

ENSV

Autotranspordi ja Maanteeede Ministeerium

Maanteeede Teavalitsus

Teedeehituse Kesklaboratoorium

**METOODILINE MATERJAL
AUTOTEEDE EKSPLUATATSIOONILISTE NÄITUDE
HINDAMISEKS**

Tallinn 1969

ARH

AKine

ENSV

Autotranspordi ja Maanteede Ministeerium

Maanteede Teavalitsus

Teedeehituse Kesklaboratoorium

METOODILINE MATERJAL
AUTOTEEDE EKSPLOATATSIOONILISTE NÄITUDE
HINDAMISEKS

Tallinn 1969

Käesolev valikmaterjal on koostatud
teedemajandite jaoks metoodilise juhendina
Moskva Autode ja Teede Instituudi väljaande
"КЛАССИФИКАЦИЯ РЕМОНТНЫХ РАБОТ И ТЕХНИКО-
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭКСПЛУАТАЦИИ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ"

(Московский автомобильно-дорожный институт

Москва, 1966) alusel

Koostasid: O. Raid
V. Lass
V. Jakobson

E E S S Ö N A

Teid ja transpordivahendeid läks kaupade ja reisijate veoks vaja juba inimkonna kultuuri arengu algul. Kuid ratta ja esimese ratasveeki leiutamisest kuni esimeste raudteede tekkeni möödusid aastatuhanded. Kuigi raudteed etendasid kaupade veol tohutut osa ja on vedude mahult ka praegu esikohal, ei lahendanud nad täielikult kuivamaatranspordi probleemi. Kõrvuti raudteega tuli pikki aastaid ikkagi kasutada ka hobuteid. Viimaste seisukord oli Venemaal täiesti ebarahuldav.

Autotranspordi teke aitas lahendada vedude probleemi. Võrreldes teiste transpordiliikidega on autotransport perspektiivsem ja ta vedude maht kasvab kiiresti.

Autotranspordi tohutu tähtsus seisneb tema liikuvuses ja võimes vedada, nagu ütlevad ameeriklased, ukse eest ukse ette. Kuid autod vajavad spetsiaalseid teid, mis on arvestatud suurteks kiirusteks ja kasvavateks koormusteks. Autotranspordi abiehitised - hooldusjaamad, bussijaamad, motellid jt. - peavad olema ilusad ja korrastatud.

Et autotee rahuldaks juba esimesest päevast kaasaja nõudeid, peab tema õige ja ökonoomse eksploatatsiooni kindlustamiseks korraldama järelevalve ja hoolduse. Autoteedealaste õppeainete ja teadusharude komplektis on "Autoteede eksploatatsioo-

ni" kursus viimane ja valgustab ehitatud ning rekonstrueeritud teede mõistlikku ja ökonoomset kasutamist. Teede õigeks ekspluatatsiooniks on eriti tähtis 50...75 % autotee maksumusest moodustava peaelemendi - sõidutee töötamise analüüsi ja uurimise kaasaegsus ja tehniline külg.

Käesolevas brošüüris käsitletakse järgmist:

a) teekatete purunemiste ja deformatsioonide liigid;

b) tee remonditööde klassifikatsioon ja tähtajad;

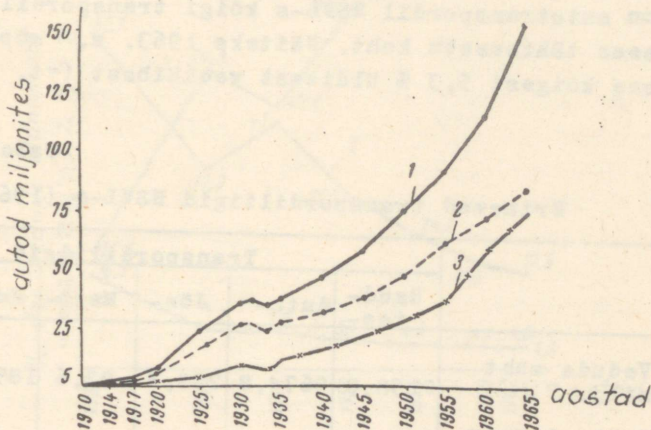
c) teede ja teekatete töötamise aegade määratlemise viisid;

d) tööd, mida teeb teede remondi liiniteenistus.

Märkused ja soovid, mis võivad tekkida õpeteodilise raamatu kasutamisel, palutakse saata Moskva Autode ja Teede Instituudi juhtivate ning tehnikatöötajate täiendusosakonnale aadressil:
Moskva, A-319, Leningradi prospekt, maja 64.

1. Autopark ja tema töö

Esimesed autod ilmusid XIX sajandi lõpul, kuid isegi XX sajandi alguses ei arvanud keegi, et autotransport mitte ainult ei asenda hobutransporti, vaid saab faktiliselt kõige arenevamaks transpordiliigiks.



Joon. 1 Maailma autode arvu kasv

1 - kogu maailmas; 2 - USA-s; 3 - ülejäänud maades, v.a. USA

Maailma autode arv kasvab lakamatult ja moodustab käesoleval ajal 150 milj. (joon. 1). Maailma autode koguvõimsus on hiigelsuur, üle 10 miljardi hj., ja ületab kõigi hüdroelektriijaamade koguvõimsuse.

XX sajandi esimestel aastakümnetel oli USA-l 85...90 % maailma autodest. Nüüd kasvab iga aastaga järjest kiiremini ka NSVL ja teiste maade autode arv ning USA-l on praegu umbes 50 % maailma autodest.

Koos autode arvu kasvuga suureneb nende poolt tehtava töö maht. Erikaalu järgi üldises veokäibes on autotranspordil NSVL-s kõigi transpordiliikide seas tähtsusetu koht. Näiteks 1963. a. moodustas see kõigest 5,3 % üldisest veokäibest (vt. tabel 1).

Tabel 1

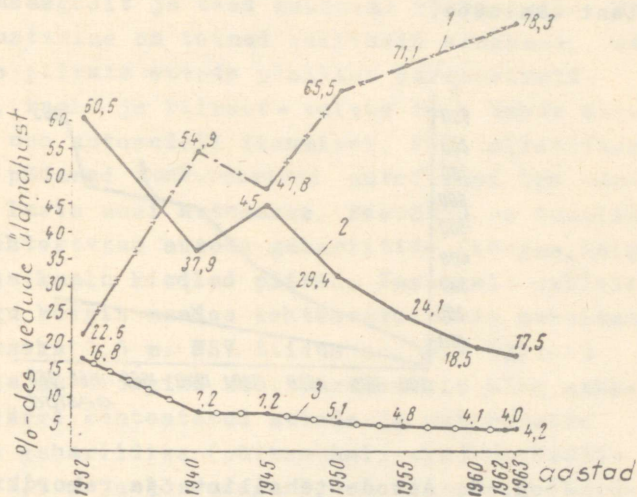
Erinevad transpordiliigid NSVL-s (1963.a.)

	Transpordiliigid					Kokku
	Raud-tee-	Auto-	Jõe-	Mere-	Muu	
Vedude maht milj. T	2158,0	9674,8	239,4	93,6	185,5	12351
Erikaal vedude mahus %%	17,5	78,8	1,9	0,8	1,5	100,0
Keskmine veokaugus km	840	12,3	477	2400	-	-
Veokoormus miljard. km	1749,4	119,9	114,4	225,4	91,8	2300,9
Erikaal kogu veokäibes %%	76,0	5,3	4,9	9,8	4,0	100,0

Kuid autotranspordi erikaal vedudes kasvab aasta aastalt.

Kogu veomahtu on võimatu täita ilma autotrans-

pordita. Raudteetranspordi erikaal väheneb pidevalt (joon. 2). NSV Liidus on autoveod saavutanud pea-aegu 80 % üldmahust; umbes sama esineb ka teistes maades, näiteks SFV-s - 65 %, Prantsusmaal - 75 %, Inglismaal - 79 %, Itaalias - 85 % jne.

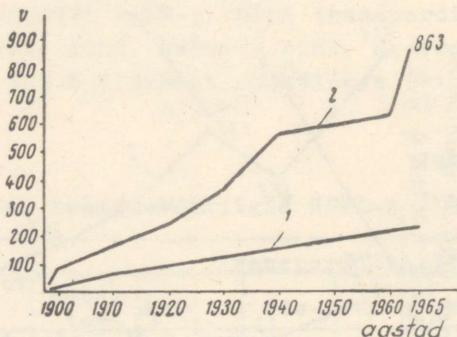


Joon. 2 Erinevate transpordiliikide kasv NSVL-s
 1 - autotransport 2 - raudteetransport 3 - ülejäänud transpordiliigid

Autode üldine läbisõit aastas on USA-s jõudnud 1190 miljardi kilomeetrini. Autotranspordi osa on seal kasvanud niivõrd, et mõned raudteed suleti, sest nad polnud veoste mahult võimelised autoteedega konkureerima.

2. Autoteede tehniline täiustamine

Rõõbiti autotranspordi üldise kasvuga on toimunud ka autode tehniline täiustamine. Uute automarkide tehniline kiirus ja võimsus on kasvanud aastast aastasse.



Joon. 3. Autode tehniliste ja rekordkiiruste kasv km/h

1 - sõiduautod 2 - võidusõiduautod (rekordid)

Graafikul (joon. 3) on näidatud autode tehniliste kiiruste kasv, mis üksikutel sõiduautomarkidel on saavutanud 240 km/h, samuti spordiautode absoluutsete kiirusrekordite kasv, mis 1964.a. oli jõudnud 863 km/h.

Veoautode täiustamine on toimunud mitmesuguste koormate veoks spetsialiseerumise ja kandejõu suurendamise suunas. See tegi vajalikuks suurendada autode võimsust (USA-s on isegi sõiduauto-

de mootorite võimsus kuni 420 hj.) ning põhjustas nende mõõtmete ja üldkaalu pideva kasvu. Seoses sellega suureneb kaal auto rattale ja teljele ning vastavalt ka koormus teekattele. Tagajärjeks on see, et uute autode ilmumisel lagunevad tee-ehitised tihti enneaegselt ja teed muutuvad kõlbmatuiks. Autode täiustamine on teinud selliseid edusamme, et kui mitte piirata autode põhilisi parameetreid-mõõtmeid, kaalu ja kiirust - tuleks teed ümber ehitada iga uue automudeli ilmumisel. Kapitalistlikes riikides püüavad konkureerivad autofirmad iga aasta välja lasta uusi automarke. Seetõttu on enamikes maades kehtestatud autode gabariitide (kõrgus, laius, pikkus) ja kaalu kindlad piirid. Vastavalt sellele on peaaegu kõigis maades kehtestatud auto maksimaalseks laiuks 2,5 m. NSV Liidus on ГОСТ 9314-59 "Autode ja autorongide kaaluparameetrid ning gabariidid" järgi kehtestatud autode ja autorongide suurimaks gabariidiks (põiksuunaliseks) ristkülik laiuks 2,5 m ja kõrguseks 3,8 m. Autode ja autorongide kogupikkus ei tohi ületada: - mistahes telgedel arvuga autodel (järelhaagiseta) - 12 m; - vedukist ja poolhaagisest või autost ja ühest järelhaagisest koosneval autorongil - 20 m; - autost ja ühest või mitmest järelhaagisest koosneval autorongil - 24 m.

ГОСТ 9314-59 ja СНиП II, D. 5-62 määravad kindlaks sildade laiused vastavalt tee kategooriale ja silla grupile; sildade kõrgused määrab СНиП II, D 7-62. Kuid praktika näitab, et autode kandjõu täielikumaks kasutamiseks tuleb nende ja viaduktide kõrgust suurendada.

3. Autode koormused

Autode täiustamine viib nende üldkaalu ja ratta poolt teele antava koormuse pidevale suurenemisele. Kui hobuliikluse ajal ei ületanud ühe hobuveoki üldkaal 0,5 T (ratta koormuse puhul 0,15 T), siis NSVL tööstuses väljalastavate autode üldkaal koormaga on saavutanud 50 T (5 T koormuse puhul ühele rattale). Teekatte koormuse piiramiseks ei tohi õhurõhk kummides ületada 5...7 atm. See on tähtis ka ohutuse seisukohalt, kummide materjali ülepingestamise vältimiseks.

Seetõttu on ratta poolt teekattele üleantav erisurve p piiratud kindlate suurustega. GOCT 9314-59 järgi ei tohi tingauto keskmine erisurve I-II kategooria teedel olla suurem kui 6,5 kg/cm² ja teistel teedel 5,5 kg/cm².

Autoteede projekteerimisel ja teekatete arvutamisel on vaja arvestada järgmist: vaatamata sellele, et GOCT 9314-59 piirab autode teljekoormuse ja erisurve, peab ette nägema tugevusvaru seoses auto, tema telgede ja rataste ülekoormamisega ning ettenähtud erisurve p ületamisega. Isegi siis, kui mitte arvestada auto ülekoormamist, on võimalik üksikute telgede ülekoormus. Näiteks kallakul liikumisel toimub auto kaalu ümberjaotumine ja telg, mis asub allpool, saab ülekoormuse. Paigalt liikumisel saab ülekoormuse vedav telg (10...15%). Samasuguseid ülekoormusi saavad ka rattad. Kurvis liikudes koormatakse tsentrifugaaljõu mõjul üle välimised rattad (veoautodel kuni 10 %; sõiduauto-

del kuni 30 %). Põikkaldel liikumisel koormatakse üle rattad, mis asuvad madalamal. Kuumal teekattel sõitmisel (mustkatte temperatuur võib olla kuni $60...70^{\circ}$) ning samuti kummide ja katte vahelise hõõrde tõttu soojeneb õhk kummides ja paisub ka al- gul normaalse õhurõhu puhul. Seetõttu suureneb sur- ve p kuni 30 %. Surve suureneb (kuni 20 %) ka suure kiiruse juures, mil kumm ei jõua täielikult lame- daks vajuda ja jälje pind on tavalisest väiksem. Tunduv p suurenemine (mitu korda) toimub sõidu- teele sattunud kividele ja kaigastele peale sõit- misel.

Seoses ratta koormuse järkjärgulise kasvami- se ja p piiratud suurusega hakkab kasvama ratta jälje pind. Jälje pinda iseloomustatakse ühe- või kahekordse autoratta jäljega võrdpindse ringi dia- meetri D abil. Teekatete tugevuse arvutamisel või kontrollimisel asetatakse valemisse korrutis pD. Seetõttu on see korrutis võetud aluseks autode klassifitseerimisel nende poolt teekatetele teki- tatud mõju suhtes.

Tabelis 2 on toodud andmed mõnede kodumaiste automarkide kohta. Tabelist on näha, kuidas uutel automarkidel kasvab ratta poolt edasiantavate koor- muste kaal ja järelikult suureneb ka korrutis pD. Selles tabelis on toodud ka arvutuslikud koormu- sed: kuni 1957. a -ni oli arvutuslik koormus H - 8, peale 1957. a. - H-13.

Teekatete arvutamisel ja nende ekspluatatsi- ooni näitude määramisel võetakse autode tehniliste andmete muutumine arvesse uute automarkide ($p_u D_u$) kõrvutamisel arvutuslikega ($p_a D_a$) /18/. Seejuures

kasutatakse tegurit:

$$\eta = \frac{P_0 D_0}{P_0 D_0}$$

mis iseloomustab raskemate autode mõju teekattele. Üleminekul H - 8-lt H - 13-le oli tegur η

$$\eta = \frac{P_{13} D_{13}}{P_8 D_8} = \frac{170}{137} = 1,24 \quad (1)$$

Tabel 2

Automarkide iseloomustus

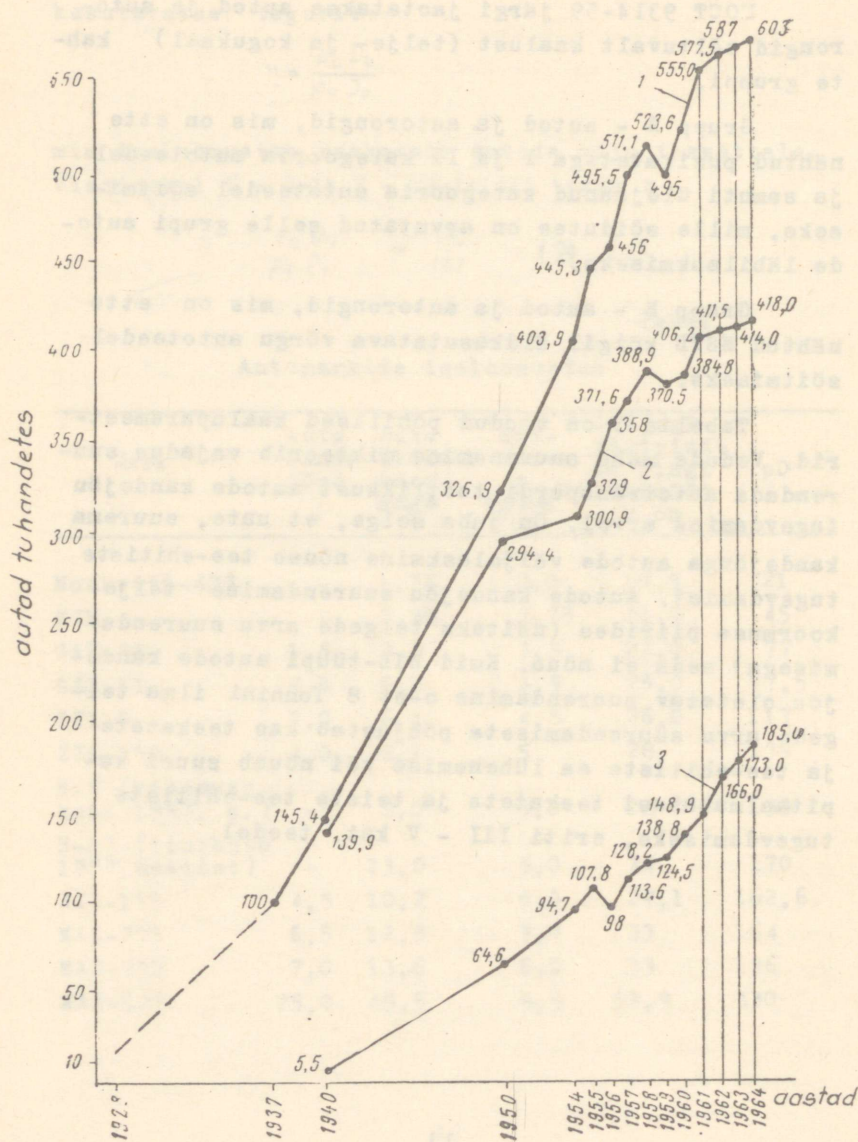
Mark	Auto kande- jõud T	Auto üldkaal koormaga T	Eri- surve p kg/cm ²	Jäljega võrdpind- se ringi läbimõõt D cm	pD
Moskvitš-407	-	1,28	2,0	10,5	21
ZIM	-	2,40	2,25	21,0	45
GAZ-2A	1,5	3,3	3,5	22,0	77
GAZ-51	2,5	5,4	3,9	25,0	97,5
ZIL-5	3,0	6,1	4,5	26,0	117
ZIL-150	4,0	8,1	5	28	139
H-8 (tingauto kuni 1957. a.)	-	8,0	5,0	28	139
H-13 (tingauto 1957. aastast)	-	13,0	5,0	34	170
ZIL-155	4,5	10,2	5,0	27,1	162,6
MAZ-205	6,5	12,8	5,0	33	164
MAZ-200	7,0	13,6	6,0	33	196
MAZ-525	25,0	49,5	5,5	59,9	330

TOCT 9314-59 järgi jaotatakse autod ja autorongid sõltuvalt kaalust (telje- ja kogukaal) kahte gruppi.

Grupp A - autod ja autorongid, mis on ette nähtud püsikatetega I ja II kategooria autoteedel ja samuti ülejäänud kategooria autoteedel sõitmiseks, mille sõidutee on arvatatud selle grupi autode läbilaskmiseks.

Grupp B - autod ja autorongid, mis on ette nähtud NSVL kõigil üldkasutatava võrgu autoteedel sõitmiseks.

Tabelis 3 on toodud põhilised kaaluparameetrid. Vedude mahu suurenemise dikteerib vajadus suurendada autotranspordi tootlikkust autode kandejõu tugevdamise arvel. On juba selge, et uute, suurema kandejõuga autode väljalaskmine nõuab tee-ehitiste tugevdamist. Autode kandejõu suurendamine teljekoormuse piirides (näiteks telgede arvu suurendamisega) seda ei nõua. Kuid ZIL-tüüpi autode kandejõu oletatav suurendamine 6-st 8 Tonnini ilma telgede arvu suurendamiseta põhjustab kas teekatete ja tee-ehitiste ea lühenemise või nõuab suuri kapitalmahutusi teekatete ja teiste tee-ehitiste tugevdamiseks, eriti III - V kat. teedel.



Joon.4. Erinevate autode väljalase NSVL tööstuses
1-kokku; 2-veoautod ja bussid; 3-sõiduautod

Autode ja autorongide kaaluparameetrid

	Grupp A	Grupp B
Telje kaal (koormus, mis antakse edasi ühe enamkoormatud telje rataste poolt) T:		
a) naabertelgede vaheline kaugus on 3 m või enam	10	6
b) naabertelgede vaheline kaugus on alla 3 m	9	5

4. Autopargi ja liikluse koostus

Teekatete arvutamisel on suurima tähtsusega veoautod, mille kaal rattale ja pD väärtus on suurem.

Sellepärast on tähtis teada erinevate autotüüpide suhet autode koguarvus.

Veoautod moodustasid viimastel aastatel suurema osa NSV Liidus väljalastud autode üldarvust (joon. 4). Seetõttu on sõiduautosid NSVL autode hulgas tühine protsent. Valdavaks on massiliseks kauba- ja reisijateveoks määratud autod, veoautod ja bussid. USA-s on enamikus sõiduautod - umbes 80 %, busse on 2 % ja veoautosid kõigest 18 %.

NSVL autopargi iseärasused nõuavad enamat tähelepanu nii vastupidavate teekatete projekteerimisel ja ehitamisel kui ka teede remondil ja korras-

hoiul. Autopargi koostus avaldub ka teel liikuvate autode voolus. See jaotatakse erinevat tüüpi autode gruppide erikaalu järgi. Liiklusloendusel jaotatakse autod järgmisteks gruppideks: 1 - sõiduaudod, 2 - bussid, 3 - kerged veoautod (kandejõuga kuni 2,5 T), 4 - keskmised veoautod (kandejõuga 2,5-4 T), 5 - rasked veoautod kandejõuga üle 4 T. Sõltuvalt oma tüübist, mõõdetest, üldkaalust, koormusest ratatale jne. mõjub iga auto erinevalt tee kasutatavusele. Sõltuvalt kiirusest ja pikkusest mõjutavad mõned autogrupid tee läbilaskevõimet, sõltuvalt üldkaalust ja koormusest ratastele mõjuvad teised autogrupid teekatete vastupidavusele. СНИП II-К. 3-62 põhjal on tee läbilaskevõime arvutamiseks soovitatav kasutada tabelis 4 toodud suhet.

Tabel 4

	Arvestatult sõiduaudodena
Sõiduaudod	1,0
Veoautod kandejõuga kuni 3 t	1,5
Veoautod kandejõuga 3-5 t	2,0
Veoautod kandejõuga üle 5 t	2,5
Autorongid, bussid	4,0
Mootorrattad	0,5

Teekatete arvutamisel taandatakse eri tüüpi autod tingautodeks, arvestades nende võrreldavat mõju teekattele. Selle töö kergendamiseks on elast-

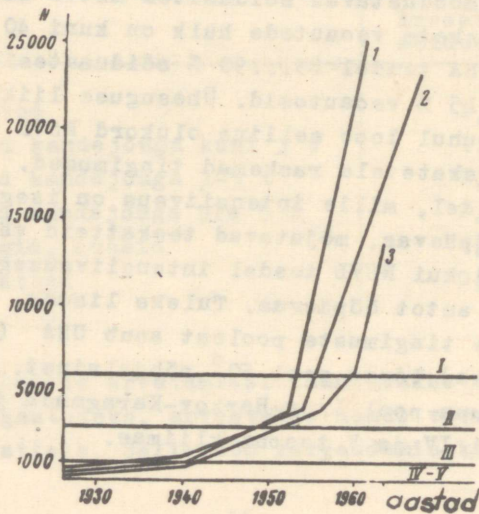
sete teekatete konstruktsioonide määramise juhendis /12/ toodud nomogramm iga tüüpi automarkide taandamiseks tingautodeks. Nomogrammilt on näha, et suhe muutub sõltuvalt antud tüüpi autode hulgast liiklusvoolus. Vaadeldes juhtumit, mil liikluses on 10 MAZ-200, on üks selline auto oma mõjult teekattele võrdne kas 2 tingautoga või 600 GAZ-51 või rohkem kui 100 000 sõiduautoga. Seega võib järeldada, et sõiduautod ei avalda arvutamisel teekatte paksuse suurendamisele peaaegu mingit mõju.

Erinevatel NSV Liidu teedel ja teelõikudel liikluse koostus muutub. Suurte linnade lähedal on see järgmine: sõiduautosid - kuni 20 %, veoautosid - 75 % ja busse - umbes 5 %. Moksva-lähistel teedel suureneb sõiduautode arv puhkepäevadel veoautode liikluse katkemise arvel kuni 40 %-ni. Suurtest linnadest eemal väheneb sõiduautode arv. Üksikutel teedel moodustavad sõiduautod mitte üle 5 ja isegi 3 %; raskete veoautode hulk on kuni 40 %. Samal ajal on USA teedel 85...90 % sõiduautosid ja kõigest 10...15 % veoautosid. Ühesuguse liiklusintensiivsuse puhul loob selline olukord NSVL teedel kahtlemata teekatetele raskemad tingimused.

USA teedel, mille intensiivsus on isegi 100 tuh. autot ööpäevas, mõjutavad teekatteid väiksemad koormused kui NSVL teedel intensiivsusega 15...20 tuh. autot ööpäevas. Tuleks lisada, et kliimatiliste tingimuste poolest asub USA (välja arvatud Alaska) lõuna pool 50° põhjalaiust, NSVL-s oleks see lõuna pool Lvov-Harkov-Karaganda joont, s.o. enamasti IV ja V tsooni kliimas.

5. Liiklusintensiivsus

Seoses autode arvu ja autode kasutamise suurenemisega mõjutab liiklusintensiivsuse kasv auto- teede eksploatatsiooni. Liiklusintensiivsus määratakse antud tee ristlõiget mõlemas suunas läbivate autode arvu järgi ööpäevas. Tee iseloomustamiseks kasutatakse aasta keskmist ööpäevast intensiivsust. Faktiline liiklusintensiivsus N_f määratakse vahetu loenduse põhjal teel. Tee kategooriate määramisel tuleb arvestada teatud ajaga (A aastat) ette. Seetõttu on tarvis teada perspektiivse või arvutusliku intensiivsuse N_a suurust. СНД. II D. 5-62 põhjal on perspektiivne intensiivsus (20 a. peale) tee kategooria määramise põhinait. Teekatete arvutamiseks on vaja teada arvutuslikule koormusele üleviidud perspektiivset intensiivsust N_t .



Joon. 5. Liiklusintensiivsuse N kasvu näide NSVL-i kolmel automagistraalil

Joonisel 5 on näiteks toodud liiklusintensiivsuse kasv kolmel magistraalteel. Hobuliikluse perioodil ei esinenud mingisugust seaduspärasust intensiivsuse muutumises ega kallakut selle kasvuks.

Auto ilmunisega hakkas intensiivsus kasvama. Algul kasvas segaliiklus, hiljem ainult autoliiklus.

Mõned uurijad arvavad, et intensiivsus kasvab geomeetrilises progressioonis, mille tegur on q . Järelikult, kui tee intensiivsus esimesel aastal peale rekonstrueerimist või ehitamist on N_1 , võib oletada, et A aasta pärast on intensiivsus

$$N_2 = N_1 q^A \quad (2)$$

Viimase 40 aasta jooksul on autoliikluse intensiivsus NSVL tähtsamatel magistraalteedel kasvanud 1000-2000 korda.

Märgatavalt suurenes see peale Suurt Isamaasõda. Sõjas purustatud rahvamajanduse taastamine ja kommunistliku ühiskonna ehitamise suurejooneliste plaanide teostamine nõuavad suuri mahukaid vedusid.

Vene NFSV riiklikel teedel tervikuna toimunud muutus on antud tabelis 5.

Tabel 5

Liikluse kasvutempo muutumine

Aastad	Q
1947 - 1952	1,17
1952 - 1954	1,20
1954 - 1960	1,13
1960 - 1963	1,10

Vaatamata liiklusintensiivsuse keskmisele 11,5-kordsele suurenemisele langes intensiivsuse kasvutempo veidi sellel perioodil. Aja jooksul, kui intensiivsuse kasv läheneb tee optimaalsele läbilaskevõimele (real teedel on intensiivsus 20...40 tuh. autot ööpäevas) ja antud rajooni vajadused on selle tee kaudu rahuldatud, kasvutempo langeb. Peale selle toimub seoses autoteede võrgu kasvuga transpordivoolude ümberjaotamine. Professor K.S.Terenetski andmeil /20/ on Ukraina NSV teedel $q = 1,03$ kuni 1,40 piires.

6. Teede veekoormus

Kuna autodevool on koostuselt väga mitmekesine, ei suuda intensiivsuse suurus määratleda antud liikluse mõju teekattele. Teekatete arvutamisel on vaja arvutuslikult intensiivsusest eri marki autode arvu järgi minna üle tingautodes väljendatud arvutuslikule intensiivsusele.

Seetõttu võib tee faktilist ja eelseisvat töötamist kõige paremini iseloomustada tema veekoormus.

Veekoormus - see on liikluse suurus teel, mis on väljendatud tonnides 1 km tee kohta aastas; netto veekoormus B_n - ainult veetavate koormate kaal (lähteandmed perspektiivseteks arvutusteks) ja bruto veekoormus B - kõikide teel sõitvate autode täiskaal (koorma- ja omakaal).

NSVL Transpordiehituse Ministeeriumi metoo-

dilistes juhendites^x on soovitatud valemit oletatava perspektiivse (arvutusliku) intensiivsuse N_a määramiseks ökonoomiliste uurimiste alusel saadud perspektiivse neto veokoormuse põhjal.

$$N_a = \frac{B_n K_s}{r G_k K_1 K_k} \quad (3)$$

milles N_a - keskmine arvutuslik ööpäevane aastane liiklusintensiivsus,

B_n - neto veokoormus T,

G_k - auto keskmine kandejõud,

K_s - antud kandejõuga autodega veetatavate koormate suhtelisust arvestav tegur,

K_1 - autode läbijooksu kasutamise tegur,

K_k - autode kandejõu kasutamise tegur,

r - arvutuslik päevade arv aastas, millel veetakse (autoteede puhul peab r olema võrdne 365-ga).

Orienteerivateks arvutusteks kasutatakse sõltuvust intensiivsuse ja neto veokoormuse vahel.

$$B_n = n \cdot 365 N. \quad (4)$$

milles n - keskmine ühe auto koorma kaal T.

Kaasaegse liikluskoostuse puhul võib NSV Liidu teedel võtta n võrdseks 1,1 T-ga; keskmise aastase öö-

^x NSVL Transpordiehituse Ministeerium, BCH 42-60. Autoteede ökonoomilise uurimise meetodilised juhendid, M., 1961.

päevase autode arvuga väljandatud N puhul on B_n neto (Tonnidest) aastas.

Näiteks, Keskmise aastase ööpäevase intensiivsuse puhul 1250 autot on tee veokoormus

$$B_n = 365 \times 1,1 \times 1250 = 500 \text{ tuh. neto T aastas}$$

Veokoormus on tähtis ka seetõttu, et kõik perspektiivse liiklusintensiivsuse ökonoomilised arvutused lähtuvad oodatavate veovoolude teoreetilisest määramisest, mida on võimalik kindlaks teha ainult neto veokoormuse kujul.

Vedude lakkamatu kasv nõuab ka veoautode arvu suurenemist samas tempos, mis ei ole aga otstarbekas. Probleemi ainukeseks ökonoomseks lahenduseks on üleminek suure kandjõuga autodele. Sel puhul langeb liiklusintensiivsuse kasvutempo. Autotee töötamise paremaks hindamiseks tuleb üle minna mitte liiklusintensiivsuse vaid bruto veokoormuse määramisele ja sellele vastavalt kvalifitseerida ka teid, nagu see oli enne Suurt Isamaasõda. Bruto veokoormuse määramiseks on vaja teada läbisõitvate autode kaalu koos koormaga. Selleks tuleb iga auto peatada ja kaaluda. Nüüd on võimalik luua üksikud elektrooniliste kaaludega varustatud arvestuspunktid ja saada auto kaal teada kiirust muutmata. Summeerivad seadmed annavad andmed iga ajavahemiku bruto veokoormuse kohta.

Vahetevahel tekib bruto veokoormuse määramisel vajadus kontrollida neto veokoormust B_n . Neto ja bruto veokoormuse vahel eksisteerib sõltuvus, mida võib väljendada valemiga

$$B = \beta B_n \quad (5)$$

milles B - brutolt netole ülemineku tegur.

See iseloomustab autode kandejõudu ja kaupade veoks kasutamise astet antud teel. Avaldistest (4) ja (5) võib määrata sõltuvuse bruto veokoormuse B (Tonnides) ja autode liiklusintensiivsuse V vahel:

$$B = n\beta \cdot 365N \quad (6)$$

$$\text{Kui } n=1, \beta=2.5, \text{ siis } B=1000N \quad (6)$$

7. Arvutuslik liiklusintensiivsus

Teede projekteerimise ja kategooriate määramise ning teekatete arvutamise juures on vaja teada arvutuslikku (perspektiivset) liiklusintensiivsust.

Elastsete katete ehitamise juhendis (/12/ § 8) on öeldud, et arvutuslikuks tuleb lugeda sellist liiklusintensiivsust, mis on siirdekatetega teedel 5, kergkatetega teedel 10 ja püsikatetega teedel 15.

CH:II II-D. 5-62 põhjal ehitatakse muldkeha perspektiiviga 20 aastat. Kuid osutub, et see tähtsuse on väike.

Perspektiivne liiklusintensiivsus tuleb määratleda tunduvalt pikemaks ajaks või kehtestada tee kategooriad palju laiemate arvutusliku liiklusintensiivsuse piiridega.

Oletatav liiklusintensiivsus määratakse vahel tehniliste ja ökonoomiliste arvutuste põhjal

valemite (2), (4) ja (5) järgi. Ökonoomilistel uurimistel määratakse tavaliselt perspektiivne neto veo-koormus. Näiteks: $B_n = 80\ 000\ T$ puhul perspektiivsel aastal on keskmine aastane ööpäevane intensiivsus

$$N = \frac{80\ 000}{n \cdot 365} \sim 200 \text{ autot ja bruto veokoormus}$$

$$\gamma = 2,5 \text{ puhul } 200 \text{ tuh. } T.$$

Nende arvutuste juures ei peeta silmas busse ega sõiduantosid. Seetõttu võivad sellised keskmised arvutused viia jämedate vigadeni ja anda tulemusi, mis erinevad oluliselt tegelikust liiklusintensiivsusest. Nii kasvas näiteks ühel NSV Liidu automagistraalil keskmine aastane ööpäevane liiklusintensiivsus kuue aasta jooksul peale tee rekonstrueerimist mitmekordseks, kuna projektis antud intensiivsus ületati juba 3 aastat peale tee käikuandmist. Selle aja jooksul suurenes raskete autode hulk liikluskoostuses real lõikudel (enamasti suurte linnade ümbruses) 3-st kuni 10...15 %. Selle tulemusena kasvas nendel lõikudel tingauto-des väljendatud intensiivsus N_t 7...10 korda.

USA-s toimuvad perspektiivsed arvutused elanikkonna ja autode arvu kasvu andmete alusel. Seejuures on mitmeaastaste liiklusloenduste andmete põhjal kindlaks tehtud, et autode töö kasvab suhteliselt ühtlaselt ja kui arvestada tulevikus samasugust tempot, siis kasvab intensiivsus 1950. aastast kuni 1970. aastani 1,5 korda. Kuid ka USA-s esineb erandeid. New Yorgi osariiki läbiva autotee nr. 495 lõigul näiteks oli intensiivsus 100 tuh. autot ööpäevas ja lähenes 1960. aastaks 110 tuhan-

dele, kuigi sellist intensiivsust oodati arvutuste järgi alles 1975. aastaks.

Belgias arvatakse, et liiklusintensiivsus kasvab 1967. aastaks võrreldes 1955. aastaga 1,6 korda. SFV-s oletatakse, et 1955. aastast kuni 1975. aastani kasvab intensiivsus 3 korda. Prantsusmaal ennustatakse iga 10 aastaga intensiivsuse kahekordistumist.

Igal üksikul teel võib liiklusintensiivsuse kasv muutuda ja isegi väheneda autode siirdumise arvel uutele teedele.

Kui eeldada, et liiklusintensiivsus NSV Liidu igal teel kasvab teatud tempos, võib tulevase liikluse N_a leida tegurit q arvestades.

Muidugi, perspektiivse liiklusintensiivsuse määramine ainult ekstrapoleerimise teel saadud teguri q alusel ei ole küllalt usaldatav. Sellepärast ei ole välistatud ka ökonoomiliste uurimiste ja lühiaastase liiklusloenduse vajadus, q suuruse teadmine võimaldab orienteerida liiklusintensiivsuse võimalikes suurustes tulevikus.

8. Liiklusohutus

Autotranspordi areng ja liiklusintensiivsuse suurenemine teedel on viinud õige suure arvu liiklusõnnetusteni. ÜRO andmeil hukkub maakera teedel liiklusõnnetuste tagajärjel ligi 100 tuhat inimest aastas ja ligi 4 miljonit inimest saab vigastada. Seejuures kõigub kannatanute arv eri maades sõltuvalt

kasutatud mõõtühikust (tee pikkuse, autode arvu või elanikkonna arvu suhtes).

Tabelis 6 on toodud 1960.a. andmed mõnede maa-
de kohta.

Tabel 6

Surmajuhtumiga lõppenud liiklusõnnetuste
arv

Maa	Surmajuhtumite arv		
	tee 1000 km kohta	1 milj. elaniku kohta	10 tuh. auto või mootor- ratta kohta
USA	8	200	6
Prantsusmaa	12	190	7
SFV	53	245	16
Itaalia	36	146	13
Belgia	22	100	6
Holland	46	151	10
Suurbritannia	22	126	8
Šveits	20	208	13
Portugal	19	67	24
Taani	14	170	8

Kaasaegne liiklusõnnetuste statistika põhineb liiklusreguleerijate poolt avariikohtades koostatud aktidel. Aktide koostamisel tehakse kindlaks juhi või jalakäija süü, kuid mitte alati ei analüüsita teetingimusi. Statistika näitab, et juhid on süüdi 80 % õnnetusjuhtumites, jalakäijad 3...14 % ja teetingimuste arvele kantakse tühine arv avarii-

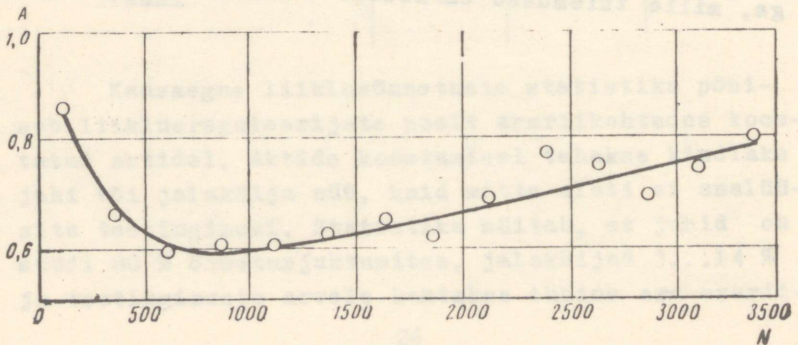
sid. Seetõttu ei või liiklusõnnetuste statistika kaasa aidata teede parendamise suundade määramisele liikluse ohutustamiseks. Kui iga liiklusõnnetuse analüüsimisel oleks juureldud mitte ainult jalakäija või autojuhi süü, vaid ka tee olukorra üle, oleks enamik õnnetusjuhtumeid tee või tee-ehitiste ebarahuldava seisukorra tagajärjeks. Näiteks toimus avarii antud kategooria teele ettenähtust väiksema raadiusega kõveral (tee viga). Süü omistatakse juhile, kes sõitis suurema kiirusega, kui sellisel kõveral tohtis, kuigi autojuht sõitis antud tee arvutuslikust kiirusest tunduvalt aeglasemalt. USA teedel toimub kõige rohkem liiklusõnnetusi (1963.a. ligikaudu 48 tuh. surnut ja 1 miljon 300 tuh. haavatut). Tänu korrastatud teedele on isegi sellise tohutu autode arvu puhul (80 milj.) surmajuhtumite arv 100 km tee ja 10 tuh. auto ning mootorratta kohta võrreldes teiste maadega väiksem. Seoses täiustatud teede (Superhighway) ehitamisega ei ole liiklusõnnetuste kasv USA-s järsk.

Kiirteede eeliseid (näit. I kat. tee eelised III kat. tee kõrval) hinnati USA-s võrdlussõitudega, mille tulemused on toodud tabelis 7.

Erineva kategooriaga tee võrdlussõitude tulemused

	Harilik tee	Kiirtee	Ökonoomia kiirteel
Pikkus km	525	520	5
Teel oldud aeg tundides	9 t. 43 min.	7 t. 46 min.	1 t. 57 min.
Keskmine kiirus km/h	54	67	13
Kütuse kulu l	216	189	26,5
Käiguvahetuste arv	504	366	138
Pidurduste arv	167	76	91
Peatumiste arv	79	30	49

Tabelist on näha, et kiirteed mitte ainult ei hõlma kokku aega ja kütust, vaid kergendavad ka juhi tööd (lühem aeg teel, vähem käiguvahetusi, pidurdusi ja peatumisi).



Joon 6. Ööpäevane liiklusõnnetuste arv A väikestel liiklusintensiivsustel N_1

Tänu liiklustingimustele väheneb kiirteedel liiklusõnnetuste arv, mille kasvule avaldab suurt mõju juhtide üleväsimus. Lisaks loetakse /2/, et liiklusõnnetuste arv väheneb liiklusintensiivsuse kasvamisel teatud piirini (joon. 6). Juba liiklusintensiivsuse puhul 1000 autot/ ööp. kasvab üldine liiklusõnnetuste arv. Liiklusõnnetuste arvule avaldab otsustavat mõju autode tehnilise kiiruse ja keskmise sõidukiiruse kasv. Seetõttu tuleb õnnetusjuhtumite arvu vähendamiseks (arvestades, et intensiivsus ja kiirused kasvavad) näha igal teel ette tööd liiklusohutuse tagamiseks. On vaja, et teedetöötajad teaksid toimunud avariide andmeid ja ohtlike kohti, kus õnnetused on tee tingimuste tõttu juhtunud.

9. Arvutuslik kiirus

Mitte ühelgi maal ei piira riiklikud normid kahjuks uute autode tehnilisi kiirusi. Ei ole kindlaks tehtud optimaalset tehnilist kiirust, mille puhul liiklusohutus oleks tagatud ning autode tehniliste võimaluste täieliku kasutamise korral ei oleks ka tee maksumus liiga suur. Autode tehniliste kiiruste optimaalseks kasutamiseks oleks võinud ju projekteerida ja ehitada nendeks kiirusteks arvestatud teid. Kuid see pole ökonoomse ja nõuab suuri kulutusi. Sellepärast võetakse autoteede projekteerimisel arvutuslikuks selline kiirus, mis on teada projekteerimisnormide kehtestamisel. Nii on СНДП II-D. 5-62 põhjal suurimaks arvutuslikuks kiiruseks 150 km/h. Kuid kõikide teede projektee-

rimine ja ehitamine vastavalt sellele kiirusele (iga reljeefi puhul) on keerukas ja kallis. Sellepärast jaotatakse teed kategooriatesse arvestusega, et mida intensiivsem on liiklus, seda kõrgem on tee kategooria ja seda suuremat arvutuslikku kiirust võib kasutada. Aluseks on oletus, et kallima tee maksumust õigustab autode tehnilise kiiruse täielikuma kasutamise võimalus. Kuid selline projekteerimise arvutuslike normide kehtestamine on kallis ja teede jaotamisel kategooriatesse on omad puudused.

Tee liigitamisel teatud tehnilisse kategooriasse juhendatakse projekteerimisel СНИП II-D. 5-62-ga kehtestatud arvutusliku intensiivsuse normidest. Arvestades tegelikku ja perspektiivset liiklusintensiivsust, jaotatakse ka olemasolevad teed samade normide alusel teatud kategooriatesse. Iga kategooria tee põhielemendid määratakse arvutusliku kiiruse järgi, kusjuures arvestatakse maastiku reljeefi. СНИП II-D. 5-62-ga on kehtestatud arvutuslikud liikumiskiirused. Need on toodud tabelis 8.

Arvutuslike kiiruste mitmekesisus ei soodusta liiklustingimuste parendamist, sest juhid ei tea, missuguse arvutusliku kiiruse järgi on üks või teine teelõik projekteeritud. Liiklusintensiivsuse kasvamisel üle antud kategooriale kehtestatud piiride tuleb tee üle viia kõrgemasse kategooriasse.

Arvutuslikud liikumiskiirused erineva
kategoriaga teedel

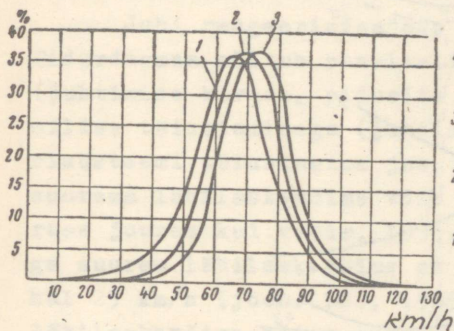
Tee kategooria	Arvutuslikud kiirused		
	põhi- line	lubatavad rasketel teelõi- kudel	
		murdmaasti- kul	mägisel maastikul
I	150	120	80
II	120	100	60
III	100	80	50
IV	80	60	40
V	60	40	30

Kuna see nõuab tee kõigi geomeetriliste põhielemen-
tide muutmist, saab seda teha ainult tee ümberehi-
tamisega. Erineva kategooriaga teedele СНП II-D.
5-62 kehtestatud praeguse liiklusintensiivsuse pii-
ride ja intensiivsuse kiire kasvu juures tuleks
selliseid ümberehitamisi teha väga tihti, palju
sagedamini, kui seda nõuaksid tee-ehitised. Nende
põhjendamatute ümberehituste vältimiseks oleks kõi-
ge otstarbekam projekteerida teed ühe arvutusliku
kiiruse jaoks, mis määraks muldkeha geomeetrilised
elemendid. Tee kategooria muutmisel tuleks sel ju-
hul muuta peamiselt teekatendit, mis moodustades
küll suurema osa tee maksumusest, võimaldab siiski
järkjärgulist ümberehitust (paksus, laius jne.).

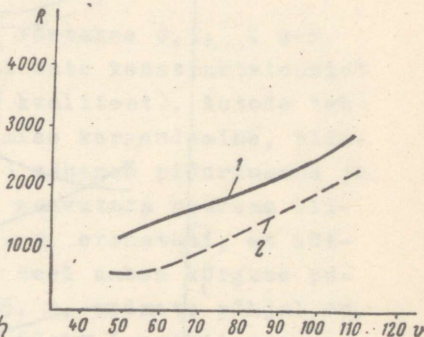
Kui suur tuleks siis projekteerimisel võtta arvutuslik kiirus? Kooskõlas NSV Liidu liikluseeskirjadega peavad juhid valima kiiruse vastavalt tee tingimustele, nähtavusele ja vaateväljale, liikluse intensiivsusele ja iseloomule, jalakäijatele, auto ning veetava koorma iseärasustele ja olukorrale.

Nagu öeldud СНИП II-D. 5-62 p. 2.2, on arvutuslikud kiirused "... määratud üksikute autode liiklusohutuse tingimuste järgi normaalse haardeteguri korral ", s.o. soodsate liiklustingimuste juures.

Veoautode ülekaaluga kaasaegses liikluses on kõrgema kategooria teedel raske ette kujutada üle 100 km tunnikiirusega sõitmist. Näiteks Moskva ringtee on projekteeritud arvutuslikuks kiiruseks 120 km/h. Et anda sõiduautodele võimalus liikuda kiiremini, kui on lubatud veoautodel, on sisemistel sõiduradadel keelatud sõita aeglasemalt kui 60 km/h. Täheandab äärmistel radadel on liiklus väiksem kui 60 km/h. Sellepärast on ka keskmine liikumiskiirus ringteel tunduvalt väiksem arvutuslikust. Madalama kategooriaga teedel, mis on arvestatud kiirusteks 30...60 km/h, ei ole võimalik kasutada isegi veoautode tehnilist kiirust. Milleks siis kõrgeima kategooriaga teedel üldse ette näha nii suuri kiirusi? Tuleb märkida, et reas maades, isegi USA-s, esineb suund varem kehtestatud kõrgete arvutuslike kiiruste vähendamise poole. USA statistika näitab, et vaatamata keskmise kiiruse järjekindlale suurenemisele (joon. 7) on üle 100... 120 km/h liikuvate autode arv tähtsusetu.



Joon. 7. Kiiruste jaotuse kõver autode liiklusvoolus USA-s
 1-1950. a.; 2-1955. a.;
 3-1960. a.; (vertikaalteljel - kiiruste jaotus %)

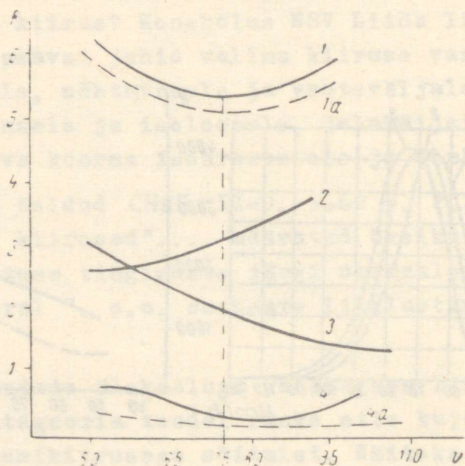


Joon. 8. Mahjuv liiklusõnnetustel USA-s ühe avarii sooritanud auto kohta sõltuvalt liikumiskiirusest v (km/h)
 1-õõsel; 2-põõeval

Nagu juba märgitud suurendab kiiruse kasv liiklusõnnetuste arvu. Oppenlenderi uurimused /25/ USA-s näitasid, et liiklusõnnetuste kahjud dollarites (ühe avarii teinud auto kohta) kasvavad kiiruse suurenemisega (joon. 8). Peale selle näitasid need uurimused, et summaarsed kulutused 1 läbisõidukilomeetri kohta on väikseimad kaherealise sõiduteega teel 75-km tunnikiiruse juures (joon. 9). Samuti tuleb arvestada, et peale kiiruse teatud niiri ületamist alaneb järsult tee läbilaskevõime.

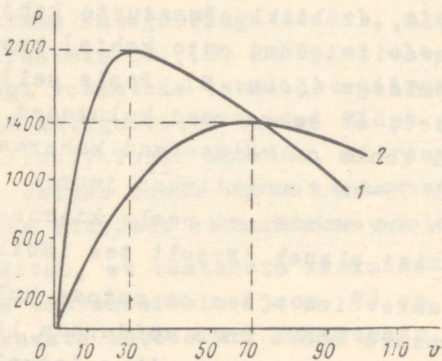
Läbilaskevõime - see on autode hulk, mis võib kindla kiirusega mööda ühte sõidurada läbida antud tee ristlõike teatud ajavahemikus (tavaliselt tunnis).

Erinevate kiiruste juures sõltub läbilaskevõime autode ohutust vahekaugusest. Seepärast peavad autod liikuma suuremate vahemaadega, kui on vaja pidurdamiseks antud kiiruse juures. Vahemaa



Joon. 9. Kulud (sentides 1 km läbisõidu kohta) liiklusõnnetustel R sõltuvalt liikumiskiirusest v (km/h)

- 1-kokku päeval; 1a-kokku öösel; 2-auto korrastamine;
- 3-kaotatud aja hind; 4-kahjud päevastest liiklusõnnetustest; 4a-kahjud öistest liiklusõnnetustest



Joon 10. Ühe liiklusrea läbilaskevõime P sõltuvus kiirusest v (km/h)
 1-1935.a. kehtinud normide järgi; 2-1967. a. kehtestatud ehitusnormide ja eeskirjade järgi

koosneb tee pikkusest, mille auto läbib seni, kuni juht reageerib pidurdamisvajadusele, ja tee pikkusest, mille auto läbib pidurdamisel.

Juhi reageerimisajaks võetakse 0,5...1 sek. Pidurdusmaa sõltub peamiselt auto konstruktsioonist (juhtimise kergus, pidurite kvaliteet). Autode tehnilise täiustamisega (juhtimise kergendamine, pidurisüsteemi täiustamine jne.) väheneb pidurdusmaa ja suurema läbilaskevõime võib saavutada suurema kiiruse juures kui varem. 1935. a. otsustati, et kõige suurem läbilaskevõime on teel umbes kõrguse puhul 25 km/h (joon. 10). 1965. a. andmete põhjal on läbilaskevõime kõige suurem 65-km tunnikiiruse puhul.

Arvestades Oppenlenderi järeldusi, teede kasutamise kogemusi ja muid argumente, võib kiirust 60...75 km/h lugeda igas suhtes optimaalseks. Kiiruse perspektiivset varu ja arvutusliku kiiruse täieliku kasutamise vajadust arvestades on projekteerimise arvutusteks kõige vastuvõetavam ja ökonoomsem kiirus 100 km/h (kuid mitte üle 120 km/h, mis kehtis kuni ehitusnormide ja eeskirjade väljandamiseni 1962. a.).

Õeldust võib järeldada, et arvutusliku kiiruse suurendamine üle 100 km/h ei ole otstarbekas, sest see komplitseerib projekteerimist, suurendab tee maksumust ning vähendab liiklusohutust. Teedel, mille arvutuslik kiirus on alla 60 km/h, ei kasutata ökonoomselt ei teed ega autot. Seepärast on teede kasutusea suurendamiseks vaja tulevikus kõigi kategooriate teedel kehtestada ühesugune arvutuslik kiirus ja nimelt 100 km/h.

Selleks kiiruseks projekteeritud tee võimaldab üksikutel lõikudel arendada ka suuremat kiirust. Ühise arvutusliku kiiruse kasutamine võimaldab iga kategooria tee muldkeha ehitada samasuguste normide järgi. Siis ei ole vaja ehitamisel ja eksploatatsioonis teha töid, mis võiksid tee üleviimisel kõrgemasse kategooriasse osutada kiireloomulisteks. Kui tee viiakse teisest kategooriast üle esimesse või esimese kategooria teele tuleb juurde ehitada lisa sõiduradu, on otstarbekas ehitada uus sõidutee uuel muldkehal. Uus muldkeha on soovitatav rajada nii, et selle ja olemasoleva muldkeha vahele jääks vähemalt 20 m laiune eraldusriba.

See omakorda tingib kõrgema kategooria teede puhul teemaa-laiuse reservi loomise vajaduse. Seejärel tuleb läbi vaadata kehtivad teemaa normid.

10. Tee remondi ja korrashoiu teenistus

Autoteede hoidmiseks sellises seisukorras, mille puhul nad rahuldaksid kõige paremini neile esitatud nõudeid, tuleb organiseerida remondi ja korrashoiu teenistus. NSVL-s on selle teenistuse korraldamiseks mitu organisatsioonilist skeemi. Parim süsteem on selline, mis kindlustab remondi ja korrashoiutööde õigeaegsuse minimaalsete jõukulude ja maksimaalse mehhaniseerimisega. Organisatsiooniline struktuur peab kindlustama 200...500 km tee remondi ja korrashoiuga tegelevad teedejaoskonnad. Teedejaoskonna alluvuses peavad olema masina- ja töölisbrigadidega remondipiirkonnad, mis suudak-

sid teha kõiki suuremahulisi korrashoiutöid ja remonti 50...100 km ulatuses. Igas tee remondipiirkonnas peab olema 2...3 liinimeistrit, kes hoolitsevad teede järelevalve eest ja kel on vältimatute korrashoiutööde jaoks rippseadmetega autosid.

Tee remondi ja korrashoiu teenistuse kohustused eksploatatsiooni käigus seisnevad järgmises:

- 1) tee-ehitiste järelevalve ja kaitse,
- 2) tee-ehitiste korrashoid,
- 3) kõigi ehitiste jooksvad ja perioodilised remondid,
- 4) teemaa haljastamine,
- 5) liikluse ohutuse ja läbisõitjate mugavuse kindlustamine,
- 6) tee-ehitiste töötamise tingimuste ja iseloomu tundmaõppimine ning analüüs.

Viimane on vajalik loetletud teede paremaks remondiks ja korrashoiuks.

Teades, kuidas töötavad tee-ehitised ja kuidas nende seisukorrale mõjuvad liikluse iseloom ning loodusnähtused, on tee eksploatatsiooni võimalik õigesti organiseerida. Kõigi tee-ehitiste vajalike korrashoiutööde ja remondi täpse ning õigeaegse läbiviimisega peab olema kindlustatud:

- 1) kõigi tee-ehitiste töötamise aegade pikenedamine,
- 2) tee-ehitiste kvaliteedi ja tehniliste näituste pidev parendamine liiklusintensiivsuse kasvu ja teaduse ning tehnika saavutusi arvestades,
- 3) autotranspordi kulude vähenemine 1 km kohta,

4) tee-ehitiste järgnevate remondi- ja korrashoiukulude vähendamine.

Tee ekspluatatsioonis on kõige tähtsam teekatte kui autotee maksumusest lõviosa moodustava peaelemendi töötamise uurimise ja analüüsimise küsimuste õigeaegne ja tehniliselt õige lahendamine.

11. Üldised nõuded autoteede kohta

Autoteed peavad rahuldama autotranspordi nõudeid ning kindlustama järgmist:

1. Ühesugused liiklustingimused nii päeval kui öösel, samuti kõigil aastaaegadel.
2. Viivituste vältimise ristteedel ja teiste transporditeedega ristumistel.
3. Liiklusohutuse.
4. Mugavused reisijatele ja juhtidele.
5. Võimaluse täiendada kütuse ja teiste materjalide varusid ning remontida autosid.
6. Sõiduautode liiklusohutuse arvutuslikule lähedase kiiruse puhul.
7. Võimaluse sõita veoautodel maksimaalse koormaga.

Kõige selle tulemusel peavad autoteed põhjustama vedude odavnemise.

Lõpuks võib kindlaks määrata kõiki autotranspordi nõudeid rahuldava autotee mõiste.

Autotee - see on reisijate ja kaupade öko-

noomseks veoks ettenähtud ehitiste komplekt, mis kindlustab ööpäevase, aastase, katkematu, ohutu ja mugava liikluse sõidautodele arvutuslike kiirustega ja veoautodele arvutuslike koormustega.

Kõigis transpordiharudes peale autotranspordi alluvad tee, transpordivahendid ja abiseadmed ühisele juhtimisele. Autotranspordis on transpordivahendid erinevate organisatsioonide ja isegi üksikute kodanike valduses. See raskendab liikluse plaanipärasest organiseerimist ja süstematiseerimist ning jätab teedeorganid ilma teede kasutamise tuludest. Sellepärast on levinud arvamus, et autoteed on rahvamajanduse "tulutu" haru. See põhineb asjaolul, et teede kasutamine on tasuta (teede liiniteenistuses ei nõuta tasu sõidu eest). Kaupade ja reisijate veo eest saavad tasu transpordi-, mitte teedeorganisatsioonid. Kuid seejuures ei arvestata, et autoteed toovad rahvamajandusele ja kogu riigile kaudselt hiiglasuurt tulu sellega, et nad alandavad vedude hindu. Kapitalistlikes maades loetakse, et panused (investeeringud) autotransporti taastuvad väga kiiresti.

Automagistraalide ehitamise kogemused NSVL-s näitavad, et transpordikulude vähenemine 1 tonn-kilomeetri kohta teeb ehituskulud tasa juba 3...5 aasta jooksul.

Järeldused. Arvestades autode arvu pidevat kasvu ja autode tehnilise kiiruse, üldkaalu ning teele mõjuva erisurve suurenemist tehnilise täiustamise arvel, kasvab aasta-aastalt ka üldine intensiivsus, veokoormus ja kiirus, koos nendega aga

ka mõju tee-ehitistele ning nõuded liiklusohutuse ja mugavuse suhtes. Koos sellega suurenevad nõuded tee pidevaks korrashoiuks ja remondiks.

Selleks tuleb remonditõid õigesti klassifitseerida ning objektiivselt ja õigeaegselt nende läbiviimise aeg määrata.

Neile küsimustele on pühendatud õpiku järgmised osad.

12. Deformeerumiste ja purunemiste liigid

Teekate, mis projekti kohaselt on arvestatud transpordivahendite ja looduslike tingimuste mõju vastuvõtuks, peab olema geomeetriliselt sobiva pinnaga. Teekatte põikprofiil moodustub kahest teatud kaldega tasapinnast, mis on omavahel ühendatud sujuva kõveraga. Pikiprofiilis ja plaanis peaks projektjoon koosnema suurte raadiustega sujuvatest kõveratest võimalikult ilma sirglõikudeta nende vahel. Sellist projekteerimismeetodit ei ole meie maanteedel seni veel rakendatud ning kasutusel on projektjoone sirgete lõikude projekteerimine nii plaanis kui ka pikiprofiilis. Sellised sirged lõigud ühendatakse omavahel suurte raadiustega sujuvate kõverate abil.

Teekatte pind peab olema tasane (kuid mitte sile) ja kare. Kogu pinna ulatuses peab teekatte materjal olema ühtlase kvaliteedi, koostise ja tihendusastmega, ettenähtud tugevusega ning vastava ilmastikukindlusega (vee, temperatuuri kõikumiste jne. suhtes).

Deformeerumiste ja purustuste tekkimisele

teedel ei avalda mõju mitte ainult otsene autoratase või looduslike faktorite tegevus, vaid ka tee projektis, ehitusel või kasutamisel tehtud vead. Deformeerumised ja purustused muudavad teekatete pinna projekteeritud õiget geomeetrilist kuju, mis toob endaga auto liikumisel kaasa üksikute autoosade tugeva võnkumise, vedrude ja kummide surve järsud muutused ning rataste löögid kattele.

Kohalikud deformeerumised ja purustused põhjustavad kiiruse vähendamise ning tee läbilaskevõime nõrgenemise. Liht- ja siirdekate puhul viib selleni ka autoratase kulutav toime (toob kaasa suuri tolmupilvi).

Tabelis 9 on toodud teekatete deformeerumiste ja purustuste liigid koos neid tekitavate faktoritega.

Tabel 9

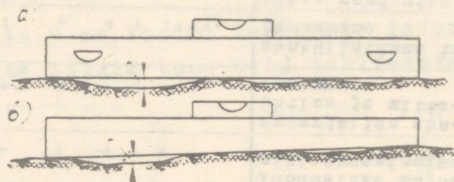
Teekatete deformeerimisi ja purunemisi tekitavad faktorid

Teekatete deformeerimise ja purunemise põhjustav tegur	Jõuvankri mõjud		Projekteeritud				Ehituslikud			Looduslikud, kliimatilised		Ekspluaatsiooni ajal		
	vertikaalsed	horisontaalsed	koormuse ja liik- lusintensiivsuse kasvu mõju	konstruktiivse ja arvutuse vead	materjalide eba- õige hinnang	looduslike mõjude mõju	materjalide eba- ühitus ja mitte- vastavus	ehitustalade ti- hendamine	tõrgete ja niiskuse mõju	temperatuurilist sademest	tuulet	hüdroloogilised mõjud	hüdroloogilised mõjud	hüdroloogilised mõjud
Kulumine	+	+												
a) ühtlane	+	+												
b) ebaühtlane	+	+												
Koordumine	+	+												
Murenemine	+	+												
Tukkide eraldumise	+	+												
Ebatasasused	+	+												
a) lained	+	+												
b) trepp	+	+												
Nihked	+	+												
Muljutised	+	+												
Üksikud praod	+	+												
Praude võrk	+	+												
Roopad	+	+												
Lohud	+	+												

13. Teekatte ebatahasuste mõõtmine

Deformeerumiste ja purustuste tagajärjel tekkinud ebatahasuste ning piki- ja põikprofiili esialgsuga võrreldavate muutumiste mõõtmiseks kasutatakse mitmesuguseid seadmeid.

Teekatete ebatahasusi pikisuunas hinnatakse teekatte ja sellele asetatud 3 m pikkuse lati alumise serva vaheliste pilude mõõtmisel, põikisuunas aga vastava šablooni ja teekatte vaheliste pilude mõõtmisel (joon. 11).



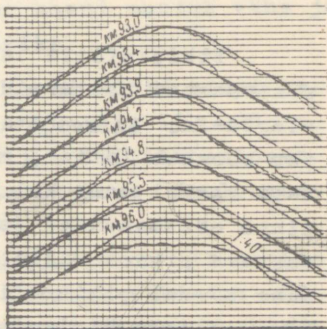
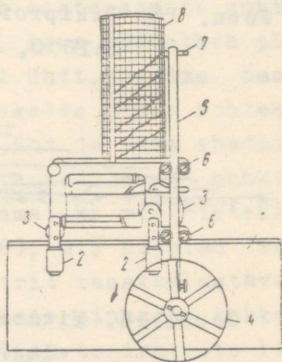
Joon. 11. Teekatte ja a) lati või b) šablooni vaheliste pilude mõõtmine

Põikprofiili muutusi mõõdetakse profilograafi abil. Joonisel 12 on näide ühest sellisest seadmest. Põiki teed asetatakse tugelele serviti laud 1. Mõõda seda lauda veeretatakse käsitsi profilograafi vankrikest, mis toetub vertikaalrullikutele 2 ja horisontaalrullikutele 3. Ratas 4 on kinnitatud latile 5. Latt liigub üles-alla rullikute 6 vahel. Ratta liikumisel põiki teed kanduvad kõik ebatahasustest tekkivad liikumised edasi latile 5. Lati ülaosas on kirjutusseade 7, mis joonistab põiki-

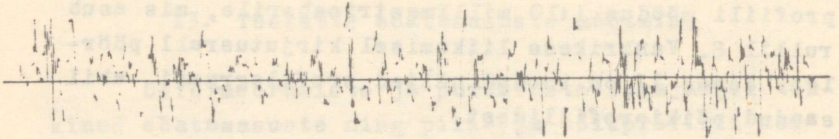
profiili mõõdus 1:10 millimeetripaberile, mis asub rullil 8. Vankrikese liikumisel kirjutusrull pöörleb. Joon. 12 on toodud näited profilograafi abil saadud pöikiprofiilidest.

Joon. 12.^{x)} Profilograaf

1-serviti laud; 2-seadet vertikaalasendis hoidvad rullikud; 3-seadet vertikaalsuunas liigutavad rullikud; 4-kattel liikuv ratas; 5-ratta vertikaalpaigutusi edasiandev latt; 6-latti hoidvad rullikud; 7-kirjutusseade; 8-rull millimeetripaberiga pöikprofiili joonistamiseks.



x) Joonised 13 ja 14 (Ebatasasuste mõõtmine profilomeetriga rullimise juures) (Profilomeeter jalgratta ratastel) jäävad trükitehnilistel põhjustel tõlkest välja (tegemist on fotodega, mida TKL rotaprint ei saa paljundada); et hõlbustada võrdlemist, jätkatakse jooniste numeratsioonini nii, nagu see on originaalis (Toim.)



Joon. 15. Pikiprofiili mõõtmine (pikimõõt
1:1000, vertikaalmõõt 2:1)



Joon. 16. Mitmerattalise profilomeetri -
viagraafi - skeem

Pikiprofiili iseloomustamiseks kasutatakse ebatasasusi näitavaid seadmeid - profilomeetreid, viagraafe, lainemõõttureid jne. Lihtsaim profilomeeter koosneb latist, mille mõlemas otsas on rattad. Lati keskel asub kolmas ratas, mis registreerib pinna ebatasasused ja joonistab ülekandehoova abil vastava pikiprofiili. Seda seadet kasutatakse vajaduse korral pikiprofiili ebatasasuste kiireks ja ligikaudseks hindamiseks. Joonisel 13^{x)} on näidatud profilomeetri kasutamist käsitsi vahetult rullimise juures.

x) Vt. lk.45 joonealust.

Üheks profilomeetrite eriliigiks on Prantsusmaal kasutatav käsitsi liigutatav seade jalgrattaratastel (joon. 14).^{xx)} Seadmega saab mõõdistada pikiprofiile mastaabis: vertikaalne 1:1, horisontaalne 1:10 või 1:100.

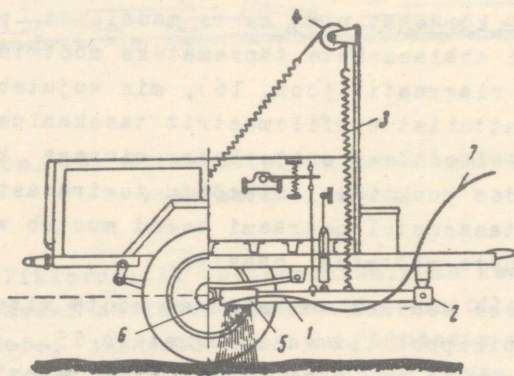
Selliste profilomeetrite puuduseks on asjaolu, et saadud graafikud on profiili ebatasasuste suhtelisteks kujutisteks (joon. 15), kuna mõõdetava pinna joon ja lugemi trajektoor ei ühti. Seadme baas muudab pidevalt oma asendit teekatte pinna suhtes, millega seoses seade kirjeldab üht ja sama ebatasasust kui üht kõrgemat ning kahte madalamat punkti. Pikiprofiili ebatasasuste täpsemateks mõõtmisteks kasutatakse viagraafi (joon. 16), mis kujutab endast mitmerattalist profilomeetrit tasakaalustava raskusega. Sel seadmel on teekatte pinnaga kokkupuude paljudes punktides, mistõttu tugirataste liikumisel ebatasasustel pearaami asend muutub vähe ja on ebatasasuste mõõtmisel baasiks.

Sellised seadmed võimaldavad mõõta mitut paralleelset pikiprofiili vahekaugustega 15...20 cm. Tänu sellele võib teekatte pikiprofiilile erinevates kohtades tee laiuses saada täpsema iseloomustuse.

Kirjeldatud seadmete puuduseks on töö aeglus, kuna see toimub käsitsi ning liiklus takistab mõõdistamise ajal. Sellepärast hakati kasutama autodele või nende järelhaagistele paigutatud elektronseadmeid.

TTUI [7] on välja töötanud seadme (joon. 17),
^{xx)} Vt. lk. 45 joonealust.

mis töötab ultraheli kajaloodi põhimõttel - ebata-
 sasused mõõdetakse ilma vahetu kontaktita. Kuid
 nõnda saadud mõõtmised võivad seoses teatud kaugu-
 sega teepinnast moonutada tegelikke resultate. Tee-
 katte elektrijuhtivuse muutumise (näiteks niisked
 ja kuivad löigud) võib seade registreerida kui eba-
 tasasuse, mis moonutab samuti tegelikkust. Kui sea-
 de on asetatud autole, võivad tulemused olla vää-
 rad seoses auto kere ja osade võnkumisega liikumi-
 sel.

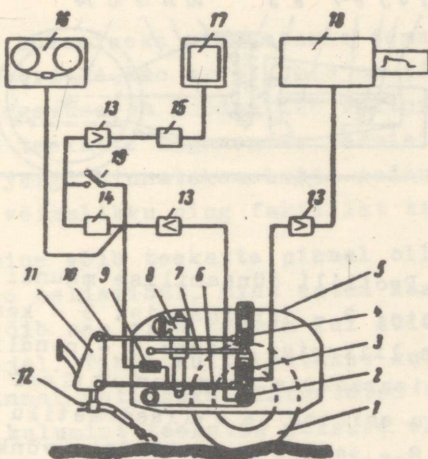


Joon. 17. Teekatte tasasuse mõõteseade

1 - pendel; 2 - liigend; 3 - vedru; 4 - plokk;
 5 - ultraheli kajalood; 6 - ultraheli vastuvõtu-
 seade; 7 - kajaloodi ja ostsillograafi suunduv
 juhe.

TEUI teekatte tasasuse ja kareduse hindamise
 seadme viimane konstruktsioon (joon. 18) põhineb
 teekatte pinnal liikuvalt spetsiaalselt rattalt
 saadavil andmeil. Ratas surutakse vastu teepinda

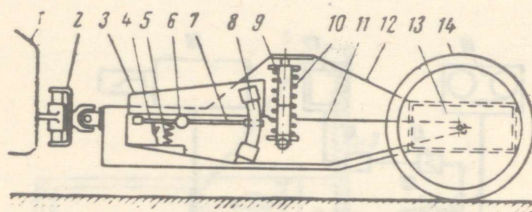
raskuse mõjul, ning ratta vertikaalsed paigutused registreerib ostsillograaf. Seejuures võimendab terve rida lisaseadmeid saadud signaali ja vähendab võimalikke moonutusi, mida põhjustavad auto või järeldaagise kummide deformeerumise jms. võnkumised. Moskva Autode ja Teede Instituudis töötab prof. A.A.Hatšaturov välja mikroprofiili moodistamise täiustatud meetodit ning selle põhjal teekatte tasetasuse hindamise viise.



Joon. 18. TTUI teekatte tasetasuse ja kareduse kontrollseadme skeem

- 1 - ratta; 2 - kummi surve kõikumise andur; 3 - reaktiivse pidurdusmomendi andur; 4 - dünaamiline võnkesummuti; 5 - seadme kere; 6 - alumine kang; 7 - reaktiivvarras; 8 - hüdropneumaatiline vedru; 9 - reostaat - muundi; 10 - 4 kangi, mis annavad üle veojõu ja võtavad vastu seadme ratta pidurdamisel tekkiva reaktiivmomendi; 11 - kronstein; 12 - toru teekatte kastmiseks; 13 - võimendi; 14 - diferentseeriv lüliti; 15 - detektor; 16 - magnetofon; 17 - ebatasasuse näitude diagrammi registreeriv seade; 18 - ebatasasuse graafiline üleskirjuti; 19 - lüliti.

Nende uurimuste 22 puhul saadakse teepinnast üleskirjutis seadmetekomplekti abil, mis koosneb profiili dünaamilisest muundist (joon. 19), elektroonsest kirjutusseadmest ja magnetofonist. Üleskirjutatud signaal muudetakse mikroprofiiliks süsteemi abil, mis koosneb magnetofonist, taastavast elektronplokist ja ümberarvestusseadmest. Alalisvoolu pinge näol väljuv signaal moodustab mikroprofiili.



Joon. 19. Profiili dünaamilise muundi skeem
 1 - vedav auto; 2 - järelhaagis; 3 - kest; 4 - pendli suhtelise liikumise andur; 5 - pendli vedru; 6 - pendli lisaraskuse telg (on ühtlasi ühendiks sisesõrestiku esiotsa ja välissõrestiku vahel); 7 - pendel; 8 - pendli magnetiline võnkesummuti; 9 - hüdrauliline amortisaator (massi võnkesummuti); 10 - välissõrestikku hoidev vedru; 11 - sisesõrestiku esiots; 12 - välissõrestiku esiots; 13 - lisaraskus; 14 - ratas (ühtlasi sisesõrestiku tagumise osa toetuspunkt)

Kuid teede sõidetavuse hindamine sõidutee ebatasasuste mikroprofiilide põhjal nõuab aegaviitvat ja keerulist andmete läbitöötamist. Nende andmete põhjal ei ole veel olemas objektiivset sõidetavuse hinnangu näitu. Seepärast kasutatakse kirjeldatud seadmeid seni peamiselt katselistel ja teaduslikel uurimistöodel.

14. Teekatte kulumise määramine

Katte kulumiseks nimetatakse tema paksuse vähenemist materjali kao arvel, mis on tingitud autorataste tegevuse ja looduslike faktorite mõjust. Kulumine on teekatte lagunemise peamisi viise, mille suuruse järgi hinnatakse katte seisukorda ja isegi tema võimalikku ning faktilist kasutusiga.

Kulumine võib teekatte pinnal olla ebäühtlane. Sõidutee eelisribal, mida autod kasutavad sadamini, võib see olla suurem kui sõidutee härtel või tee teljel. Tinglikult loetakse kulumist kogu sõidutee pinnal ühtlaseks. Täiustatud teekatetel mõõdetakse kulumist teekatte paksuse vähenemisega millimeetrites. Siirde- ja lihtkatetel mõõdetakse kulumist ka materjali kao hulgaga m^3/km .

Seejuures võetakse arvesse, et teekate ei lohi kuluda läbi terves paksuses. Kulumiseks võetakse arvesse (arvestades ka võimalikku ebäühtlast kulumist) vaid osa teekatte paksusest (kahekihiisel katetel ainult osa ülakihist) suurusega H_0 .

Suurus H_0 määratakse kindlaks olenevalt tee-

katte tüübist ja kasutatud materjalist. Tabelis 10 on toodud TTUI 18 poolt soovitatavad H_0 suurused. Kuna autori meelest on need liiga madalad, on samas tabelis toodud ka vastavad autori soovitusel.

Tabel 10

Teekatte kulumiskihi paksused

Katte tüüp	H_0 mm	
	TTUI	Autor
Asfaltbetoon	10	20 - 25
Tsementbetoon	-	30 - 40
Sideainetega töödeldud killustik- ja kruuskatted	25	40 - 50
Killustik- ja kruuskatted	40	60 - 80

Arvestades H_0 suhteliselt suurt tähtsust tuleb teekatete arvutusel saadud paksust H suurendada H_0 võrra. Mõningatel kattetüüpidel ehitatakse spetsiaalselt üle arvutuspaksuse H kulumiskiht paksusega H_0 . Paljudel juhtudel aga ei arvestata H_0 suurust, mis põhjustab teekatte kasutusea vähendamise. Kogu teekatendi kasutuseale võib see mitte mõjuda, kuna siin on enamikel juhtudel olemas teatud tugevusvaru.

NSVL teede jaoks on iga-aastase katte kulumise arvutusel võetud aluseks valem:

$$h = \alpha + \beta B^1 \text{ (mm/aastas), } (7)$$

milles a - tee aastase kulumise tegur looduslike mõ-
jude tõttu;

b - teekatte tüübist ja tugevusest olenev
tegur;

B^1 - liikluskoormus miljonites bruto Tonnides
aastas (B - Tonnides).

Liiklusloenduse andmed käivad enamasti autode
arvu kohta ööpäevas. Et valemi (6^1) põhjal $B=1000 N$,
 $B' = 0,001 N = n' N$, siis on kulumine aastas

$$h = a + b n^1 N \quad (8)$$

Arvutades kulumist A aasta jooksul tuleb sil-
mas pidada ka liiklusintensiivsuse kasvu nendel
aastatel. Võttes A aasta jooksul keskmiseks liik-
lusintensiivsuseks ööpäevas N_{kesk} , saame kulumise
nende aastate jooksul:

$$\sum_1^A h = aA + b n^1 N_{\text{kesk}} A = A(a + b n^1 N_{\text{kesk}}) \quad (9)$$

Arvutades kulumist pikema aja peale, tuleb
silmas pidada ka autotüüpide muutumist (valem (1)).
Võib eeldada, et katte kulumine on võrdeline kummi
jälje poolt teekatte pinnale tekitatava erisurvega
(jälj ω). Kaudselt tõestab seda ka asjaolu, et
teekatte aastase kulumise ja veokoormuse vahel on
lineaarne sõltuvus /18/. Võib määrata aastase kulu-
mise perioodi A lõpul. Võttes aluseks, et liiklus-
intensiivsus kasvab geomeetrilises progressioonis
teguriga q , on liiklusintensiivsus A aasta pärast
 $N_1 q^{A-1}$ (valem (2)).

Selle perioodi jooksul võib muutuda autode

tehniline tase, mida arvestab tegur η (valem (1)).
 Kui võtta kõike eestoodut arvesse, saame kulumise

$$h_A = a b n' \eta N q^{A-1} \quad (10)$$

Esialgseteks arvutusteks võib valemities (6) - (9) asendada tähed keskmiste, kogemuslike arvudega.

Tegurite a ja b suurused, mis on esitanud TTUI [19] mitmesugustel teedel saadud kogemuste põhjal, on toodud tabelis 11.

Tabel 11

Tegurid a ja b

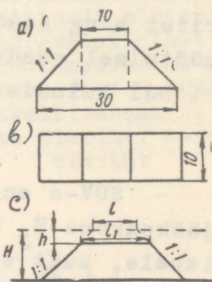
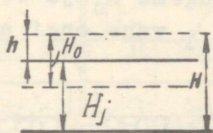
Katte tüüp	a	b
Asfaltbetoonkatted	0,4 - 0,6	0,25 - 0,55
Sideainetega töödeldud killustik- ja kruuskat- ted, mis taastatakse:		
a) kahekordse pindami- sega	1,3 - 2,7	3,5 - 5,5
b) ühekordse pindamisega	1,4 - 2,8	4,0 - 6,0
Killustikkatted:		
a) kõvadest kivimater- jalidest	4,5 - 5,5	15,0 - 20,0
b) pehmetest kivimater- jalidest	5,5 - 6,5	19,0 - 25,0
Kruuskatted:		
a) tugevatest kruusadest	3,0 - 4,0	-
b) pehmetest kivimitest kruusadest	4,0 - 6,0	20,0 - 30,0

Teoreetiliste arvutuste kontrollimiseks ja faktilise kulumise määramiseks tuleb teedel läbi viia perioodilisi mõõtmisi.

Teekatte kulumise suuruse h määramine (joon. 20), teades esialgset paksust H , viiakse läbi teekatte olemasoleva (jäarelejäanud) paksuse H_j mõõtmisega:

$$h = H - H_j \quad (11)$$

Et täiustatud katete iga-aastane kulumine ei ületa millimeetrit, nõuab sellise kulumise mõõtmine küllaltki täpseid seadmeid. Killustikkatete puhul varem kasutatud meetod prooviaukude raiumise ning katte paksuse vahetu mõõtmisega ei ole täiustatud katete puhul kõlblik. See toob peale ebatäpsuse veel kaasa ka suuri töid prooviaukude raiumisel ja taastäitmisel.



Joon.20. Kulumise mõõtmine: kulumine $h=H-H_j$, milles H on esialgne katte paksus; H_j on mõõdetava katte jääpaksus; H_0 on ettenähtud kulumise suurus

Joon.21. Lubjakivist plaat kulumise määramiseks:

a-lõige; b-plaan; c-kulumise suuruse arvustuse skeem; kulumine $h_A = \frac{l_1 - l}{2}$, milles l_1 on plaadi pikkus mõõtmisel kulumist h_A ; l on plaadi esialgne pikkus; H on esialgne katte paksus

Lihtsam ja näitlikum meetod on teekattesesse lubjakivist või pehmest metallist trapetsikujulistele plaatide asetamine, mis kuluvad ühtlaselt koos

kattega. Mõõtnud plaadi serva pikkuse l_1 , mis on nähtav katte pinnal, ning teades selle esialgset nikkust l , saamegi määrata kulumise (joon. 21).

$$h_A = \frac{l_1 - l}{2} \quad (12)$$

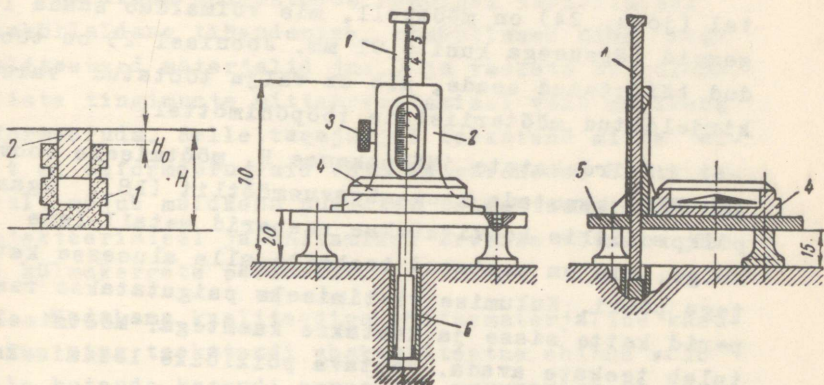
Kuid bituumenite või tõrvadega ehitatud teekatetel määrduvad plaadikesed liikluse mõjul ja nende leidmine muutub raskeks. Sellepärast kasutatakse jääkpaksuse H_j mõõtmiseks mitmesuguseid seadmeid. Teekatte ehitamise ajal määratakse kindlaks põhiprofiilid, kus toimuvad mõõtmised, ja tähistatakse need teepeenral postikestega. Teekattesesse asetatakse metallist kannukeste kujulised reeperid (veidi sügavamale kui H_0) ning augud suletakse kummist korkidega (joon. 22).

Mõõtmisel eemaldatakse kork, puhastatakse kannuke tolmust ja porist, asetatakse kohale mõõteriist ning saadakse lugem. Lugemi h_n ja eelmisel mõõtmisel saadud lugemi h_{n-1} vahe ongi antud perioodi kulumise suurus, s.t.

$$h_a = h_n - h_{n-1}$$

SDV-s on kasutusel mõõteriistad, kus katte jääkpaksus H_j antakse üle Zeissi mõõtkella numbrilauale, kust see on otseselt loetav. Analoogiline on ka Mkrtšantsi seade (joon. 23), mis seatakse kompassi järel nii, et ta asuks alati reeperil samas asendis. Kompass on paigutatud seadme alusele, mõõtelatt on varustatud nooniusuga ja võimaldab saada lugemeid täpsusega kuni 0,1 mm.

Gruusia Polütehnilise Instituudi mõõteriis-

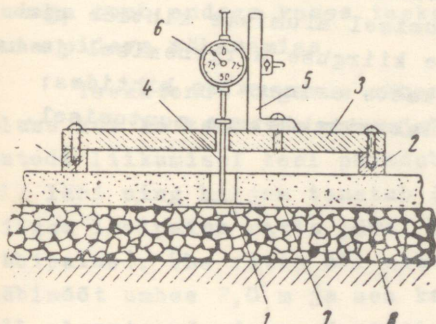


Joon. 2. TUI reeper:

- 1 - kannuke
- 2 - kumikork

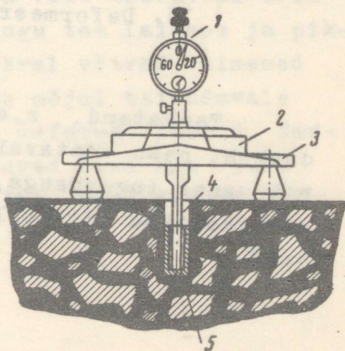
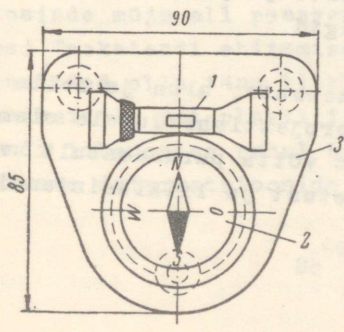
Joon. 23. Martšantsi määteriist:

- 1-määtelatt; 2-püstitugi nooni-
urega; 3-kinnituskruvi ;
4-kompass; 5-turi; 6-reeper



Joon. 24. Gruusia Polütehnilise

- Instituudi määteriist:
1-reeper-metallplaat; 2-rõn-
gas; 3-diametraalne plaat;
4-määtevarras; 5-püstitugi;
6-määtkell (täpsus 0,01 mm);
7-katte ülakiht; 8-katte
alakiht



Joon. 25. Soovitav teekatte kulumise määteriist
1-määtkell täpsusega 0,01 mm; 2-kompass; 3-tugi-
plaat kolmel jalal; 4-korgi ava; 5-metallkannuke-reeper

tal (joon. 24) on mõttkell, mis võimaldab saada lugemeid täpsusega kuni 0,01 mm. Joonisel 25 on toodud täiustatud seade, mis on välja töötatud varem kirjeldatud mõõteriistade tööpõhimõttel.

Siirdekatete jääkpaksuse H_j mõõtmiseks soovitab TTUI kasutada kang-sügavusmõõtlit [18]. Igas põikprofiilis keevitatakse reeperid metall-lehe külge, mis on asetatud teekatte alla alusesse kattega põiki. Kulumise vältimiseks paigutatakse reeperid katte sisse ja kaetakse kaantega. Mõõtmisel tuleb teekate avada. Vastava põiklõike leidmiseks on kahel pool teed postikesed.

Käesoleval ajal viiakse läbi uurimistöid jääkpaksuse H_j määramiseks mõõteriistadega [7], mis töötavad järgmistel põhimõtetel: 1) löök- ja ultrahelilainete peegeldumisel alumiste kihtide pinnalt; 2) radioaktiivse kiirguse nõrgenemisel ja hajumise muutumisel teekatte erinevates kihtides; 3) teekatte kihtide elektritakistuse muutumisel.

15. Deformeerumiste ja purunemiste liigid

Teekatend, s.o. teekate, alus ja selle täienduskiht peab vastavalt projektlahendusele olema niisuguse tugevusega, et võtta purunematult vastu arvutuslikku liikluskoostust ja liiklusintensiivsust.

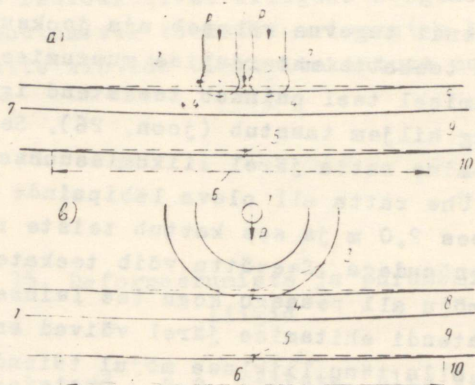
Muldkeha ehitustööde ebaõigel läbiviimisel (ebaküllaldane tihendamine, ebaühtlased ning ebakvaliteetsed materjalid jne.) ja raskete hüdroloogiliste tingimuste mitteametustamisel võib muldkeha deformeeruda. Selle tagajärjel teekatend mitte ainult ei deformeeru vaid võib ka puruneda. Eriti teravalt mõjub muldkeha purustav toime teekatendile projekteerimisel ja ehitamisel arvesse võtmata jäetud külmakergete perioodil.

Madalama kvaliteediga ehitusmaterjalide kasutamine ning teekatendi ebakvaliteetne ehitus võib esile kutsuda katendi enneaegse purunemise ka kvaliteetse muldkeha puhul.

Autorataste pidev mõju põhjustab teekatendi läbipaindumise (joon. 26), mis koos looduslike mõjudega toob endaga kaasa teekatendi esilagse tugevuse pideva vähenemise.

Teekatendi tugevus väheneb aja jooksul nii aluse kui ka teekatte materjalide muutumise tõttu. Autode liikumisel teel paindub teekatend iga ratta all läbi ning hiljem taastub (joon. 26). Seejuures liigub läbipaine ratta järel liikumissuunas (liikuv läbipaine). Ühe ratta all oleva läbipainde näol on läbimõõt umbes 2,0 m ja see kattub teiste rataste all olevate nõgudega. Seetõttu võib teekatend olla läbipainde mõju all peaaegu kogu tee laiuses ja pikuses. Teekatendi ehitamise järel võivad esimesed läbipainded olla tänu liikluse mõjul täiendavale tihendamisele kui plastilised deformatsioonid. Teekatendi tihenemise puhul kuuluvad need aga juba elastsete deformatsioonide hulka, kuna pärast iga

lābipainet saab teekatend tagasi oma esialgse asendi. Samal ajal ei möödu aga ka elastsed deformatsioonid ilma jälgi jätmata. Igal lābipainel liiguvad üksikelemendid üksteise suhtes, mineraalainete osised kuluvad ning lagunevad, sideainetest moodustunud sidemed ja osiste vastastikune seos nõrgenevad. Ühel lābipainel võivad need muutused olla äärmiselt väikesed, kuid teekatete kasutusajal ulatub lābipainete arv miljonitesse, mis toob endaga kaasa juba tunduavad ehitusmaterjalide omaduste muutused. Mineraalmaterjalide peenendumise tagajärjel tekib suur hulk peeneid osi. TTUI kogemused ja katsed näitasid, et moodustuvad peened osas (eriti alla $\varnothing 3$ mm) soodustavad niiskuse kogunemist ja säilimist, mille tagajärjel killustiku- ja kruusaterade liikuvus suureneb. See omakorda vähendab teekatendi tugevust ning põhjustab seejärel purunemise.



Joon. 26. Teekatendi lābipaine autoratta all:

a) pōikiprofiil; b) pikiprofiil;

- 1 - autoratas; 2 - lābipaindemōōtli nōela asukoht;
 3 - katte lābipaine (vajum); 4 - kummi surve; 5 - teekatendi vajumine; 6 - vajumisnōgu; 7 - teekatend;
 8 - teekate; 9 - alus; 10 - muldkeha

Läbivajumite arvu A_n aja A jooksul saame va-
lemist

$$A_n = \alpha \gamma^A N_1 \frac{q^A - 1}{q - 1} p_a \quad (13)$$

- milles
- α - auto telgede arv,
 - γ - koormuse korduvust arvestav tegur sõi-
dutee laiusest olenevalt (BCH-46-60
kohaselt kahe ribalise liikluse puhul -
1, ühe ribalise liikluse puhul - 2,
neljaribalise liikluse puhul - 0,75);
 - N_1 - aasta ööpäevane keskmine liiklusinten-
siivsus tee esimesel eksploatatsioon-
aastal;
 - q - liiklusintensiivsuse kasvu geometri-
line progressiooni tegur;
 - A - periood aastates;
 - p_a - päevade arv aastas.

Arvutame näiteks arvu A_n kahe ribalisel liik-
lusel algse liiklusintensiivsusega 1000 autot/öö-
päevas 10-aastase perioodi järel, kui $q = 1,1$:

$$A_n = 2 \cdot 1 \cdot 1000 \frac{1,1^{10} - 1}{1,1 - 1} \cdot 365 = 13,5 \text{ miljonit vajumit.}$$

Tabelis 12 on toodud teekatendi elastsete ja
pooljäikade deformeerumiste ja purunemiste liigid
ning faktorid, mis mõjutavad nende tekkimist.

Teekatendi deformeerumisi ja purunemisi
esilekutsuvad faktorid

Deformeeru- miste ja pu- runemiste liigid	Auto vertikaalmõjutused	Projekteeritud		Ehituslikud		Loo- dus- likud	Eksplua- tatsioo- nilised						
		koormuse ja liiklus- intensiivsuse kasvu mittearvestamine	konstrueerimise ja arvutuse vead	materjalide ebaõige hinnang	looduslike mõjude mittearvestamine			materjalide ebsühtlus ja mittevastavus	ebaküllalidane katendi tihendamine	ebaküllalidane muld- keha tihendamine	tööde vead ning kõr- valekalded üle luba- tute	temperatuurist	pinnaste hüdroloogi- listest mõjudest
Tugevuse kao- tamine	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
Vajumid	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+
Läbivad praod	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
Läbimurded	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	+	+	+
Pragude võrk	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
Purunemine kül- makergete mõjul	+	-	+	-	+	-	-	+	+	+	+	-	+

16. Teekatendi tugevuse määramine

Teekatendi deformeerumised ja purunemised vajumite, läbimurrete, pragude jne. tulemusena muudavad teekatte pealiskinda. Seetõttu viiakse nende mõõtmine läbi teekatete ebatasasuste mõõtmise teel (punkt A 2).

Teekatendi põhiliseks muutuseks kasutamise käigus on tema tugevuse vähenemine. Algul toimub see ilma teekatte pinna olukorra muutuseta. Hiljem võib see mõjutada ka teekatte pinda. Mõnikord avastame selle alles siis, kui ilmuvad juba katastroofilise purunemise tundemärgid. Selleks on vaja teha perioodiliselt teekatendi tugevuse mõõtmisi. Teekatendi tugevuse aste lubab meil otsustada tema olukorra üle ja hinnata katendi tegelikku ning võimalikku kasutusiga.

Kuni käesoleva ajani oli põhiliseks teekatendi tugevuse hindamise näiduks arvutuslik katendi ekvivalentne deformatsioonimoodul E_{ekv} . See peab juhendi 12 kohaselt olema suurem tabelis 13 toodudist.

Tabel 13

Katendi nõutavad deformatsioonimoodulid

Tee kategorooria	Katte tüüp		
	püsikate	kergekate	siirdekate
I	700	-	-
II	600	600	-
III	560	500	-
IV	-	380	300
V	-	-	300

Antud teekatendi tegeliku deformatsioonimooduli võib teoreetiliselt arvutada valemite järgi, kuid arvestades nende keerulisust ja nende olenevust paljudest teguritest, on õigem määrata moodul praktilisel teel.

Juhendis [12] on soovitatud olemasolevate teekatendite deformatsioonimoodulid määrata liikuva pressi abil proovikoormamiste teel. Seda tuleb teha teekatendile kõige halvemal ajajärgul - kevaldel - muldkeha pinnase sulamise algpäevadel.

See periood on äärmiselt lühike ja liikuva pressi abil on võimalik teha vaid 1-2 mõõtmist päevas. Seetõttu ei osutu see meetod soovitatavaks teekatendite tugevuse praktiliseks hindamiseks laielaadsemalt.

MATI (Moskva Autode ja Teede Instituut) teedehituse ja eksploatatsiooni kateeder soovitas teekatendite tugevust hinnata mitte deformatsioonimooduli, vaid elastsusmooduli alusel (10).

Elastsusmoodul E_e arvutatakse valemi:

$$E_e = \frac{p}{\lambda} \quad \text{põhjal,} \quad (14)$$

milles p - autoratta erisurve kattele,

λ - suhteline elastne deformatsioon.

Suhtelist elastset deformatsiooni on lihtne määrata, kuna

$$\lambda = \frac{l_e}{D},$$

milles l_e on mõõdetav elastne läbivajum teekaten-

dil tingauto ratta all sentimeetrites;

D on ratta jälje pindalaga võrdse ringi läbimõõd sentimeetrites.

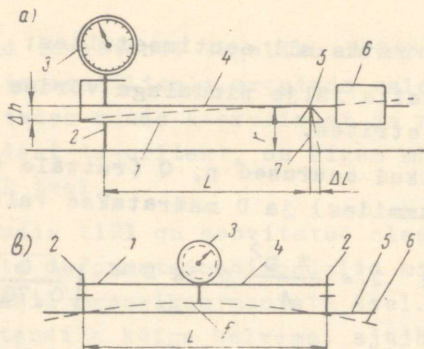
Vajalikud suurused p, Q (rattale mõjuv kogukaal kilogrammides) ja D määratakse valemitest:

$$p = \frac{Q}{\omega}; \quad Q = \frac{\pi D^2}{4} p \quad \text{ja} \quad D = \sqrt{\frac{Q}{0,785 p}}. \quad (15)$$

Teekatendi tegeliku elastsusmooduli määramiseks tuleb mõõta tingauto ratta all olevat läbivajumit (joon. 26). Saame selle näiteks 1 mm koormuse $P = 2800$ kG ja $p = 5$ kG puhul. Elastsusmoodul on järelikult:

$$E_e = \frac{pD}{l_e} = \frac{5}{0,1} \sqrt{\frac{2800}{5 \cdot 0,785}} = 1335 \text{ kG/cm}^2.$$

Nagu näitasid MATI uurimused, on selliselt arvestatud elastsusmoodul umbes 3,25 korda suurem deformatsioonimoodulist. Kui arvestustes on kasutatud deformatsioonimoodulit, siis tuleb elastsusmooduli saamiseks seda korrutada 3,25-ga. Teekatendi tugevuse kriteeriumiks võib võtta selle tõmmatud pinna suhtelise pikenemise või kõveruse suuruse. Sellisteks mõõtmisteks kasutab MATI spetsiaalseid riistu (joon. 27).

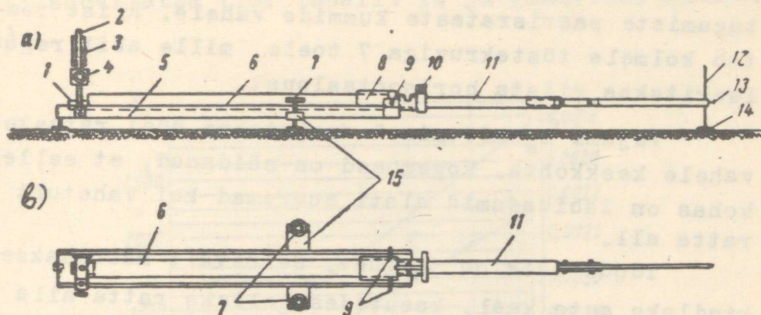


Joon. 27. Teekatendi suhtelise pikennemise a ja pinna kõveruse b mõõtmisriistade skeemid

- a) 1 - raam; 2 ja 7 - toed; 3 - mõõtkell; 4 - kang; 5 - laager; 6 - raskus
- b) 1 - statiiv; 2 - kruvitoed; 3 - mõõtkell; 4 - statiivi horisontaalplaat; 5 ja 6 - teekatte pind enne ja pärast koormamist

Ometi on otstarbekam ja lihtsam hinnata teekatendi tugevust tema läbivajumite suuruste järgi tingveoauto ratta mõjul (ZIL-150 või veelgi parem kui see on MAZ-200). Läbivajum määratakse MATI Maanteede Peavalitsuse TUKL kang-vajumimõõtli abil (joonised 28 ja 29).^{x)}

x) Joonis 29 (Üldvaade vajumi mõõtmisele) - foto jääb trükitehnilistel põhjustel tõlkest välja.



Joon. 28. MATI Maanteede Peavalitsuse TUKL kang-vajumimõõtel:

a) vaade küljelt; b) vaade pealt;

1 - kork; 2 - mõõtkella tugivarras; 3 - mõõtkell;
 4 - mõõtkella hoidur; 5 - karpraud; 6 - kangi tagumine õlg; 7 - tõstekruvid; 8 - ühendusmuhv; 9 - tugikruvi; 10 - kinnituspolt; 11 - kangi esimene õlg; 12 - mõõtenõel; 13 - nõela kinnituskruvi; 14 - alus; mis takistab nõela tungimist teekattesse; 15 - põik-tugitala

Kang-vajumimõõtel (joon. 28) koosneb vardast 11, mis pöörleb vabalt ümber tugiraami 6 tugivindi 9. Riist on valmistatud mitmesuguse läbimõõduga alumiiniumtorudest, nii et varrast 11 võib vabalt lükata raami 6. Vajumimõõtlil baas on 2,4 m. Varda lõppu on kinnitatud mõõtenõel 12, mis kinnitatakse kruviga 13. Vajumimõõtel töötab selliselt, et nõela langetamisel või tõstmisel tõuseb või langeb kork 1 tugiposti juures ja annab lugemi indikaatorile 3. Varda 11 lõpp on 40 cm ulatuses tehtud

peenem, et ta mahuks koos nõelaga 12 tingveoauto tagumiste paarisrataste kummide vahele. Riist toetub kolmele tõstekruviga 7 toele, mille abil reguleeritakse riista horisontaalsust.

Vajumi 1_e mõõtmisel asetatakse nõel rataste vahele keskkoha. Kogemused on näidanud, et selles kohas on läbivajumid alati suuremad kui vahetult ratta all.

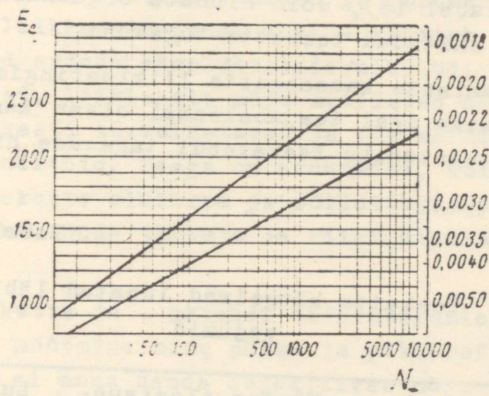
Tööde käik on järgnev. Belnevalt määratakse kindlaks auto kaal, kasutades selleks ratta alla asetatavat kaasaskantavat Volbergi-tüüpi hüdraulilist kaalu. Koormatud auto sõidab mõõdetavale kohale. Vajumimõõtel (joon. 29) asetatakse kohale ja tehakse lugem. Seejärel sõidab auto aeglase kiirusega kohalt ära ja koormuse mõju kaob. Kangi nõel, mis toetus teekatte pinnale, tõuseb koos kattega. Lugemite vahe annabki elastse läbivajumi suuruse. Lõplik lugem soovitatakse võtta pärast deformatsiooni lõplikku stabiliseerimist, s.o. 2...3 minuti pärast ja siis, kui vajumise muutumine jääb väiksemaks kui 0,01 mm/minutis.

Täpsemate andmete saamiseks tehakse 3...5 m kaugusel üksteisest vähemalt 3 mõõtmist ja võetakse neist aritmeetiline keskmine.

Kasutades kang-vajumimõõtlit näeme, et aja jooksul katendi vajumine ühe ja sama tingveoauto ratta all pidevalt suureneb. Katendi läbivajumi suurenemisel väheneb elastsusmoodul ja seega ka deformatsioonimoodul.

Teekatendi olukorda võib olenevalt konstruktsioonist üksikutel kilomeetritel ja erinevatel tee-

del hinnata saadud läbivajumite kaudu, kasutades MATI soovitatud [10] tabelit 14 ja graafikut (joon. 30).



Joon. 30. Teekatendi lubatud elastsusmoodulite ja läbivajumite määramise graafik autoratta $p = 5 \text{ kg/cm}^2$ ja $D = 34 \text{ cm}$ puhul olenevalt liiklusest:

1 - püsikatted; 2 - täiustatud kergkatted; E_e - elastsusmoodul kg/cm^2 ; δ - suhteline deformatsioon (paremal skaalal); N_t - liiklusintensiivsus ööpäevas - tingutode arv taandatult autole H-13

Tabel 14

Teekatte seisukorra hinnang

Läbivajumi suurus mm	Katte seisukord	Hinne pallides
kuni 1	Hea	1
1...1,6	Üksikud praod	2
1,6...2,5	Pragude võrk	3
üle 2,5	Lagunev teelõik	4

Kõrvutades tegelikke läbivajumeid lubatud suu-
rimatega (tabel 15), võib hinnata orgaaniliste si-
deainetega ehitatud teekatte tugevust.

Normaalsete kaasaegsete liiklustingimuste ta-
gamiseks peaks igal teejaoskonnal olema kang-vajumi-
mõõtel iga-aastaseks teekatendi tugevuse hindami-
seks.

Tabel 15

Teekatte kõrgeimad lubatud läbi-
vajumid

Nõutav deformat- sioonimoodul kg/cm^2	Nõutav elastsus- moodul kg/cm^2	Lubatud lä- bivajumid mm ($p = 5 \text{ kg/cm}^2$, $Q = 4,55 \text{ T}$)
700	2260	0,75
600	1950	0,85
560	1820	0,95
500	1620	1,05
380	1230	1,40
300	970	1,75

17. Liiklustingimuste hindamine

Teekatte deformeerumised ja purunemised halvendavad liiklustingimusi teel - väheneb kiirus, suurenevad autode ekspluatatsioonikulud. Samal ajal on väikesed, liiklusele mõju avaldavad deformatsioonid raskesti kõrvaldatavad ja võivad nõuda kalteid remonditöid. Seega on arusaadav, kui võrd tähtis on teekatte olukorra ja sõidustingimuste hindamine remonditööde tähtsaja ja liigi kindlaksmääramiseks.

Teekatte ja - katendi deformeerumiste ja purunemiste mõõtmine ning põik- ja pikiprofiilide määramine ei anna nende objektiivse mõju tegelikku suurust liiklusele. Seetõttu tuleb teekatte pinna olukord ja selle mõju autoliiklusele määrata spetsiaalsete mõõteriistadega, mis annaksid tee sõidetavuse kohta objektiivse hinnangu.

Tabel 16

Tõukemõõtlil näidud teekatte olu-
korra hindamiseks

Katte tüüp	Katte olukord		
	väga hea	hea	nõuab remonti
	tõukemõõtlil näidud cm/km		
1	2	3	4
Asfaltbetoon	50	150	300
Tsementbetoon	75	150	300
Bituumenite ja tõrvade- ga töödeldud killustik- ja kruuskatted	100	250	600
Bituumenitega töödeldud ja pinnatud pinnasekatted	150	300	700
Killustikkatted	200	350	800
Kruuskatted	200	400	900
Munakivisillutis	300	500	1000

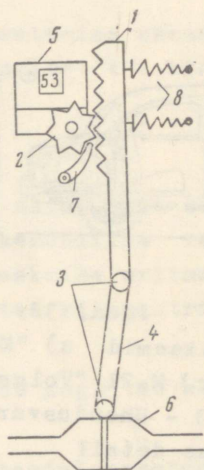
Auto liiklustingimusi võib hinnata auto kere ja rataste võnkeamplituudi suuruse järgi. Neid mõõdetakse autole asetatud riistade - akseleromeetrite abil. Mitmed uurijad on soovitanud terve rea erisuguseid akseleromeetreid. Mõõteriista lugemite põhjal võib saada teekatte dünaamilise iseloomustuse kõvera, mis oleneb katsetava auto omadustest ja sõidukiirusest 5 . Akseleromeetri näidud ei võimalda saada kindlat tee sõidetavuse iseloomustust.

Mugavamaks ja lihtsamaks teekatte tasasuse

ja liiklusolude hindamise mõõteriistaks on tõukemõõtel. Riista töö põhineb auto vedrude kokkusurutuse summa mõõtmisel kindlaksmääratud pikkusega teelõigul (tavaliselt 1 km). Pidades kinni teatud tingimustest (kiirus 50 km/h, auto normaalne seisukord jm.), on võimalik saada objektiivseid arvulisi andmeid.

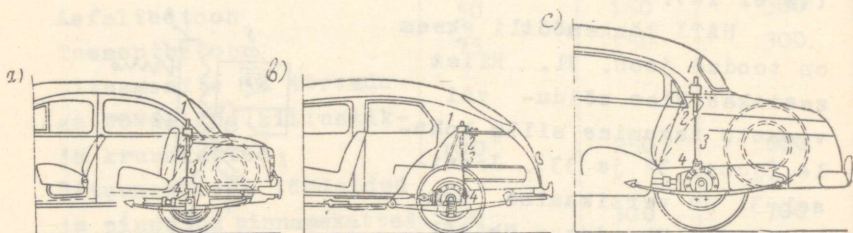
Kasutades HATI-s konstrueeritud tõukemõõtlit, määrati kindlaks tasasuse näidud (sentimeetrites 1 km tee kohta) mitmesuguste teekattetüüpide kohta (tabel 16).

HATI tõukemõõtli skeem on toodud joon. 31. Riist seatakse üles sõidu- või veoauto tagumise silla kohale (joon. 32 ja 33). Joonisel 31 on vertikaalne hammaslatt 1 ühenduses ühisel raamil asuva hammasrattaga 2. Latt on alt ühendatud kuulliigendi 3 kaudu vardaga 4, mis omakorda on liigendi ja ühendusdetaili kaudu kinnitatud auto diferentsiaali korpuse külge. Auto kere võnkumisel vedrudel liigub latt 1 üles ja alla vedrude kokkusurumise vertikaalprojektsiooni amplituudiga võrdselt. Lati liikumisel pöörleb hammasrattas 2, mis annab lati tõusmise suurused loendile 5. Tõukemõõtel registreerib tegeliku diferentsiaali 6 ja auto kere vaheliste kauguste

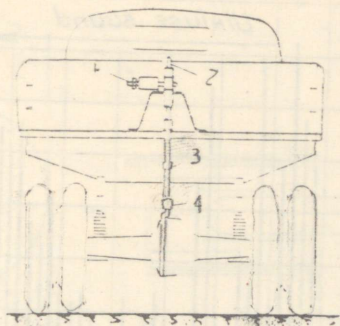


Joon. 31. Tõukemõõtli skeem

muutumise summa kere ja tagasilla võnkumisel (vedrutusel). Tänu põrkseadmele 7 pöörleb loendi 5 vaid ühes auunas - lati ülesliikumisel - ja registreerib vedrude kokkusurutuse summa. Lati allaliikumisel eemaldub see hammasrattast ning hambub uuel ülesliikumisel vedrude 8 abil uuesti hammasrattaga. Tõukemõõdli lugemid lüüakse käepideme abil paberilindile mõõdetava kilomeetri alguses ja lõpus ning lugem (sentimeetrites) arvestatakse 1 km tee kohta.



Joon. 32. Tõukemõõdli sõiduautole asetamise skeemid a) "Moskvitš 407"; b) M-20 "Pobeda"; c) M-21 "Volga"; 1 - arvesti; 2 - hammaslatt; 3 - ühendusvarras; 4 - diferentsiaalile kinnitamise detail



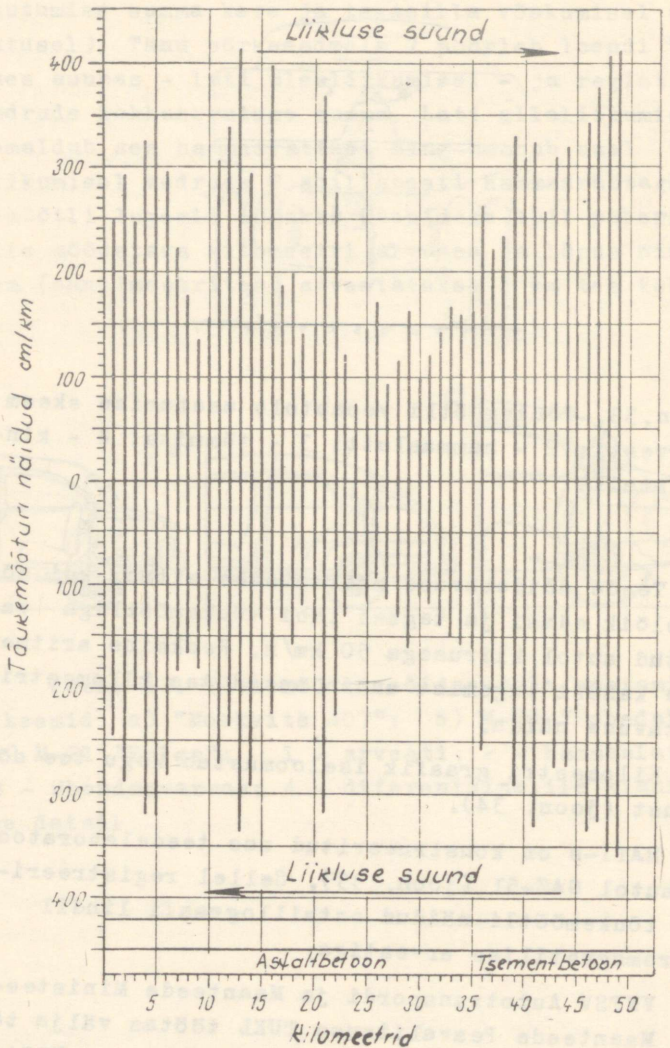
Joon. 33. Tõukemõõtlil veoautole asetamise skeem
 1 - arvesti; 2 - hammaslatt; 3 - tõmmits; 4 - kinnitusedetail

Teede sõidetavuse määramiseks aitab, kui sõita teelõik edasi ja tagasi läbi tõukemõõtliga varustatud autol kiirusega 50 km/h. Keskmise aritmeetiline kahest lugemist annab antud tee kilomeetri sõidetavuse näidu.

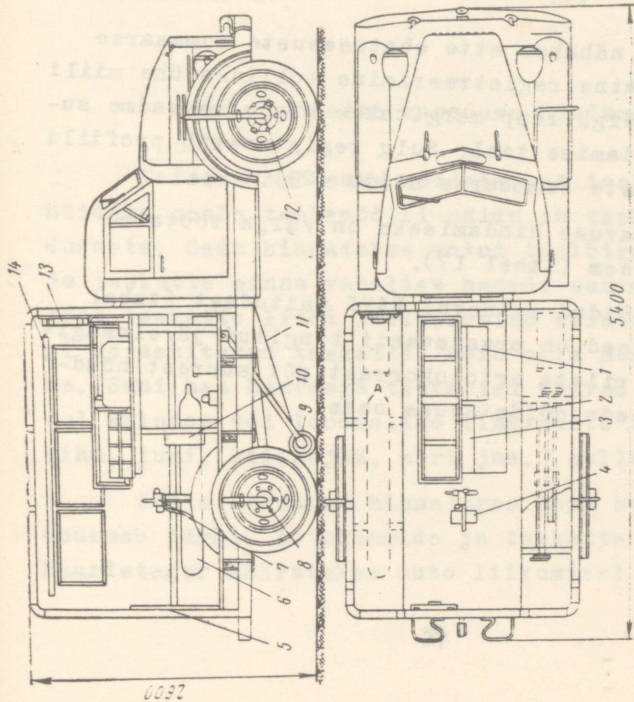
Kilomeetri graafik iseloomustab kogu tee sõidetavust (joon. 34).

HATI-s on konstrueeritud uus teedelaboratoorium autol GAZ-51 (joon. 35). Sellel registreeritakse tõukemõõtlil näidud ostsillograafi lindil elektromagnetilise arvestiga.

VNFSV Autotranspordi ja Maanteede Ministriumi Maanteede Peavalitsuse TUKL töötas välja tõukemõõtlil, mille saab asetada igale autole. Mõõtel töötab elektrimootori MЭ-14 ajamil distantsjuhtimisega.

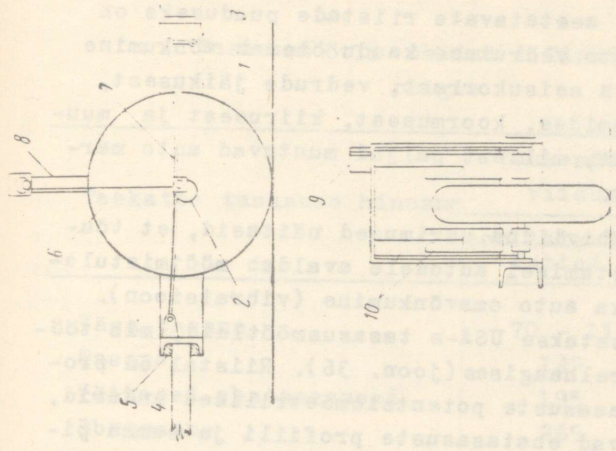


Joon. 34. Tõukemõõtlis näitude graafik asfaltbetoon-
kattega teede kohta



Joon. 35. HARI teede laboratooriumiauto ülevaade:

- 1-juhtimispuult; 2-ostsillograaf; 3-elektromagneetilis arvestid; 4-akselromeeter; 5-pööratav aste; 6-kummide pumpamise suruõhupallooni; 7-tõukemõttel; 8-dünamomeetrilised poolteljed; 9-viles ratas dünamomeetrilisteks mõõtmisteks; 10-kapp; 11-vedru; 12-esiratta pöörete andurid; 13-kütusekulu mõõteaparatuur; 14-aknakatted



Joon. 36. JSA järelveetav tasasusmõõtur:

- 1-ratas; 2-ratta pöörete loendi; 3-raam; 4-tiisel; 5-puhver; 6-tross; 7-vedru; 8-silg; 9-arvesti; 10-amortisaatorid

Autodele asetatavate riistade puuduseks on asjaolu, et auto vedrutuse kaudu oleneb võnkumine auto tüübist ja seisukorrast, vedrude jäikusest, õhusurvest kummides, koormusest, kiirusest ja muudest teguritest, millest paljud muutuvad auto margist olenevalt.

USA-s läbiviidud uurimused näitasid, et tõukemõõtlite asetamisel autodele avaldab mõõtmistulemustele mõju ka auto omavõnkumine (vibratsioon). Seetõttu kasutatakse USA-s tasasusmõõtleid, mis töötavad auto järelhaagises (joon. 36). Riistal on profiili ja ebatasasuste potentsiomeetrilised andurid, mis kindlustavad ebatasasuste profiili ja summa pideva üleskirjutuse kahekanalilise ostsillograafi lindile.

Samuti nähakse ette ebatasasuste summaarse näidu automaatne registreerimine tollides ühe miili läbimisel. Lõigu lõpp märgitakse kirjutusseadme sule ümberlülitamise teel. Sulg registreerib profiili ja ebatasasuste summaarse näidu [23].

Sõidetavuse hindamiseks on välja töötatud näitude süsteem (tabel 17).

Need näidud erinevad HATI näitudest (tabel 16). Erinevused on arvatavasti tingitud järelhaagises töötava riista eriolukorrast või suurest nõudlikkusest teede sõidetavuse osas.

Tasasusmõotli näidud Illinoisi osariigis

Teekatte tasasuse hinnang	Tõukemõotli näidud üle- viiduna cm/km	
	pooljäigad katted	elastsed katted
Väga tasane	70 - 117	55 - 95
Tasane	140	117
Väikesed ebataasasused	195	164
Ebatasane	265	226
Väga ebataasane	345	296
Mitterahuldav	585	515

18. Teekatte kareduse hindamine

Teiseks tähtsaks sõidetavust iseloomustavaks näiduks peale tõukemõotli näidu on teekatte karedusaste. Seda hinnatakse antud teelõigul autoratta ja teekatte pinna vahelise haarde suuruse järgi. Igat teekatte liiki iseloomustab erinev haare. Isegi äsjaehitatud teekattel võib olla nõrk haardumine. Seni hea haardega teekatted võivad aga aja jookul kuludes või looduslike tingimuste tõttu (näit. vihm, lumi, kiillasjääd, pori jne.) selle kaotada.

Katte karedust hinnatakse tema haardeteguri suuruse järgi. Autokummide ja teekatte vaheline haardetegur määratakse auto liikumisel mitmesuguste

kiirustega erinevas olukorras olevail teekatteil (peamiselt kuival ja märjal). Tehakse vahet haardeteguritel piki ja põiki teed libisemisel. Teekatte kareduse hindamisel loetakse küllaldaseks iseloomustada seda pikilibisemisel esineva haardeteguri φ kaudu. Isegi kõrge haardeteguriga karedad katted kaotavad juba vähesel kulumisel oma esialgsed omadused mineraalmaterjali väljaulatuvate osade mahakulumise tõttu. Seetõttu saame kõige õigema hinnangu tee sõidetavuse ja katte kareduse kohta, kasutades mõlemaks otstarbeks laboratooriumautosid või -haagiseid, mis annavad samuti objektiivsed näidud.

Tabelis 18 on toodud olenevalt kummide tüübist φ suurused teekatte normaalolukorra juures.

Tabelis 19 on toodud φ suurused madalsurvekummide puhul erinevate kattetüüpide ja olukorra juures. Uurimuste tulemusel on kindlaks tehtud, et kui $\varphi < 0,4$, on liiklus teel ohtlik.

Arvestades teekatte kareduse suurt tähtsust liiklusohutuse tagamisel on paljudes riikides ja NSVL-s välja töötatud mitmesuguse konstruktsiooniga riistad haardeteguri ja teekatte kareduse määramiseks. Pikihaardetegur määratakse valemi

$$\varphi = \frac{v^2}{254 L} \quad (16)$$

järel. Seejuures on L auto pidurdusteed, mida mõõdetakse antud teelõigul mitmesuguste liikumiskiiruste juures. Kaudselt võib ka juba pidurdustee-

konna pikkuse järgi otsustada ratta ja teekatte haarde suuruse üle (tabel 20).

Tabel 18

Mitmesugust tüüpi autokummide haardetegurid kuiva ja puhta teekatte puhul

	φ
Balloonkummid	0,8 - 0,85
Madalsurvekummid	0,7 - 0,75
Kõrgsurvekummid	0,6 - 0,65
Massiivkummid	0,5 - 0,55

Tabel 19

Madalsurvekummide haardetegurid teekatte mitmesuguste pindade puhul

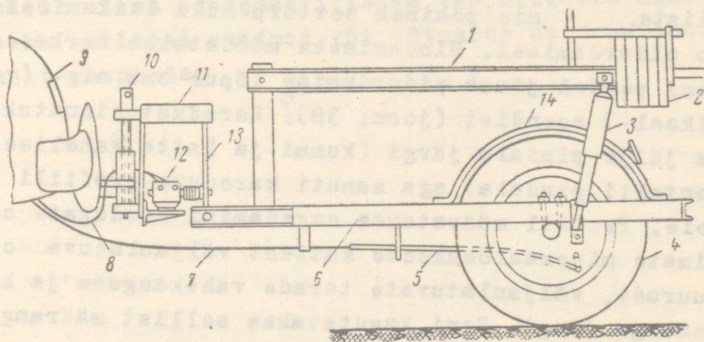
	φ
Kuiv, täiustatud kate	0,6 - 0,75
Määrduvad, täiustatud kate	0,3 - 0,50
Tihenenud lumi	0,25 - 0,35
Jäätunud tihenenud lumi	0,16 - 0,21
Jäide	0,06 - 0,15

Ratta ja märja teekatte haarde iseloomustus auto pidurdusteedkonna pikkuse järgi 60-km tunnikiiruse ja kulunud protektori puhul

Haarde iseloomustus	Pidurdusteedkond mitte üle m
Väga hea	15
Hea	15 - 20
Rahuldav	20 - 25
Mitterahuldav	25 - 30
Halb	üle 30

Need mõõtmised on seotud organisatsiooniliselt keerukate katsetega, selleks on vaja mõõteriistadega varustatud spetsiaalseid autosid. Need katsetused-mõõtmised osutuvad kulukaiks ka autokummide kiire kulumise tõttu ja järskudest pidurdamistest auto seadmetele tekkivate mõjude tõttu. Peale selle on nad ohtlikud suurte kiirustel vajalike pidurdamiste pärast. Valemi (16) järgi määratav haardetegur ei muutu kiirusest olenevalt lineaarselt. Seetõttu osutub täpsemaks haardeteguri määramine liikumisaeglustuse järgi, kuna aeglustus on võrdeline libisemise reaktiivjõuga. Pikihaardetegur määratakse nii ratta veeremisel koos libisemisega, kui ka täielikul libisemisel. Kasutades dünamomeetrilisi järeelhaagiseid osutub otstarbekamaks mõõta märja teekatte haardetegurit rataste täieliku pidurdamisega (blokeerimisega).

Joonisel 37 on toodud MATI dünamomeetriline järelhaagis, millega saab ostsillograafi abil täielikul pidurdamisel mõõta veojõudu ja määrata selle abil haardetegur. TTUI järelhaagis töötab automaatse juhtimisega ning elektrilise kirjutusseadmega, millega saab määrata reaktiivset pidurdusmomenti. Mõõtmistulemuste läbitõötamisel igal ostsillogrammil saame pidurdusjõudude suurused rataste täielikul pidurdamisel. Haardeteguri väljaarvutamisel võetakse ostsillogrammil aluseks pidurduse alguse ja lõpu kõrgpunktide keskmine amplituud.



Joon. 37. MATI dünamomeetriline järelhaagis
 1 - amortisaatori koormamise raam; 2 - metallket-
 tad; 3 - amortisaatorid; 4 - ratas kummiga 4,5x9,0;
 5 - pidurdustõmmits; 6 - kanderaam; 7 - painduv
 tross; 8 - elektrijuhe; 9 - auto; 10 - telg; 11 - dü-
 namograaf; 12 - induktiivandur; 13 - vedru; 14 - po-
 rilaud

VNFSV Autotranspordi ja Maanteede Ministeeriumi Autotranspordi Teadusliku Uurimise Instituut (НИИАТ) töötas välja ja valmistab dünamomeetrilisi järeelhaagiseid haardeteguri määramiseks [16]. See tõttu on nüüd teede liiniteenistustel võimalik hinnata teede sõidetavust ning võtta viivitamatult tarvitusele abinõud teekatte kareduse suurendamiseks. Sellega vähenevad tunduvalt avariid ja õnnetusjuhtumid, mis on tingitud teede olukorrast.

Koos haardeteguri määramisega mõõdetakse katte karedust. Kareduse hindamiseks on soovitatud Lerou riista, mis põhineb sektorpendli liikumisel auto pidurdamisel. Hindamiseks mõõdetakse nurka, mileni pendel jõuab pidurdamise lõpul oma alg- (vertikaal-) asendist (joon. 38)^{x)}. Karedust hinnatakse ka jälje pindala järgi (kummi ja katte vahelise kontakti pindala) aga samuti kareduse profiili järele. Profiil määratakse sagedamini korduvate suurimate mineraalosakeste kattest väljaulatuva osa suuruse, väljaulatuvate terade vahekauguse ja kaldenurga järgi. Seni kasutatakse sellist määrangut vaid teaduslike uurimistööde puhul.

Viimaste aastate kogemused on näidanud, et haardeteguri tunduvat suurenemist ja selle kausaagset säilitamist ei saavutata ainult katte kareda pinna ehitamisega.

Teadus ja tehnika peab autode pidurdusseadmeid täiustama ning tootma ratsionaalsema kujuga ja parema muustriga ning hüstereesest kummist proktoreid jne.

^{x)} Vt. lk. 45 joonealust.

Ainult auto- ja kummikonstruktorite ühiste jõupingutustega saab liiklust muuta ohutumaks kõrge haardeteguriga.

Järeldus. Teekatete ja -katendite seisukorra ja tee sõidetavuse hindamiseks on loodud kaasaegsed seadmed, mis võimaldavad teha mõõtmisi autode sõidukiiruse juures ilma üldist liiklust takistamata. Põhimised neist on: kulumismõõtel, vajumimõõtel (katte tugevuse hindamiseks) ning tõukemõõtlitega dünamomeetrilised järeelhaagised (ebatasasuste ja kareduse mõõtmiseks). Seetõttu peaks kõigil teedemajandail olema süstemaatiliseks tee olukorra hindamiseks sellised seadmed või võimalus neid perioodiliselt kasutada.

19. Remonditööde koostus

Üksikute deformatsioonide või purustuste kõrvaldamisel tehtavate tööde jaotamisel ühte või teise remondiliiki võib vastavalt teede remonditööde klassifikatsioonile täpsustada tööde koostuse.

Jooksva remondi käigus kõrvaldatakse kõik väiksemad teekatte purustused. Siia ei kuulu tööd, mis on tingitud teekatte kulumisest või purunemisest nõrga katte või muldkeha tõttu.

Nii kõrvaldatakse jooksva remondiga lõõgiaugud, teekatte serva murenemised, üksikud praod, roopad, koorumine, lained, trepp ja muud väiksemad kahjustused. Peale selle karestatakse jooksva remondi käigus teekatted. Tasasuse parendamiseks puistatakse mistahes tüüpi katetele peenkillustiku või peent kruusa. Tolmutõrjeks kasutatakse kaltsiumkloriidi, tõrva, bituumenit või mõnda muud analoogilist materjali.

Keskmise remondi käigus asendatakse peale üksikute teekatte purustuste või deformatsioonide kõrvaldamise veel teekatte kulunud osad. Seda tehakse kas teekatte järelejäänud osa kulumiskindluse tõstmisega või teekatte paksuse suurendamisega uue kulumiskihi rajamise näol. Sellised kulumiskihid tehakse kas pindamisega või siis uue kohapeal või seguris valmistatud materjalist kattekihi laotamisega. Täiustatud katteid paksendatakse uue as-

faltbetoonikihiga. Liht- ja siirdekatteid paksendatakse mitmesuguste mineraalmaterjalide (killustik, kruus, šlak jt.) puistamisega teele. Sillutised remonditakse kivimaterjali lisamisega ja aluse liiva asendamisega.

Teede remonditööde klassifikatsiooni järgi tugevdatakse (paksendatakse) ja laiendatakse kapitalremondi käigus teekatet mitte rohkem kui ühe sõiduraja võrra. Seejuures jääb vana kate alusesse, peale aga ehitatakse uus täiustatud kattetüüp. Vanadele tsementbetoonkatetele ehitatakse uus kiht asfaltbetoonist. Sillutiskatted ehitatakse ümber aluse liiva täieliku või osalise asendamisega.

Äärekivid ja täiustatud katete kindlustatud servad tehakse monoliitsetest või monteeritavast betoonist, tahutud kividest või mõnest muust materjalist.

Vene NFSV AT ja MM käskkirjaga nr. 78 9.märtsist 1963. a. kinnitatud teede remonditööde klassifitseerimise juhendis on toodud tee elementide gruppide ja remontide liigi järgi kõigi tööde loetelu.

Tööde liigid								Rekonstrueerimine	
Korrasoid		Jooksev remont		Kesemine remont		Kapitaalremont		enne	järel
enne	järel	enne	järel	enne	järel	enne	järel		

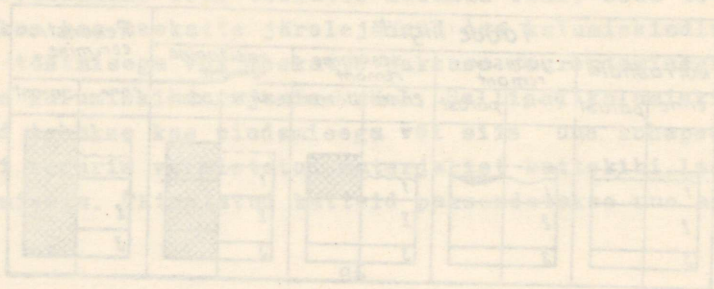
Joon.39. Teekatendi elementide muutumine remontide tagajärjel

Et näidata eri remondiliikides tehtavate tööde erinevusi ja kapitaalremondi ning rekonstrueerimise vahet, on joonisel 39 toodud kõigis remondiliikides tehtavate tööde tinglik skeem. Punktiiriga on näidatud teekatte esialgne pind, pideva joonega - tegelik remondieelne pind, pideva tugeva joonega - teekatte pind peale remonti, arvestades perspektiivset liiklusintensiivsust, antud remondi käigus muutmisele tulevad osad on kahtepidi viirutatud.

Tabeli 21 valemities toodud indeksid: e - esialgne, f - faktiline, a - arvutuslik, p - peale antud remondi läbiviimist.

Sellele joonisele on toodud veel täiendavalt tee eksploatatsiooniliste näitude suhtelised väärtused enne ja pärast remonti või võrdluseks ka enne ning pärast rekonstrueerimist.

Üeldust võib teha järelduse, et teede remontimisel tuleb täpselt kinni pidada kehtestatud klassifikatsioonist ning määrata keskmine ja kapitaalremont, arvestades teele Vene NFSV AT ja MM klassifikatsiooniga antud kategooriat.



Eksploatatsiooniliste näitude muutmine remontidega

Mõit	Tähis-	Remonditööde liigid								Rekonstrueeri-	
		Korrashoid		Jooksev remont		Keskmine remont		Kapitaalremont		enne	pärast
		enne	pärast	enne	pärast	enne	pärast	enne	pärast		
Kiirus	v	$v_f < v_a$	$v_f \leq v_a$	$v_f < v_a$	$v_f \leq v_a$	$v_f < v_a$	$v_f = v_a$	$v_f < v_a$	$v_f = v_a$	$v_f < v_a$	$v_f = v_{p.a}$
Haarde-	φ	$\varphi_f < \varphi_a$	$\varphi_f \leq \varphi_a$	$\varphi_f < \varphi_a$	$\varphi_f \leq \varphi_a$	$\varphi_f < \varphi_a$	$\varphi_f = \varphi_a$	$\varphi_f < \varphi_a$	$\varphi_f = \varphi_a$	$\varphi_f < \varphi_a$	$\varphi_f = \varphi_{p.a}$
Kulumine	h	$h_f > h_e$	$h_f > h_e$	$h_e > h_e$	$h_f > h_e$	$h_f > h_e$	$h_f = 0$	$h_f > h_e$	$h_f = 0$	$h_f > h_e$	$h = 0$
Deformat-	E	$E_f < E_e$	$E_f < E_e$	$E_f < E_e$	$E_f < E_e$	$E_f < E_e$	$E_f > E_e$	$E_f < E_e$	$E_f > E_e$	$E_f < E_e$	$E_f = E_{p.a}$
siooni-	ℓ	$\ell_f > \ell_e$	$\ell_f > \ell_e$	$\ell_f > \ell_e$	$\ell_f > \ell_e$	$\ell_f > \ell_e$	$\ell_f > \ell_e$	$\ell_f > \ell_e$	$\ell_f < \ell_e$	$\ell_f > \ell_e$	$\ell_f \leq \ell_{p.a}$
moodul või											
läbivaajum											
Liiklus-	N	$N_f > N_e$	$N_f > N_e$	$N_f > N_e$	$N_f > N_e$	$N_f < N_e$	$N_f < N_e$	$N_f < N_e$	$N_f < N_e$	$N_f > N_{e.a}$	$N_f < N_{p.a}$
intensi-											
viivsus											

20. Eksploatatsioonitegurid

Eksploatatsiooni käigus tekivad ja suurenevad pidevalt deformatsioonid, purustused ja teekatte kulumine, väheneb teekatte tugevus. Halvenevad tee eksploatatsioonilised omadused, langeb kiirus, sõit muutub sagenenud tõugete ja kõikumiste tagajärjel ebamugavaks, väheneb tee karedus- ja haardetegur, suureneb avariide oht. Seetõttu tuleb teekatte ja teiste tee elementide seisukorda pidevalt jälgida, et saada objektiivseid andmeid tee seisukorrast ja teha kindlaks remondiks vajalikud tööd. Selleks on kasutusele võetud eksploatatsioonitegurid, mille suuruse järgi võib määrata teele vajaliku remondi liigi.

Teenistustegur

Tee üldise seisukorra sõidetavuse järgi määrab teenistustegur (K_t)

See näitab teekatte seisukorra vastavust arvutuslikule olukorrale ja väljendub võimaliku faktilise kiiruse (V_f) suhtega selle tee tehnilisele kategooriale vastavasse arvutuslikku kiirusesse (V_a) [määratud СНиП II-D. 5-62 (tab. 22)]

$$K_t = \frac{V_f}{V_a} \quad (16)$$

Sõidutee ja teekatte normaalse seisukorra puhul ei tohi K_t olla väiksem kui 1. Sirgematel teelõikudel, kus puuduvad järsud tõusud, langused ning ristumised ühes tasapinnas ja hea nähtavuse korral võib K_t olla üle 1.

Tabel 22

Tee kategooria	Arvutuslik kiirus km/h	Väikseim K_t
I	150	0,80
II	120	0,85
III	100	0,80
IV	80	0,75
V	60	-

Deformatsioonide ja purustuste kasvamisel sademete, kiilasjääh ning kinnituiskamise jne. korral võib K_t olla alla 1, tee täieliku sulgemise korral aga langeda 0-ni. Teede liiniteenistuse ülesandeks on hoida K_t tabelis 22 toodud suuruste piires, s.o. mitte lasta liiklemiskiirust langeda alla 1 astme võrra madalama kategooria teele määratud arvutuslikku.

Prof. A.K.Birulja [5] loeb otstarbekaks määrata K_t tõukeloendi faktilise näidu S_f suhtega arvutuslikku S_a

$$K_t = \frac{S_f}{S_a} \quad (17)$$

Seda ettepanekut põhjendab prof. Birulja sellega, et suurimat lubatud kiirust antud teekattel saab mingil määral iseloomustada tõukeloendi näiduga.

Mõningatel juhtudel on teenistustegurit ots-
 tarbekas väljendada faktilise kiiruse suhtega mitte
 arvutuslikku kiirusesse, vaid teel sõitvate või au-
 totehastes toodetavate autode tehnilisse kiirusesse
 V_t .

Teenistustegur

$$K_t = \frac{\sqrt[4]{l}}{V_t} \quad (18)$$

lubab tee seisukorda hinnata selle järgi, kuidas
 teed saavad kasutada autod, mille tehniline kiirus
 on suurem kui antud teele tema kategooriaga määra-
 tud arvutuslik kiirus. Näiteks V kategooria teedel
 on СНИП II-D. 5-62 järgi arvutuslikuks kiiruseks
 60...30 km/h, mis ei võimalda isegi sõiduautil
 "Moskvitš" kasutada maksimaalset tehnilist kiirust
 rohkem kui 30...60 % ulatuses.

Ameerika autoteede inseneride assotsiatsioon
 (AASHO) kasutab teekatte seisukorra ja liiklemis-
 mugavuse iseloomustamiseks samuti teenistustegurit.

Seejuures hinnatakse teenistustegurit viie-
 pallise süsteemi järgi. Teenistustegur leitakse kee-
 rulisest võrrandist, mille tegurid on saadud katse-
 liselt (vastavalt mitmesugustele kattetüüpidele ja
 liiklustingimustele).

Illinoisi osariigi teedeosakond muutis mõnin-
 gal määral AASHO poolt katseteede jaoks antud tee-
 nistusteguri saamise valemit. Teenistustegur saa-
 dakse järgmiselt:

a) tsementbetoonkatete puhul

$$K_t = 12,0 - 4,27 \lg S - 0,09 \sqrt{C+p}, \quad (19)$$

b) asfaltbetoonkatete puhul

$$K_t = 10,91 - 8,90 \lg S - 0,01 \sqrt{c+p} - 1,38 d^2, \quad (19')$$

milles S - tõukeloendi näit tollides ühe miili kohta,

C - pragude pikkus 1000-ruutjalase katte peal,

p - asfaltbetooniga remonditud katte pind 1000-ruutjalase katte kohta,

d - teekattes esinevate roobaste kõige sügavama koha kõrgus tollides.

Tee käikulaskmisel ei tohi teenistustegur elastsete katete puhul olla alla 4,2 ja jäikade katete puhul alla 4,5; K_t väikseim suurus, mille puhul teekate tuleb remontida, on 2,5.

Libedustegur

Kaasaegse autoliikluse arengu ja intensiivsuse juures on teekatte seisukorra hindamine tähtis mitte ainult kui kiiruste või tõukeloendi näituse suhe.

Vahel võib välise seisukorra järgi arvata, et kate võimaldab liikuda suure kiirusega, kuid vähesel kareduse ja madala haardeteguri tõttu on see ohtlik isegi kuiva ilmaga.

Teekatte hindamiseks tema haardumise järgi autokummidega kasutatakse libedustegurit, mis väljendub faktilise haardeteguri φ_f suhtega pikihaardetegurisse, mis peab normaalse seisukorraga katte

puhul olema arvutuste järgi φ_a , s.o.

$$\psi_e = \frac{\varphi\psi}{\varphi_a} \quad (20)$$

See tegur võimaldab hinnata katte seisukorda ja järelikult ka sõidetavust ning liiklusohutuse astet.

Tabelis 18 on toodud tegurid eri tüüpi kummi-
de kohta ja tabelis 19 - madalsurvekummide kohta
katte eri seisukordade puhul.

Uurimuste järgi on katted, mille $\varphi < 0,4$, ju-
ba liiklusele ohtlikud. Nii saame tabeli 19 abil
teada, et madalsurvekummide jaoks

$$K_e = \frac{\varphi_t}{\varphi_a} = \frac{0,4}{0,7} \leq 0,5 - 0,6$$

Katte ebarahuldav seisukord on ohtlik kiirel
liiklemisel. Seepärast tuleb suurt tähelepanu pöö-
rata korrashoiutöödele ja teekatte karestamisele.

Kulumistegur

Kuluvuse hindamiseks kasutatakse kulumistegurit,
milles

$$K_c = \frac{h_f}{H_0} \quad (21)$$

h_f - kulumise täielik kõrgus mõõtmise momendil mm,

H_0 - kulumiseks ettenähtud kihi paksus.

Kui kate pole üldse kulunud ($h_f = 0$), on ku-
lumistegur null. Vastavalt katte kulumisele hakkab
tegur suurenema. Teekatte normaalsel kasutamisel
ei tohi kulumistegur kasvada üle 1.

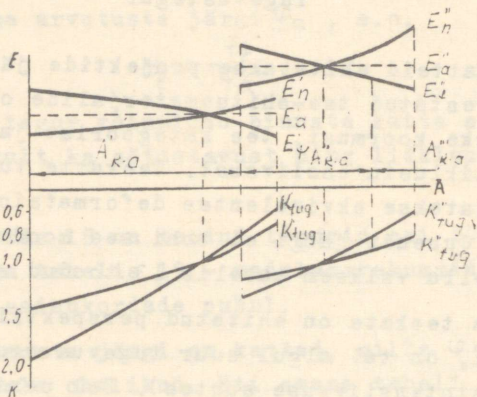
Tugevustegur

Teekatteid ehitatakse projektide järgi, milles on arvestatud tee-ehitusmaterjalide olemasolu, arvutuslikke koormusi, tee kategooriat ja perspektiivset liiklusintensiivsust. Teekatte tugevust iseloomustatakse ekvivalentse deformatsioonimooduliga E_{ekv} . Juhendi järgi ei tohi see moodul arvutustes [12] olla väiksem tabelis 13 toodud suurustest.

Kuna teekate on ehitatud perspektiivse liikluse järgi, on tal algul suur tugevusvaru (faktilise liiklusintensiivsuse suhtes). Sel perioodil on faktiline deformatsioonimoodul E_f , mis on arvutatud kihtide koostise ja paksuse järgi, suurem kui E_a , s.t. $E_f > E_a$. Kui kate oleks arvutatud esialgse intensiivsuse järgi, siis võiks nõutava deformatsioonimooduli E_n võtta väiksemaks kui arvutusliku E_a , s.t. $E_n < E_a$. Aja jooksul liiklusintensiivsus kasvab, katte tugevus aga väheneb. Perspektiivse liiklusintensiivsuse õige arvestuse, kvaliteetse töö ja õigete materjalide korral ning konstruktiivsete kihtide tugevuse vastavusel arvutustes kasutatud deformatsioonimoodulitele peavad kõigi deformatsioonimoodulite suurused olema arvestuslikuks tähtajaks võrdsed, s.o. $E_a = E_f = E_n$ (joon. 40). Edasises kasutuses väheneb teekatte tugevus veelgi ja täieliku lagunemise ärahoidmiseks tuleb kate remontida.

Teekatte tugevuse vähenemise võib kindlaks teha vähenenud deformatsioonimooduli ja suurenevate läbivajumite järgi.

Et hinnata faktilise deformatsioonimooduli



Joon.40. Tugevusnäitude muutumine aja jooksul (A-aastad); Ülal-deformatsioonimooduli muutumine - E kg/cm²; E_a -arvutuslik; E_p -faktiline; E_n -nõutav; A' ja A'' -kapitaalremontide vahelised ajad; K -tegurite väärtused; K_{tug} -tugevustegur; $K_{tug.v}$ -tugevuse varu tegur; Esimese remontidevahelise aja A' puhul on kõik näidud indeksiga primm(') teise remontidevahelise aja A'' puhul on kõik näidud indeksiga sekund('')

suhet arvutuslikku deformatsioonimoodulisse, kasutatakse tugevustegurit K_{tug} , mida vahel nimetatakse ka tugevuse vähenemise teguriks.

$$K_{tug} = \frac{E_a}{E_p} \quad (22)$$

Kui $K_{tug} \geq 1$, rahuldab katte tugevus liiklusnõudeid; kui $K_{tug} < 1$, tekib juba oht, et kate hakkab lagunema, sest tugevus on langenud alla arvutusliku ($E_p < E_a$).

NSVL teede uurimised on näidanud, et teatud tugevusvaruga katted võib kasutada isegi nende tugevusteguri (K_{tug}) langemiseni 0,8-ni. Kuid edasisel langemisel 0,7-ni, laguneb teekate kiiresti. Alla 0,6 K_{tug} teekatted, mis oleksid rahuldavalt sõidetavad, peaaegu ei esinegi.

On otstarbekas kasutada

$$K_{\text{uus}} = \frac{\bar{v}_t}{\bar{v}_a} \quad (22)$$

mida nimetatakse tugevuse varuteguriks, sest ta iseloomustab tegeliku deformatsioonimooduli suhet momendi liiklusintensiivsusest ja liikluse iseloomust tingitud nõutavasse deformatsioonimoodulisse.

Joonisel 40 (all) on toodud tugevustegurid ja tugevuse varutegurid, millest selgub, et varutegur arvutusliku aastani on suurem kui tugevustegur, edasi aga muutub sellest väiksemaks.

Intensiivsustegur

Ehitatud teekate on arvestatud mingi perspektiivse arvutusliku liiklusintensiivsuse K_2 järgi. Liiklus kasvab iga aastaga ja seda võib väljendada geomeetrilise progressiooniga, teguriga q . Teekatte projekteerimisel võetakse liikluse kasvu seasuspärasus tehnilis-ökonoomiliste põhjenduste järgi. Liiklusintensiivsuse kasv võib aga mõnede uute faktorite mõjul järsult suureneada või väheneda. Tavaliselt on tegelik liiklusintensiivsuse kasv suurem arvutuslikust. Seetõttu tuleb tee olukorra õige hindamiseks liiklusintensiivsust igal aastal kontrollida. Liiklusintensiivsuse muutusi iseloomustatakse intensiivsusteguriga.

$$K = \frac{N_t}{N_a} \quad (23)$$

Tegur annab faktilise liiklusintensiivsuse suhte teekatte arvutamisel kasutatud arvutuslikku liiklusintensiivsusse.

$K_i < 1$ puhul on teekatte töötamistingimused veel arvutuslikes piirides. Kui aga $K_i > 1$, tuleb töötamistingimuste vastavust arvutuslikele kontrollida ja määrata tugevustegur. Samas tuleb kindlaks teha, kas faktiline liiklusintensiivsus ei ületa СНИП II-D, 5-62-s antud tee kategooria jaoks kehtestatud intensiivsuse piire. Seetõttu on parem kasutada intensiivsustegurit, mis kujutab endast tegeliku liiklusintensiivsuse suhet СНИП II-D, 5-62 kehtestatud liiklusintensiivsusse, s.o.

$$K_{ai} = \frac{N_i}{N_{ak}} \quad (24)$$

N_a suurused on toodud tabelis 23.

Tabel 23

Liiklusintensiivsus piirväärtused eri kategooriaga teede jaoks

Tee kategooria	Maksimaalne liiklusintensiivsus (aasta keskmine autode arv ööpäevas)
II	6000
III	3000
IV	1000
V	200

Esimese osa punktis 8 on juba märgitud liikluskoostuse suurt tähtsust. Juhul kui liiklusintensiivsuse kasvu arvutuslikes piirides toimub suuri mündatusi liikluskoostuses, võib K_i ja K_{ai} leidmine valemite (23) ja (24) järgi anda ekslikke tulemusi, eriti kui suureneb raskete liiklusvahendite

arv. Sellepärast tuleks intensiivsusteguri leidmisel tegelik ja arvutuslik intensiivsus taandada tingautole. Nüüd avaldub intensiivsustegur valemiga

$$K_{ting-i} = \frac{N_{ting-i}}{N_{ting-a}} \quad (25)$$

Tingautode arvu kasutamisega saadud intensiivsustegurit ei saa hinnata valemi (24) järgi, sest СНИП II-D. 5-62 on antud intensiivsus tegelikes autodes.

21. Eksploatatsiooniteguri määramine

Eksploatatsioonitegureid on soovitav määrata igal aastal kindlal ajal. Selleks tuleb tee mõõtmiste ja katsetuste abil määrata tema elementide, eriti teekatte seisukorda iseloomustavad andmed.

Olenevalt eksploatatsiooniteguri liigist viiakse läbi spetsiaalsed tööd, et saada selle leidmiseks vajalikud andmed.

Teenistusteguri määramine

Teenistusteguri määramiseks tuleb teada V_{ℓ} või S_{ℓ} . Tegeliku võimaliku kiiruse võib määrata spidomeetri järgi, sõites teel sõiduautoga, mis võib arendada arvutuslikku kiirust. V_{ℓ} võib leida ka kameraalselt N.F. Horošilovi arvutusmeetodi järgi. Meetod põhineb erinevate kallete, kurviraadiuste, nähtavusega jne. teelõikudel arendatavate võimalike kiiruste graafikute ja teetrassi plaani ning pikiprofiili kasutamisel. S_{ℓ} määratakse tee läbisõitmisel tõukemõttliga varustatud autoga. Teenis-

tusteguri saamiseks võetakse S_t tegelike määrangu-
te alusel ja S_a tabeli 16 lahtritest 1 või 2.

Libedusteguri määramine

Libedusteguri määramiseks tuleb mõõta fakti-
line haardetegur φ . Selleks kasutatakse kas Mosk-
va Autode ja Teede Instituudi, Üleliidulise Teede
Teadusliku Uurimise Instituudi või Vene NFSV AT ja
MM Autotranspordi Teadusliku Uurimise Instituudi
konstruktsiooniga dünamomeetrilist vankrit. Libe-
dustegur määratakse kui saadud φ_t suhe esialgsesse
suurusesse φ_a .

Kulumisteguri määramine

Kulumise suurus h (joon. 20) määratakse järe-
lejäänud kulumiskihi paksuse H_j mõõtmisega. Tulemus
lahutatakse esialgsest kulumiskihi paksusest H
Kulumistegur määratakse saadud kulumise h suhtega
esialgsesse kulumiskihi paksusesse H_0 , mis on selle
katte jaoks võetud tabelis 10 toodud andmeid arves-
tades.

Tugevusteguri määramine

Tugevusteguri määramiseks on vaja määrata tee-
katte tegelik deformatsioonimoodul $E\varphi$, kuid selle
mõõtmine on keeruline ja aeganõudev. Palju kaasaeg-
sem ja õigem on teekatte tugevuse hindamine pikaaja-
lisel koormamisel saadud elastsusmooduli E_e abil
[10]. See on eriti tähtis I...III kategooria teede

puhul. Teades teekatte läbivajumit ℓ_2 on kerge leida \bar{E}_e Tugevusteguri saame tegeliku ja arvutusliku pikaajalise koormamise elastsusmoduli suhtest.

$$K_{etug} = \frac{E_e \cdot \ell}{E_e \cdot a} \quad (26)$$

Asendades valemis $\bar{E}_{e\ell}$ ja \bar{E}_{ea} valemitest (1) ja (15), saame

$$K_{etug} = \frac{E_e \cdot \ell}{E_e \cdot a} = \frac{p \cdot D \cdot \ell_{ea}}{\ell_{ea} \cdot p_a \cdot D_a} = \eta \frac{\ell_{ea}}{\ell_{e\ell}} \quad (27)$$

Kuna arvestusliku perspektiivse töötamisperioodi jooksul $p \cdot D$ ei muutu ja $\eta = 1$, võib tugevusteguri lihtsalt avaldada tegeliku ja arvutusliku läbivajumi suhtena:

$$K_{etug} = \frac{\ell_{ea}}{\ell_{e\ell}} \quad (28)$$

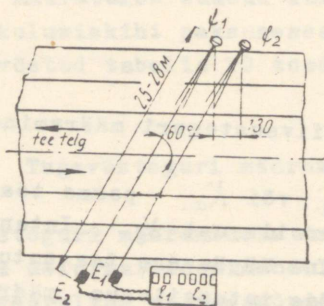
Samuti võime avaldada tugevuse varuteguri kas siis pikaajalise koormamise elastsusmodulite või läbivajumite suhtena

$$K_{vetug} = \frac{\ell_{ea}}{\ell_{e\ell}} \quad (28')$$

Intensiivsusteguri määramine

Et määrata K_ℓ või $K_{a\ell}$ peame teadma tee tegelikku liiklusintensiivsust N_ℓ . Intensiivsuse määrab aasta keskmine ööpäevane tee antud kohta läbinud autode arv. Tee intensiivsus määratakse liiklusloenduse abil. Et kontrollida teekatte paksust, peame teadma mitte ainult autode arvu, vaid ka tüüpe, et taandada neid tingautodeks [12]. Kehtivate

juhendite kohaselt viiakse liiklusloendus läbi 15...24 valikuliselt saadud päeval aastas kindlaks määratud liiklusloenduspunktides. Saadud andmete põhjal määratakse aasta keskmine ööpäevane liiklusintensiivsus, mis väljendatakse liiklusvahendite üldise arvu ja liikide hulgas. Selle loenduse puuduseks on asjaolu, et me ei saa andmeid iga päeva kohta aastas, vaid mingi keskmise aasta intensiivsuse. Samuti jääb teadmatuks kogu aasta summaarne liiklus. Ja seda suure tööjõukulu tõttu loendusel. Seetõttu tuleb üle minna mehhaniseeritud loendusele. Esimeseks automatiseeritud loendiks oli V.A. Stefanovski ja A.P. Aleksejevi fotoelektriline loendi. Selle (joon. 41) tööprintsip on järgmine. Fotoelemendile suunduva valguskiire katkestab läbisõitev auto ja valgustustugevuse muutus kutsub fotoelemendis esile elektriimpulsi, mille registreerib loendi.



Joon.41. V.A. Stefanovski ja A.P. Aleksejevi süsteemi fotoelektrilise loendi asetuse skeem

A.P. Aleksejevi pneumaatilise loendi moodustab üle tee asetatud kummivoolik. Voolikust ülesõitev auto surub selle kokku ja loendina töötav membraan registreerib õhurõhu muutuse. Konstrueeriti ka analoogiline hüdrauliline loendi.

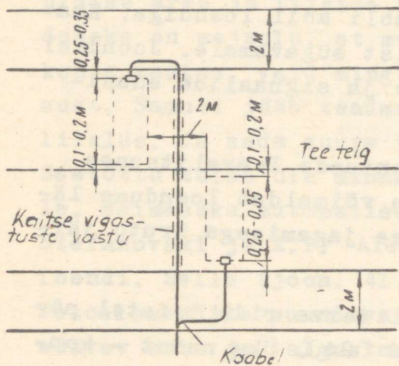
Läti NSV AT ja MM Maanteede Valitsus soovitab mitmekanalist elektronloendit MC Д -60. See põhineb pooljuhtseadmetel ja võimaldab eraldi loendada veoning sõiduautosid. Seadet võib toita nii üldisest elektrivõrgust kui ka 12-voldistest akupatareidest. Loendi töötab katkematult terve ööpäeva. Punkti lähedale teekattes asetatakse 8...10 cm sügavusse raamid, mis on ühendatud kaabli abil loendiga. Kaabel asetatakse külmumispiirist sügavamale. Joonisel 43 on näidatud raami asetuse ja signaalide edasiandmise skeem.

Vene NFSV AT ja MM Maanteede Peavalitsuses projekteeritakse seadet, mis võimaldab loenduse läbi viia koos autode samaaegse jagamisega bruto järgi gruppidesse.

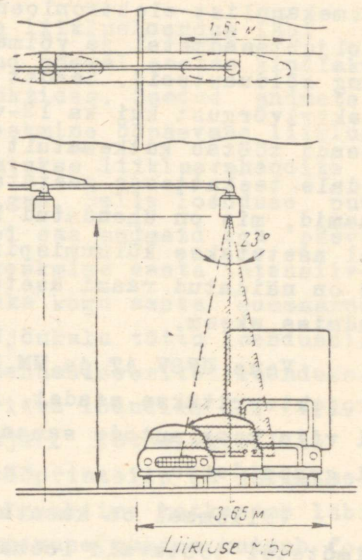
Välismaal on kasutusel terve rida teistel põhimõtetel töötavaid loendeid [24]. Üks neist - kontaktala - koosneb plaadist; mille all on vedru. Kui auto sõidab plaadile, paindub see läbi ja vedru puudutus sulgeb vooluringi, kust elektriimpulss antakse edasi juba loendisse.

Magnetiline seade kujutab endast magnetit, mis asub teekatte alla 25...30 cm sügavusse paigutatud torus. Liikuv auto mõjutab magnetvälja, mis juures magnetvälja jõujooned lõikavad magnetimähise keerde, tekitades selles pinge impulsi, mis suunatakse rele poolt tugevdatuna loendisse.

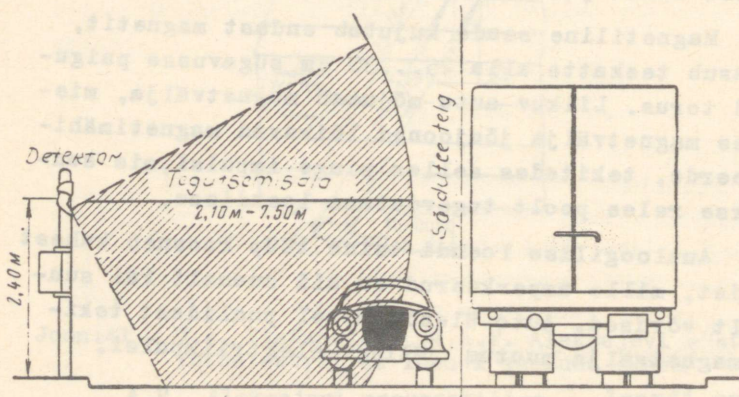
Analoogilise loendi teine tüüp koosneb kahest poolist, mille amperkeerud on nii suunalt kui suuruselt võrdsed. Auto ülesõitmisel poolidest tekitab magnetvälja muutus jällegi elektriimpulsi.



Joon.43. Elekterloendi MGA -60 raamide sõiduteele paigutuse skeem



Joon.44. Infrapunasel kiirgusel töötava loendi töötamise skeem



Joon.45. Ultrahelil põhineva loendi tegevusala

Radiolokaatorloendi põhineb Doppleri efektil. Seade kiirgab välja kitsa kimbu elektromagnetilisi laineid ja kontrollib pidevalt vastuvõtjasse tagasipeegeldunud lainete sagedust. Sageduse muutumine kutsub esile impulsi, mille registreerib loendi. Radiolokaator riputatakse üles teekatte kohale ja ta kiirgab laineid ülalt alla teepinnale ning läbisõitvatele autodele.

Infrapunasel kiirgusel põhinev loendi kasutab valguslaineid pikkusega $3,75 \times 10^{-2}$ kuni $7,5 \times 10^{-5}$ cm.

Aktiivsetel seadmetel on valgusallikas ja ta kiirgab infrapunaseid kiiri ülalt alla. Kui auto lõikab kiirtekimbu läbi, siis peegeldub osa kiiri tagasi ja kutsub vastuvõtjas (joonis 44) esile impulsi.

Passiivsed seadmed koosnevad ainult vastuvõtjast, mis registreerib autode poolt väljasaadetava infrapunase kiirguse.

Ultraheliloendid saadavad teepinnale kitsa vihu ultrahelilaineid, mis peegelduvad tagasi vastuvõtjasse. Kui auto katkestab kiirte vihu, tekib vastuvõtjas impulss. Seadise eelis on see, et ta asub tee servas (joon. 45).

22. Remonditööde ülesanne

Iga aasta kevadel, peale talviseid töid, ja sügisel, enne talve algust, tuleb teekatte, sõidutee ja muude elementide seisukorda kontrollida. Seada ei tule teha mitte ainult visuaalse vaatluse teel, vaid määrata ka eksploatatsioonitegurid, mis

iseloomustavad tee seisukorda, võimaluse korral iga kilomeetrit.

Tee üldist seisukorda hinnatakse teenistusteguril põhjal. Kui tegur, mis on määratud kiiruste suhtega $\frac{V_f}{V_a}$ on väiksem kui üks, tuleb kindlaks teha sõidetavuse halvenemise põhjused. Faktilise kiiruse langemine allapoole arvutuslikku võib antud kategooriaga teel olla põhjustatud tee uuritava plaani- ja profiilelementide mittevastavusest selle kategooria normidele. Sellised puudused kõrvaldatakse kapitaalremondiga.

Faktilise kiiruse langemine alla arvutuslikku võib olla tingitud ka talveperioodil tekkinud purustustest ja deformatsioonidest, mis kõrvaldatakse keskmise remondiga.

Ja lõpuks võib faktilise kiiruse vähendamine olla tingitud ka lihtsalt teekatte pinna halvast seisukorrast: kate on tolmune, kattel on õhuke kiht savipinnast, teel on jääkooriku jäänuseid (libedus) jne. Sel juhul tuleb teenistustegurite tõstmiseks parendada tee sõidetavust lihtsalt tavaliste hoolustöödega: puhastada tee tolmust ja porist tugeva veejoaga uhtmise teel kastmismasina ПМ-8 abil, äras-tada tolm jne.

Tee normaalse seisukorra puhul ei tohi kõik ülalloetletud puudused võimaldada faktilise kiiruse langemist alla ühe kategooria võrra madalamale teele määratud kiiruse. Sel juhul ei tohi teenistustegur olla alla 0,75. Vastasel juhul viitab see tee täielikule hooletussejätmisele ja tehnilisele kategooriale mittevastavusele.

Tõukemõttliga varustatud autoga sõitmine teelõigul võimaldab teenistusteguri määrata tõukemõtt-
li faktilise näidu suhtega normatiivsesse (tabeli
16 järgi);

kui $K_c = \frac{S_t}{S_a} > 1$ ja teel ei ole ette näha ka-
pitaal- või keskmist remonti, tuleb ebatasasused
kõrvaldada jooksva remondiga.

Kui libedusteguri määramisel selgub, et kuiva
ilmaga teekatte normaalse seisukorra puhul on libe-
dustegur alla 0,5, tuleb ette näha tööd pinna ka-
restamiseks. Seda tehakse jooksva remondi korras.
Keerulisematel juhtudel, kui uus kulumiskiht tuleb
ehitada pindamise teel või mustkillustiku kihi lao-
tamise teel, tehakse seda keskmise remondiga.

Katte kulumist ja kulumiskihi pak-
suse varu hinnatakse kulumisteguriga. Sel eesmärgil
mõõdetakse tee põikprofiilidel, kuhu on paigutatud
feeperid, katte paksused ja arvutatakse kulumine.
Kui kulumistegur on alla 1, võib otsustada teekatte
kulumiskihi järelejäänud osa paksuse üle. Kui aga
 $K_k > 1$, mis vihjab sellele, et H_0 on täielikult
ära kulunud, tuleb tee määrata keskmisse remonti.
Enne seda tuleb aga kontrollida, kas üksikutel tee-
lõikudel pole vaja läbi viia kapitaalremonti.

Teekatte tugevuse hindamiseks määratakse tu-
gevustegur. Selleks kasutatakse Moskva Autode ja
Teede Instituudi ning Maanteede Peavalitsuse Kesk-
laboratooriumi vajumimõttlit. Mõõdetakse kevadel,
kindlal perioodil - muldkeha pinnase sulamise algu-
sest kuni sulamise lõppemiseni. Et see periood on
väga lühike, tuleb mõõta kiiresti, et haarata või-

malikult rohkem teelõike. Praegu uuritakse Moskva Autode ja Teede Instituudis vajumite erinevusi ole-nevalt aastaajast. Kui leitakse seos eri kuudel mõõdetud läbivajumite vahel, siis saab ka Nõukogude Liidus nagu Ungari Rahvavabariigiski katte tugevus-omadusi määrata mitte ainult kevadel, vaid ka sügisel ja suvel (talvel ei ole see võimalik muldkeha täieliku läbikülmumise tõttu). Mõõtmised viiakse esmajärjekorras läbi teel, kus vaatluste tulemused on näidanud teekatte tugevuse mittevastavust arvu-tuslikule.

Kui tugevustegur on üle 1, võib lugeda, et teekatte tugevus vastab arvutuslikule. Kui tegur on alla 1, tuleb hoolikalt kaaluda, kas tee edasine kasutamine on võimalik ilma kapitaalremondita. Kui tugevustegur on võrdne või alla 0,8, tuleb teel lä-bi viia kapitaalremont, eriti kui ka $K_R > 1$.

Koos eeltoodud tegurite määramisega leitakse viimaste liiklusloenduse andmete põhjal ka inten-siivsustegur. Kui üksikutel lõikudel ületab inten-siivsus sellele teekategooriale ehitusnormides mää-ratud intensiivsuse, tuleb neil lõikudel teha esi-algu kapitaalremondi korras tööd, mis lähendaksid tee parameetrid kõrgema kategooria tee omadele. Kui see ei ole võimalik tööde suure mahu või kalliduse tõttu, tuleb kaaluda võimalust kas nende lõikude või kogu tee rekonstrueerimiseks.

Kui eeldatakse tee rekonstrueerimist lähemate aastate jooksul, pole seal enam mõtet läbi viia ka-pitaalremonti. Samuti ei tehta eeldatava kapitaal-remondi puhul tee keskmiist remonti. Kapitaal- või

keskmise remondi aastal piiratakse teel jooksva remondi kulutusi.

Tabelis 24 on toodud eksploatatsioonitegurite väärtused, mille alusel remondid määratakse, s.o. need väärtused, mis on enne ja peale remonti. Eksploatatsioonitegurite muutumine iseloomustab antud remondi läbiviimist.

Ekspluatatsioonitegurid, mis määravad remondi liigi

Ekspluatatsioonitegurid	Valem	Remonditööd										Rekonstrueerimine
		korrashoid		jooksev remont		keskmine remont		kapitaalremont		Rekonstrueerimine		
		enne	pärast	enne	pärast	enne	pärast	enne	pärast	enne	pärast	
Teenistustegur	$K_t = \frac{V_t}{V_o}$	≤ 1 $> 0,75$	≥ 1	< 1 $> 0,75$	> 1	< 1	≥ 1	< 1	≥ 1	< 1	> 1	> 1
Libedustegur	$K_l = \frac{S_l}{S_a}$	> 1	> 1	> 1	≤ 1	> 1	< 1	> 1	< 1	> 1	< 1	< 1
Libedustegur	$K_l = \frac{Q_l}{Q_a}$	$< 0,5$	$> 0,5$	$< 0,5$	$> 0,5$	$< 0,5$	$> 0,5$	$< 0,5$	$< 0,5$	$< 0,5$	$= 1$	$= 1$
Kulumistegur	$K_k = \frac{H}{H_j}$	< 1	Ei muutu	< 1	Ei muutu	< 1	> 1	< 1	> 1	> 1	$= 0$	≥ 1
Tugevustegur	$K_{tug} = \frac{E_t}{E_o}$	$> 0,8-1$	Ei muutu	$> 0,8-1$	Ei muutu	≥ 1	> 1	≥ 1	$< 0,8$	> 1	> 1	$< 0,8$
Intensivustegur	$K_i = \frac{N_k}{N_a}$	< 1	Ei muutu	< 1	Ei muutu	< 1	Ei muutu	< 1	Ei muutu	< 1	Ei muutu	> 1
Tee kate, pööria					Ei muutu							Kõrgem esialgses

23. Variantide võrdlus ja põhjendus

Kui teele määratakse keskmine või kapitaalremont, võib tööde läbiviimiseks olla mitu varianti, seepärast tuleb teha tehnilis-ökonoomilised põhjendused ja võrrelda neid, et valida kõige ökonoomsem variant. Üldiselt võrreldakse tee ehitamise variandi valiku põhjenduseks omavahel kõigi tehtavate kulutuste summasid K_n (rublades), mis on tehtud kõogu tee kasutusaja A jooksul tee 1 kilomeetrile ühe aasta kohta, s.t. kulutused K_n šifreeritakse lahti järgmiselt:

$$K_n = [M + \sum_1^A (z+z) + mH + nK_e] - J, \quad (29)$$

milles M - 1 km tee ehituse maksumus,

A - tee kasutamise aeg tee ehitusest kuni rekonstrueerimiseni,

r - iga-aastase korrashoiu maksumus,

z - iga-aastase jooksva remondi maksumus,

n - keskmiste remontide arv A aasta jooksul,

m - kapitaalremontide arv A aasta jooksul,

K_e - keskmise remondi keskmine maksumus,

H - kapitaalremondi keskmine maksumus,

J - 1 km tee jääkmaksumus rekonstrueerimise aastaks.

Variantide võrdlusel tuleb vaadelda veel kapitaalmahutuste keskmise efektiivsuse tegurit K_{ef} , mis arvestab kapitaalmahutuste tootliku kasutamise juures tekkida võivat efekti. See saadakse järgmiselt:

$K_{ef} = (1+E)^A$ või $K_{ef} = 1+EA$, milles E on normatiivne efektiivsustegur (autoteede jaoks on E võetud $0,1$).^{x)}

Et valem (29) muutub efektiivsusteguri sisseviimisel liiga keeruliseks, ei anta siin täielikku kuju.

Keskmise remondi variantide võrdlemisel ja nendest ökonoomseima valikul tuleb samuti kui valem (29) puhul hinnata kõigi variantide kõiki kulutusi remondi tegemise aastast alates kuni järgmise keskmise või kapitaalremondini.

Arvestusse tuleb lülitada ka osa tee esialgse ehitamise maksumusest, kõik korrashoiu ja jooksva remondi kulutused ning keskmise remondi maksumus, arvestades normatiivset efektiivsustegurit.

Valem arvutuseks:

$$K_{n.kesk} = \frac{(MK_{ef} - J)A_{kesk}}{A} + \sum_1^{A_{kesk}} (r+z)K_{e.l}^{A_{kesk}-1} + K_e K_{ef}^{A_{kesk}} \quad (30)$$

Kapitaalremondi variantide võrdluse juures tuleb arvestada kõiki korrashoiu ja remondi kulutusi kuni järgmise kapitaalremondini. Tuleb silmas pida, et seostatakse kaks keskmist remonti, mille maksumust arvestatakse variantide võrdluse juures.

x) NSV Liidu TA. Uue tehnika ja NSV Liidu rahvamajanduse kapitaalvahetuste majandusliku efektiivsuse kindlaksmääramise tüüpmeetodika. Gostehizdat, 1960.

Valem arvutuseks:

$$K_{n.kap} = \frac{(MK_{ef}^{A_{kap}} - J)A_{kap}}{A} + \sum_1^{A_{kap}} (r+z) K_{ef} \frac{A_{kap-1}}{2} +$$

$$+ K_{ef} K_{ef}^{A_{kap} - A_{kesk}^1} + K_{ef} K_{ef}^{A_{kap} - A_{kesk}^1 - A_{kesk}^2} + HK_{ef}^{A_{kap}} \quad (31)$$

Teede puhul, mis on olnud käigus juba kaua aega ja mille puhul võib oletada, et selle ehitus on ennast juba täielikult ära tasunud, võib valemities (30) ja (31) esimese liikme ära jätta.

Nendes valemities jääb määramatuks A - tee kasutusaeg, mida käsitleb järgmine peatükk.

Järeldused. 1. Arvestades tee ja tee-ehitiste seisukorra ning teekatte iseärasuste tähtsust, tuleb igal aastal kindlatel tähtaegadel läbi viia teede ülevaatused ja määrata eksploatatsioonitegurite suurus.

2. Et põhjendada keskmise või kapitaalremondi töid, tuleb projektvariandid valida tehnilis-ökonomilise võrdluse alusel.

3. Kõigil teedejaoskondadel peavad eksploatatsioonitegurite määramiseks olema vastavad seadmekomplektid.

Mingite remonditööde ettenägemiseks ja selleks rahaliste vahendite ning materjalide planeerimiseks on tarvis objektiivseid tehniliselt põhjendatud remontide vaheaegu. Perioodil, mil ei olnud kindlaksmääratud remontidevahelisi aegu ja valdavaks oli segaliiklus (autod ja hobuveokid), püüti teekatte seisukorda hinnata selle töötamisvõime järgi, ilma kasutusaega arvestamata. Hiljem tuli siiski üle minna kindlatele remonditööde läbiviimise perioodidele.

24. Remontidevahelised perioodid

Remonditööde ja kulutuste plaanimine tingib selliste näitude kasutuselevõttu, mis peegeldavad tee kasutusaega.

Sellisteks näitudeks on remontidevahelised perioodid.

Korrashoidu ja jooksvat remonti tehakse reeglina igal aastal, keskmist ja kapitaalremonti aga perioodiliselt - teatud arvu aastate järel. Seetõttu sisaldavad remontidevahelised perioodid ainult keskmiste ja kapitaalremontide vahelisi aegu.

Aega A_{kesk} , mis kestab tee ehitamisest või rekonstrueerimisest kuni keskmise remondini või mis on kahe keskmise remondi vahel, nimetatakse keskmiste remontide vaheliseks perioodiks.

Keskmise remondiga taastatakse kulunud osa ja remonditööd haaravad põhiliselt teekatet. Seejuures eeldatakse, et kulumine h_A toimus aja A jooksul ka-

he keskmise remondi vahelisel perioodil ja $A = A_{\text{kesk}}$
 Järelikult peaks A_{kesk} olema nii pikk aeg, mil kulumine toimub H_j ulatuses, s.t. sellise kihi paksuses, mis oligi kulumiseks ette nähtud (tab. 10).
 Kui võtta, et aja A_{kesk} jooksul on iga-aastane kulumine keskmiselt h_{kesk} , siis võib A_{kesk} avaldada valemiga:

$$A_{\text{kesk}} = \frac{H_0}{n_{\text{kesk}}} \quad (32)$$

Kasutades valemit (8) võib asendada $h_{\text{kesk}} = a + b n' N_{\text{kesk}}$, milles N_{kesk} on keskmise remontidevahelise perioodi aritmeetiline keskmine. Siis

$$A_{\text{kesk}} = \frac{H_0}{a + b n' N_{\text{kesk}}} \quad (33)$$

Kasutades valemit (1) ja arvestades liiklusintensiivsuse kasvu A_{kesk} aja möödumisel, on keskmiste remontide vaheline periood

$$A_{\text{kesk}} = \frac{H_0}{a + b n \eta N_{\text{kesk}}} \quad (33')$$

Tee ehitamise või rekonstrueerimise ja esimese kapitaalremondi või kapitaalremontide vahelist aega A_{kap} nimetatakse kapitaalremontide vaheliseks perioodiks. Kuna kapitaalremondi käigus taastatakse kogu teekatendi tugevus, võib A_{kap} suuruse määrata kui ajajärku, mille jooksul teekatendi tugevus, mida hinnatakse esialgse tugevuse varuteguriga $K_{\text{p.tug.v}}$ langeb antud teele lubatud tugevuse varutegurini $K_{\text{p.tug.v}}$, mis on tavaliselt mitte alla 0,8.

A_{kap} määramiseks soovitas tehn. tead. kandidaat M.B. Korsunski /18/ valemit

$$A_{kap} = 1 + \left[\frac{K_e \cdot t_{ugv}}{K_p \cdot t_{ugv}} - 1 \right] - \frac{lg \, oN_i}{lg \, q} \quad (32)$$

Teoreetiliste arvutuste, teede uurimise andmete ning keskmiste ja kapitaalremontide vaheliste perioodide väljaselgitamise alusel esitas TTUI /18/ /19/ orienteerivad remontidevahelised perioodid sõltuvalt teede kategooriast, liiklusintensiivsusest ja teekatete tüübist (tabel 25).

Keskmiised remontidevahelised perioodid, mis on direktiividena vastu võetud ja tehnilistesse eeskirjadesse [11] sisse viidud, on antud tabelis 26. Nende perioodide kasutamine võimaldab kontrollida teede liiniteenistuse tööd, plaanida remonditöid ja viia antud küsimuse sisse vajaliku täpsuse ning plaanipärasuse.

TTUI poolt esitatud ja tehnilistes eeskirjades [11] kinnitatud remontidevaheliste perioodide normid on meie arvates liiga madalad, kuna aluseks on kasutatud liiga väikesi H_0 väärtusi (tabel 10, teine lahter). Kui aluseks kasutada meie poolt esitatud H_0 väärtusi (tabel 10, kolmas lahter), siis lähenevad keskmiste remontide vahelised perioodid reaalselele ja on praktiliselt otstarbekamad.

Teekatete ja teekatendite remontidevahelised perioodid

Teekate	Liiklusintensivsus (õppäeva keskmine remontidevahelisel perioodil), autosid õppäevas												
	kuni 200	200-500	500-750	750-1000	1000-3000	3000-5000	5000-10000	keskm. remont	kapitaal remont	keskm. remont	kapitaal remont	keskm. remont	kapitaal remont
Tsementbetoon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	30
Asfaltbetoon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4-3	16-12
Kiilustik ja kruus, stabiliseeritud sildseinetega	-	-	6-5	15-16	4-2	12-8	11-6	22-18	6-4	18-16	-	-	-
Pinnas, stabiliseeritud orgaaniliste sildseinetega	4-3	3-2	2-1	6-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kiilustik ja kruus, stabiliseeritud pindamisega	-	4-3	3-2	12-8	2	8-6	-	-	-	-	-	-	-
Kiilustik:	6-5	5-3	12-9	14-12	9	12-9	-	-	-	-	-	-	-
a) 1-2. kl. kiilustikust													

Tabel 25. (järg)

Teekate	Liiklusintensiivsus (ööpäeva keskmine remontidevahelisel perioodil), autosid ööpäevas													
	kuni 200		200-500		500-750		750-1000		1000-3000		3000-5000		5000-10000	
	keskm. remont	kapitaal- remont	keskm. remont	kapitaal- remont	keskm. remont	kapitaal- remont	keskm. remont	kapitaal- remont	keskm. remont	kapitaal- remont	keskm. remont	kapitaal- remont	keskm. remont	kapitaal- remont
b) 3-4. kl. kil- lustikust	5-4	12-10	4-2	10-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pinnas:														
a) 1-2. kl. pinna- sest	6-4	14-10	4-3	10-9	3-2	9-6	-	-	-	-	-	-	-	-
b) 3-4. kl. pinna- sest	5-4	12-10	4-2	10-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Klompkivisillutus	9-7	18-16	7-6	14-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pinnas, parenda- tus liifanditega	4-3	8-6	3-2	6-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Profileeritud pin- nas	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Remontidevahelised perioodid peaksid olema kehtestatud mitte ainult statistiliste andmete, vaid ka teede ehitamise ja remondi kvaliteedi tähelepaneliku hindamise alusel. Üldiselt ei pea keskmiste ja kapitaalremontide vaheliste perioodide vastastikune suhe olema 3, selliseks on ta võetud arvutuste lihtsustamiseks.

Tabel 26

Vene NFSV AT ja MM poolt kinnitatud remontidevahelised perioodid

Kate	Keskmise remondi puhul	Kapitaalremondi puhul
Tsementbetoon	10	30
Asfaltbetoon	6	18
Must-	4	12
Immutamata killustikust	3	9
Kivi-	8	16
Kruus-	3	9
Parendatud pinnas-	3	-
Profileeritud pinnas-	2	-
Muud	2	-

25. Teede töötamisvõime

Mõiste teede töötamisvõime esitas professor G.D. Dubelir. Töötamisvõime all mõisteti seda bruto tonnides mõõdetud bruto veokoormust, teed läbinud autode arvu, mille järel tee ümberehitamine on hädavajalik.

Teede ja tee-ehitiste töötamisvõime mõiste rakendamise aluseks oli soov kehtestada teede kasutusead kindlamal alusel, kui seda on aeg. Maanteelased märkasid juba ammu, et remontidevahelised perioodid antud kliimas sõltuvad liiklusintensiivsusest. Mida suurem intensiivsus, seda lühem periood. Peale selle, nagu täpsustasid TTUI tööd [18], on töötamisvõime vaja eraldi määrata teekattel ja teekatendil.

Teekatte töötamisvõimeks (osaliseks töötamisvõimeks) nimetab professor Birulja [5] teekatte osalist kasutusega, mis määratletakse bruto tonnides teed läbinud liiklusvahendite hulga järgi, mille tagajärjel teekatet on vaja remontida. Teekatte remonditakse keskmise remondi käigus. Kui lugeda tee veokoormus püsivaks, võib teekatte osalise töötamisvõime \bar{T}_V avaldada valemiga

$$\bar{T}_V = \sum_0^{A_{\text{kesk}}} B \quad \text{või} \quad \bar{T}_V = B_{\text{kesk}} A_{\text{kesk}}, \quad (35)$$

milles B_{kesk} - keskmine veokoormus aastas miljonites tonnides perioodi A_{kesk} jooksul (keskmiste remontide vahel aastates).

Kuid töötamisvõime võib nagu intensiivsuski

kasvada geomeetrilises progressioonis teguriga q_a , mistõttu täpsem on aeg A_{kesk} :

$$T_v = B_1 \frac{q_a^{A_{\text{kesk}}} - 1}{q_a - 1} \quad (35)$$

milles B_1 - veokoormus esimesel aastal.

Teekatendi töötamisvõimeks (täielikuks töötamisvõimeks) nimetab professor Birulja osalist teekatendi kasutusiga, mis määratakse bruto tonnides teed läbinud liiklusvahendite hulgaga, mille tagajärjel teekatendi remont on vajalik.

Teekatend remonditakse kapitaalremondi käigus. Kui lugeda tee veokoormus alaliseks, võib täieliku veokoormuse T_{VO} väljendada valemiga

$$T_{VO} = \sum_0^{A_{\text{kap},a}} B \quad \text{või} \quad T_{VO} B_{\text{kap}} A_{\text{kap}}, \quad (36)$$

milles B_{kap} - keskmine veokoormus brutos (miljonites tonnides) perioodi $A_{\text{kap},a}$ jooksul (kapitaalremontide vahel aastates) (tabel 25)

Või analoogiliselt väljendusega (35)

$$T_v = B_1 \frac{q_a^{A_{\text{kap}}} - 1}{q_a - 1}$$

Professor Birulja esitab näitlikud töötamisvõime suurused 6...7 m sõidutee korral (tabel 27) oluliste kaalu, liiklusvahendite ja liiklusintensiivsuse muutuste ning nende mõningate keskmiste väärtuste puudumisel.

Osaline ja täielik töötamisvõime

Katte tüüp	Töötamisvõime miljonites tonnides	
	osaline (teekate)	täielik (teekatend)
Tsementbetoon	20	30
Asfaltbetoon:		
a) killustik- ja tsementbetoonalusel	10	40
b) sillutisel	6	25
Stabiliseeritud sideainetega:		
a) killustik	2,5	7,5
b) kruus	2	5
Külmasfaldist	2	7...25
Stabiliseerimata kruus	0,4...0,6	0,8...1,2
Bituumeniga stabiliseeritud rinnas	0,2...0,3	0,6...0,8

Töötamisvõime suurust ei mõjuta ainult teekatte tüüp ja teekatendi konstruktsioon, vaid ka kliima, liiklusvahendid ja liiklusintensiivsus. Isegi sama liikluskoostuse ja liiklusintensiivsuse korral etendavad looduslikud tegurid tähtsat osa: mida pikem on aeg A, seda suurem on looduslike tegurite mõju. Seepärast on vähima ajaga teede töötamisvõime väiksem, kuna looduslike tegurite mõju nendele on vähim.

Professor N.N. Ivanov [8] rõhutab seda töö-

tamisvõime iseärasust, kuid laiendab mõningal määral seda mõistet, pidades silmas, et teekatte töötamisvõime all mõistetakse autode arvu või bruto tonne teekatte taastamisremontide vahelisel perioodil (kapitaal- või keskmiste remontide vahe) antud tüüpi teekatte jaoks soodsaima liiklusintensiivsuse korral. Liiklusintensiivsuse vähenemine ja suurenemine soodsaimat intensiivsust arvestamata alandab teekatte töötamisvõimet - esimesel juhul kliimategurite mõju arvel, teisel juhul - puuduliku haardumisega teekatte struktuuri rikkumise arvel.

Nagu eeltoodust nähtub, peab prof. Ivanov võimalikuks määrata töötamisvõimet mitte ainult veo-koormuse bruto, vaid ka liiklusintensiivsuse suuruse järgi. Nähtavasti tuleb sel juhul liikluskoostus taandada mingiks üheks autotüübiks, nagu seda tehakse mittekõvade teekatendite arvutamise korral.

Prof. Birulja [4] märgib, et mõistet tee kasutusiga (ekspluatatsiooniga) rakendatakse seni teede ekspluatatsiooni ja tehnilis-ökonomiliste arvutuste praktikas seepärast, et liikluse arvestus teedel on veel ebarahuldav ja et praktiliselt on raske täpselt määrata erinevat tüüpi ja erineva kandjõuga autode arvu, mis on vaadeldava aja jooksul tee läbinud. Seoses liiklusintensiivsuse kasvuga ja teed läbiva liikluskoostuse muutumisega, mida põhjustavad tööstuses väljalastavad uued autotüübid, teekatendi nõutav tugevus mitte ei kasva, vaid kahaneb. Sellega muutub raskemaks nii osalise kui ka täieliku töötamisvõime määramine.

Tegeliku veekoormuse määramiseks liikluse ar-

vestamise päevadel peatatakse erinevatel loenduspostidel veoautod ja määratakse nende koorma kaal.

Saadav veokoormuse suurus (neto ja bruto) osutub ligikaudseks, tema saamine on aga töömahukas ja põhjustab autode seisakuid.

Liikluse arvestamise mooduste kirjeldamisel toodi ära kõik teedetehnikas teadaolevad vastavad seadmed [24]. Kuigi nad suudavad anda andmeid mitte ainult arvu, vaid ka teed läbinud autotüüpide kohta, ei võimalda nad siiski määrata autode koormust, seega ka veokoormust.

USA-s ja Inglismaal on loenduspostid veokoormuse määramiseks peale automaatarvestite varustatud veel elektronkaaludega, mis määravad veoautode kogukaalu, kui need ületavad kiirust vähendamata kaaluplatvormi.

Elektronkaalud võivad anda mitte ainult auto- de kaalu, vaid ka täieliku bruto veokoormuse vajaliku aja jooksul. Ka meil on kavatsus organiseerida loenduspostid, mis on varustatud elektronloendite ja -kaaludega. Viimaseid projekteerib ja katseb valmistada VNFSV Maanteede Peavalitsus.

Kuigi töövõime peab teoreetiliselt olema kõige täpsem näit teekatete ja teekatendite kasutusea hindamisel, tuleb veel kasutada näite, mis väljendavad teekatte ja teekatendi iga aastates.

26. Teede kasutusead (ekspluatatsiooniead)

Kõik pakutavad tehnilised abinõud ja võrreldavad variandid tuleb põhjendada tehniliste-ökonoomiliste arvutustega ja neid iseloomustatakse mitte ainult nende ehitusliku maksumuse suurusega, vaid ka nende tööga ajas. Ent mitte alati ei ole see kergesti läbiviidav. Seepärast püütakse sageli veenda, et pakutav abinõu, materjal või konstruktsioon tagavad ehitise kestvuse või pika kasutusea. Mõiste "kestvus" on määratlematu ja ei saa tehnilises mõttes kajastada tee-ehitiste tööd ajas. Kui analüüsida tee tööd ajas, võib kindlaks teha remonditööde järgmise sesooni, nende tähtsuse ja maksumuse (joon. 46).

Pärast ehitamise lõpetamist viiakse igal aastal tee-ehitiste juures läbi hooldus ja jooksev remont. Seejärel tekib vajadus keskmise remondi järele, mis määratakse teekatendi peamise elemendi, s.o. teekatte kulumisastme järgi.

Peale keskmist remonti mööduvad mõned aastad, mille jooksul viiakse läbi ainult hooldus ja jooksev remont. Seejärel on uuesti vaja teha keskmist remonti. Peale mõnda keskmist remonti (viimaste arv sõltub teekatte tüübist), tuleb teele teha kapitaalremont. Selle vajalikkus määratakse tee peamise elemendi - teekatendi järgi.

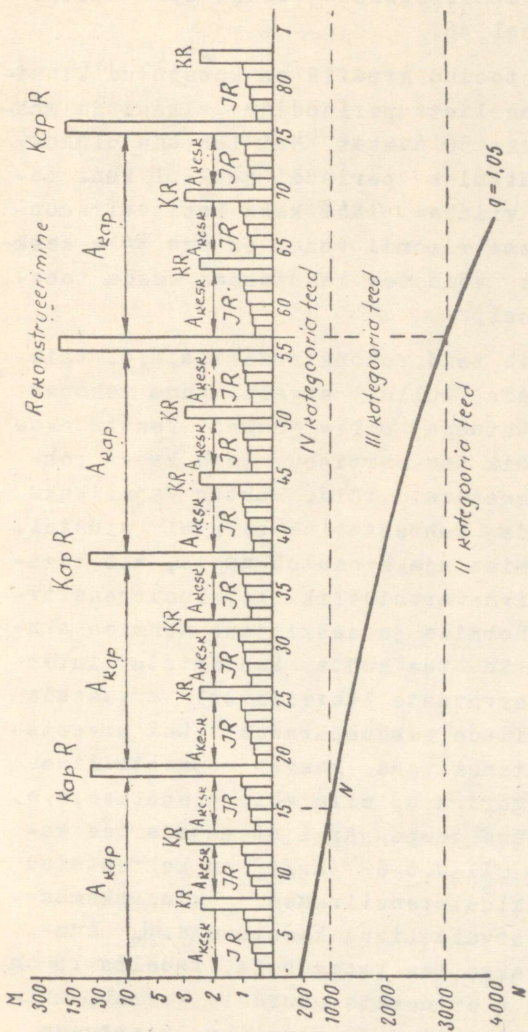
Teekatendit on vaja kapitaalselt remontida siis, kui selle tugevus osutub kasvanud liikluse, koormuste ja intensiivsuse jaoks mitteküllaldaseks. See moment määratakse siis, kui läbivajum ratta all

(mõõdetud deformatsioonimõõtliga) hakkab ületama lubatud norme ja tugevuse varutegur $K_{tug.v} < 1,0 \dots 0,8$. Peale teekatendi kapitaalremonti ja selle ning teiste tee-ehitiste tugevuse taastamist kordub jooks-vate ja keskmiste remontide tsükkel järgmise kapita-
taalremondini jne. Sõltuvalt teekatendi kapitaalsu-
sest ja liiklusintensiivsuse kasvust võib tee ehi-
tamise aastast kuni rekonstrueerimise aastani läbi
viia kaks või kolm kapitaalremonti. Keskmiste ja ka-
pitaalremontide vahelised perioodid tuleb võtta
võrdseks remontidevaheliste perioodide väärtustega
(tabel 25 ja 26).

Keskmiste ja kapitaalremontide tsükleid korra-
takse seni, kuni tekib vajadus tee rekonstrueerimi-
seks. Tee rekonstrueerimisega võib kaasenda mitte
ainult kõigi tee-ehitiste muutumine ja ümberehita-
mine seoses uute arvutuslike koormustega, vaid kõi-
gi tema geomeetriliste elementide muutmine, s.o.
asukoha muutmine plaanis ja pikiprofiilis. Rekonst-
rueerimise vajalikkuse kutsub esile liiklusintensiiv-
suse niisugune kasv, mis rekonstrueerimise ajaks
ületab antud teekategoriale СНИП II-D.5-62 kehtes-
tatud normid.

Peale tee rekonstrueerimist võib öelda, et
meil on täielikult uus tee, mis on muutnud isegi
oma suunda plaanis ja asendit pikiprofiilis. Sel-
lest momendist alates algab uue tee ja lõpeb varem
eksisteerinud tee kasutusiga. Seega võib ja peab
tee kasutuseaks lugema perioodi tema ehitamisest
(või rekonstrueerimisest) kuni rekonstrueerimiseni,
millega kaasneb tee kategooria muutmine.

III kategooria asfaltbetoonkattega tee tööta-



Joon.46. Tsükkel ajas (A-aastad) ja remonditööde M maksumus, III kategooria autoteede kasutamisega liiklusintensiivsuse N suurenemisel (N - aasta keskmine autode arv ööpäevas), iseloomustatud suurusega $q=1,05$ (q-geomeetrilise progressiooni tegur). Tingimärgid: A_{kap} - kapitaliremontide vaheline periood; AKESK - rama keekmitte remontide puhul; JR - jooksev remont; KR - keekmine remont; Kap R - kapitaliremont.

mise iseloomust remonditsükli l6ikes saab naitliku ulevaate joonisel 46.

Joonisel 46 toodud graafik on koostatud kinnitatud remontidevaheliste perioodide alusel ja määrab tee kasutuseaks 56 aastat. Kui l6htuda olukorrast, et tee kasutamise perioodi jooksul kuni rekonstrueerimiseni viiakse l6bi kaks kapitaalremonti, iga kahe kapitaalremondi vahel on aga kaks keskmist remonti, siis v6ib tee kasutusead saada tabelite 25 ja 26 alusel.

Kahjuks tuleb teid rekonstrueerida, s.o. t6ielikult uumber ehitada kullalt sageli. Kuna rekonstrueerimine enne t6htaega, mille jooksul kasutatakse t6ielikult 6ra k6ik tee-ehitised, toob kaasa rohkesti end mitte6igustavaid t6id, muutub vajalikuks teede kasutusigade kehtestamine teistel alustel. Kui rekonstrueerimise ajaks osutub aasta, mil tegelik v6i perspektiivne arvutuslik liiklusintensiivsus uletab ehitusnormide ja eeskirjade normide alusel selle kategooria tee kohta kehtestatud intensiivsuse, tuleb arvutuste l6biviimisel arvestada liikluse kasvu naitude seadusp6arasust. Kui arvestada, et liiklusintensiivsus kasvab geomeetrilises progressioonis teguriga q , siis v6ib q suuruse, s.o. liiklusintensiivsuse tempo j6rgi otsustada tee kasutusea ule. СНИП II-D.5-62 j6rgi on kehtestatud perspektiivse liiklusintensiivsuse N_a kindlaksm66ramiseks kindlad arvutuslikud kasutusead. N_a suuruse j6rgi m66ratakse tee kategooria. Tabelis 28 on toodud kasutusead q erinevate suuruste korral, mil tee peab tegelikult endise arvutusliku kasutusea l6ppemisel uuesti oma kategooriat muutma.

Üleminek		a väärtus			
kategoorialt	kategooriale	1,05	1,10	1,15	1,20
4	3	33	16	11	8
5	4	28	14	10	8
3	2	22	11	7	5
2	1	14	7	5	4

Arvutus on tehtud valemi

$$\sqrt{a} = N_{20} q^{A_x} \quad \text{põhjal,} \quad (37)$$

millest

$$A_x = \frac{\lg \frac{N_a}{N_{20}}}{\lg q}$$

milles N_a - suurim liiklusintensiivsus antud kategooria teel, mille korral tee tuleb rekonstrueerida;

N_{20} - liiklusintensiivsus kahekümnendal kasutusaastal;

A_x - see aasta peale kahekümnendat kasutusaastat, mil liiklusintensiivsus saavutab N_a väärtuse;

a - oletatav liiklusintensiivsuse kasvu tempo.

Kui arvestada, et sõjajärgsel perioodil VNFSV riiklikel teedel $a = 1,15$, siis näitab see, et teede kasutusead on tunduvalt väiksemad nendest, mis oleks määratud remontidevaheliste perioodide järgi (ja veelgi väiksemad). See näitab, et liiklusintensiivsus kasvab sellise tempoga, et tee rekonstrueerimise aeg saabub isegi varem, kui lõpeb remontide-

vaheline periood kapitaalremondi jaoks. Seepärast on tee kategooria kindlaksmääramisel vaja arvestada kaugemat tulevikku, kui СНиП II-D.5-62 normides ette nähtud (koos tegeliku liiklusintensiivsuse väärtuse N_f ja suuruse q arvestamisega). Samal ajal tuleb välja töötada niisugune teede klassifikatsioon, mille korral tee ülemineku puhul ühest kategooriast teise ei muudetaks tee kõiki geomeetrilisi elemente (s.o. muldkeha on arvestatud kõrgeimateks nõueteks) ja rekonstrueerimine väljenduks ainult tugevuses või üksikute tee-ehitiste väljavahetamises.

Et täpsustada tee kasutusea mõistet, tuleb vastu võtta järgmised definitsioonid:

Teekatte kasutuseaks tuleb pidada antud teekatte keskmiste remontide vahelist perioodi, kuna keskmine remont sisaldab peamiselt teekatte ja teiste tee-ehitiste kulumise kõrvaldamiseks tehtavaid töid.

Teekatendi kasutuseaks tuleb pidada antud teekatendi kapitaalremontide vahelist perioodi, kuna kapitaalremont sisaldab peamiselt kogu teekatendi ja tee-ehitiste tugevdamise ning remondi töid.

Tee kasutuseaks tuleb pidada perioodi tema ehitamise (rekonstrueerimise) aastast kuni rekonstrueerimise aastani, mil seoses tee üleminekuga kõrgemasse kategooriasse tuleb teda muuta plaanis ja pikiprofiilis ning ehitada ümber kõik tee-ehitised, arvestades nende uut asukohta ja uusi arvutuslikke koormusi.

Järeldused. 1. Et oleks võimalik kindlaks määrata tee rekonstrueerimise, s.o. tee ühest kategooriast teise üleviimise tähtaegu, tuleb regulaarselt ja pidevalt läbi viia liikluse arvestust autode arvu ja koostuse lõikes.

2. Tuleb organiseerida alalised liiklusloenduspunktid, mis on varustatud elektronloendite ja -kaaludega liiklusintensiivsuse ning bruto veokoormuse määramiseks korraga.

3. Tuleb kinni pidada teekatte, teekatendi ja kogu tee kasutusigadest.

Trükkimisele antud 22.04.1969. Paber 60x84, 1/16.
Trükipoognaid 10,75. Tiraaž 200. Tell. 92. MB-04743.
Trükitud Teedehituse Kesklaboratooriumi rotaprintil.

Hind 45 kop.

Hind 45 kop.