ : ” – dalybos ženklas .}$$

Kadangi $S_2 = S$, tai supaprastinę lygtį , gauname

$$\mu = \frac{p_2}{p_1} ,$$

čia : p_2 ir p_1 - slėgiai atsveriančiame ir prispaudimo cilindruose , atitinkamai .

Slėgių dydžiai kontroliuojami 0.6 ir 1.0 klasės kontroliniais manometrais , tačiau jų parodymai panaudojami tik vizualiam trinties koeficiento dydžio įvertinimui. Slėgių p_1 ir p_2 matavimui ir padavimui per matavimo ir valdymo prietaisą į kompiuterį atitinkamose magistralėse lygiagrečiai manometrams yra prijungti elektroniniai slėgio matuokliai , kurių parodymai kas 300ms laiko intervalais nuskaitomi ir registruojami kompiuteryje. Elektroniniai slėgio davikliai sukalibruoti panaudojant 0.6 klasės kontrolinį manometrą, jų parodymų tikslumas atitinka manometro tikslumą kalibravimo momentu , o ilgalaikė 6 mėn. paklaida neviršija $\pm 3 \%$.

2. Energetinio dilumo skaičiavimas .

Tuo pačiu metu , kai matuojami slėgiai trinties koeficientams skaičiuoti kompiuteris matuoja ir kampinį disko apsisukimų dažnį kiekvieno stabdymo pradžioje ir pabaigoje bei stabdymų trukmes , ir kaupia informaciją dilumui apskaičiuoti , t . y . , skaičiuojamas atliktas darbas , kuris yra lygus sumai darbų atliktų visų stabdymų (ir pritrinant) metu . Vieno 5s trukmės stabdymo metu atliktas darbas

$$A = M * \omega * t ,$$

čia : M – trinties momentas , Nm,

ω – disko kampinis dažnis , rad/s,

t – stabdymo laiko trukmė , s, o $M * \omega$ – galia .

Energetinis dilumas

$$D = V : A , \quad [\text{mm}^3 / \text{MJ}] ,$$

čia : V – trinkelės frikcinės medžiagos nudilimo tūris , mm^3 .

3. Frikcinės medžiagos specifinio svorio (tankio) ir nudilimo tūrio matavimas .

Frikcinės medžiagos specifinio svorio (tankio) ir nudilimo tūrio apskaičiavimui trinkelės yra sveriamos prieš jų testavimus vieną kartą sausos (gaunamas svoris P_S), o kitą kartą jas panardinus į distiliuotą vandenį (gaunamas svoris P_s). Taip pat , trinkelės yra sveriamos ir po testavimų . Sausos ir panardintos į vandenį svorių skirtumas yra jos tūris V .

Tik frikcinės medžiagos svoris p_s ir jos tūris v nustatomas analogiškai prieš tai ją nuplėšus nuo trinkelės .

Frikcinės medžiagos specifinis svoris

$$\rho = p_s : v , [g/cm^3] .$$

Tolesniuose paveiksluose pateikiamas bendras įrangos vaizdas

Bandymo stendas:



20 pav. Bandymo stendas

IR spindulių temperatūros matuoklis RAYMX4PG tipo su stovu-laikikliu:



21 pav. IR temperatūros matuoklis

Stabdžių diskas su suportu:



22 pav. Stabdžių diskas

Kontroliniai manometrai ir avarinio stabdymo jungiklis:



23 pav. Kontroliniai manometrai

8. SKIRTINGŲ SUDĖČIŲ STABDYMO TRINKELIŲ TYRIMAS

Šio darbo pradžioje aprašytas technologinis procesas yra bendrinis. Kiekvienas gamintojas prisitaiko jį pagal savo galimybes. Taip yra ir su frikcinėmis medžiagomis. Panagrinėjome pagrindines sudedamąsias dalis, tačiau santykinė sudėtis gali turėti begalę variantų. Be abejo, kintant frikcinės medžiagos komponentų procentinei sudėčiai, kinta ir jos savybės: stipruminės, trinties, dėvėjimosi. Galima pasakyti, jog kiekvienas gamintojas turi savo receptūrą. Parenkant bandymams naudojamas frikcines medžiagas panaudotos plačiai paplitę medžiagos. Tačiau, receptūra yra visiškai nauja, bent jau gamintojo, pas kurį buvo atliekamas tyrimas. O pasaulyje yra ne vienas gamintojas, kuris turi atskirus padalinius, užsiimančius vien tik naujų sudėčių kurimu. Ir tai reikalauja daug žinių potencialo bei lėšų.

Tyrimui buvo parinktos dvi skirtingos frikcinių medžiagų sudėtys.

Frikcinė medžiaga Nr.1 susideda iš:

1. 4,2 % Kaučiukas CKH-26M;
2. 22,4 % Pluoštas "Lapinus";
3. 6,8 % Derva CF - 342A;
4. 2,8 % Surišėjas CFP – 011L;
5. 11,0 % Sintetinis grafitas GL- 1;
6. 25,2 % Baritas BaSO₄;
7. 4,7 % Cirkonio smėlis ZrO₂SiO₂;
8. 5,1 % Vermikulitas "100";
9. 9,7 % Plieno pluoštas "GMT 180 fine";
10. 3,7 % Sintetinis grafitas GT-1;
11. 4,4% Antimonis "65".

Frikinė medžiaga Nr.2 susideda iš:

1. 4,8 % Kaučiukas CKH-26M;
2. 14,1 % Derva CF – 342A;
3. 3,6 % Celiuliozė;
4. 12,8 % Baritas BaSO₄;
5. 3,2 % Cirkonio smėlis ZrO₂SiO₂;
6. 2,1 % Gesintos kalkės;
7. 42,7 % Plieno pluoštas “GMT 180 fine”;
8. 4,9 % Sintetinis grafitas GL- 1;
9. 1,6 % Sintetinis grafitas GT-1;
10. 3,3 % “PAROC” vata;
11. 2,5 % Surišėjas CFP – 011L.

Esminis skirtumas tarp šių medžiagų tas, kad frikinėje medžiagoje Nr.2 beveik pusė sudėties sudaro armuojantis komponentas – plieno pluoštas. O frikinė medžiaga Nr.1 savo sudėtyje turi kitokios struktūros armuojamčio komponento – pluošto “Lapinus” ir tai tik penktadalis tūrio (22,4 %). Šio pluošto struktūra panaši į akmens vatos sudėtį. Didžiąją dalį (25,2%) medžiagoje Nr.1 sudaro komponentas – baritas (BaSO₄). Pagrindinis tikslas buvo nustatyti ir palyginti šių trinkelėlių trinties koeficientus, kitaip sakant – efektyvumą. Dar vienas esminis skirtumas į ką galima atkreipti dėmesį yra tai, kad medžiagoje Nr.1 įdėta komponento – antimonio. O ši medžiaga priskiriama lubrikantų grupei. Tik jos veikimas pasireiškia prie aukštų temperatūrų - 450°C.

Testai buvo atlikti “KRAUSS” bandymo stendu. Gauti bandymo rezultatai pateikti 24 ir 25 paveiksluose. Rezultatai pateikiami dviejuose grafikuose. Viršutiniame grafike parodyta stabdžių disko temperatūros kreivė, o apatiniame – trinties koeficiento. Iš pirmųjų 10 bandymų apie trinkelės efektyvumą nieko negalima pasakyti, nes vyksta prisidirbimo fazė. Programa automatiškai reguliuoja trinkelės prisidirbimą ir tai atliekama cikliškai: 5s stabdoma, 10s laukiama, ir vėl ciklas kartojamas iš naujo. Laikoma, kad trinkelės efektyvumą geriausia nustatyti iš 7 bandymo parodymų (μ_{vid7}).

Buvo gauti tokie rezultatai:

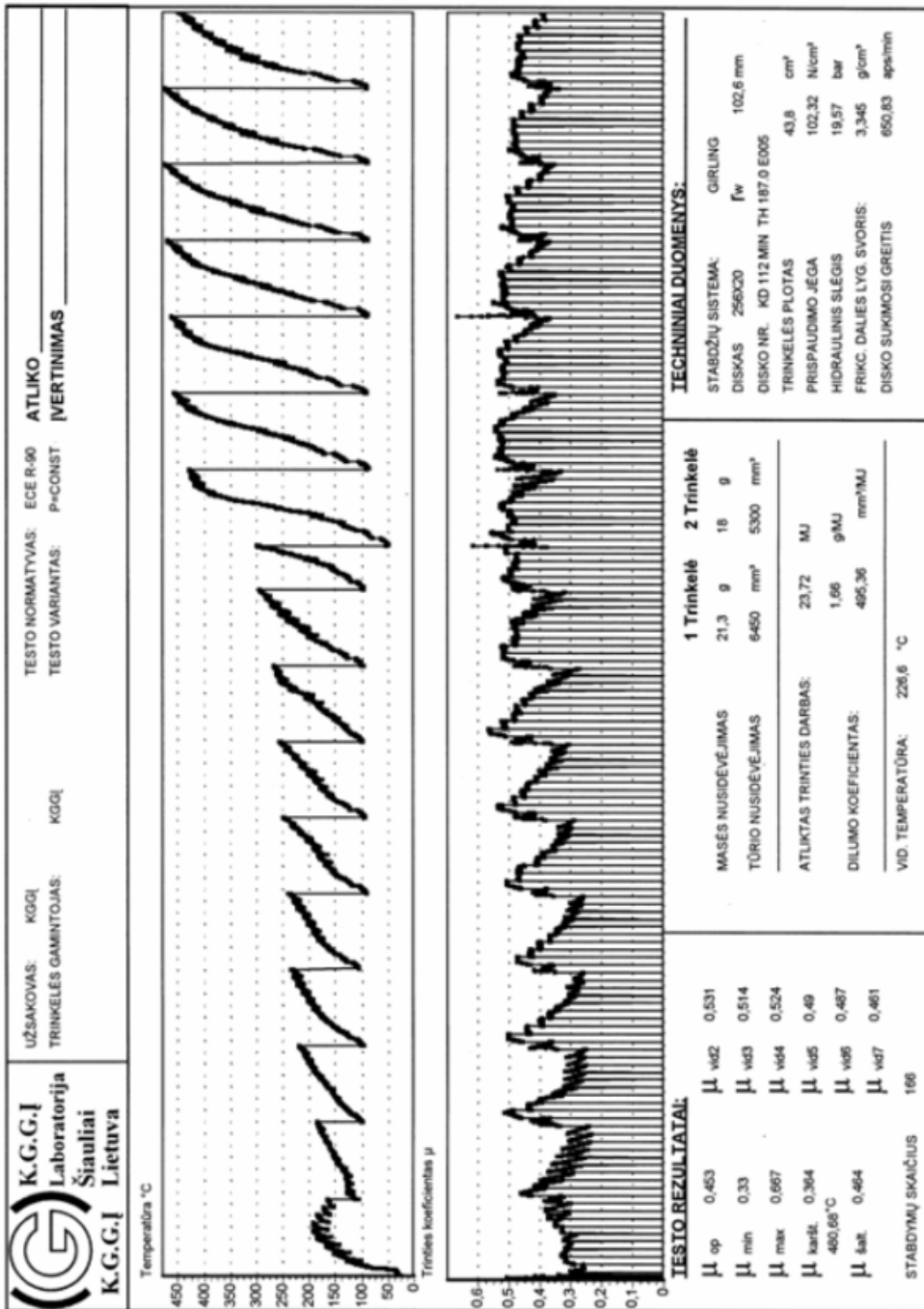
- 1) frikinė medžiaga Nr.2 : $\mu_2 = 0.461$ (24 pav.);
- 2) frikinė medžiaga Nr.1: $\mu_1 = 0.411$ (25 pav.).

Akivaizdu, jog didesnį trinties koeficientą sukuria frikcinė medžiaga Nr.2. Tai galima paaiškinti tuo, kad šioje medžiagoje lemiamą vaidmenį trinties koeficientui vaidino komponentas – plieno pluoštas bei abrazyvas – cirkonio smėlis. Šie komponentai ir kuria didesnę trinties koeficiento reikšmę, o tuo pačiu ir trinkelės efektyvumą.

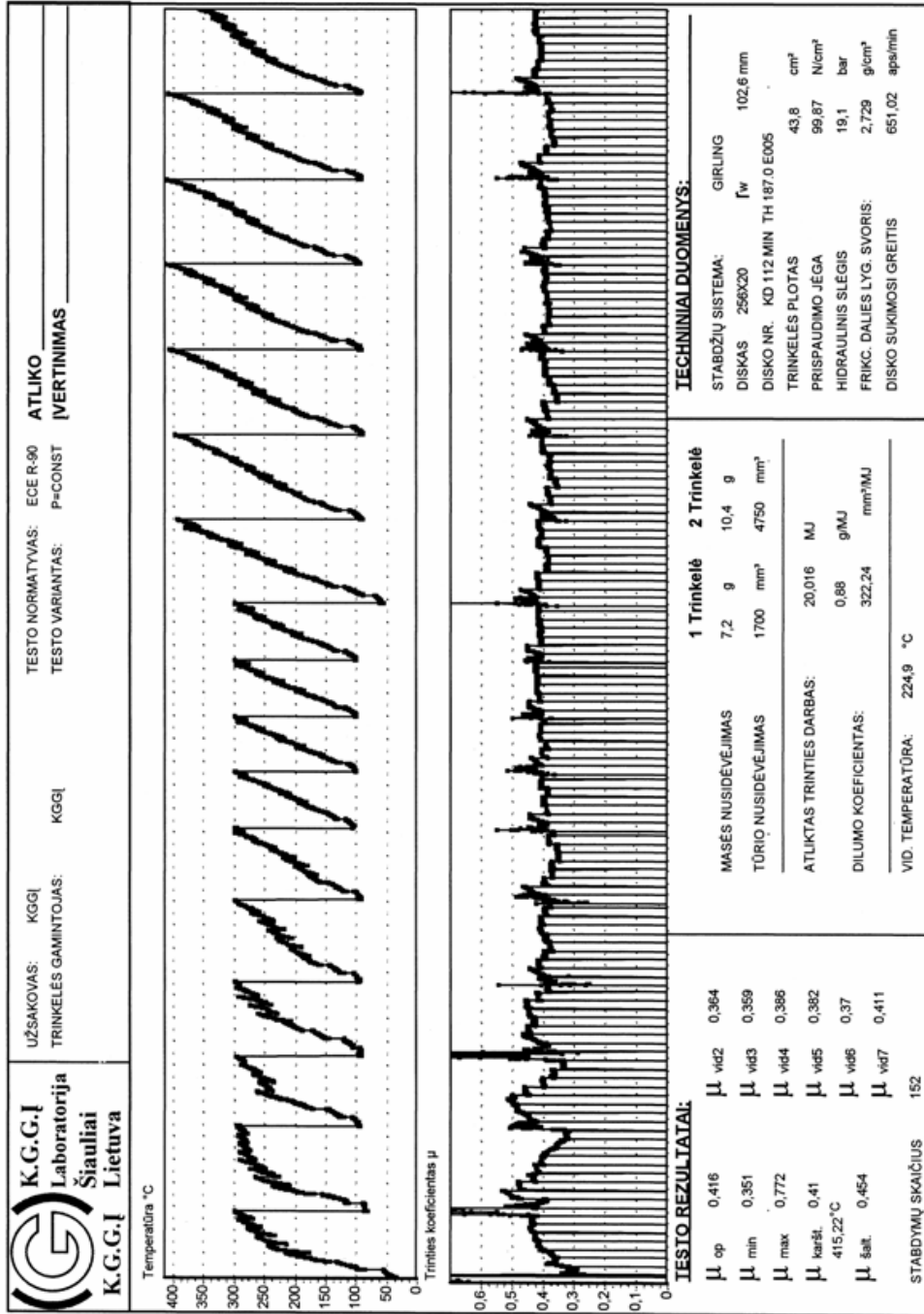
Buvo pastebėta, jog frikcinėje medžiagoje Nr. 1 yra komponento – antimonio. Ir iš trinties koeficiento grafiko gerai matosi šio komponento veikimas. Nes, kai tik disko temperatūra priartėja 450°C ribą, trinties koeficientas nedidėja, netgi truputį pradeda mažėti. Akivaizdus įrodymas, jog prie tokios temperatūros šis komponentas pasižymi tepamosiomis savybėmis.

Tačiau, analizuojant gautus duomenis, negalima nepaminti fakto, jog frikcinė medžiaga Nr.1 išlaikė stabilesnį trinties koeficientą, nors jis ir yra mažesnis už frikcinės medžiagos Nr.2. Iš to galima padaryti išvadą, kad frikcinė medžiaga Nr.1 labiau tinka intensyvesnio eismo sąlygomis, o frikcinė medžiaga Nr.2 – normaliomis eismo sąlygomis. Parenkant frikcinę medžiagą sudėtis reikia atsižvelgti kokiomis sąlygomis jos bus eksploatuojamos.

Taip pat reikia atkreipti dėmesį į tai, kad frikcinė medžiaga Nr.2 turi didesnį dilumo koeficientą, nei medžiaga Nr.1. Tai reiškia, kad norint išgauti didesnį trinkelės efektyvumą, frikcinė medžiaga turi turėti didesnį dilumo koeficientą (dilti labiau).



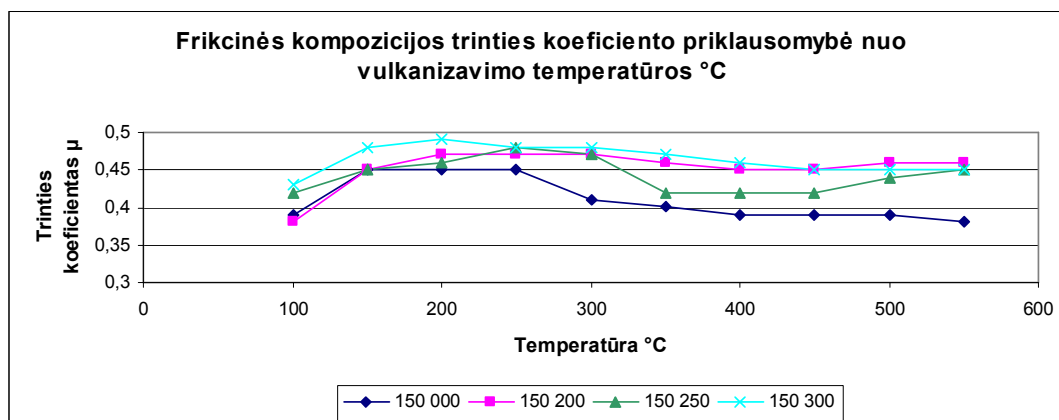
24 pav. Bandymo rezultatai frikcinės medžiagos Nr.2



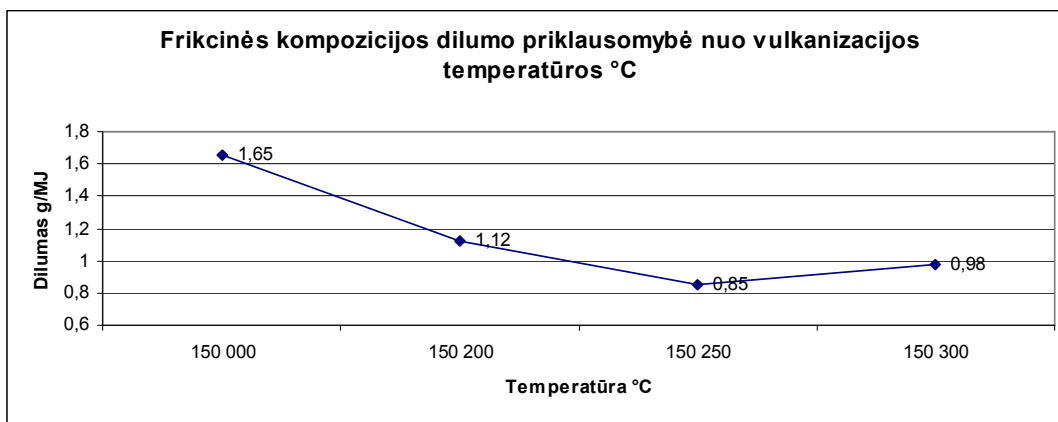
25 pav. Bandymo rezultatai frikcinės medžiagos Nr.1

Kadangi literatūroje nebuvo plačiai aprašyta technologinio proceso įtaka trinkelėių efektyvumui, tai nuspręsta atlikti dar vieną tyrimą bandymų stendu “KRAUSS”. Pagrindinė užduotis – nustatyti trinties koeficientą trinkelėių, kurios vulkanizuojamos prie skirtingų temperatūrų. Bandymams parinkta prieš tai geresnius parodymus turėjusi frikinė medžiaga Nr.1 (su daugiau plieno pluošto). Kaip jau anksčiau buvo rašyta, formuojant trinkeles karštuoju būdu, formų temperatūra siekia 150°C. Todėl nuspręsta atlikti vulkanizacijos procesą, esant trimis skirtingoms temperatūroms: 200 °C, 250 °C, 300 °C. O taip pat vulkanizacijos tikslškumo technologiniame procese nustatymui kartu bandomos ir trinkelės, kurios visiškai nebuvo vulkanizuojamos.

Bandymo rezultatai pateikti 26 ir 27 pav. Vulkanizacijos temperatūros grafike žymimos sekančiai: 000 – be vulkanizacijos; 200 - 200°C temp.; 250 - 250°C temp.; 300 - 300°C. Kaip matome, akivaizdus vulkanizacijos porekis technologiniame procese, nes gaunamos aukštesnes trinties koeficiento reikšmės. O lyginant vulkanizuotas trinkeles tarpusavyje, optimaliausi rezultatai gauti, kai temp. - 250°C. Tai matome iš papildomų grafikų – dilumo. Dilumo rodikliai mažiausi prie 250°C temperatūros.



26 pav. Trinties koeficiento priklausomybė nuo vulkanizacijos temperatūros



27 pav. Dilumo priklausomybė nuo vulkanizacijos temperatūros

9. IŠVADOS

Niekas negalėtų paneigti, kad žmonių saugumas – vienas pagrindinių siekių šiuolaikiniame pasaulyje. Ir ne vien kalbant apie technikos pasaulį, o ir tai atspindi žmonių susirūpinimas ir pagalbos teikimas socialinių problemų turinčioms šalims. O jei grįžus prie automobilių pramonės, tai viena pagrindinių sistemų, užtikrinančių saugumą – stabdžių sistema. Ne veltui laikui bėgant ji sparčiai tobulėjo ir keitėsi. Neužtektų vien tik paminėti, jog keitėsi frikcinių medžiagų sudėtis. Vyko daug daugiau pokyčių, kaip pvz: stabdžių trinkelėlių gabaritinių matmenų didėjimas; naujų medžiagų diegimas į gamybą (keramikos); papildomų stabilizavimo sistemų kurimas; ir kt.

Panagrinėjus frikcinių medžiagų komponentus galima pastebėti, jog jų yra labai daug. Tačiau juos galima suskirstyti į tokias stambias dalis: rišamieji, elastomerai, užpildai, modifikatoriai, armuojantys elementai. Vieni jų, kaip elastomerai, rišančios medžiagos ir modifikatoriai į sudėtį dedami santykinai nedideliais kiekiais. Tačiau jie turi esminę įtaką trinkelėlių efektyvumui. O užpildai ir armuojantys komponentai sudaro didžiąją dalį frikcinės medžiagos, bet jų įtaka efektyvumui žymiai mažesnė.

Šiame darbe aprašytas stabdžių kaladėlių gamybos technologinis procesas yra bendrinis. Kiekvienas gamintojas prisitaiko jį pagal savo įrangos galimybes ir pajėgumus. Kaip ir frikcinės medžiagos sudėtis. Praktiškai yra neįmanoma, išradus vieną naują sudėtį, patentuoti ir pardavinėti tik su licenzija. Taip yra todėl, kad pakeitūs nors ir keletą dešimtųjų procento vieno komponento kiekį, keičiasi frikcinės medžiagos savybės, technologija, režimai.

Šio darbo eksperimentinėje dalyje aprašytas tyrimas buvo atliktas naujai parinkūs medžiagų sudėtis. Testai buvo atliekami „KRAUSS“ bandymo stendu. Tikslas – atrasti kuo efektyvesnes savybes turinčią medžiagą.

Iš gautų rezultatų, galima suformuluoti sekančias išvadas:

1. Didesnį trinties koeficientą turi frikcinė medžiaga Nr.2 ($\mu_2=0.461$);
2. Armuojantys ir abrazyviniai komponentai didina trinkelės efektyvumą;
3. Trinkelės dilumas lemia jos efektyvumą: kuo didesnis dilumas, tuo efektyviau stabdo trinkelė;
4. Eismo sąlygos nulemia trinkelės frikcinės medžiagos sudėtį;
5. Vulkanizacija technologiniame procese padidina trinkelės efektyvumą.

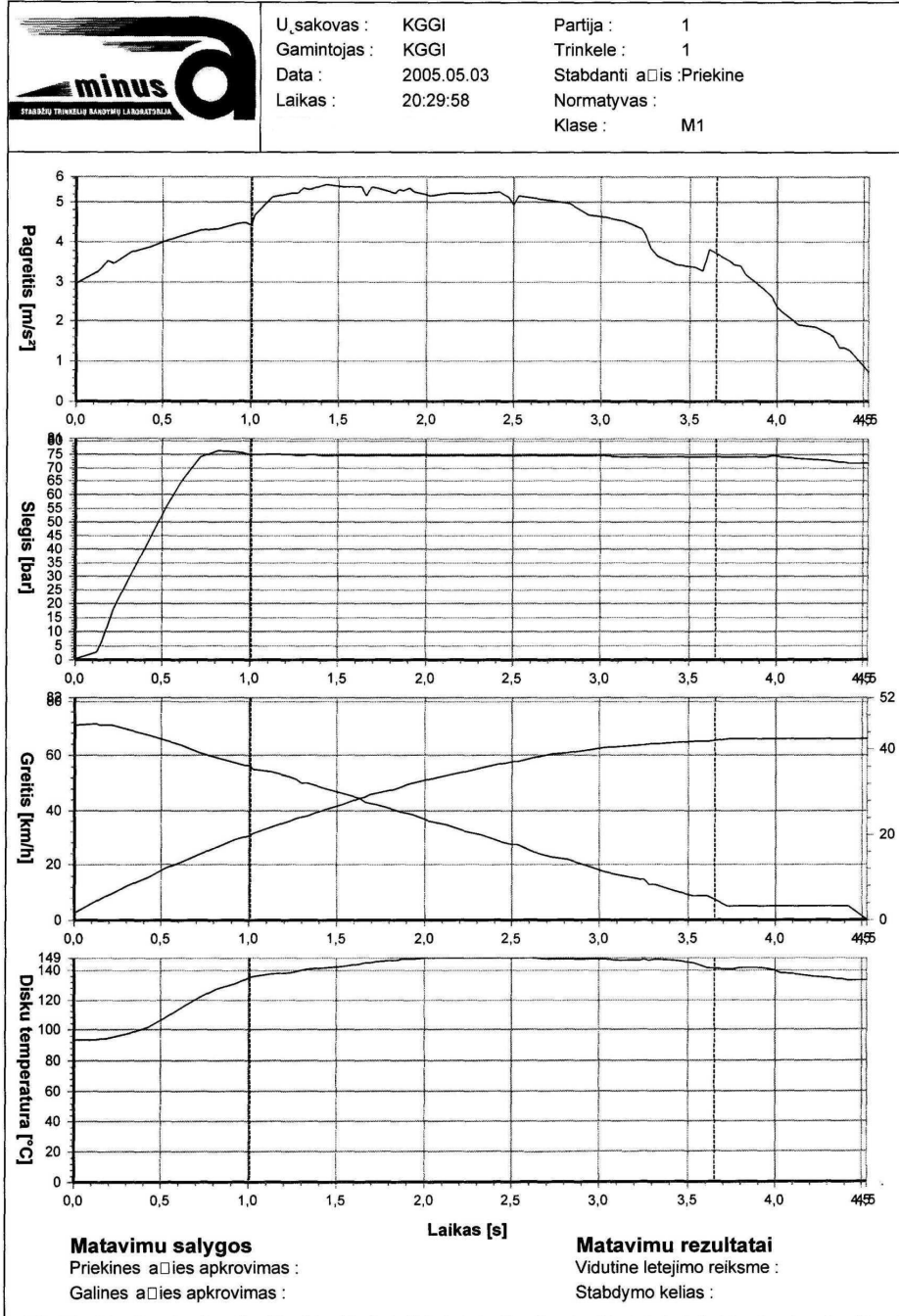
10. LITERATŪRA IR ŠALTINIAI

6. Nicholson G. Facts about Friction. – Winchester, 1995. – 167p.
7. Automobiliai. – Kaunas, 2001. – 419p.
8. Automobilių stabdžių antiblokavimo ir traukos kontrolės sistemos. – Kaunas, 1996.
9. JT direktyva – ECE R90.
10. JT direktyva – ECE R13.
11. www.performancefriction.com
12. www.wanda-machine.com
13. www.cfsa.org

11. PRIEDAI

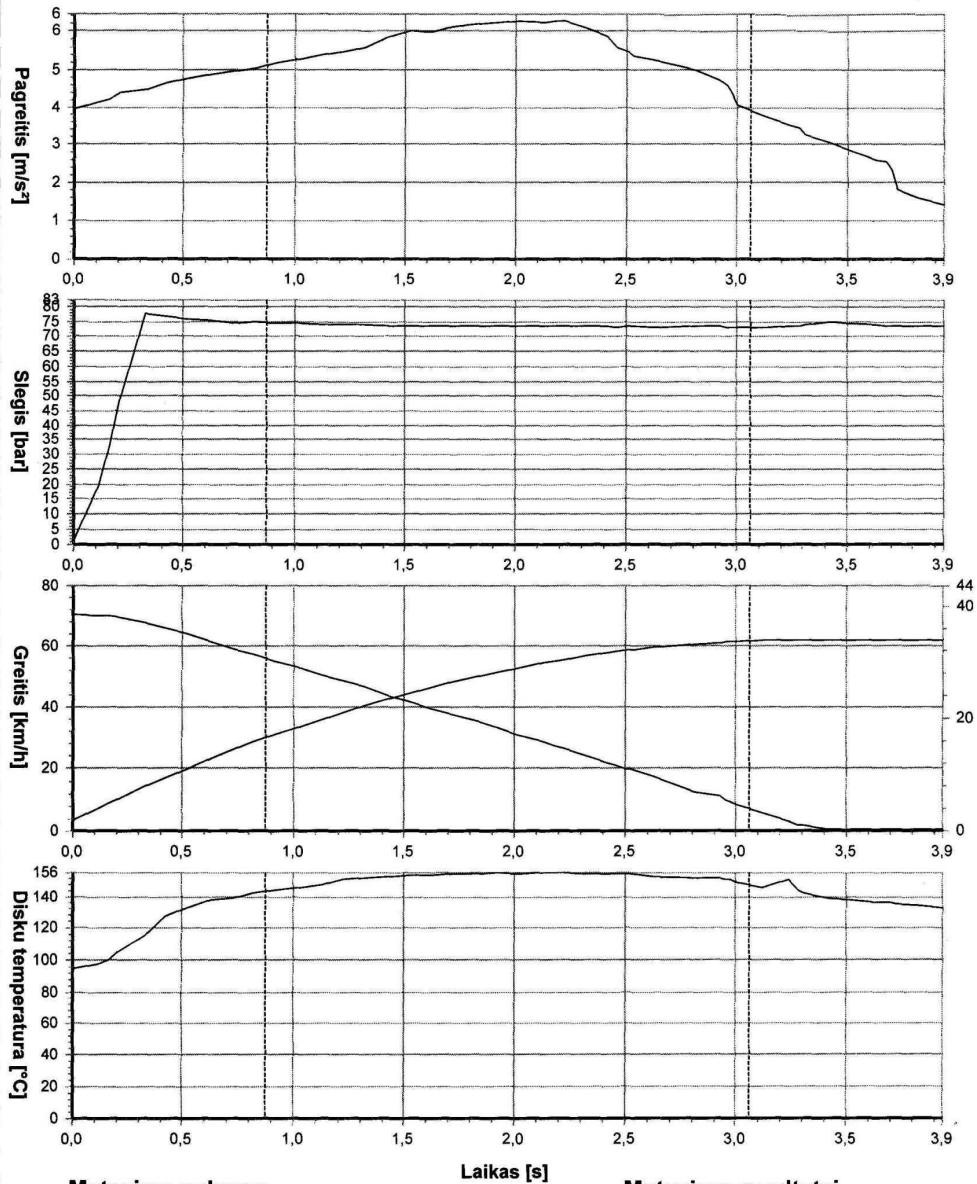
1 PRIEDAS

AUTOMOBILINIO BANDYMO STENDO REZULTATAI





Užsakovas : KGGI Partija : -
 Gamintojas : KGGI Trinkele : BP011
 Data : 2005.05.21 Stabdanti ašis : Priekine
 Laikas : 19:57:52 Normatyvas :
 Klasė : M1



Matavimų sąlygos

Priekinės ašies apkrovimas :
 Galinės ašies apkrovimas :

Matavimų rezultatai

Vidutinė lėtejimo reikšmė :
 Stabdymo kelias :

UN ECE DIREKTYVA R-90

E/ECE/324
 E/ECE/TRANS/505 Rev.1/Add.89/Rev.1
 Regulation No. 90
 page 3

Regulation No. 90

UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF
 REPLACEMENT BRAKE LINING ASSEMBLIES AND DRUM BRAKE LININGS
 FOR POWER-DRIVEN VEHICLES AND THEIR TRAILERS

CONTENTS

REGULATION	Page
1. Scope	5
2. Definitions	5
3. Application for approval	5
4. Approval	5
5. Specifications and tests	6
6. Packaging and marking	11
7. Modifications and extension of approval of the replacement brake lining assembly or the replacement drum brake lining	12
8. Conformity of production	12
9. Penalties for non-conformity of production	14
10. Production definitely discontinued	14
11. Names and addresses of technical services responsible for conducting approval tests, and of administrative departments	14
12. Transitional provisions	14
ANNEXES	
<u>Annex 1</u> - Communication concerning the approval or extension or refusal or withdrawal of approval or production definitely discontinued of a replacement brake lining assembly or replacement drum brake lining pursuant to Regulation No. 90	
<u>Annex 2</u> - Arrangements of the approval mark and approval data	
<u>Annex 3</u> - Requirements for replacement brake lining assemblies for vehicles of categories M ₁ , M ₂ and N ₁	
<u>Annex 4</u> - Requirements for replacement brake lining assemblies and drum brake linings for vehicles of categories M ₁ , N ₂ and N ₃	
<u>Annex 5</u> - Requirements for replacement brake lining assemblies for vehicles of categories O ₁ and O ₂	

CONTENTS (continued)

- Annex 6 - Requirements for replacement brake lining assemblies and drum
brake linings for vehicles of categories O₃ and O₄
- Annex 7 - Requirements for replacement brake lining assemblies for vehicles
of category L
- Annex 8 - Determination of friction behaviour by machine testing

* * *

1. SCOPE

- 1.1. This Regulation applies to replacement service brake lining assemblies intended for use in friction brakes forming part of the braking system of power-driven vehicles and their trailers authorized for use on public roads.
- 1.2. Replacement brake lining assemblies may be approved for fitment and use on power-driven vehicles and trailers having type approval in accordance with Regulation No. 13 or Regulation No. 78. Replacement drum brake linings designed to be riveted to a brake shoe may be approved for fitment and use on power-driven vehicles and trailers having type approval in accordance with Regulation No. 13 and classified in categories M₁, N₁, N₂, N₃, O₁ and O₂. ^{1/}

2. DEFINITIONS

For the purposes of this Regulation;

- 2.1. "Braking system" has the meaning assigned in Regulation No. 13, paragraph 2.3.;
- 2.2. "Friction brake" means the part of a braking system in which the forces opposing the movement of a vehicle are developed by friction between a brake lining and a wheel disc or drum moving relatively to each other;
- 2.3. "Brake lining assembly" means a component of a friction brake which is pressed against a drum or disc, respectively, to produce the friction force;
- 2.3.1. "Shoe assembly" means a brake lining assembly of a drum brake;
- 2.3.1.1. "Shoe" means a component of a shoe assembly which carries the brake lining;
- 2.3.2. "Pad assembly" means a brake lining assembly of a disc brake;
- 2.3.2.1. "Backplate" means a component of a pad assembly which carries the brake lining;
- 2.3.3. "Brake lining" means the friction material component with the shape and final dimension to be fixed on to the shoe or backplate;
- 2.3.4. "Drum brake lining" means a brake lining for a drum brake.
- 2.3.5. "Friction material" means the product of a specified mixture of materials and processes which together determine the characteristics of a brake lining;
- 2.4. "Brake lining type" means a category of brake linings which do not differ in friction material characteristics;

^{1/} In this Regulation, references to Regulation No. 13 shall be deemed to refer also to any other international rule that applies the same technical requirements as Regulation No. 13. References to specific sections of the Regulation shall be interpreted accordingly.

- 2.5. "Brake lining assembly type" means wheel sets of brake lining assemblies which do not differ in brake lining type, dimension or functional characteristics;
- 2.6. "Drum brake lining type" means wheel sets of brake lining components which after fitment to the shoes do not differ in brake lining type, dimensions or functional characteristics.
- 2.7. "Original brake lining" means a brake lining type referenced in the vehicle type approval documentation, Regulation No. 13, annex 2, paragraph 8.1. 2/ or Regulation No. 78, annex 1, paragraph 5.4.;
- 2.8. "Original brake lining assembly" means a brake lining assembly conforming to the data attached to a vehicle type approval documentation;
- 2.9. "Replacement brake lining assembly" means a brake lining assembly of a type approved under this Regulation as a suitable service replacement for an original brake lining assembly;
- 2.10. "Original drum brake lining" means a drum brake lining conforming to the data attached to a vehicle type approval documentation.
- 2.11. "Replacement drum brake lining" means a drum brake lining of a type approved under this Regulation as a suitable service replacement when fitted to a shoe for an original drum brake lining.
- 2.12. "Manufacturer" means the organization which can assume technical responsibility for the brake lining assemblies or drum brake linings and can demonstrate that it possesses the necessary means to achieve conformity of production.
3. APPLICATION FOR APPROVAL
- 3.1. An application for approval of a replacement brake lining assembly type or a replacement drum brake lining type for (a) specific vehicle type(s) shall be submitted by the manufacturer of the replacement lining assembly/replacement drum brake lining or his duly accredited representative.
- 3.2. An application may be submitted by the holder of (a) vehicle type approval(s) to Regulation No. 13 or Regulation No. 78 in respect of replacement brake lining assemblies or replacement drum brake linings conforming to the type recorded in the vehicle type approval(s) documentation.
- 3.3. An application for approval shall be accompanied, in triplicate, by a description of the replacement brake lining assembly or replacement drum brake lining with regard to the items specified in annex 1 to this Regulation, and by the following particulars:

2/ If such brake linings are not available on the market, alternatively, brake linings listed under paragraph 8.2. may be used.

- 3.3.1. diagrams showing functional dimensions of the replacement brake lining assembly or replacement drum brake lining;
- 3.3.2. an indication of the positions of the replacement brake lining assembly or replacement drum brake lining on the vehicles for which approval to fit is sought.
- 3.4. Brake lining assemblies or drum brake linings of the type for which approval is sought shall be made available in sufficient quantity to perform the approval tests.
- 3.5. The applicant shall agree with and make available to the technical service responsible for conducting approval tests the suitable representative vehicle(s) and/or brake(s).
- 3.6. The competent authority shall verify the existence of satisfactory arrangements for ensuring effective control of the conformity of production before type approval is granted.
 - 3.6.1. The applicant shall submit values for friction behaviour in accordance with annex 8, paragraph 2.4.1. or 3.4.1. respectively of this Regulation.
- 4. APPROVAL
 - 4.1. If the brake lining assemblies or drum brake linings submitted for approval pursuant to this Regulation meet the requirements of paragraph 5. below, approval of the replacement brake lining assembly type or replacement drum brake lining type shall be granted.
 - 4.1.1. In the case of replacement brake lining assemblies for vehicles of category L with a combined braking system in the meaning of paragraph 2.9. of Regulation No. 78, the approval must be restricted to the brake lining assembly combination(s) on the axles of the vehicle having been tested according to annex 7 of this Regulation.
 - 4.2. To each replacement brake lining assembly type or drum brake lining type approved there shall be assigned an approval number comprising three groups of digits:
 - 4.2.1. The first two digits (at present 01 for the Regulation in its 01 series of amendments) shall indicate the series of amendments incorporating the most recent major technical amendments made to the Regulation at the time of issue of the approval.
 - 4.2.2. The following three digits shall indicate the brake lining type.
 - 4.2.3. A suffix of three digits shall indicate the shoe or backplate or specific dimension in the case of drum brake linings.
 - 4.3. The same Contracting Party may not assign the same number to another brake lining assembly type or drum brake lining type. The same type approval number may cover the use of that brake lining assembly type or drum brake lining type on a number of differing vehicle types.

- 4.4. Notice of approval or of extension or refusal of approval or withdrawal of approval or production definitely discontinued of a brake lining assembly type or drum brake lining type pursuant to this Regulation shall be communicated to the Parties to the 1958 Agreement which apply this Regulation by means of a form conforming to the model in annex 1 to this Regulation.
- 4.5. There shall be affixed, conspicuously and in a readily accessible place, to every brake lining assembly or drum brake lining of a type approved under this Regulation, an international approval mark consisting of:
- 4.5.1. a circle surrounding the letter "E" followed by the distinguishing number of the country which has granted approval; 3/
- 4.5.2. the number of this Regulation, followed by the letter "R", a dash and the approval number to the right of the circle prescribed in paragraph 4.5.1.
- 4.6. The approval mark referred to in paragraph 4.5. above shall be clearly legible and be indelible.
- 4.7. Annex 2 to this Regulation gives examples of arrangements of the approval mark and approval data referred to above and in paragraph 6.5. below.
5. SPECIFICATIONS AND TESTS
- 5.1. General
- A replacement brake lining assembly or a replacement drum brake lining shall be so designed and constructed that, when substituted for the assembly or lining originally fitted to a vehicle, the braking efficiency of that vehicle accords with that of the approved vehicle type.

3/ 1 for Germany, 2 for France, 3 for Italy, 4 for the Netherlands, 5 for Sweden, 6 for Belgium, 7 for Hungary, 8 for the Czech Republic, 9 for Spain, 10 for Yugoslavia, 11 for the United Kingdom, 12 for Austria, 13 for Luxembourg, 14 for Switzerland, 15 (vacant), 16 for Norway, 17 for Finland, 18 for Denmark, 19 for Romania, 20 for Poland, 21 for Portugal, 22 for the Russian Federation, 23 for Greece, 24 for Ireland, 25 for Croatia, 26 for Slovenia, 27 for Slovakia, 28 for Belarus, 29 for Estonia, 30 (vacant), 31 for Bosnia and Herzegovina, 32 for Latvia, 33 (vacant), 34 for Bulgaria, 35-36 (vacant), 37 for Turkey, 38-39 (vacant), 40 for The former Yugoslav Republic of Macedonia, 41 (vacant), 42 for the European Community (Approvals are granted by its Member States using their respective ECE symbol), 43 for Japan, 44 (vacant), 45 for Australia, 46 for Ukraine and 47 for South Africa. Subsequent numbers shall be assigned to other countries in the chronological order in which they ratify or accede to the Agreement Concerning the Adoption of Uniform Technical Prescriptions for Wheeled Vehicles, Equipment and Parts which can be Fitted and/or be Used on Wheeled Vehicles and the Conditions for Reciprocal Recognition of Approvals Granted on the Basis of these Prescriptions, and the numbers thus assigned shall be communicated by the Secretary-General of the United Nations to the Contracting Parties to the Agreement.

Specifically:

- (a) a vehicle equipped with replacement brake lining assemblies or replacement drum brake linings shall satisfy the relevant braking prescriptions of Regulation No. 13 including the 09 series of amendments or Regulation No. 78 including the 01 series of amendments;
 - (b) a replacement brake lining assembly or a replacement drum brake lining shall display performance characteristics similar to that of the original brake lining assembly or original drum brake lining it is intended to replace;
 - (c) a replacement lining assembly or a replacement drum brake lining must possess adequate mechanical characteristics.
 - (d) brake linings shall not contain asbestos.
- 5.1.1. Replacement brake lining assemblies or replacement drum brake linings conforming to the type specified in vehicle type approval documentation to Regulation No. 13 or Regulation No. 78, are deemed to satisfy the requirements of paragraph 5. of this Regulation.
- 5.2. Performance requirements
- 5.2.1. Replacement brake lining assemblies for vehicles of categories M₁, M₂ and N₁
- Replacement brake lining assemblies shall be tested according to the prescriptions of annex 3 and must satisfy the requirements stated in this annex. For speed sensitivity and cold performance equivalence one of the two methods described in annex 3 shall be used.
- 5.2.2. Replacement brake lining assemblies and replacement drum brake linings for vehicles of categories M₁, N₁ and N₂
- Replacement brake lining assemblies and replacement drum brake linings shall be tested according to the prescriptions of annex 4, using one of the two methods described in paragraph 1 (vehicle test) or in paragraph 2 (inertia dynamometer test) and shall satisfy the requirements stated in this annex.
- 5.2.3. Replacement brake lining assemblies for vehicles of categories O₁ and O₂
- Replacement brake lining assemblies shall be tested according to the prescriptions of annex 5 and shall satisfy the requirements stated in this annex.
- 5.2.4. Replacement brake lining assemblies and replacement drum brake linings for vehicles of categories O₃ and O₄
- Replacement brake lining assemblies and replacement drum brake linings shall be tested according to the prescriptions of annex 6 and shall satisfy the requirements stated in this annex. For the tests one of the three methods described in paragraph 3 of appendix 2 to annex 11 of Regulation No. 13 shall be used.

- 5.2.5. Replacement brake lining assemblies for vehicles of category L
- Replacement brake lining assemblies shall be tested according to the prescriptions of annex 7 and shall satisfy the requirements stated in this annex.
- 5.3. Mechanical characteristics
- 5.3.1. Replacement brake lining assemblies for vehicles of categories M₁, M₂, N₁, O₁, O₂, and L
- 5.3.1.1. Replacement brake lining assemblies of the type for which approval is requested shall be tested for shear strength according to Standard ISO 6312:1981.
- The minimum acceptable shear strength is 250 N/cm² for pad assemblies and 100 N/cm² for shoe assemblies.
- 5.3.1.2. Replacement brake lining assemblies of the type for which approval is requested shall be tested for compressibility according to Standard ISO 6310:1981.
- The compressibility values shall not exceed 2 per cent at ambient temperature and 5 per cent at 400 °C for pad assemblies and 2 per cent at ambient temperature and 4 per cent at 200 °C for shoe assemblies.
- 5.3.2. Replacement brake lining assemblies and replacement drum brake linings for vehicles of categories M₁, N₁, N₂, O₁, and O₂
- 5.3.2.1. Shear strength
- This test applies only to disc brake pad assemblies.
- Replacement brake lining assemblies of the type for which approval is requested shall be tested for shear strength according to Standard ISO 6312:1981. Brake lining assemblies may be divided into two or three parts to match the test machine's capability.
- The minimum acceptable shear strength is 250 N/cm².
- 5.3.2.2. Compressibility
- Replacement brake lining assemblies and replacement drum brake linings of the type for which approval is requested shall be tested for compressibility according to Standard ISO 6310:1981. Flat specimens according to sample type I may be used.
- The compressibility values shall not exceed 2 per cent at ambient temperature and 5 per cent at 400 °C for pad assemblies and 2 per cent at ambient temperature and 4 per cent at 200 °C for shoe assemblies and drum brake linings.

5.3.2.3. Material hardness ^{4/}

This requirement applies to drum brake lining assemblies and drum brake linings.

Replacement brake lining assemblies or replacement drum brake linings of the type for which approval is requested shall be tested for hardness according to Standard ISO 2039-2:1987.

The hardness figure for the friction material at the rubbing surface shall be the mean value out of five sample linings from different production batches (if available) by taking five measurements at different places of each brake lining.

6. PACKAGING AND MARKING

6.1. Replacement brake lining assemblies or replacement drum brake linings conforming to a type approved in accordance with this Regulation shall be marketed in axle sets.

6.2. Each axle set shall be contained in a sealed package constructed to show previous opening.

6.2.1. In the case of replacement drum brake linings rivets of suitable size and material shall be provided together with the brake linings.

6.3. Each package shall display the following information:

6.3.1. the quantity of replacement brake lining assemblies or replacement drum brake linings in the package;

6.3.2. manufacturer's name or trade mark;

6.3.3. make and type of replacement brake lining assemblies or replacement drum brake linings;

6.3.4. the vehicles/axles/brakes for which the contents are approved;

6.3.5. the approval mark.

6.4. Each package shall contain fitting instructions in an official ECE language, supplemented by the corresponding text in the language of the country where it is sold:

6.4.1. with particular reference to auxiliary parts;

6.4.2. stating that replacement brake lining assemblies or replacement drum brake linings should be replaced in axle sets;

6.4.3. with, in the case of replacement drum brake linings, a general statement calling attention to the following points:

the integrity of the shoe platform, abutment and pivot;

^{4/} This test is included for conformity of production purposes. Minimum values and the tolerances to be agreed with the Technical Service.

- freedom of the shoe from distortion, deformation and corrosion;
 - the type and size of rivet to be used;
 - the required riveting tools and forces.
- 6.4.4. with, additionally, in the case of combined braking systems in the meaning of paragraph 2.9. of Regulation No. 78 giving the approved brake lining assembly combination(s).
- 6.5. Each replacement brake lining assembly or replacement drum brake lining shall display permanently one set of approval data:
- 6.5.1. the approval mark;
 - 6.5.2. the date of manufacture, at least month and year;
 - 6.5.3. make and type of brake lining.
7. MODIFICATIONS AND EXTENSION OF APPROVAL OF THE REPLACEMENT BRAKE LINING ASSEMBLY OR THE REPLACEMENT DRUM BRAKE LINING
- 7.1. Every modification of the replacement brake lining assembly type or replacement drum brake lining type shall be notified to the administrative department which granted the type approval. The department may then either:
- 7.1.1. consider that the modifications made are unlikely to have appreciable adverse effects and that in any event the brake lining assembly or drum brake lining still complies with the requirements; or
 - 7.1.2. require a further test report from the technical service responsible for conducting the tests.
- 7.2. Confirmation or refusal of approval, specifying the alterations, shall be notified by the procedure specified in paragraph 4.4. above to the Parties to the 1958 Agreement applying this Regulation.
- 7.3. The competent authority issuing the extension of approval shall assign a series number for such an extension and inform thereof the other Parties to the 1958 Agreement applying this Regulation by means of a communication form conforming to the model in annex 1 to this Regulation.
8. CONFORMITY OF PRODUCTION
- 8.1. Replacement brake lining assemblies or replacement drum brake linings approved to this Regulation shall be so manufactured as to conform to the type approved.
 - 8.2. Original brake lining assemblies or original drum brake linings being the subject of an application under paragraph 3.2. are deemed to satisfy the requirements of paragraph 8.
 - 8.3. To verify that the requirements of paragraph 8.1. are met, suitable controls of the production shall be applied. These shall encompass the control of raw materials and components used.

- 8.4. The holder of an approval shall in particular:
- 8.4.1. ensure that for each replacement brake lining assembly type or replacement drum brake lining type at least the relevant tests prescribed in paragraph 5.3. and a friction behaviour test as prescribed in annex 8 to this Regulation are carried out on a statistically controlled and random basis in accordance with a regular quality assurance procedure;
 - 8.4.2. ensure existence of procedures for the effective control of the quality of products;
 - 8.4.3. have access to the control equipment necessary for checking the conformity of each approved type;
 - 8.4.4. analyse the results of each type of test in order to verify and ensure the consistency of the product characteristics, making allowance for variation of an industrial production;
 - 8.4.5. ensure that data of test results are recorded and that annexed documents remain available for a period to be determined in agreement with the administrative service;
 - 8.4.6. ensure that any samples or test pieces giving evidence of non-conformity with the type of test considered shall give rise to another sampling and another test. All the necessary steps shall be taken to re-establish the conformity of the corresponding production.
- 8.5. The competent authority which has granted type-approval may at any time verify the conformity control methods applicable to each production unit.
- 8.5.1. In every inspection, the test books and production survey records shall be presented to the visiting inspector.
 - 8.5.2. The inspector may take samples at random to be tested in the manufacturer's laboratory. The minimum number of samples may be determined according to the results of the manufacturer's own verification.
 - 8.5.3. When the quality level appears unsatisfactory or when it seems necessary to verify the validity of the tests carried out in application of paragraph 8.5.2. the inspector shall select samples to be sent to the technical service which has conducted the type approval tests.
 - 8.5.4. The competent authority may carry out any tests prescribed in this Regulation.
 - 8.5.5. The normal frequency of inspections authorized by the competent authority shall be one per year. In the case where negative results are recorded during one of these visits, the competent authority shall ensure that all necessary steps are taken to re-establish the conformity of production as rapidly as possible.

9. PENALTIES FOR NON-CONFORMITY OF PRODUCTION

- 9.1. The approval granted in respect of a replacement brake lining assembly type or drum brake lining type pursuant to this Regulation may be withdrawn if the requirements laid down in paragraph 8.1. above are not complied with,
- 9.2. If a Contracting Party to the Agreement applying this Regulation withdraws an approval it has previously granted, it shall forthwith so notify the other Contracting Parties applying this Regulation, by means of a communication form conforming to the model in annex 1 to this Regulation.

10. PRODUCTION DEFINITELY DISCONTINUED

If the holder of the approval completely ceases to manufacture a replacement brake lining assembly type or drum brake lining type approved in accordance with this Regulation, he shall so inform the authority which granted the approval. Upon receiving the relevant communication that authority shall inform thereof the other Parties to the 1958 Agreement applying this Regulation by means of a communication form conforming to the model in annex 1 to this Regulation.

11. NAMES AND ADDRESSES OF TECHNICAL SERVICES RESPONSIBLE FOR CONDUCTING APPROVAL TESTS, AND OF ADMINISTRATIVE DEPARTMENTS

The Contracting Parties to the 1958 Agreement which apply this Regulation shall communicate to the United Nations secretariat the names and addresses of the technical services responsible for conducting approval tests and of the administrative departments which grant approval and to which forms certifying approval or extension or refusal or withdrawal of approval, or production definitely discontinued, issued in other countries, are to be sent.

12. TRANSITIONAL PROVISIONS

- 12.1. No Contracting Party shall refuse to grant approvals under this Regulation as amended by the 01 series of amendments.
- 12.2. As from 1 January 1995, Contracting Parties applying this Regulation shall grant approvals only if the replacement brake lining assembly or the replacement drum brake lining approved meets the requirements of this Regulation as amended by the 01 series of amendments.
- 12.3. Contracting Parties applying this Regulation shall continue to allow fitting or use on a vehicle in use of a replacement brake lining assembly approved to this Regulation in its original, unamended form.