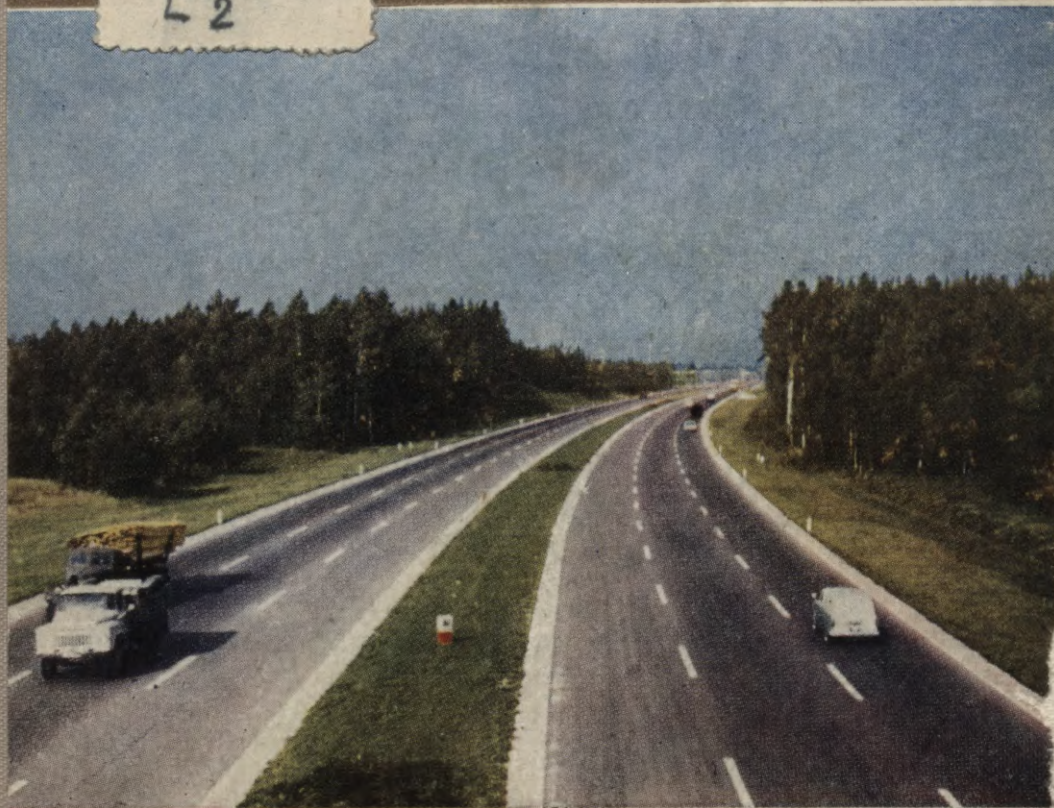


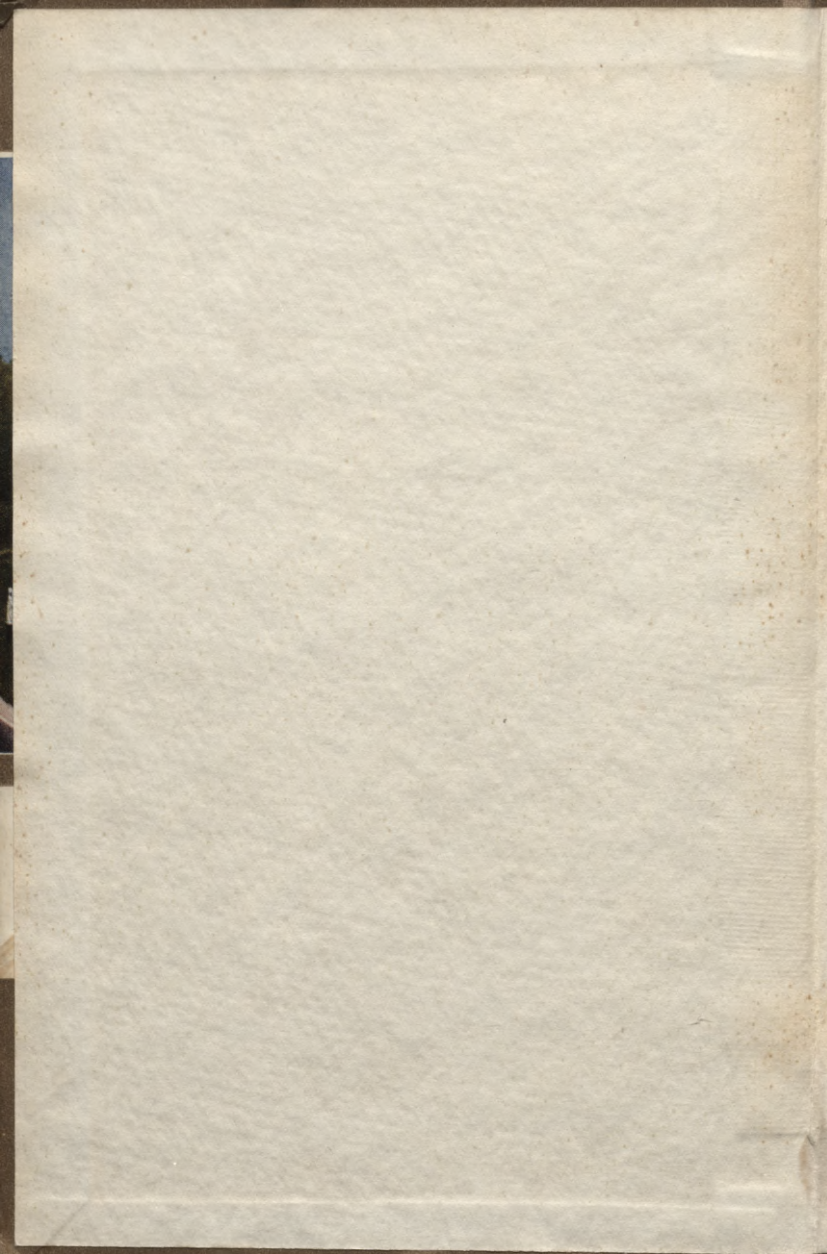
J.Lūsis, E.Slēde, J.Mengots

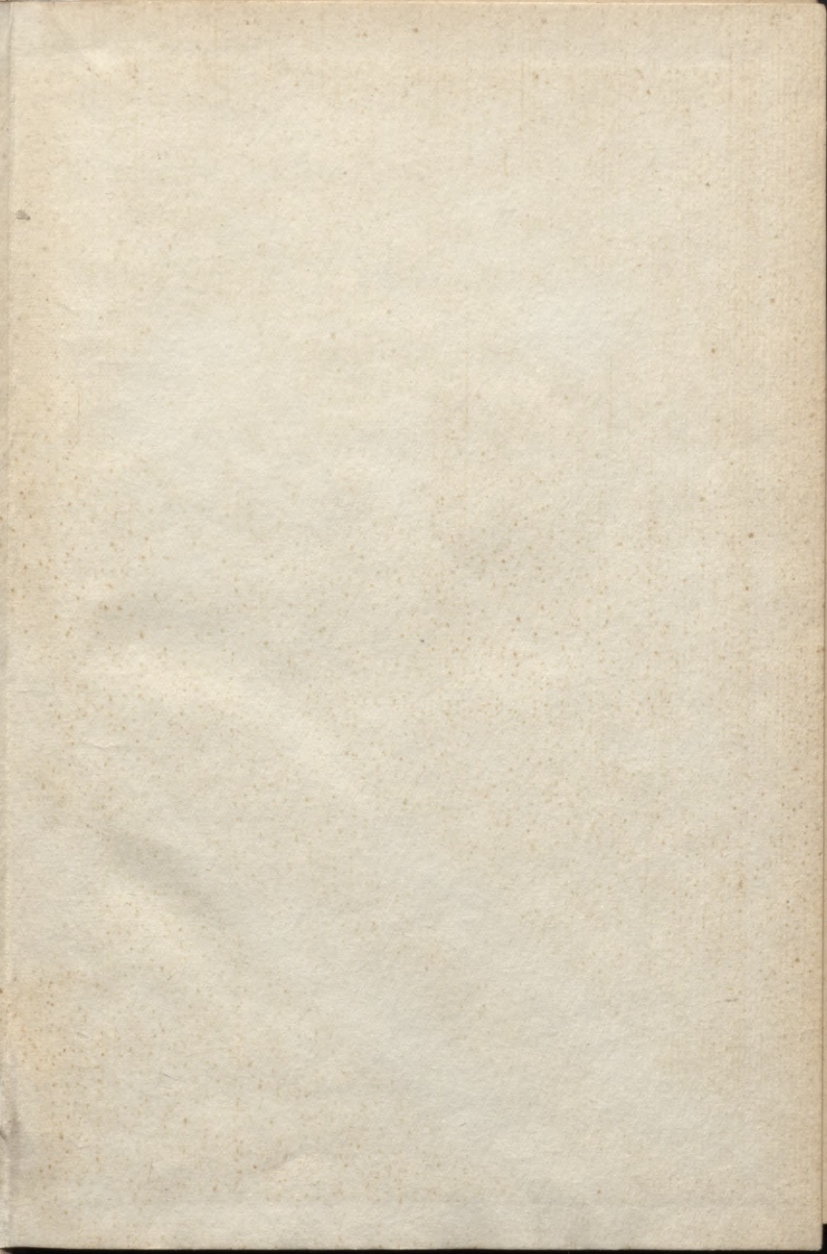
73-4
L
2

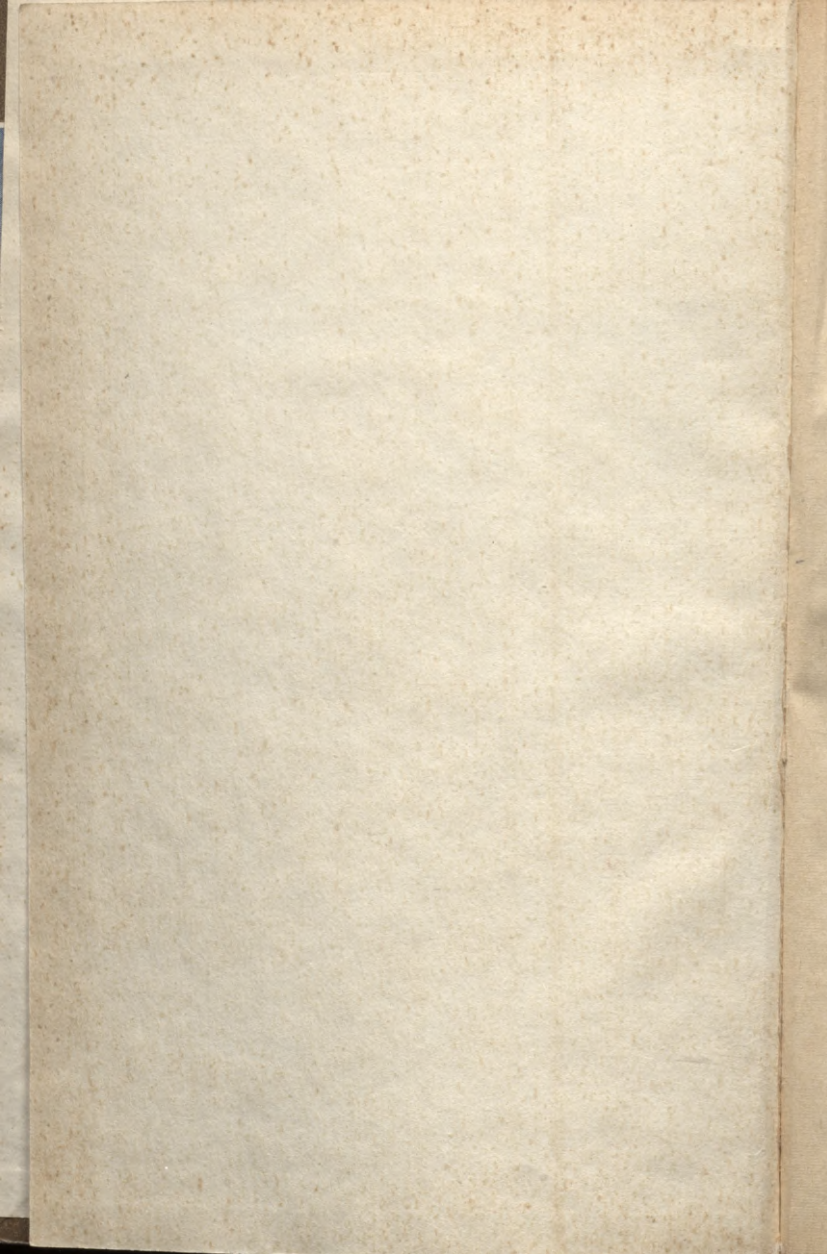


AUTOCEĻI









L $\frac{73-4}{2}$

Byll
L
625

J. LŪSIS, E. SLEDE, J. MENGOTS

AUTOCEĻI



IZDEVNIECIBA «LIESMA»
RĪGĀ 1972

S

3

Grāmatā aplūkotas autoceļu tehniski ekonomiskās izmeklēšanas un projektēšanas galvenās metodes, aprakstīta zemes klātnes un dažādu ceļa segu izbūves tehnoloģija, kā arī izklāstīti autoceļu būvdarbu organizācijas, vadības u. c. jautājumi.

Grāmata domāta republikas ceļu dienesta inženier-tehniskajiem darbiniekiem. To varēs izmantot arī augstākajās un vidējās speciālajās mācību iestādēs, ceļa meistarū kursos un ceļu ekspluatācijas inženier-tehniskā personāla kvalifikācijas celšanas semināros.

В книге даны основные сведения о главных методах технико-экономических изысканий и проектирования автомобильных дорог, изложены способы сооружения земляного полотна различных видов и описана технология строительства дорожных покрытий различных типов, а также рассмотрены вопросы организации и руководства дорожно-строительных и др. работ.

Книга предназначена для инженерно-технических работников дорожно-строительных и эксплуатационных организаций и может быть использована в высших и средних специализированных учебных заведениях, на курсах по подготовке дорожных мастеров и семинарах по повышению квалификации инженерно-технических работников дорожных хозяйств.

Vāku zīmējis K. Goldmanis

PRIEKŠVĀRDS

Straujais tehniskais progress dažādās tautsaimniecības nozarēs visā pasaulē pēdējos 10÷15 gados ir izraisījis automobiļu parka strauju palielināšanos, kā arī to galveno tehnisko parametru izmaiņu — kustības ātruma un vestspējas pieaugumu, kas savukārt prasījis autoceļu tīkla strauju attīstību, ceļu segas konstrukciju pilnveidošanu, autoceļu projektēšanas un būvniecības tehnisko normatīvu pārskatīšanu un uzlabošanu.

Liela nozīme autoceļu tīkla modernizēšanā un paplašināšanā tuvākajā nākotnē ir PSKP Centrālās Komitejas un PSRS Ministru Padomes 1968. gada lēmumam «*Par ceļu būvniecības tālāku attīstību Padomju Savienībā*», kas nosaka galvenos virzienus autoceļu saimniecības pilnveidošanai.

Šī lēmuma īstenošana jau devītajā piecgadē dos iespēju uzlabot autoceļu kopgaruma un biežības rādītājus, palielināt autoceļu būvniecības tempus, uzlabot to remonta un uzturēšanas organizāciju.

Devītās piecgades plānā noteikts, ka līdz 1975. gadam autoceļu kopgarums ar cieto segumu jāpalielina vismaz par 110 tūkst. kilometru.

Tālāk pilnveidojot autoceļu tīklu, mūsu republikā šajā piecgadē jāizbūvē gandrīz 3000 km ceļu ar cieto segumu. Tādējādi 1975. gadā Latvijā jau visi Vissavienības un republikas nozīmes ceļi būs ar cietiem segumiem. Piecgades beigās cietais segums būs apmēram 70% no republikas vispārējās lietošanas ceļu kopgaruma.

Devītajā piecgadē praktiski visa republikas autoceļu tīkla pilnveidošanas un attīstības plašā programma jāizpilda, nepalielinot ceļu būvniecībā nodarbināto strādājošo skaitu un ievērojami paaugstinot darba ražīgumu, kā arī ieviešot visus jaunākos tehniskā progresa sasniegumus un progresīvās darba metodes autoceļu projektēšanā un būvniecībā. Maksimāli jāpaātrina katra objekta būvniecība, jāsamazina tās izmaksa un jāpilnveido projektēšanas darbs. Tāpēc, īstenojot devītās piecgades svarīgākos uzdevumus republikas autoceļu tīkla tālākā attīstībā, nenoliedzami svarīga loma būs ceļu darbinieku tehnisko zināšanu līmeņa celšanai.

Šis grāmatas mērķis ir iepazīstināt republikas ceļu inženiertehniskos darbiniekus ar jaunākajiem sasniegumiem un atziņām autoceļu projektēšanā un būvniecībā.

Grāmatā aplūkotas autoceļu tehniski ekonomiskās projektēšanas

galvenās metodes, kā arī zemes klātnes un dažādu ceļa segu izbūves tehnoloģija.

Grāmata domāta republikas ceļu dienesta inženiertehniskajam personālam; to varēs arī izmantot, sagatavojot satiksmes ceļu inženierus un tehniķus augstākajās un vidējās speciālajās mācību iestādēs, kā arī ceļu meistaruru kursu un ceļu ekspluatācijas inženiertehniskā personāla kvalifikācijas celšanas semināru dalībnieki.

Autori

AUTOCEĻU VISPĀRĪGS RAKSTUROJUMS

1. §. Automobiļu transporta loma tautas saimniecības kopējā transporta sistēmā

Tautas saimniecības kravu un pasažieru pārvadājumi noris pa dažādiem satiksmes ceļiem — upju un jūras kuģniecības līnijām, dzelzceļiem, autoceļiem, cauruļvadu līnijām un aviācijas gaisa trasēm.

Visi transporta līdzekļi, kas apkalpo minētos satiksmes ceļus, veido vienotu tautas saimniecības transporta sistēmu, kurai, vienam transporta veidam papildinot otru, jārada apstākļi jebkura transporta veida racionālai izmantošanai, ievērojot galveno noteikumu, ka pārvadājumi jāizpilda regulāri, noteiktos termiņos, ērti, droši un ar vismazākajām transporta izmaksām.

Kravas apgrozījumos (izsakot tonnkilometros) vadošo vietu Padomju Savienībā vēl joprojām ieņem (ievērojot mūsu zemes milzīgo teritoriju) dzelzceļa transports, kas veic kravu un pasažieru pārvadājumus lielos attālumos (galvenokārt 200 km un lielākos attālumos).

Tomēr kā dzelzceļa, tā arī upju, jūras un gaisa transports nevar strādāt bez pievedceļiem, pa kuriem uz dzelzceļa stacijām, kuģu piestātnēm un lidlaukiem nogādā kravu un pasažierus. Šīs operācijas gandrīz bez izņēmuma veic tikai automobiļu transports, izmantojot autoceļus.

Kravu pārvadājumi ar automobiļu transportu Padomju Savienībā pēdējos 20 gados ir palielinājušies 11 reizes, bet pasažieru pārvadājumi — 40 reizes. Vienlaikus ir palielinājušās arī automobiļu transporta pārvadājumu izmaksas, kas 1970. gadā sastādīja 17 mljrd. rubļu jeb aptuveni pusi no visām PSRS kopējām transporta izmaksām. Viens no galvenajiem iemesliem tik lielām automobiļu transporta izmaksām ir pašreizējais autoceļu neapmierinošais stāvoklis, t. i., ceļu neatbilstība arvien pieaugošajiem automobiļu kustības ātrumiem un vestspējai.

Pēc PSRS Ministru Padomes Valsts zinātnes un tehnikas komitejas aprēķiniem, nepietiekami sazarotā autoceļu tīkla un tā sliktā tehniskā stāvokļa rezultātā mūsu zemes tautsaimniecība ik gadus zaudē apmēram 3,3 mljrd. rubļu. It īpaši lieli zaudējumi ir lauksaimniecībā. Par šo zaudējumu summu varētu uzbūvēt apmēram 20 000 km otrās kategorijas autoceļu ar cieta segumu. Tāpēc devītās piecgades plāna direktīvās norādīts, ka viens no svarīgākajiem uzdevumiem, lai nodrošinātu koplietošanas autotransporta kravu apgrozības palielināšanu 1,6 reizes, ir paplašināt autoceļu būvi un

rekonstrukciju, it īpaši lauksaimniecības rajonos un jaunajos rūpniecības rajonos.

Padomju Savienībā autoceļu kopgarums 1969. gada 1. janvārī bija 1 357 200 km, no kuriem 33% jeb 456 400 km bija ar cieto segumu. Taču, ievērojot mūsu zemes milzīgo teritoriju, cietās segas autoceļu biežība Padomju Savienībā nav liela — tikai 20,4 km uz 1000 km² un stipri atpaliek no attīstītākajām rietumu valstīm (Anglijā — 1390 km, Itālijā — 704 km, Amerikas Savienotajās Valstīs — 570 km uz 1000 km²). Latvijā uz 1000 km² ir 175 km autoceļu ar cieto segumu.

Dzelzceļa transporta, autotransporta un autoceļu raksturojums Latvijā pēc 1970. gada datiem sniegts 1. tab., bet kravu un pasažieru pārvadājumu pieaugums dzelzceļa transportā un autotransportā laikā no 1940. līdz 1970. gadam — 2. tabulā.

1. tabula
Latvijas PSR dzelzceļa transporta, autotransporta un ceļu tīkla raksturojums (pēc 1970. gada datiem)

Rādītāji	Vieta, kādu Latvija ieņem starp savienotajām republikām		Savienotās republikas, kas ieņem augstāku vietu (uz 1000 km ² teritorijas)
	pēc absolūtā lieluma	uz 1000 km ² teritorijas	
Teritorija	12	+	
Iedzīvotāju skaits	13	+	
Ekspluatējamo dzelzceļu līniju kopgarums	6	1	—
Autoceļu kopgarums,	7	3	Igaunija un Lietuva
t. s. ar cieto segumu	11	4	Igaunija, Gruzija un Lietuva
Autotransporta kravu apgrozījums	9	3	Igaunija un Kazahija
Pārvadātie pasažieri: pa dzelzceļu	3	1	—
ar autobusiem	10	4	Igaunija, Lietuva un Kazahija

2. tabula
Kravu un pasažieru pārvadājumu pieaugums dzelzceļa transportā un autotransportā Latvijā laikā no 1940. līdz 1970. gadam

Gads	Dzelzceļu transports		Autotransports	
	kravas (milj. t)	pasažieri (milj.)	kravas (milj. t)	pasažieri (milj.)
1940	11,8	14,8	—	—
1950	14,4	20,7	17,3	12,1
1960	31,1	45,6	78,9	105,6
1965	44,4	60,1	109,5	224,6
1970	49,5	92,9	149,3	293,0

Atkarībā no valsts teritorijas autotransporta īpatsvars kravas apgrozījumos (tonnkilometros) ārzemēs svārstās no 60÷70% (Itālijā un Anglijā) līdz 20÷30% (ASV, Francijā, Japānā un VFR). Padomju Savienībā tas sastāda tikai 5,5%. Taču pēc pārvadāto kravu svara un pasažieru skaita autotransports mūsu zemē ir atstājis aiz sevis visus pārējos transporta veidus kopā. Tā, piemēram, 1970. gadā Padomju Savienībā no kopējā kravu un pasažieru pārvadājumu apjoma ar autotransportu pārvadāts 80% kravu un 89% pasažieru. Latvijā šie rādītāji attiecīgi bija 75% kravu un 76% pasažieru.

Autotransporta plašo pielietojumu nosaka vairākas tā priekšrocības: liels kravu pārvadāšanas ātrums, laba manevrēšanas spēja, kas ļauj ātri koncentrēt nepieciešamo automobiļu skaitu noteiktā vietā, iespēja saņemt un bez pārkraušanas nogādāt kravu vajadzīgā vietā utt.

Autotransports samērā maz ir saistīts ar kādu pastāvīgu maršrutu, tas var labi piebraukt arī pie nomaļākiem objektiem un, ja ir labi sazarots ceļu tīkls, spēj saņemto kravu nogādāt jebkurā vietā daudz ātrāk, nekā to varētu izdarīt pa dzelzceļu vai ar upju transportu. Labos ceļa apstākļos autotransportu var efektīvi izmantot kravu un pasažieru pārvadāšanai pat 200÷400 km attālumā.

Salīdzinājumā ar dzelzceļu un ūdens transportu automobiļu plašāku lietošanu lielākos attālumos pagaidām vēl traucē samērā dārgā pārvadājumu pašizmaksa, ko ietekmē relatīvi nelielā automobiļa vestspēja, degvielas un ziežvielu izmaksa, kā arī lielais apkalpojošā personāla skaits uz pārvadājamās kravas svara vienību un galvenokārt autoceļu tehniskais stāvoklis.

Automobiļu parka racionāla izmantošana iespējama tikai tad, ja ir labi nostādīta ceļu saimniecība, kurai sistemātiski jāveic autoceļu tīkla pilnveidošana un modernizēšana, jaunu ceļu izbūve un esošo ceļu rekonstrukcija atbilstoši automobiļu vestspējai, to kustības ātrumam un intensitātei. Ceļu saimniecībai jāveic arī esošo ceļu remonta un uzturēšanas darbi.

2. §. Autoceļu ritošā sastāva (transporta līdzekļu) raksturojums

Mūsdienu autoceļi galvenokārt domāti tikai viena transporta veida — automobiļu kustībai, jo zirgu pajūgu kustības īpatsvars ir kļuvis ļoti niecīgs.

Autoceļu ritošo sastāvu veido dažāda tipa automobiļi: vieglie automobiļi un kravas automobiļi (ar vai bez piekabēm), kā arī motocikli un riteņu traktori.

Autoceļiem jānodrošina nepārtraukta automobiļu transporta kustība jebkurā gadalaikā. Tomēr ne vienmēr var panākt vienādi labus kustības apstākļus autoceļos visiem automobiļu tipiem, jo ceļam, tāpat kā jebkurai citai inženierbūvei, jānodrošina tikai to

Padomju Savienībā ražoto izplatītāko

Rādītāji	Viegļie automobiļi				Kravas	
	«Mos- kvič»- -412	VAZ- -2101 «Zi- guli»	GAZ- -21R «Volga»	GAZ- -24 «Volga»	UAZ- -451	GAZ-53A
Izlaides gads	1969	1970	1965	1969	1965	1965
Automobiļa bāze (mm)	2400	2424	2700	2800	2300	3700
Gabaritizmēri (mm):						
garums	4090	4073	4810	4735	4460	6395
platums	1550	1611	1800	1800	2044	2380
augstums	1440	1382	1620	1490	2040	2220
Vestspēja (kG)	—	—	—	—	1000	4000
Automobiļa svars (kG):						
bez kravas	1000	945	1450	1400	1510	3250
ar kravu	1340	1345	1875	1825	2660	7400
Svara sadalījums (ar kravu) pa asīm (kG):						
uz priekšējo asi	645	632	890	870	1120	1810
uz pakaļējo asi	695	713	985	955	1540	5590
Maksimālais kustības āt- rums (km/st)	140	140	130	145	100	80÷85
Vietu skaits*	4	5	5	5÷6	2	2

* Viegļajiem automobiļiem norādīts vietu skaits salonā (ieskaitot šoferi), kravas automobiļiem — vietu skaits kabīnē (ieskaitot šoferi), bet autobusiem — sēdvietu skaits (skaitītājā) un kopējais vietu skaits, ieskaitot stāvvietas (saucējā).

automobiļu kustība (gan vestspējas, gan daudzuma ziņā), kas paredzēta attiecīgajai ceļa kategorijai, kuru nosaka automobiļu ceļu projektēšanas tehniskie noteikumi СНиП II-Д.5-62.

Tehniskā progresa straujā attīstība automobiļu rūpniecībā pēdējos 20 gados nosaka automobiļu tipu nepārtrauktu izmaiņu un pilnveidošanu. Tā, piemēram, astotajā piecgadē mūsu zemē gandrīz pilnīgi izmainījās galvenie automobiļu tipi, bet devītajā piecgadē plānots apgūt 22 jaunus kravas automobiļu un autovilcēju modeļus, galvenokārt paredzot jaunu, lielas vestspējas automobiļu ražošanu.

Izbūvējot ceļu, tā kalpošanas laiku plāno vairākiem gadu desmitiem, tomēr nav ekonomiski izbūvēt ceļa segu ar lielu stiprības rezervi, paredzot automobiļu vestspējas un gabarītmēru iespējamo palielināšanos tālākajā nākotnē.

Padomju Savienībā ražoto izplatītāko automobiļu tehniskais raksturojums dots 3. tabulā.

3. §. Autoceļu klasifikācija

Visi atsevišķie republiku, apgabalu un rajonu ceļi veido vienu Padomju Savienības autoceļu tīklu. Tajā ietilpst ceļi ar dažādu administratīvo, saimniecisko un stratēģisko nozīmi, kas izbūvēti

automobiļu tehniskais raksturojums

automobiļi			Pašizgāzēji			Autobusi		
ZIL- -130	URAL- -377	MAZ- -500	ZIL-MMI- -555	MAZ- -503B	KrAZ- -2563	Lat- vija RAF- -977D	PAZ- -672	LIAZ- -677
1962 3800	1965 4200	1965 3850	1964 3300	1965 3200	1966 4780	1961 2700	1968 3612	1967 5150
6675 2500	7600 2500	7330 2650	5475 2415	5970 2600	8190 2650	4900 1810	7190 2440	10450 2500
2350 5000	2620 7500	2640 7500	2510 4500	2700 7000	2780 11000	2050 —	2809 —	2975 —
4300 9525	7275 15000	6500 14225	4775 9300	6750 13900	11400 22475	1720 2550	4535 8060	7800 15500
2575 6950 90	4000 11000 75	4225 10000 75	2750 6550 80	4540 9360 75	4475 18000 65	1220 1330 110	2610 5450 80	5700 9800 70
3	3	3	3	2	3	10	23/45	25/80

un iekārtoti ar dažādu tehnisko pilnveidojumu, kuru galvenokārt nosaka automobiļu kustības intensitāte pa attiecīgo ceļu. Jo lielāka ir kustības intensitāte, jo pilnīgākam jābūt ceļa tehniskajam pilnveidojumam.

Autoceļu tīklu pēc transporta sakaru rakstura, administratīvi saimnieciskās nozīmes, pārvaldīšanas un ceļu būvdarbu finansēšanas kārtības iedala vairākās grupās. Izplatītākais PSRS autoceļu tīkla iedalījums ir šāds:

- 1) Vissavienības nozīmes maģistrālie ceļi;
- 2) republikāniskās nozīmes ceļi;
- 3) vietējās nozīmes ceļi (apgabalu, rajonu, kolhozu un padomju saimniecību iekšējie saimniecību ceļi).

Vissavienības nozīmes maģistrālie ceļi izbūvēti ātrai automobiļu transporta kustībai starp lielākajiem valsts administratīvi politiskajiem un kultūras centriem. Šie ceļi savieno republiku galvaspilsētas, Vissavienības nozīmes rūpniecības centrus un kūrortus. Šajā ceļu grupā ietilpst arī stratēģiskie ceļi valsts aizsardzībai.

Svarīgākie Vissavienības nozīmes ceļi iekļaujas kopējā Eiropas starptautiskajā ceļu tīklā, kas noteikts ar 1950. gadā pieņemto Zēnēvas deklarāciju. Pa šo ceļu atsevišķiem posmiem noris arī intensīva vietējā rakstura kustība. Vissavienības nozīmes maģistrālos

ceļus projektē un izbūvē atbilstoši augstākām tehniskām ceļu kategorijām.

Republikāniskās nozīmes ceļi domāti automobiļu satiksmei atsevišķu savienoto republiku robežās. Šie ceļi savieno attiecīgās republikas svarīgākos administratīvi politiskos, rūpniecības un kultūras centrus.

Vissavienības un republikāniskās nozīmes ceļi izveido galveno ceļu tīklu, pa kuru noris pasažieru un kravu pārvadājumi visos svarīgākajos Padomju Savienības teritorijas virzienos.

Visiem pārējiem ceļiem ir vietēja nozīme.

Rajonu nozīmes ceļi saista attiecīgā rajona administratīvos centrus, ciemu padomes, kolhozus, padomju saimniecības un rūpniecības uzņēmumus ar dzelzceļu stacijām, lidlaukiem, upju pietātnēm.

Pa saimniecību iekšējiem ceļiem uztur kolhozu un padomju saimniecību savstarpējos sakarus. Šos ceļus izbūvē un uztur lietošanas kārtībā attiecīgo saimniecību administrācija.

Vissavienības un republikāniskās nozīmes ceļi ir pakļauti attiecīgo republiku automobiļu ceļu celtniecības un ekspluatācijas vai automobiļu transporta un šoseju ministrijām vai arī galvenajām ceļu pārvaldēm pie attiecīgo savienoto republiku Ministru padomēm.

Latvijā, Lietuvā, Igaunijā un vēl dažās citās savienotajās republikās arī vietējās nozīmes ceļi (izņemot iekšējos saimniecību ceļus) atrodas minēto ministriju pārziņā, bet citās republikās — rajonu darbaļaužu deputātu padomju izpildu komiteju ceļu daļu pārziņā.

PSRS ceļu projektēšanas normas un tehniskie noteikumi autoceļus pēc to tautsaimnieciskās nozīmes kopējā transporta ceļu tīklā, kā arī pēc kustības intensitātes un kustības aprēķina ātrumiem iedala piecās tehniskās kategorijās (4. tab.).

Pēc I un II tehniskās kategorijas parametriem parasti izbūvē Vissavienības nozīmes ceļus, kam ir īpaši svarīga ekonomiskā,

4. tabula

Autoceļu klasifikācija pēc kustības intensitātes un kustības aprēķina ātruma

Autoceļa tehniskā kategorija	Automobiļu kustības perspektīvā intensitāte abos virzienos		Kustības aprēķina ātrums (km/st)		
	gada vidējā diennakts	maksimālā stundā	lidzenā apvidū	grūtos ceļa posmos	
				šķēršlotā apvidū	kalnainā apvidū
I	>6000	1200	150	120	80
II	3000÷6000	800÷1200	120	100	60
III	1000÷6000	400÷800	100	80	50
IV	200÷1000	—	80	60	40
V	200	—	60	40	30

administratīvā vai stratēģiskā nozīme visas valsts mērogā, pēc III tehniskās kategorijas — svarīgākos republikāniskās nozīmes ceļus, kuriem ir liela nozīme attiecīgās savienotās republikas vai ekonomiskā rajona tautsaimniecībā, bet pēc IV un V tehniskās kategorijas — vietējās nozīmes ceļus, kam ir vietēja saimnieciskā un administratīvā nozīme.

Jaunbūvējamā vai rekonstruējamā autoceļa piederību kādai tehniskai kategorijai nosaka pēc ekonomiskās izmeklēšanas vai kustības skaitīšanas datiem, kas raksturo autoceļa vispārējo tautsaimniecisko nozīmi.

Kustības perspektīvo intensitāti, iedalot autoceļus tehniskajās kategorijās, nosaka 20 gadus uz priekšu no momenta, kad paredzēts ceļu nodot ekspluatācijā. Šajā gadījumā kustības intensitāti noteic pēc uzskaitīto automobiļu markām, nepārrēķinot to skaitu, uz kādu aprēķina automobiļa tipu. Autovilcēju un piekabi pielīdzina vienam automobiļim.

Uz tehniski ekonomisko aprēķinu pamata, ievērojot tautsaimniecības un valsts aizsardzības intereses, autoceļa atsevišķiem posmiem var izvēlēties dažādas tehniskās kategorijas. Šādiem posmiem atļauts tehnisko kategoriju paaugstināt vai pazemināt par vienu pakāpi attiecībā pret visam autoceļam noteikto tehnisko kategoriju.

Projektējamā, jaunbūvējamā vai remontējamā autoceļa visi galvenie elementi — garenprofils un šķērsprofils, zemes klātne, mākslīgās būves un ceļa labiekārtojums jāizveido atbilstoši autoceļa attiecīgās tehniskās kategorijas normatīviem.

Projektējot zemāko kategoriju autoceļus, plaši jāievieš autoceļa galveno elementu stadijveida izbūves princips, kas ievērojami samazina celtniecības sākotnējās izmaksas.

Jebkuras tehniskās kategorijas autoceļam visi elementi jāaprēķina tā, lai nodrošinātu atsevišķu vieglo automobiļu drošu kustību normālos laika apstākļos, kad ir laba redzamība, ar ātrumu (sk. 4. tab.), kāds noteikts attiecīgās kategorijas ceļam atbilstoši СНиП II-Д.5-62 prasībām.

Kustības aprēķina ātrumi I un II kategoriju ceļiem atbilst pēdējā izlaiduma moderno vieglo automobiļu (ZIL-110, GAZ-12) faktiskajiem kustības ātrumiem. Pa visu kategoriju ceļiem brauc vienu un to pašu marku automobiļi, bet zemāko kategoriju ceļos, piemēram, IV un V kategorijas ceļos, nevar pilnīgi izmantot visu marku automobiļu dinamiskās īpašības. Tāpēc ceļu projektēšanas normas visos gadījumos, kad to atļauj vietējie apstākļi un tas nav saistīts ar ievērojamu darbu apjomu un izmaksas palielināšanos, rekomendē noteikt tādus ceļa plāna un profila parametrus, kas nodrošinātu pēc iespējas lielāku kustības ātrumu.

Autoceļu savstarpējo izvietojumu, biežību un atsevišķo tehnisko kategoriju ceļu garumu nosaka transporta sakaru prasības, kā arī citu transporta veidu iespējas attiecīgajā republikā vai ekonomiskajā rajonā.

Līdzīgi citām tautsaimniecības nozarēm arī ceļu saimniecība visā Padomju Savienībā nepārtraukti attīstās, palielinās ceļu tīklu kopgarums un uzlabojas to tehniskā kvalitāte un tehniskais stāvoklis.

4. §. Autoceļu ekspluatācijas uzdevumi un rādītāji

Autotransporta tālākai attīstībai un tā racionālākai izmantošanai nepārtraukti jāuzlabo autoceļu tehniskais stāvoklis. Tāpēc daudzi autoceļi, kas izveidojušies transporta līdzekļu pakāpeniskas attīstības gaitā, bieži vien vairs neatbilst mūsdienu prasībām, un tie jāpārbūvē gan plānā, gan arī profilā, kā arī jāpastiprina un jāpilnveido ceļa sega.

Autoceļu tīkla rekonstrukcijas, remonta un uzturēšanas darbu veikšanas uzdevums ir nodrošināt tādus apstākļus, lai transportlīdzekļu kustība varētu noritēt

- 1) nepārtraukti visu gadu;
- 2) ar pilnīgu automobiļu vestspējas izmantošanu;
- 3) iespējami pilnīgāk izmantojot automobiļa projektēto kustības ātrumu;
- 4) ar maksimālu kustības drošību;
- 5) ar vienmērīgu transporta līdzekļu gaitu, it īpaši pasažieru pārvadājumos;
- 6) atbilstoši sanitāri higiēniskajām prasībām — bez putekļiem un bez trokšņa, kā arī minimāli piesātinot gaisu ar sadegušās degvielas gāzēm;
- 7) ar pasažieru un transporta līdzekļu ērtu apkalpošanu ceļā.

Visvairāk minētām prasībām atbilst labiekārtotas automaģistrāles, kas izbūvētas augstā tehniskā līmenī atbilstoši ceļu I vai II tehniskās kategorijas prasībām un nodrošina maksimālu kustības drošību.

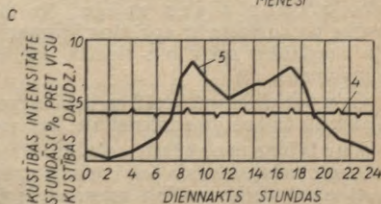
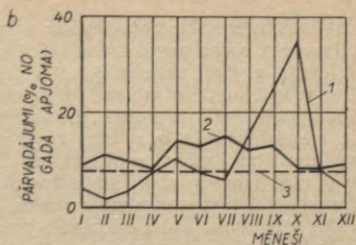
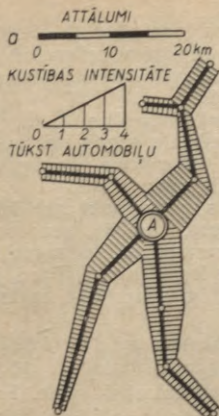
Autoceļu izveidošana atbilstoši šīm prasībām ir saistīta ar lieliem kapitālieguldījumiem šo ceļu izbūvē un uzturēšanā. Tāpēc, projektējot jaunus ceļus vai rekonstruējot esošos ceļus, tiem paredz konkrētus ekspluatācijas uzdevumus, kuru pamatrādītāji kustības nodrošināšanai ir šādi:

- a) sagaidāmais kustības daudzums;
- b) kustības sastāvs;
- c) kustības aprēķina ātrums;
- d) maksimālās aprēķinu slodzes ceļu segu, tiltu un caurteku projektēšanai.

Kustības daudzumu raksturo ar vairākiem rādītājiem.

1. Ar kravas neto svaru tonnās, kādu pārvadā pa ceļu noteiktā laika vienībā (gadā, mēnesī). Šis kustības daudzuma rādītājs raksturo ceļa ekonomisko nozīmi tautsaimniecībā.

2. Ar kravas un transportlīdzekļu kopējo svaru (bruto svaru) laika vienībā. Kustības daudzums, kas izteikts bruto tonnās laika



1. att. Kustības intensitātes izmaiņas ceļā:

a — dažādos ceļa posmos; b — gada laikā; c — diennakts laikā

1 — lauksaimniecības kravas; 2 — rūpniecības un celtniecības kravas; 3 — gada vidējā diennakts intensitāte; 4 — diennakts vidējā kustības intensitāte; 5 — kustības intensitāte pa diennakts stundām

vienībā (gadā, mēnesī), raksturo transportlīdzekļu ietekmi uz ceļa segu, t. i., šis rādītājs raksturo kustības slodzi, kas jāievēro ceļa segas nodiluma aprēķinā.

3. Galvenais un noteicošais rādītājs, kas raksturo kustību pa autoceļiem, ir transportlīdzekļu kopējais skaits, kāds izbrauc caur ceļa šķērsgrīzumu laika vienībā (parasti diennaktī). Šis kustības daudzuma rādītājs raksturo autoceļa kustības intensitāti.

Padomju Savienībā pieņemts kustības intensitāti pa ārpus pilsētu autoceļiem noteikt pēc automobiļu faktiskā skaita, kāds šķērso ceļa šķērsgrīzumu, neievērojot automobiļu tipu. Turpretim daudzās ārvalstīs (arī Padomju Savienībā, projektējot pilsētu ielas) kustības faktisko intensitāti nosaka pēc ekvivalenta vieglo automobiļu daudzuma, ko iegūst, reizinot katra tipa automobiļu skaitu ar koeficientu K (vieglajiem automobiļiem $K=1,0$, kravas automobiļiem, kam vestspēja ir līdz 3,0 T, $K=1,5$, kravas automobiļiem, kam vestspēja ir 3,0÷5,0 T, $K=3,0$, bet kravas automobiļiem, kam vestspēja >5,0 T, kā arī autobusiem un autovilcieniem $K=4$; motocikliem $K=0,5$). No kustības intensitātes ir atkarīgi autoceļa šķērsgrīzumu elementu izmēri.

Kustības intensitāte autoceļa atsevišķos posmos ir mainīga. Tā, piemēram, pilsētu, apdzīvotu vietu un dzelzceļa staciju tuvumā kustības intensitāte palielinās, bet attiecīgo maršrutu vidusdaļā tā ir vismazākā (1. att. a).

Kustības intensitāte nav vienāda arī visos gadalaikos (1. att. b). Tā, piemēram, ražas novākšanas laikā uz atsevišķiem ceļiem kustības intensitāte stipri palielinās, bet svētku un svinamās dienās kravas transporta kustības intensitāte samazinās.

Kustības intensitāte mainās arī pa diennakts stundām (1. att. c).

Ceļu ekspluatācijā ir svarīgi zināt maksimālo sagaidāmo kustības intensitāti maksimumstundās, kad caur ceļa šķērssgriezumu stundā izbrauc vislielākais transportlīdzekļu skaits.

Transportlīdzekļu maksimālo skaitu, kāds var izbraukt caur doto ceļa šķērssgriezumu laikā vienībā (piemēram, stundā), sauc par autoceļa caurlaides spēju. No tā var secināt, ka normāla kustība pa autoceļu ar aprēķina ātrumu būs iespējama tikai tad, ja ceļa caurlaides spēja būs lielāka par kustības intensitāti maksimumstundās.

Ceļu projektēšanā kustības daudzumu raksturo gada vidējā diennakts kustības intensitāte, kas norādīta 4. tab. (sk. 10. lpp.).

Kustības sastāvu raksturo transportlīdzekļu veids. Parasti automobiļus iedala četrās pamatgrupās:

- a) automobiļos ar ļoti mazu vestspēju, kam vestspēja ir līdz 1,0 T;
- b) automobiļos ar mazu vestspēju, kam vestspēja ir $1,0 \div 2,0$ T;
- c) automobiļos ar vidēju vestspēju, kam vestspēja ir $2,0 \div 5,0$ T;
- d) automobiļos ar lielu vestspēju, kam vestspēja ir lielāka par 5,0 T.

Kravas automobiļi MAZ-525 un MAZ-530, kam ir ļoti liela vestspēja (25 un 40 T), domāti tikai transporta darbiem būvlaukumos un karjeros. Šo automobiļu kustība pa vispārējās lietošanas autoceļiem pieļaujama tikai izņēmuma gadījumos, ievērojot nosacījumu, ka to vestspēja netiek pilnīgi izmantota.

Vidējais kustības sastāvs dažādos Padomju Savienības ceļos ir samērā pastāvīgs; procentuāli to var izteikt šādi: autobusi — 5%; smagie kravas automobiļi — 5%; vidējas celtspējas kravas automobiļi — 45%; vieglie kravas automobiļi — 30%; vieglie automobiļi — 15%. Taču šeit jānorāda, ka sakarā ar vieglo automobiļu ražošanas straujo pieaugumu (devītās piecgades pēdējā gadā mūsu zemes automobiļu rūpniecība jau ražos 1,2 ÷ 1,3 milj. vieglo automobiļu) to īpatsvars kustības sastāvā jau tuvākajā nākotnē ievērojami palielināsies.

Kustības aprēķina ātrums ir maksimālais pieļaujamais ātrums, kādu var attīstīt automobilis visgrūtāk izbraucamos attiecīgā ceļa posmos (kāpumos, asos pagriezienos ar visnelabvēlīgākajiem riteņu un ceļa segas saistes apstākļiem uz slapjām vai slidnām ceļsegām).

Automobiļu kustība pa ceļiem ar lieliem kustības aprēķina ātrumiem iespējama, ja ir ievēroti šādi faktori:

- a) ceļa taisnie posmi savienoti ar liela rādiusa plāna līknēm;
- b) nodrošināta ceļa laba pārredzamība lielā attālumā;

c) izveidoti lēzeni ceļa garenkritumi un to lūzuma punktos ieprojektētas profilīknes (vertikālās) ar lieliem rādiusiem;

d) izbūvēta pietiekami plata ceļa sega, paredzot atsevišķas kustības joslas tiem transportlīdzekļiem, kam kustības ātrums nav liels;

e) izbūvēta un tiek uzturēta labā lietošanas kārtībā ceļa sega, kas nodrošina vajadzīgo saistes koeficientu starp riteņiem un ceļa segas virsmu;

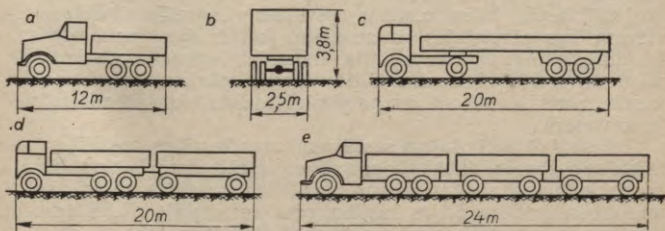
f) izbūvēti ceļu krustojumi divos līmeņos un ceļa trase nevirzās caur apdzīvotām vietām.

Kustības aprēķina ātrumu reglamentē ceļa projektēšanas normas un tehniskie noteikumi. Atkarībā no ceļu tehniskās kategorijas līdzenā apvidū un grūtos ceļa posmos kustības aprēķina ātrumi doti 4. tab. (sk. 10. lpp.).

Aprēķina slodzi pieņem vienādu ar automobiļa, autovilciena, kāpurķēžu traktora vai autovilcēja un smagās piekabes svaru. Aprēķina slodzi izmanto ceļu segu, tiltu un caurteku aprēķinos.

Ar Vissavienības Valsts standartu (ГОСТ 9314-59) ir noteikta automobiļu kravnesība un to gabarītmēri, kuri jāievēro, projektējot autoceļus. Norādītajā Vissavienības Valsts standartā ir noteiktas maksimālās slodzes uz automobiļu asīm. Tās ir šādas: I un II kategorijas ceļiem, kā arī zemāko kategoriju ceļiem, kuriem tas speciāli norādīts projektēšanas noteikumos, kravas automobiļu vai autobusu maksimālā slodze uz vienu asi nedrīkst pārsniegt 10,0 T vai, ja transportlīdzeklim ir divas sapārotas (dzenošās) asis, 18,0 T; riteņu īpatnējais spiediens uz ceļa segas nedrīkst pārsniegt 6,5 kG/cm².

Pārējiem zemāko kategoriju ceļiem maksimālā slodze uz automobiļa ass nedrīkst pārsniegt attiecīgi 6,0 T un 10,0 T, bet riteņu īpatnējais spiediens uz ceļa segas — 5,5 kG/cm². Tāpēc lielas vestspējas kravas automobiļiem (piemēram, kravas automobilim



2. att. Pieļaujamie automobiļu un autovilcienu gabarītmēri kustībai pa PSRS automobiļu ceļiem:

a un b — kravas automobilis bez piekabes; c — divas vilcējs ar puspiekabi; d — trīsas vilcējs ar divas piekabi; e — trīsas vilcējs ar divām divas piekabēm

KrAZ-2563) ir ierobežoti braukšanas nosacījumi pa zemāko kategoriju ceļiem un braukšana pieļaujama tikai izņēmuma veidā vasaras mēnešos sausā laikā.

Vissavienības Valsts standarts GOCT 9314-59 reglamentē arī automobiļu maksimālos gabarītmērus. Tie ir šādi: augstums — 3,8 m, bet platums — 2,5 m (2. att.); izņēmuma veidā lielas vestspējas automobiļiem (kravas automobiļiem MAZ-500, KrAZ-2563 u. c.) maksimālais platums palielināts līdz 2,65 m.

Lai nodrošinātu atsevišķu smagāku automobiļu kustību vai mehānismu pārvadāšanas iespējas, tiltus uz automobiļu ceļiem projektē atbilstoši Vissavienības tehniskajiem noteikumiem CH 200-62, ievērojot lielākās iespējamās maksimālās slodzes.

2. nodaļa

AUTOMOBILĀ KUSTĪBA CEĻĀ

5. §. Automobiļa riteņu saiste ar ceļa segu

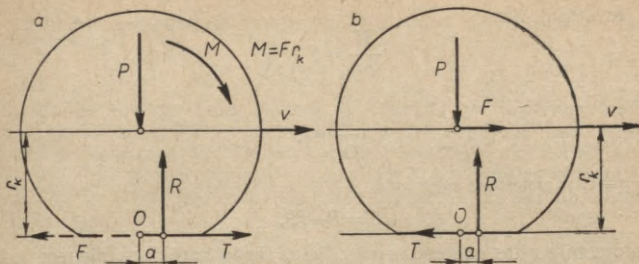
Spēkus, kas iedarbojas uz automobili tā kustības laikā, kā arī šīs kustības likumsakarības apskata automobiļu teorijas kurss. Automobiļu teorija dod galvenos zinātniskos priekšnoteikumus ceļa trases projektēšanai. Visiem modernajiem autoceļiem jābūt projektētiem un izbūvētiem tā, lai droša un ērta automobiļu transporta kustība noritētu ar braukšanas ātrumu, kas nav mazāks par noteikto kustības aprēķina ātrumu. Ja kustības intensitāte ir liela, automobiļu kustības ātruma samazināšanos novērš, uzlabojot ceļa plāna, garenprofila un šķērsprofila ģeometriskos elementus.

Automobilis kustības laikā ir pakļauts sarežģītai pārvietojumu sistēmai: ceļa taisnos posmos noris virzes kustība, bet liknēs — rotācijas kustība ap vertikālu asi; ceļa brauktuves negludumi ierosina šķērsvirziena un garenvirziena svārstības. Ne vienmēr var nodrošināt vienādi labus kustības apstākļus visu veidu ritošajam sastāvam, kas pārvietojas pa autoceļu, jo līdz šim kustības visas īpatnības pilnīgi vēl nav izpētītas un netiek ievērotas, nosakot ceļa plāna un profilu elementus. Tāpēc nosacīti pieņem, ka automobiļa kustība noris bez svārstībām pa pilnīgi līdzenu, cietu un nedeformējamu virsmu.

Lai sagādātu ritošajam sastāvam labus kustības apstākļus, noteiktu ceļa segai vislabāko konstruktīvo izveidojumu, kas maksimāli apmierinātu ceļa seguma virsmas kvalitātes prasības, kā arī garantētu drošu un bezavārijas kustību, pēta automobiļa riteņu un ceļa seguma virsmas mijiedarbību automobiļa kustības laikā.

Automobiļa sajūgs, kardānvārpsta un diferenciālis motora rādīto griezes momentu pārnes uz automobiļa dzenošajiem riteņiem.

Automobiļa dzenošā riteņa un ceļa segas saskares punktā griezes moments savukārt rada spēku, kas vērsts pretēji automobiļa



3. att. Spēku iedarbība uz automobiļu riteņiem un ceļa segumu:
a — starp dzenošo riteņi un ceļa segumu; *b* — starp dzenamo riteņi un ceļa segumu

kustībai. Šo spēku (tas dzen automobili) sauc par automobiļa vilcējspēku un apzīmē ar lielo burtu *F*.

Automobiļa dzenošajam riteņim (3. att. *a*) pielikts griezes moments

$$M = Fr_k,$$

kur *M* — griezes moments (kG · m);

F — vilcējspēks (kG);

r_k — dzenošā riteņa rādiuss, ievērojot rīepu deformāciju (m).

Dzenošā riteņa aplocei pieliktais vilcējspēks *F*, kas vērsts pretēji kustības virzienam, ierosina ceļa segas virsmā pēc lieluma viendabīgu, bet pretēji vērstu reakcijas spēku *T*. Šo spēku *T*, kas radijs riteņu rīepu un ceļa segas virsmas saskares laukumā un vērsts kustības virzienā, sauc par berzes jeb saistes spēku.

Ierosinātā saistes spēka *T* iedarbībā notiek dzenošo riteņu rotācija ap momentāno rotācijas centru *O*. Tādējādi dzenošo riteņu centrs un kopā ar to arī viss automobilis pārvietojas virzes kustībā.

Ceļa virsmas normālreakcija *R*, kas pielikta riteņa un ceļa segas virsmas saskares laukumā, ir pārbīdīta kustības virzienā par attālumumu *a*. Rīes berzes moments *Ra* bremzē dzenošo riteņu rotāciju.

Spēkiem un momentiem, kas ierosināti automobiļa vienmērīgā kustībā, jābūt līdzsvarā:

$$R = P,$$

kur *R* — normālreakcija (kG);

P — automobiļa svars uz vienu dzenošo riteņi jeb automobiļa saistes svars (kG);

$$M = Tr_k + Ra,$$

no kurienes

$$T = \frac{M}{r_k} - P \frac{a}{r_k}.$$

Ievērojot, ka

$$\frac{M}{r_k} = F$$

un

$$\frac{a}{r_k} = f,$$

kur f — rites pretestības koeficients,

$$T = F - fP.$$

Automobiļa rites pretestība nav liela, tāpēc aprēķinos pieņem

$$T \cong F.$$

Dzītajam ritenim (3. att. *b*) vilcējspēks F ir pielikts riteņa asij, un tas ierosina virzes kustību. Ceļa segas reakcija T šādā gadījumā ir pielikta pretēji kustības virzienam automobiļa riteņa un ceļa segas virsmas saskares punktā. Tādējādi iegūst

$$R = P; F = T; aR = Fr_k$$

vai

$$F = \frac{a}{r_k} R = \frac{a}{r_k} P = fP.$$

Lai automobilis varētu pārvietoties, vilcējspēks F nedrīkst būt lielāks par saistes spēku T_{\max} , jo pretējā gadījumā ritenis griezties uz vietas («buktēs»), t. i., jābūt nodrošinātam nosacījumam, lai

$$F \leq T_{\max} = P\varphi_1,$$

kur φ_1 — berzes jeb riteņa un ceļa segas garensaistes koeficients.

Lai padarītu automobiļa kustību drošu un noturīgu, riteņu un ceļa segas saistes koeficientam ir ļoti liela nozīme autoceļu projektēšanā.

Automobiļa svāra daļu, kādu uzņem dzenošie riteņi, sauc par saistes svāru. Ja automobilim visi riteņi ir dzenošie, saistes svārs ir vienāds ar automobiļa svāru. Parasti divāsu automobiļiem dzenošie riteņi ir pakalējie riteņi, kuri viegliem automobiļiem uzņem 50 ÷ 55% no visa automobiļa svāra, bet kravas automobiļiem — 65 ÷ 70% no visa automobiļa svāra.

Svāra attiecību, kādu uzņem dzenošās asis, pret automobiļa visu svāru sauc par saistes svāra koeficientu. To aprēķina pēc šādas formulas:

$$m = \frac{Q_{\text{saist}}}{Q},$$

kur m — saistes svāra koeficients;
 Q_{saist} — saistes svārs (kG);
 Q — visa automobiļa svārs (kG).

Tādējādi automobiļa riteņu un ceļa segas saistes spēku T_{\max} aprēķina šādi:

$$T_{\max} = \varphi_1 m Q.$$

Saistes koeficienta φ_1 lielums ir atkarīgs no daudziem faktoriem, no kuriem galvenie ir ceļa segas veids, raupjums un virsmas stāvoklis (sausš, mitrs, dubļains, slapjš, apledojis), kā arī automobiļa kustības ātrums. Zināmā mērā saistes koeficientu φ_1 ietekmē arī automobiļa riteņu apriepojuma veids un forma, kā arī protektora raksta nodiluma pakāpe un slodze, kādu uzņem viens ritenis.

Vilcējspēka aprēķinā (profesora A. Biruļa dati) visiem ceļa segas veidiem, ja automobiļa kustības ātrums ir 60 km/st, pieņem šādas garensaistes koeficienta φ_1 vidējās vērtības:

1) ļoti labvēlīgi kustības apstākļi (ceļa segas virsma sausa un tīra) — $\varphi_1 = 0,7$;

2) normāli kustības apstākļi (ceļa segas virsma sausa un tīra) — $\varphi_1 = 0,5$;

3) nelabvēlīgi kustības apstākļi (ceļa segas virsma slapja un dubļaina) — $\varphi_1 = 0,3$;

4) ļoti nelabvēlīgi kustības apstākļi (ceļa segas virsma apledojusi) — $\varphi_1 = 0,1 \div 0,2$.

6. §. Automobiļa kustības pretestības un dinamiskās raksturojums

Automobiļa kustība iespējama tikai tad, ja tā vilcējspēks ir mazāks par maksimāli iespējamo dzenošo riteņu un ceļa segas saistes spēku, bet lielāks par spēku, kāds vajadzīgs kustības visu pretestību pārvarēšanai. Kustības summārā pretestība W sastāv no automobiļa rītes pretestības W_1 , pretestības ceļa kāpumā W_2 , gaisa pretestības W_3 un inerces pretestības W_4 .

Rītes pretestību W_1 rada berze starp automobiļa riteņiem un ceļa seguma virsmu.

Aprēķinos pieņem, ka rītes pretestība W_1 ir proporcionāla automobiļu svaram Q :

$$W_1 = f Q,$$

kur f — rītes pretestības koeficients.

Rītes pretestības koeficients f ir atkarīgs no kustības ātruma, ceļa segas cietības un ceļa seguma virsmas līdzenuma. Koeficienta f vērtība atkarībā no ceļa seguma veida dota 5. tabulā.

Rītes pretestība, braucot pa autoceļiem ar dažādu segumu, nav vienāda, jo arī tās cēloņi ir dažādi. Tā, piemēram, braucot pa ceļiem ar līdzenu cementbetona un asfaltbetona segu, rītes pretestības galvenais cēlonis ir riepu deformācija, bet, braucot pa ceļiem ar mazāk līdzenu šķembu, grants vai apaļakmeņu bruģa segu, jāpārvar ne

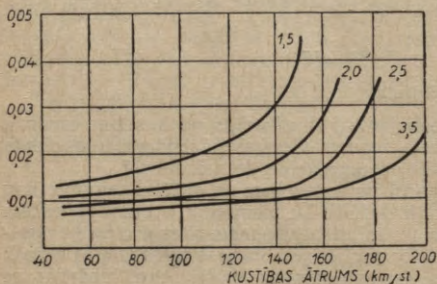
Rītes pretestības koeficienta f vērtība

Autoceļa seguma veids	Koeficients f
Cementbetona un asfaltbetona segums	$0,01 \div 0,02$
Melnais segums ar līdzenu virsmu	$0,02 \div 0,025$
Grants un šķembu segums	$0,03 \div 0,04$
Apaļakmeņu bruģis	$0,04 \div 0,05$
Sausi un līdzeni grunts ceļi	$0,04 \div 0,05$
Mitri un nelīdzeni grunts ceļi	$0,07 \div 0,15$
Birstoša smiltis	$0,15 \div 0,30$

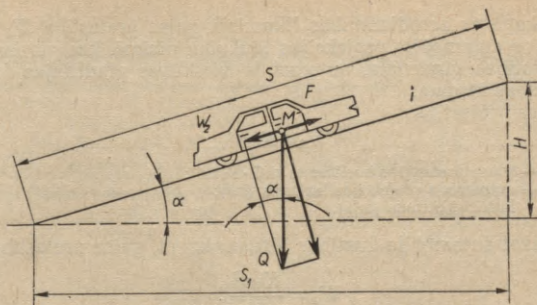
vien riepu deformācija, bet arī grūdienu un triecienu ierosinātās atspēru un amortizatoru deformācijas.

Automobiļu kustībai pa nelīdzenu grunts ceļu jāizlieto papildu spēks, lai sablietētu un izlīdzinātu iepriekš iebraukto pēdu sānus un iespiedumus, atrautu riepu protektorus no grunts un pārvarētu bukšēšanu, kā arī novērstu automobiļa sānslīdi.

Visos norādītajos gadījumos rītes pretestība ir atkarīga no automobiļa kustības ātruma un riepu elastības. Lai nodrošinātu kustībai konstantu ātrumu, braucot pa nelīdzenu virsmu, jāizlieto papildu enerģija, jo, palielinoties automobiļa kustības ātrumam, palielinās arī rītes pretestības koeficients f . Kustības ātrumam pārsniedzot kritisko vērtību, automobiļa riepās rodas radiālas svārstības un strauji palielinās rītes pretestības koeficients f . Jo mazāks ir gaisa spiediens rīteņu riepās, jo mazāks ir automobiļa kustības ātrums, kuru sasniedzot sākas minētais process. Attēlojot grafiski rītes pretestības koeficientu automobiļa kustības dažādiem ātrumiem (4. att.), var uzskatīt, ka, braucot ar ātrumu, kas mazāks par 50 km/st, rītes pretestības koeficients f ir konstants. Skaitļi uz raksturliknēm, kas sniegtas 4. att., norāda gaisa spiedienu riepās (kg/cm²).



4. att. Rītes pretestības koeficienta f lielums atkarībā no automobiļa kustības ātruma un gaisa spiediena riepās



5. att. Automobiļa kustības pretestības spēki ceļa kāpumos

Aprēķinot vilcējspēku automobilim, kam kustības ātrums ir $50 \div 150$ km/st, rītes pretestības koeficients

$$f_v = f[1 + 0,01(v - 50)],$$

kur f — rītes pretestības koeficients (sk. 5. tab.);
 v — automobiļa kustības ātrums (km/st).

Pretestība ceļu kāpumos W_2 (5. att.) ir atkarīga no automobiļa svara komponentes, kas paralēla ceļa virsmai:

$$W_2 = Q \sin \alpha,$$

kur α — segas kāpuma leņķis (grādos).

Ja leņķis α ir mazs,

$$\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha = \frac{H}{S_1} = i,$$

kur i — ceļa garenkritums ($^{\circ}/_{00}$).

Tādējādi ceļa kāpumos pretestība

$$W_2 = iQ.$$

Ceļa kritumos automobiļa svara komponente ir vērsta kustības virzienā un samazina kustības kopējo pretestību W :

$$W_2 = -iQ.$$

Gaisa pretestību W_3 izraisa šādi faktori:

- pretīm plūstošā gaisa reaktīvais spiediens uz automobiļa priekšējo daļu;
- gaisa berze gar automobiļa sānu virsmām;
- gaisa plūsmas virpuļi aiz automobiļa, pie rīteņiem un zem virsbūves.

Saskaņā ar aerodinamikas likumiem gaisa pretestība W_3 ir atkarīga no automobiļa projekcijas laukuma plaknē, kas perpendikulāra kustības virzienam, automobiļa virsbūves pludlīnijas formas un kustības ātruma.

Gaisa pretestība

$$W_3 = K\omega v^2,$$

kur K — gaisa pretestības koeficients ($\text{kG} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4$);

ω — automobiļa projekcijas laukums (m^2);

v — kustības ātrums (m/s).

Izsakot automobiļa kustības ātrumu km/st , gaisa pretestība

$$W_3 = \frac{K\omega v^2}{13}.$$

Lielumu K un ω skaitliskās vērtības dotas 6. tabulā.

6. tabula

Gaisa pretestības koeficienta un automobiļa projekcijas laukuma skaitliskās vērtības

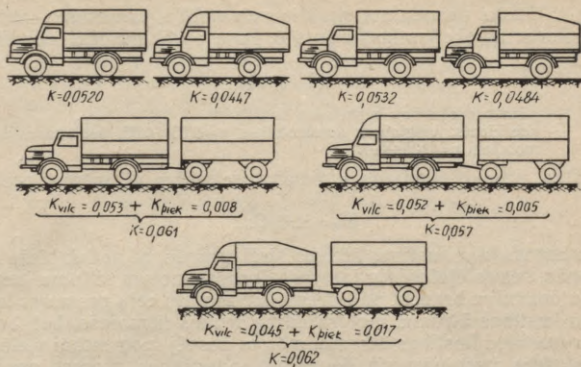
Automobiļa tips	Gaisa pretestības koeficients K ($\text{kG} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4$)	Projekcijas laukums ω (m^2)
Autobusi	0,030 ÷ 0,045	4,0 ÷ 6,0
Kravas automobiļi	0,055 ÷ 0,075	3,0 ÷ 6,0
Vieglie automobiļi	0,020 ÷ 0,030	1,5 ÷ 2,5
Sacīkšu automobiļi	0,010 ÷ 0,015	0,6 ÷ 1,5

Palielinoties automobiļa kustības ātrumam, ievērojami palielinās arī gaisa pretestība. Vieglajiem un sacīkšu automobiļiem gaisa pretestība ir galvenais faktors, kas noteic šo automobiļu konstruktīvo izveidojumu. Tāpēc konstruktori cenšas izveidot automobiliem tādu pludlīnijas formu, kurai būtu minimāls gaisa pretestības koeficients.

Izpildot kravas automobiļu virsbūvēm samērā vienkāršus konstruktīvus pārveidojumus, var samazināt gaisa pretestību (6. att.), tādējādi uzlabojot automobiļa ekonomisko un dinamisko raksturojumu.

Kravas automobiļiem gaisa pretestības koeficients mainās arī tad, ja tos izmanto kā autovilcienu vilcējus.

Inerces pretestība W_4 sastāv no inerces pretestības ieskrējienā un automobiļa rotējošo daļu inerces. Paātrinātā kustībā inerces pretestība W_4 ir vērsta pretēji braukšanas virzienam un palielina kustības summāro pretestību W , bet palēninātā kustībā tā ir vērsta braukšanas virzienā un samazina kustības summāro pretestību W .



6. att. Gaisa pretestības koeficienta K vērtības kravas automobiļu un piekabju virsbūvju dažādiem izveidojumiem

Automobiļa masa

$$m = \frac{Q}{g},$$

kur Q — automobiļa svars (kG);
 g — brīvās krišanas paātrinājums (m/s^2).

Apzīmējot kustības paātrinājuma a attiecību pret brīvās krišanas paātrinājumu g ar $j = \frac{a}{g}$, iegūst inerces pretestību automobiļa ieskrējiena laikā:

$$W_4 = \pm jQ.$$

Mainoties automobiļa kustības ātrumam, rodas automobiļa rotējošo daļu — riteņu, spara rata, transmisijas detaļu u. c. inerce. Precīzi inerces spēka vērtību var aprēķināt, ja ir zināms rotējošo daļu lielums un svars. Praktiski automobiļa rotējošo daļu inerces spēku P_{rot} precīzē ar korekcijas koeficientu δ , kas izsaka pilnā spēka P , kāds nepieciešams, lai viss automobilis iegūtu ieskrējienam, attiecību pret spēku P_{virz} , kāds nepieciešams tikai tās masas ieskrējenam, kas pārvietojas virzes kustībā:

$$\delta = \frac{P_{\text{virz}} + P_{\text{rot}}}{P_{\text{virz}}} = \frac{P}{P_{\text{virz}}},$$

Jo ir lielāks pārnesuma skaitlis automobiļa pārnesumu kārbai, jo lielāks ir korekcijas koeficients δ , kuru aprēķina pēc šādas formulas:

$$\delta = 1,04 + ni_k^2,$$

kur i_k — pārnesumu kārbas pārnesuma skaitlis;

n — koeficients; vieglajiem automobiļiem $n = 0,03 + 0,05$, bet kravas automobiļiem $n = 0,05 + 0,07$.

Tātad, nosakot kustības summāro pretestību W , inerces pretestība

$$W_4 = \pm \delta j Q.$$

Ja automobiļa kustības ātrums bieži mainās un notiek bieža apstāšanās, bez rotējošo daļu inerces vēl rodas motora siltuma inerce.

Automobilim braucot pa līdzenu horizontālu ceļa posmu ar konstantu kustības ātrumu, motora darba režīms nemainās, bet, braucot ar mainīgu kustības ātrumu, motors nespēj momentāni pielāgoties slodzes izmaiņām un degvielas sadegšanas process nenoris noteiktam darba režīmam raksturīgos apstākļos. Šis faktors ietekme automobiļa vilcējspēku, proti, tas nedaudz samazinās.

Nevienmērīga dzinēja darba režīma papildu inerces pretestība, kas tādos gadījumos jāņem vērā, aprēķināma šādi:

$$W'_4 = \beta i_k^2,$$

kur β — koeficients; pēc prof. B. Falkeviča datiem, vieglajiem automobiļiem $\beta = 0,075 + 0,085$, bet kravas automobiļiem $\beta = 0,07 + 0,075$.

Automobiļa kustības vienādojums ir šāds:

$$F = W_1 \pm W_2 + W_3 \pm W_4.$$

Praktiskām vajadzībām kustības vienādojumu izsaka šādi:

$$F - W_3 = fQ \pm iQ \pm \delta j Q = Q(f \pm i \pm \delta j)$$

jeb

$$\frac{F - W_3}{Q} = f \pm i \pm \delta j.$$

Vienādojuma kreisā puse izsaka vilcējspēka F pārpalikumu attiecībā pret gaisa pretestību W_3 , kurš attiecināts uz automobiļa svara vienību. Šo raksturlielumu sauc par dinamisko faktoru un apzīmē ar lielo burtu D . Tātad

$$D = \frac{F - W_3}{Q}.$$

Dinamiskais faktors raksturo vilcējspēka rezervi, kuru var izlietot ceļa pretestību ($f \pm i$) pārvarēšanai un automobiļa kustības paātrināšanai (δj).

Katras markas automobilim ir atšķirīgs dinamiskais faktors, jo vilcējspēks F un gaisa pretestība W_3 ir aprēķināmi lielumi, kas atkarīgi no automobiļa kustības ātruma v .

Dinamiskā faktora D izmaiņu atkarībā no automobiļa kustības ātruma parasti attēlo grafiski ar raksturlīknēm un sauc par automobiļu dinamisko raksturojumu. Automobiļu dinamiskā faktora un dinamiskā raksturojuma jēdzienu, kā arī to aprēķināšanas metodiku ir izstrādājis akadēmiķis J. Cudakovs.

Automobiļa dinamiskais raksturojums ir automobiļa vilcējspēka kvalitātes pamatrādītājs.

7. §. Automobiļa kustība ceļa kāpumos

Automobilim braukšanas laikā mainās kustības pretestības, jo ceļa dažādos posmos mainās garenkritumi i un ceļa seguma kvalitātes rādītājs — rites pretestības koeficients f .

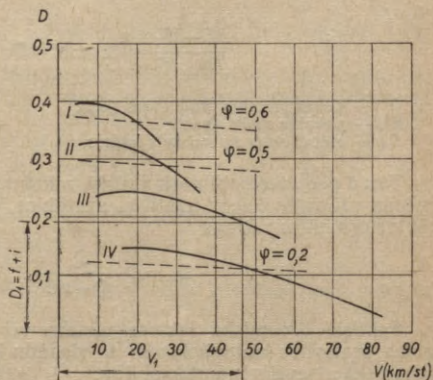
Projektējot autoceļu, jānoteic ceļa maksimālais garenkritums, ko automobilis var pārvarēt ar noteikto kustības aprēķina ātrumu.

Lai atrastu automobiļa dinamisko faktoru D (7. att.), grafikā no abscisas punkta, kas atbilst dotajam kustības ātrumam, jānovelk perpendikuls, kamēr tas krustojas ar dinamiskā raksturojuma līkni. Iegūtā punkta ordināte raksturo dinamisko faktoru:

$$D = f + i + \delta j.$$

Ja kustības ātrums ir vienmērīgs un vienāds ar kustības aprēķina ātrumu, paātrinājumu attiecība $j=0$. Tāpēc $D=f+i_{max}$, bet ceļa maksimālais garenkritums, ko automobilis pārvar ar noteikto kustības aprēķina ātrumu, $i_{max}=D-f$.

Koeficienta f vērtību nosaka atkarībā no projektējamā ceļa seguma tipa pēc datiem, kas sniegti 5. tab. (sk. 20. lpp.).



7. att. Automobiļu dinamiskā raksturojuma raksturlīknes un dinamiskā faktora robežas

Vienmērīgās kustības ātrumu, ar kādu automobilis pārvar ceļa garenkritumu, nosaka, izskaitļojot dinamisko faktoru $D_1 = f + i$. Pēc tam, atliekot izskaitļoto lielumu D_1 uz ordinātes (sk. 7. att.) un nosakot atbilstošo abscisas punktu uz dinamiskās raksturlīknes, iegūst vienmērīgās kustības ātrumu v_1 .

Ja automobiļa kustības ātrums ceļa kāpumos ir mainīgs, jāapskata dažādi braukšanas apstākļi atkarībā no kustības ātruma, ceļa garuma un garenkrituma.

Automobiļu kustības aprēķinos, lietojot dinamiskā raksturojuma diagrammas, jāievēro, ka vilcējspēka F lielums pēc saistes noteikumiem ar ceļa segumu nedrīkst pārsniegt reizinājumu $\varphi_1 P$.

Ievietojot kustības vienādojumā

$$\frac{F - W_3}{Q} = f \pm i \pm \delta j$$

F vietā $F' = \varphi_1 P$, iegūst

$$D' = \frac{P - W_3}{Q} = f \pm i \pm \delta j.$$

Raksturlīknes ar lielumu D' , kas parādītas dinamiskā raksturojuma diagrammā (sk. 7. att.) ar pārtrauktām līnijām, dod dinamiskā faktora robežas, kurās ir nodrošināta automobiļa saiste ar ceļa segumu.

Autovilciens vilcējspēku izlieto ne tikai automobiļa, bet arī piekabju radīto pretestību pārvarēšanai. Tādējādi kustības vienādojums ir šāds:

$$F = (Q + nG)(f \pm i \pm \delta j) = W_3$$

vai

$$\frac{F - W_3}{Q + nG} = f \pm i \pm \delta j = D_n$$

kur G — vienas piekabes bruto svars (kG);

n — piekabju skaits (gab.);

D_n — autovilciena dinamiskais faktors.

Tātad pēc automobiļa dinamiskā raksturojuma diagrammas var noteikt arī autovilciena kustības apstākļus, tikai tad iepriekš jāaprēķina ordinātes mērogs

$$D_n = D \frac{Q}{Q - nG}.$$

Faktiski dinamiskā faktora vērtība vēl vairāk samazinās, jo gaisa pretestība autovilcienam ar vienādu kustības ātrumu ir lielāka nekā atsevišķam automobilim.

8. §. Automašīna kustība ceļa kritumos. Bremzēšanas ceļa garums

Gari un stāvi kritumi rada bīstamus apstākļus automašīnu kustībai. Inerces spēks šajā gadījumā ir vērstš braukšanas virzienā, tāpēc palielinās automašīna kustības ātrums, kas var pārsniegt ceļa stāvoklim pieļaujamo kustības ātrumu. Šādos gadījumos jāizslēdz motors ($F=0$) vai jāsāk bremzēt automašīnā ($F<0$).

Izslēdzot motoru, kustības vienādojums ir šāds:

$$-\frac{W_3}{Q} = f - i + \delta j,$$

no kurienes

$$\delta j = i - \left(\frac{W_3}{Q} + f \right).$$

Atkarībā no ceļa garenkrituma i un izteiksmes $\left(\frac{W_3}{Q} + f \right)$ vērtības paātrinājuma zīme būs pozitīva vai negatīva.

Ja $\delta j > 0$, automašīna kustības ātrums palielinās līdz ceļa krituma beigām vai līdz brīdim, kad pieaugošā gaisa pretestība līdzsvaro krituma ietekmi.

Garos un stāvos kritumos kustības ātrums var pārsniegt pieļaujamās robežas pat tad, ja motors ir izslēgts. Šādā gadījumā automašīnā jābremzē.

Bremzēšanas spēkam B kustības vienādojumā ir negatīva zīme:

$$\frac{(-B) - W_3}{Q} = f - i - \delta j.$$

Sajā vienādojumā arī lielums δj ir negatīvs, jo, bremzējot automašīnā, tā kustība tiek palēnināta.

Bremzēšanas spēka lielumu ierobežo automašīna riteņu saiste ar ceļa seguma virsmu, jo, strauji bremzējot, automašīna riteņi var sākt bīstami slidēt. Lai bremzēšana būtu droša, jāļauj riteņiem griezties, tāpēc nepieciešams, lai

$$B \leq \varphi_1 P,$$

kur P — automašīna svars uz vienu dzenošo riteņi vai automašīna saistes svars (kG);

φ_1 — garenaistes koeficients.

Bremzēm iedarbojoties uz visiem četriem riteņiem, nepieciešams, lai

$$B \leq \varphi_1 Q,$$

kur Q — automašīna svars (kG).

Pieņemot, ka automobilis apstājas bremzēšanas ceļa S beigās,

$$\delta j = \frac{v^2}{26gS},$$

kur v — automobiļa kustības ātrums bremzēšanas sākummomentā (km/st), un ievietojot kustības vienādojumā lielumu B un j vērtības, iegūst

$$-\frac{\varphi_1 Q - W_3}{Q} = f - i - \frac{v^2}{26gS}.$$

Samazinoties kustības ātrumam, gaisa pretestība strauji samazinās. Tāpēc var pieņemt, ka $W_3 = 0$, un minimālo teorētisko bremzēšanas ceļa S garumu kritumos izteikt ar šādu formulu:

$$S = \frac{v^2}{254(\varphi_1 + f - i)}.$$

Faktiski bremzēšanas ceļa garums būs lielāks, jo pāiet noteikts laiks, iekams automobiļa vadītājs ierauga šķērslī un uzsāk automobiļa pilnīgu bremzēšanu. Jāņem vērā arī automobiļa vadītāja reakcijas laiks t_1 , bremžu aizkavētās darbības laiks t_2 un bremzēšanas spēka nevienmērīgas iedarbības laiks t_3 bremzēšanas procesa sākumā.

Vidēji automobiļa vadītāja reakcijas laiks $t_1 = 0,4 \div 0,7$ s. Jauņiem automobiļiem vadītājiem ir maza pieredze, tāpēc, aprēķinot autoceļa plāna profila elementus, pieņem, ka automobiļa vadītāja reakcijas laiks $t_1 = 1,0$ s.

Bremžu aizkavētās darbības laiks automobiļiem ar bremžu hidraulisko pievadu $t_2 = 0,03$ s, bet automobiļiem ar bremžu pneimatisko pievadu $t_2 = 0,3$ s.

Bremzēšanas spēka nevienmērīgās iedarbības laiks bremzēšanas procesa sākumā $t_3 = 0,2$ s (automobiļiem ar bremžu hidraulisko pievadu) vai $t_3 = 0,4 \div 1,0$ s (automobiļiem ar bremžu pneimatisko pievadu).

Automobiļa vadītājam nepieciešamo kopējo reakcijas laiku

$$t = t_1 + t_2 + t_3$$

aptuveni pieņem šādu: automobiļiem ar bremžu hidraulisko pievadu $t = 1,2$ s, bet automobiļiem ar bremžu pneimatisko pievadu $t = 2,0$ s.

Bez tam bremzēšanas ceļa garums S ir atkarīgs no bremzējošo riteņu skaita, bremžu tehniskā stāvokļa, bremžu regulēšanas precizitātes un bremzēšanas intensitātes.

Lai pēkšņi apstādinātu automobili, jāpieliek samērā liels spēks, tāpēc riteņus pilnīgi noblokē tikai ārkārtējos gadījumos. Normālos ekspluatācijas apstākļos, lai bremzēšana būtu droša, automobili nobremzē ar mazāku intensitāti lielākā ceļa distancē.

Aprēķinot bremzēšanas ceļa garumu, jāievēro arī bremžu ekspluatācijas apstākļu koeficients k_e . Ja automobiļa kustības ātrums

nepārsniedz 80 km/st, praksē ir pierādīts, ka bremžu ekspluatācijas apstākļu koeficients $k_e = 1,4$.

Automobiļu ekspluatācijas apstākļi nepārtraukti uzlabojas, tāpēc autoceļa ģeometrisko elementu aprēķinā pieņem, ka bremžu ekspluatācijas apstākļu koeficients $k_e = 1,2$.

Rezumējot iepriekš teikto, bremzēšanas ceļš

$$S = \frac{v^2 k_e}{254(\varphi_1 + f - i)} + \frac{vt}{3,6} \text{ [m]},$$

- kur v — automobiļa kustības ātrums pirms bremzēšanas (km/st);
 k_e — bremžu ekspluatācijas apstākļu koeficients;
 t — autovadītāja reakcijas laiks (s);
 φ_1 — garenaistes koeficients;
 f — rites pretestības koeficients;
 i — ceļa garenkritums (‰).

3. nodaļa

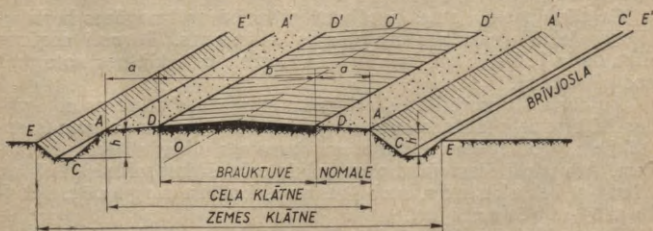
CEĻA ŠĶĒRSPROFILS

9. §. Ceļa šķēršprofila elementi un pamattipi

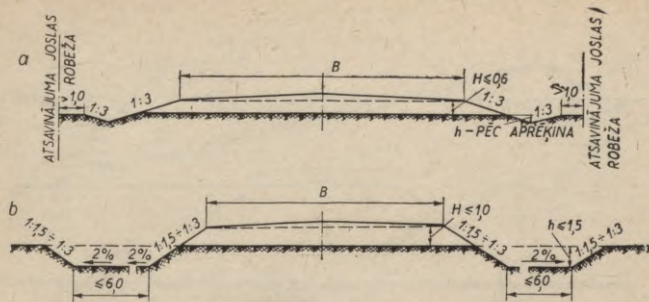
Autoceļu, tāpat kā jebkuru citu inženierbūvi, var attēlot trīs projekcijās: šķērsgriezumā, plānā un garengriezumā. Autoceļa vertikālo griezumu plaknē, kas ir perpendikulāra ceļa asij, sauc par ceļa šķēršprofilu (8. att.).

Autoceļa virsmas daļu, kas domāta tiešai transportlīdzekļu kustībai, sauc par ceļa brauktuvi. Lai ceļa virsma, uzņemot transportlīdzekļu slodzi, nedeformētos un ceļš būtu labi izbraucams, tā brauktuves robežās, lietojot organiskas vai neorganiskas saistvielas, izbūvē ceļa segu no izturīgiem dabiskajiem vai mākslīgajiem akmens materiāliem.

Ceļa sānu joslas, kas piekļaujas pie ceļa brauktuves tās abās pusēs, sauc par ceļa nomalēm a . Tās balsta ceļa brauktuvi un



8. att. II÷V tehniskās kategorijas autoceļu šķēršprofila elementi



10. att. Ceļa tipveida šķērsprofili:

a — nulles vietā; b — uzbērumā, kura augstums ir līdz 1.0 m

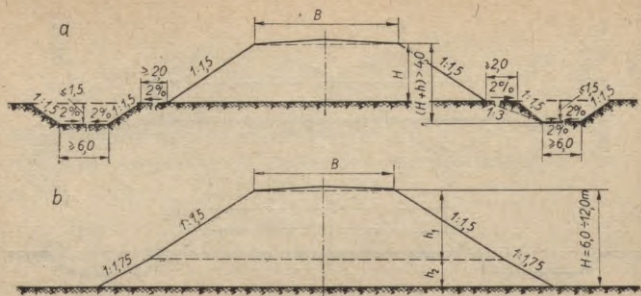
stākļi ir labi — līdzens reljefs, laba virszemes ūdens novadīšanas iespēja, noturīga grunts un zems gruntsūdens līmenis, zemes klātne veido, izrokot sāngrāvjus vai teknes. Šādā gadījumā ceļa klātnes virsma ir paralēla zemes virsmai un pacelta virs zemes virsmas tikai tādā augstumā, lai varētu novadīt virszemes ūdeni. Ceļa klātnes pacelumu, to uzberot ne augstāk par 0,6 m, veido no grunts, kas izrakta no grāvjiem vai pievesta. Šādu ceļa profilu sauc par ceļa šķērsprofilu nulles vietā (10. att. a). Sāngrāvju šķērsgriezums var būt trīsstūris, trapecē vai ovāls. Sāngrāvja dziļumu h uzbērumos mēra no zemes virsmas, bet ierakumos — no ceļa klātnes šķautnes. Sāngrāvju dziļumu atkarībā no klimatiskajiem un grunts apstākļiem nosaka pēc hidrauliskā aprēķina. Minimālais trīsstūrveida sāngrāvja jeb ovālas teknes dziļums $h=0,3$ m. Tekņu nogāžu slīpumam jābūt 1 : 3.

Ja apvidus hidroģeoloģiskie apstākļi nav labvēlīgi, jārok dziļāki trapecveida sāngrāvji, kuru dibena platums nedrīkst būt mazāks par 0,4 m, bet dziļumam jābūt vismaz 0,4 m. Sāngrāvja šķērsgriezuma izmērus nosaka pēc hidrauliskā aprēķina.

Ja grunts, kas izrakta no sāngrāvjiem, nepietiek uzbēruma izveidošanai, tad sāngrāvjus paplašina — ceļa vienā vai abās pusēs izveido rezerves.

Rezerves, kas ierīkotas ceļa brīvjoslās, paplašinot vai padziļinot sāngrāvjus, sauc par sānu rezervēm. To izmēri jāprojektē tādi, lai iegūtu uzbēruma veidošanai vajadzīgo grunts daudzumu un pilnīgi novadītu virszemes ūdeni no ceļa. Parasti sānu rezerves izrok ne dziļākas par 1,5 m, veidojot 2% lielu šķērskritumu rezerves ārējās malas virzienā. Lai izvadītu ūdeni no rezerves, tai jābūt ar noteiktu garenkritumu.

Ceļa šķērsprofils, ja uzbērums nav augstāks par 1,0 m un grunti tā veidošanai iegūst no sānu rezervēm, parādīts 10. att. b. Šādā



11. att. Ceļa tipveida šķērsprofili uzbērumā:

a — uzbērumā, kas augstāks par 1,0 m; b — uzbērumā, kas augstāks par 6,0 m

gadījumā uzbēruma nogāzes pakāpeniski pāriet tieši rezerves iekšējās malas nogāzēs. Uzbēruma nogāzes slīpumam jābūt $1:1,5 \div 1:3$.

Lēzenas nogāzes ir ērtas, izpildot zemes darbus ar mehānismiem. Šādas nogāzes dod iespēju arī nobraukt no ceļa jebkurā vietā. Ja uzbērums ir augstāks par 1,0 m, lēzenas nogāzes ierīkošanai jāizpilda liels zemes darbu apjoms. Šādos gadījumos nogāzes veido stāvākas: parasti to slīpums ir $1:1,5$.

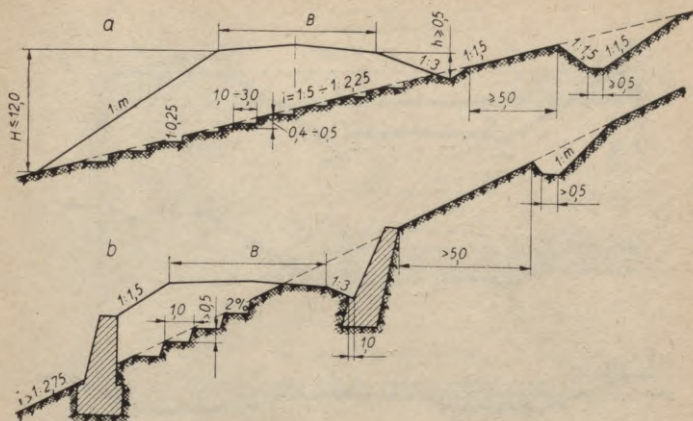
Ja uzbēruma ierīkošanai vajadzīgo grunts daudzumu nevar iegūt no sānu rezervēm, grunti pieved no gruntis rezervēm, kas speciāli šim nolūkam ierīkotas trases tuvumā, kā arī no tuvākajiem ierakumiem vai gruntis karjeriem.

Mitrās un slapjās vietās, kur nevar pilnīgi novadīt virszemes ūdeni, kā arī mainīga reljefa apstākļos zemes klātne jāprojektē un jāizbūvē uzbērumā.

Ja uzbēruma augstums $H+h \geq 4,0$ m un gruntis uzbēruma veidošanai rok no sānu rezervēm, starp uzbēruma nogāzes pēdu un rezervi jāatstāj starpjosta — bermas, kas palielina zemes klātnes noturību. Bermas platums ir atkarīgs no zemes darbu izpildes veida un gruntis vietējiem hidroģeoloģiskajiem apstākļiem, bet tas nedrīkst būt mazāks par 2,0 m un jāveido 2% liels šķērskritums rezerves virzienā (11. att. a).

Uzbērumus, kas ir augstāki par 6,0 m, izbūvē ar lauztām nogāzēm. Uzbēruma augšējās un apakšējās daļas izveidojuma augstums un nogāžu slīpums ir atkarīgs no gruntis. Līdz 12,0 m augstus uzbērumus (11. att. b) var izveidot ar stāvāku augšējo daļu $h_1=6,0 \div 10,0$ m, kurai nogāzes slīpums ir $1:1,5$, un lēzenāku apakšējo daļu h_2 , kurai nogāzes slīpums ir $1:1,75$.

Kalna nogāzēs, kuru šķērskritums $i=1:10 \div 1:5$, gruntis uzbēruma veidošanai pieved no karjera. Pirms uzbēruma veidošanas



12. att. Ceļa tipveida šķēršprofili kalna nogāzē:
 a — ar izveidotām pakāpēm; b — ar atbalstsieniņām

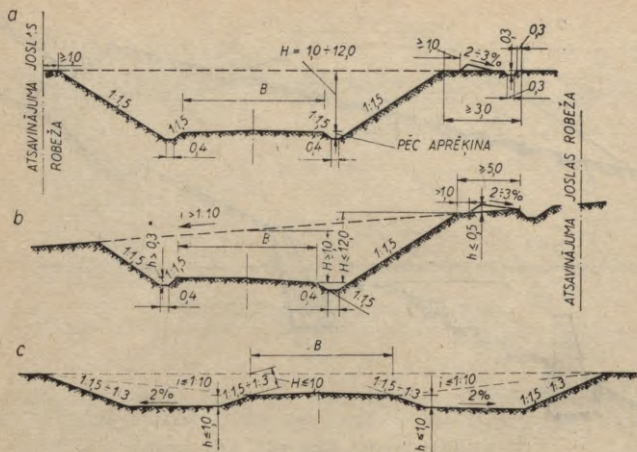
kalna nogāzes virsma jāuzjūdzina un kalna pusē jāizrok kalna grāvis, atstājot starp uzbēruma nogāzes pēdu un kalna grāvja šķautni vismaz 2,0 m platu bermu.

Ja kalna nogāzēs šķērskritums $i = 1:5 \div 1:2,25$, uzbēruma balstišanai jāierīko pakāpes (12. att. a), kas palielina uzbēruma masīva noturību un pasargā tā noslidēšanu pa kalna nogāzi. Pakāpes augstumam jābūt $0,4 \div 0,5$ m, bet platumam — $1,0 \div 3,0$ m. Smilšainās un mātaini smilšainās gruntis pakāpēm jābūt ar $1,0 \div 2,0\%$ lielu šķērskritumu kalna virzienā; smilšaina māla un māla gruntis pakāpju šķērskritumam jābūt kalna nogāzes slīpuma virzienā. Uzbērumu no lietus ūdeņu pieplūdes aizsargā kalna grāvis, kas jāizrok vismaz 5,0 m attālumā no uzbēruma. Kalna grāvja dziļumu nosaka pēc hidrauliskā aprēķina.

Lai zemes klātnei būtu vajadzīga noturība, ļoti stāvās kalna nogāzēs no befona, mūra vai dzelzsbetona jāizbūvē atbalstsieniņas (12. att. b).

Nelīdzēna apvidus reljefa vietās stāvē kalna pauguri jānorok, t. i., zemes klātnei veido ar ierakuma šķēršprofilu.

Ceļa šķēršprofilu ierakumā, ja tā dziļums ir $1,0 \div 12,0$ m, parasti izveido ar nogāzēm, kura slīpums ir $1:1,5$ (13. att. a). Izrakto grunti izlieto uzbēruma veidošanai vai novieto atbērtnēs. Vismaz 1,0 m attālumā no ierakuma nogāzes jāuzber neliela trīsstūrveida prizma — 0,8 m augsts bankets ar $2-3\%$ lielu kritumu no ceļa ass, bet aiz banketa jāizrok 0,3 m dziļš banketa grāvis.



13. att. Ceļa tipveida šķērsprofili ierakumā:

a — līdzena vietā; b — kalna nogāzē; c — dziļais atklātais ierakums

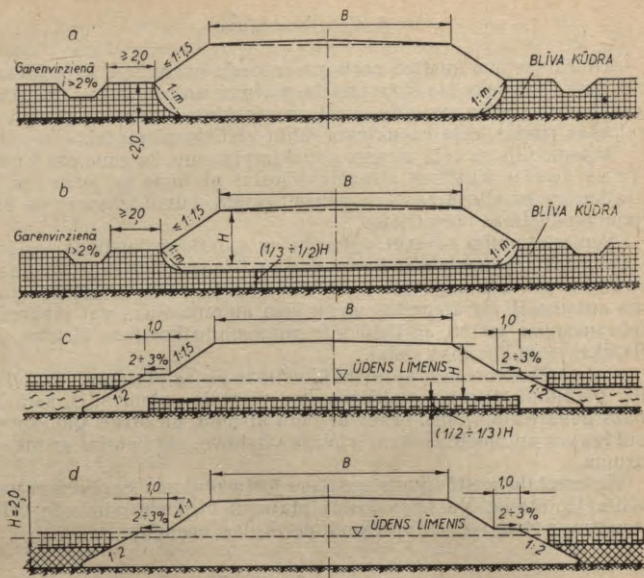
Bankets un banketa grāvis virszemes ūdeņiem neļauj pa ierakuma nogāzēm noplūst uz ceļa.

Ceļa tipveida šķērsprofils ierakumā, ja reljefa šķērskritums $i > 1:10$, parādīts 13. att. *b*. Lai pasargātu ierakuma pieplūšanu ar virszemes ūdeņiem, kas pa nogāzi plūst uz ceļa, vismaz 5,0 m attālumā no ierakuma nogāzes ārējās šķautnes jāizrok kalna grāvis. Tā dziļumu aprēķina, ievērojot lietus intensitāti, baseina laukumu un noteces koeficientu. Kalna grāvja dibena platumam jābūt 0,5 m. Starp banketu un ierakuma ārējo šķautni jāatstāj vismaz 1,0 m plata berma.

Seklus ierakumus, kuru dziļums ir līdz 1,0 m, ziemā bieži vien aizputina, tāpēc ceļa šādās vietās jāizveido speciāla šķērsprofila zemes klātne, t. i., ar seklo atklāto ierakumu vai ar dziļo atklāto ierakumu (13. att. *c*), bet linijai, kas savieno ceļa klātnes šķautni un ierakuma ārējo šķautni, jābūt ar kritumu $i \leq 1:10$.

Purvainos apvidos ceļa šķērsprofils un zemes klātnes konstruktīvais izveidojums ir atkarīgs no ceļa tehniskās kategorijas, purva tipa, tā dziļuma un kūdras slāņa īpašībām. Izšķir dūņu purvus un kūdras purvus. Dūņu purvi ir jauni. Tie ir izveidojušies, aizaugot ezeriem, un tāpēc ir nenoturīgi, jo šādu purvu apakšējā daļā ir izveidojusies sapropela kārtā.

Kūdras purvos I, II un III kategorijas autoceļus izbūvē tieši uz purva minerālās grunts cietās virsmas (14. att. *a*). Pirms uzbērums



14. att. Ceļa tipveida šķērsprofili purvos:

a — uzbērums, balstīts uz purva minerālās grunts slāņa; b — uzbērums, balstīts uz kūdras slāņa; c — atstājot zem uzbēruma kūdras slāni; d — iegremdējot uzbērumu līdz cietās minerālās grunts slānim

bēršanas kūdras slānis jāizrok līdz purva minerālās grunts slānim visa uzbēruma platumā.

Ja kūdras purvs ir dziļāks par 2,0 m, I, II un III kategorijas autoceļu šķērsprofilus šādās vietās projektē individuāli, ievērojot vietējos apstākļus un kūdras īpašības.

Noturīgos kūdras purvos IV un V kategorijas autoceļu uzbērums atļauts izbūvēt uz kūdras slāņa, ja iepriekš to uzirdina vai arī norok kūdras virsējo slāni, lai tā biezums zem augstākā tipa atvieglotām segām nebūtu lielāks par $\frac{1}{3}$, bet pārejas un zemāka tipa segām — ne lielāks par $\frac{1}{2}$ no kūdras slāņa biezuma (14. att. b).

Staignos dūņu purvos un purvos, kur kūdras slānis balstās uz bieža sapropeļa slāņa, uzbērumus iegremdē līdz purva cietam minerālā pamatam. Šķērsprofils ceļa uzbērūmam, kas iegremdēts līdz purva cietam minerālā pamatam, atstājot zem uzbēruma masīva kūdras slāni, parādīts 17. att. c, bet, neatstājot šādu slāni, — 14. att. d.

10. §. Ceļa brauktuve

Ritošā sastāva kustība noris pa autoceļa brauktuvi. Projektēšanas gaitā jānosaka tās šķērsprofils, platums un ceļa segas tips. Lai transporta kustība noritētu droši ar aprēķina ātrumiem vienā vai vairākās rindās, ceļa brauktuvei jābūt pietiekami platai.

Automobilis uz ceļa aizņem noteiktu platumu, ko sauc par kustības joslu. Kustības atsevišķas joslas platums un joslu skaits ir atkarīgs no ritošā sastāva gabarītmēra, kustības aprēķina ātruma un kustības intensitātes.

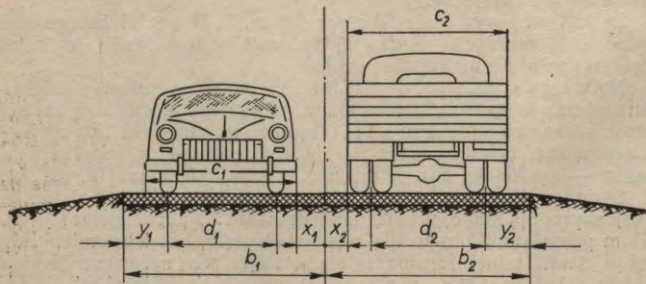
Nepieciešamību izbūvēt autoceļu ar vairākām kustības joslām nosaka arī tas apstāklis, ka atsevišķo transportlīdzekļu kustības ātrumi ir ļoti atšķirīgi. Tā, piemēram, jāatdala lēni braucošie kravas automobiļi no ātrgaitas vieglajiem automobiļiem vai jāparedz apbraukšanas joslas. Jo lielāks ir automobiļu kustības ātrums, jo platākai jābūt kustības joslai.

Lai varētu teorētiski aprēķināt kustības joslas platumu, jāaplūko divi gadījumi: pirmais gadījums, kad vieglais automobilis, kam ir mazs gabarīta platums, brauc ar lielu ātrumu, un otrais gadījums, kad kravas automobilis, kam ir plata virsbūve, pārvietojas ar mazu ātrumu.

Automobiļu nostādījums kustības joslu platuma aprēķinam parādīts 15. attēlā. Kustības joslas platumu b_1 , kuru norobežo ceļa brauktuves šķautne, var aprēķināt pēc šādas formulas:

$$b_1 = \frac{c_1 + d_1}{2} + x_1 + y_1 \text{ [m]},$$

- kur c_1 — automobiļa virsbūves platums (m);
 d_1 — attālums starp riteņu nospieduma viduspunktiem (m);
 x_1 — attālums no automobiļa virsbūves malas līdz kustības blakus joslai (m);
 y_1 — attālums no ārējā riteņu nospieduma viduspunkta līdz ceļa brauktuves šķautnei (m).



15. att. Ceļa brauktuves kustību joslas aprēķina shēma

Ja ceļa brauktuves šķautne ir norobežota ar paaugstinātu apmales akmeni, aprēķinot kustības joslas platumu, attālums y_1 jāņem vienāds ar x_1 , t. i., no automobiļa virsbūves malas.

Ja ceļa brauktuvei ir vairākas kustības joslas, kustības iekšējo joslu platumu, kas nav norobežots ar brauktuves šķautni, var aprēķināt pēc šādas formulas:

$$b_1 = c_1 + x_1 + x_2 \text{ [m]},$$

kur x_1 un x_2 — attālumi no automobiļa virsbūves malas līdz kustības blakus joslai (m).

Attālumu x_1 un y_1 lielumi ir atkarīgi no automobiļu kustības ātruma un aprēķināmi pēc drošas kustības novērojuma datiem. Tā, piemēram, divvirzienu kustībai

$$x_1 = y_1 = 0,5 + 0,005v \text{ [m]},$$

kur v — automobiļa kustības ātrums (km/st),
 x_1 un y_1 — attālumi (m).

Kustības joslas platumam, kāds aprēķināts, projektējot autoceļu, ir liela nozīme, jo no tā ir atkarīga ceļa visdārgākās daļas — tā segas izbūves izmaksa.

Pēdējos gados kustības joslu un ceļa brauktuves platums tiek palielināts atbilstoši pieaugošajiem automobiļu kustības ātrumiem. Pēc celtniecības normām un noteikumiem ceļa brauktuves platums attiecīgām ceļa tehniskām kategorijām dots 7. tabulā.

7. tabula

Autoceļa brauktuves platums

Autoceļa elementa nosaukums	Autoceļa tehniskā kategorija				
	I	II	III	IV	V
Kustības joslu skaits	≥ 4	2	2	2	1
Kustības joslu platums (m)	3,75	3,75	3,5	3,0	—
Brauktuves platums (m)	≥ 15,0	7,5	7,0	6,0	4,5

Ja pirmajos desmit gados pēc ceļa nodošanas ekspluatācijā kustības intensitāte sagaidāma mazāka par 200 automobiļiem dienā, IV kategorijas ceļiem brauktuvi atļauts izbūvēt šaurāku, t. i., nevis 6,0 m platu, kā tas norādīts 7. tab., bet gan tikai 4,5 m platu.

Stāvos un garos II un III kategorijas autoceļu kāpuma posmos, ja tajos noris intensīva kustība un garenkritums ir lielāks par 60⁰/₀₀, lēni braucošajiem kravās automobiļiem ieteicams kāpuma virzienā izbūvēt speciālu kustības papildjoslu, kuras platumam jābūt vienādam ar attiecīgās ceļa tehniskās kategorijas kustības joslu platumu, kāds norādīts 7. tabulā.

No kustības drošības viedokļa nav ieteicams izbūvēt autoceļus ar trīsjoslu brauktuvi. Šāds variants pieļaujams tikai atsevišķos gadījumos uz II kategorijas autoceļiem, projektu obligāti saskaņojot ar attiecīgās savienotās republikas Valsts autoinspekciju. Šādos gadījumos kustības maksimumstundās kustības viena josla jāparedz braukšanai vienā virzienā, bet divas pārējās joslas — braukšanai pretējā virzienā.

Ja apdzīvotu vietu robežās noris intensīva vietēja rakstura kustība, kas sastāda vismaz 30% no projektējamā autoceļa kopējās kustības intensitātes, vietējam transportam jāparedz kustības papildjosla. Brauktuves papildjoslas jāizveido arī autobusu stāvvietās un ceļu krustojumos.

Visos gadījumos, kad atbilstoši kustības intensitātei autoceļa brauktuvē jāizbūvē sešas un vairākas kustības joslas, jāsalīdzina to lietderība ar tādiem jaunu ceļu izbūves variantiem, kas samazinātu projektējamā ceļa apkalpošanas un ietekmes rajonu.

Autoceļiem, kam ir četras un vairākas kustības joslas, katram kustības virzienam joslas jāprojektē un jāizbūvē uz pilnīgi atsevišķām patstāvīgām zemes klātnēm, kuras savā starpā jāsavieno ar kustības virzienu sadales joslu, kas palielina satiksmes drošību un naktīs samazina transportlīdzekļu vadītāju apžilbināšanas iespēju. Kustības virzienu sadales joslām jābūt vismaz 5,0 m plātām. Lai palielinātu automobiļu braukšanas ērtību un kustības drošību, ja vietējie apvidus apstākļi to ļauj, ieteicams izbūvēt 7,0 ÷ 12,0 m platas kustības virzienu sadales joslas.

Aprūtinātos reljefa apstākļos atļauts samazināt kustības virziena sadales joslas platumu, taču tas nedrīkst būt mazāks par 2,0 m. Kustības virziena sadales joslas platumu samazināšana jāpamato autoceļa izbūves projektā.

Ja autoceļa izbūves projektā noteikts, ka ceļa ekspluatācijas pirmajos desmit gados kustības faktiskā intensitāte krasi atšķirsies no perspektīvās kustības aprēķina intensitātes, atļauts ceļa brauktuves izbūvi veikt pa stadijām. Pirmās kategorijas autoceļiem brauktuves izbūves pirmajā stadijā atļauts četru kustības joslu vietā izbūvēt divas kustības joslas, bet II ÷ V kategorijas autoceļiem ceļa klātnes platumu jāprojektē tā, lai tas atbilstu kustības perspektīvai intensitātei līdz attiecīgā ceļa pirmajam kapitālajam remontam. Šādos gadījumos jāparedz ceļa to elementu racionāla izmantošana un pastiprināšana, kurus izbūvēja pirmajā stadijā.

Virszemes ūdeņu novadīšanu no ceļa brauktuves nodrošina tās šķērskritums, kas jāizveido no ceļa ass uz ceļa abām pusēm. Ceļa seguma šķērskritums ir atkarīgs no segas izbūves materiāliem. Tā, piemēram, ceļa segas, kas izbūvētas no mazāk izturīgiem būvmateriāliem un ir ūdens caurlaidīgas (grants segas vai neapstrādātu šķembu segas ar organiskām saistvielām u. c.), jāizveido ar lielāku šķērskritumu, lai nodrošinātu virszemes ūdeņu ātru noplūdi un neļautu ūdenim iesūkties ceļa segas dziļākajos slāņos. Bez tam transportlīdzekļu kustība galvenokārt koncentrējas ceļa brauktuves

vidū, tāpēc ceļa segas nodilums tās vidusdaļā ir lielāks un pēc ilgākas ekspluatācijas nestingām segām samazinās to šķērskritums. Ja nav nodrošināta pietiekama ūdens novadīšana, šķidoņa laikā nestingās ceļu segas izmirst un ritošā sastāva kustība pa šādu ceļu ir apgrūtināta.

Autoceļu brauktuves šķērskritums, izņemot virāžu vietas, dažādu veidu ceļa segumiem dots 8. tabulā.

8. tabula

Šķērskritums autoceļa brauktuvei atkarībā no ceļa seguma

Autoceļa seguma veids	Šķērskritums (%)
Cementbetona un asfaltbetona segums	15÷20
Mozaikas, kalto akmeņu un klinkeru bruģis	20÷25
Šķembu un grants melnais segums	20÷25
Šķembu un grants segumi	25÷30
Apaļakmeņu un pieskaldīto akmeņu bruģis	30÷40
Uzlabotie grunts ceļi	30÷40

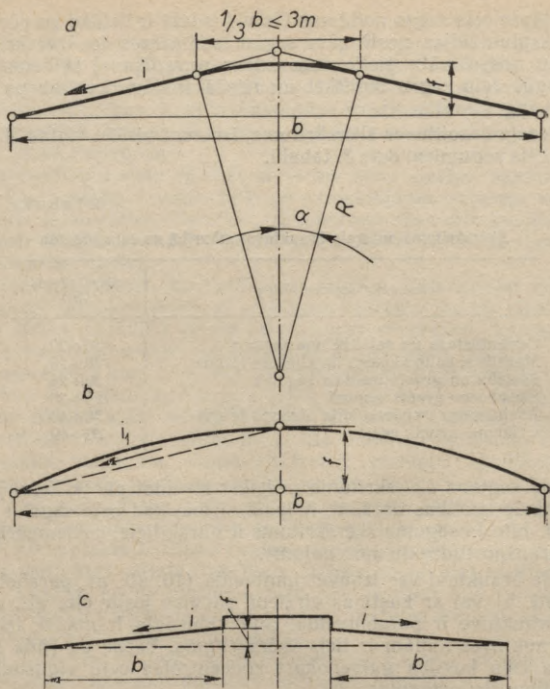
Ceļa seguma šķērskritumu nedrīkst izveidot pārāk lielu, jo tad samazinās kustības drošība, it īpaši ziemā, kad ceļa sega ir apledojusi. Ja ceļa seguma šķērskritums ir pārāk liels, nevienmērīgi arī dīkst transportlīdzekļu apriepojums.

Ceļa brauktuvi var izbūvēt jomtveidā (16. att. a), parabolveidā (16. att. b) vai ar kustības virzienu sadales joslu (16. att. c). Ja ceļa brauktuve ir parabolveida, ceļa vidusdaļa ir mazāk izliekta, bet brauktuves malām ir liels šķērskritums. Tāpēc pa šāda šķērsprofila ceļu kustība galvenokārt koncentrējas ceļa vidusdaļā un brauktuve ātri nolietojas.

Autoceļiem ar jomtveida šķērsprofilu brauktuves vidū lūzums tiek noapaļots ar 2,0÷3,0 m garu likni.

Lai aizsargātu ceļa segas malas no ritošā sastāva un klimatisko faktoru graujošās iedarbības, tās izturīgi jānostiprina. Atkarībā no grunts hidroloģiskajiem un vietas klimatiskajiem apstākļiem, pieejamiem būvmateriāliem un to ieguves veida ceļa segas malas nostiprina, paplašinot ceļa segas pamatu un uzstādot vienā līmenī un šķērskritumā ar seguma virsmu saliekamas vai monolītas 0,5 m platas betona plātnes. Ja ceļa brauktuvi norobežo apmales, jāuzstāda speciāli apmales akmeņi, kuru pamattipi parādīti 17. attēlā.

Lai nesamazinātu automobiļu braukšanas ātrumu un drošību, kā arī neradītu neērtus kustības apstākļus, ceļa apmales akmeņu augstākajai daļai jābūt attālinātai no ceļa brauktuves šķautnes. Augstākās vietas attālinājums ir atkarīgs no apmales akmeņu augstuma un formas. Parasti tas atbilst divkārtējam vai trīskārtējam apmales akmeņa augstumam.



16. att. Ceļa brauktuves šķēršprofili:

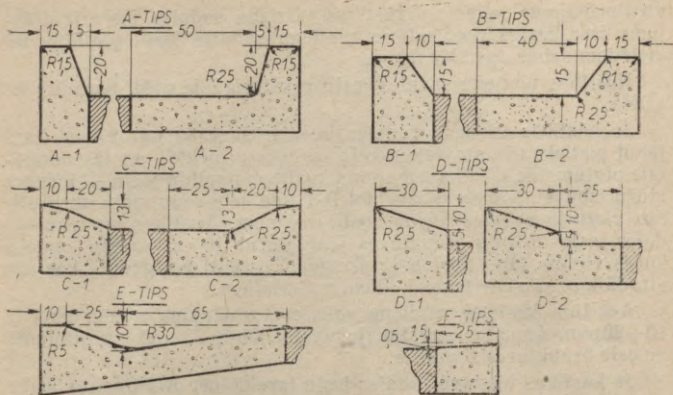
a — jumtveida; b — parabolveida; c — ar kustības virzienu sadales joslu

Izbūvējot ceļa segu uzbērumā, kas ir augstāks par 3,0 m, ieteicams ietves un autobusu stāvvietu laukumus, kuri piekļaujas pie ceļa brauktuves, atdalīt ar A tipa apmales akmeņiem (sk. 17. att.).

Autoceļu krustojumos, lai norobežotu drošības salīgas un kustības sadales joslas, ieteicams lietot B tipa apmales akmeņus.

Lēzenās formas zemos C un D tipa apmales akmeņus lieto, lai norobežotu un uzskatāmi iezīmētu ceļa brauktuves šķautni kustības virzienu sadales joslas pārbraucieni vietās.

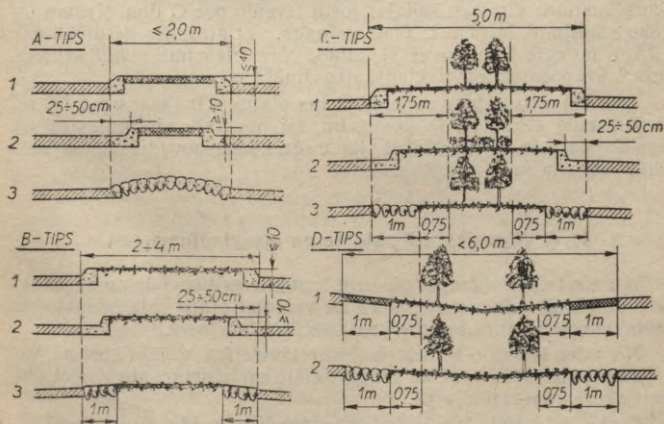
E tipa apmales akmeņus parasti uzstāda apdzīvotās vietās, ja ceļam ir liels garenkritums, un vienlaicīgi izmanto arī ūdens novadīšanas teknes izveidošanai.



17. att. Apmales akmeņu tipi (izmēri centimetros)

Ja ceļa brauktuve ir norobežota ar A un B tipa apmales akmeņiem, pārbrauktuvju un nobrauktuvju vietās jāuzstāda F tipa apmales akmeņi.

Ceļa brauktuves šķautnes jānostiprina arī I kategorijas autoceļiem, kam ir kustības virzienu sadales joslas. Ceļa segas malu



18. att. Kustības virzienu sadales joslu tipi

nostiprinājuma veids un kustības virzienu sadales joslu izveidojums ir atkarīgs no kustības virzienu sadales joslu platuma un vietējiem dabas apstākļiem.

Kustības virzienu sadales joslu raksturīgākie veidi parādīti 18. attēlā.

Ja kustības virzienu sadales josla ir šaurāka par 2,0 m (tam jābūt pietiekami pamatotam ceļa izbūves projektā) un tās normālais platums daļēji tiks izmantots kustības papildu joslu — ātruma slūžu izbūvei, ieteicams izveidot A-1 tipa ceļa segu malu un kustības virzienu sadales joslas nostiprinājumu. Kustības virzienu sadales josla no ceļa brauktuves jāatdala ar 10 cm augstu apmali, kuras virsma jānostiprina ar šķembām, granti vai grunti, kas apstrādāta ar saistvielām vai citiem materiāliem.

A-2 tipa kustības virzienu sadales joslu apmaļu augstums ir 10÷20 cm. Apmāles augstākajai vietai jābūt 25÷50 cm attālumā no ceļa brauktuves šķautnes.

Ja kustības virzienu sadales joslu izveido pēc A-3 tipa, to bruģē vai nosedz ar saliekamām betona plātnēm, kuru krāsa un izskats stipri atšķiras no ceļa segas. Šāda izveidojuma kustības virzienu sadales joslas ieteicams izbūvēt tajās vietās, kurās ceļu stipri aizputina.

Ja kustības virzienu sadales joslas platums ir 2,0÷4,0 m, ieteicams to izveidot pēc B tipa, bet paaugstināto virsmu apsēt ar zāli vai noklāt ar velēnām.

Atbilstoši celtniecības normām un noteikumiem kustības virzienu sadales joslas minimālam platumam jābūt 5,0 m. Sādā gadījumā kustības virzienu sadales joslu izveido pēc C tipa. Krūmu un koku stādījumi, kuriem ir zems vainags, var atrasties ne tuvāk par 1,75 m no ceļa brauktuves šķautnes. Nav ieteicams stādīt krūmus ceļa tajos posmos, kas pakļauti aizputināšanai.

Ja kustības virzienu sadales joslas platums ir lielāks par 6,0 m, tā jāizveido atbilstoši D tipam, un, lai novērstu virszemes ūdens iesūkšanos ceļa zemes klātnē, jāparedz ūdens novadišana no kustības virzienu sadales joslas.

11. §. Nomales, ceļa klātne un atsavinājuma josla

Nomales piekļaujas pie ceļa brauktuves tās abās pusēs, tādējādi atbalstot ceļa segas malas un veidojot starp ceļa brauktuves malu un ceļa klātnes šķautni kustības drošības joslu.

Nomales izmanto arī automobiļu stāvvietām, gājēju kustībai un ceļu zīmju uzstādīšanai, kā arī materiālu un instrumentu novietošanai ceļa remontdarbu laikā.

Ceļa klātnei I kategorijas autoceļiem veido divas brauktuves, divas nomales un kustības virzienu sadales joslas. Ceļa nomāļu

un ceļa klātnes platums ir noteikts celtniecības normās un noteikumos. Tas ir atkarīgs no ceļa tehniskās kategorijas (9. tab.).

9. tabula

Ceļa nomales un ceļa klātnes platums

Autoceļa elementa nosaukums	Autoceļa tehniskā kategorija				
	I	II	III	IV	V
Nomales platums (m)	3,75	3,75	2,5	2,0	1,75
Ceļa klātnes platums (m)	27,5 un vairāk	15,0	12,0	10,0	8,0

Ļoti grūtos kalnainos ceļa posmos pieļaujams samazināt ceļa klātnes platumu par 1,5 m (I un II kategorijas autoceļiem) vai par 1,0 m (pārējo kategoriju ceļiem).

Ja ceļa šķēršprofilam ir divpusīgs slīpums, nomalēm atkarībā no grunts, kāda lietota to uzbēršanai, un nostiprinājuma veida jābūt ar $10 \div 20\%$ lielāku šķērskritumu nekā ceļa brauktuvei.

Lai izveidotu nomales glītākas un tās pasargātu no transportlīdzekļu riteņu iedarbības, kā arī novērstu ūdens iesūkšanos ceļa zemes klātnē, nomales ir jānostiprina. Tā, piemēram, I, II un III kategorijas autoceļiem ar augstākā tipa ceļa segām nomales brauktuves malas $0,50 \div 0,70$ m platumā ieteicams nostiprināt ar betona plātnēm vai bruģi, kas izveidots no pieskaldītiem akmeņiem.

Ja grunts hidroloģiskie un apvidus klimatiskie apstākļi ir ļoti labi, II un III kategorijas autoceļiem brauktuves malās atļauts nomalu nostiprinājuma joslu sašaurināt līdz 0,50 m.

Ceļa klātnes pārējā daļā nomales atkarībā no grunts, kāda lietota nomalu uzbēršanai, un apvidus klimatiskajiem apstākļiem nostiprina ar vietējiem būvmateriāliem (grantī un smilti), kā arī ar izdedžiem vai akmens materiāliem, kas palikuši neizlietoti, izbūvējot ceļa segu.

Nostiprinot nomales ar granti vai šķembām, nostiprināmās kārtas biezumam jābūt $8 \div 12$ cm. Ceļa nomalu nostiprināšanai ieteicams lietot arī granti, kas apstrādāta ar saistvielām. Nostiprinot nomales ar stabilizētu granti, tās slāņa biezumam jābūt 12 cm. Līdzīgā veidā nomales jānostiprina arī ceļiem ar pārejas un zemāka tipa segām.

Apdzīvotu vietu robežās, kur transportlīdzekļi regulāri apstājas uz nomalēm, tās jānostiprina visā platumā tāpat kā ceļa brauktuve.

Visos gadījumos jāveic pasākumi, lai novērstu virszemes ūdeņu iesūkšanos ceļa segas pamatā, kā arī ceļa brauktuves un nomales saskares vietās. Ja I, II un III kategorijas autoceļiem ir posmi, kuru garenkritums pārsniedz 30% , tad, lai pasargātu ceļa nomales un zemes klātnes šķautnes no izskalošanas ar virszemes ūdeņiem, kas plūst ceļa segas šķautnes garenvirzienā, jāizveido teknes, uzstādot

E tipa apmales akmeņus (sk. 17. att.). Ja nomalē ir paredzēts izbūvēt ietvi vai velosipēdu celiņu, ceļa segas mala jānostiprina ar A tipa apmales akmeņiem (sk. 17. att.).

Lai novadītu ūdeni no teknēm, to garenvirzienā ik pēc 50÷100 m jāizbūvē ūdens sateces akas, kas jānosiedz ar režģotu vāku. Sateces akas dibens jāsavieno ar uzbēruma nogāzē izbūvētu ūdens novadīšanas cauruli, pa kuru ūdens aizplūst no sateces akas.

Atsavinājuma joslā izbūvē zemes klātni, tiltus, caurtekas un linijēkas, ierīko pajūgu un traktoru ceļus, uzstāda ceļa zīmes, ierīko dekoratīvos stādījumus, rezerves un atbērtnes, kā arī materiālu pagaidnoliktavas, ko lieto ceļa būves un remonta laikā.

Atsavinājuma joslas platums (10. tab.) ir atkarīgs no autoceļa tehniskās kategorijas; tam jābūt tādām, lai atsavinājuma joslā varētu izbūvēt zemes klātni (galvenokārt veidojot uzbērumu no pievestas grunts), gājēju un velosipēdu celiņus, ūdens novadīšanas ietaises utt.

10. tabula

Atsavinājuma joslas platums

Autoceļa tehniskā kategorija	I	II	III	IV	V
Atsavinājuma joslas platums (m)	39	28	22	19	18

Ja jaunu autoceļu izbūvei atsavina zemi, ko izmanto ļoti vērtīgu kultūru (tehnisko augu utt.) audzēšanai, atsavinājuma joslas platumam jābūt minimālam. Aprēķinot atsavinājuma joslas minimālo platumu, jāparedz, ka zemes klātnes uzbērumu izveidos, pievedot grunti no koncentrētām rezervēm.

Izbūvējot augstus uzbērumus vai dziļus ierakumus, paredzot traktoru un apbraucamos ceļus, pietrases rezervju un karjeru izstrādi, ceļa linijēku, autotransporta tehnisko apkopju un dzīvojamo ēku celtniecību, ceļa pagaidbūves un palīgbāzes, kā arī veidojot sniega aizsargstādījumus no augļu kokiem, ogulājiem, dekoratīvajiem stādījumiem vai krūmiem, ceļa trases garenvirzienā vēl vajadzīga zemes papildu platība. Tās nepieciešamībai jābūt pamatotai ceļa izbūves projektā, bet šo zemju atsavināšana jānoformē ar likumu noteiktajā kārtībā.

Zemes papildu platības, kas vajadzīgas ceļa izbūvei, atsavina tikai uz noteiktu laiku un neieskaita ceļa fondā. Pēc ceļa būvdarbu veikšanas šīs platības jāatdod atpakaļ iepriekšējiem lietotājiem tādā stāvoklī, lai tās varētu izmantot lauksaimniecībā. Sniega aizsargstādījumus un cita veida zaļās zonas var nodot atpakaļ to iepriekšējiem lietotājiem ar noteikumu, ka tās tiks uzturētas pilnīgā kārtībā, tādējādi nodrošinot sniega aizturēšanu, kā arī ceļa pietrases joslai labu ārējo izskatu.

4. nodaļa

CEĻA IZVEIDOJUMS PLĀNĀ

12. §. Ceļa trasēšana apvidū

Par ceļa trasēšanu sauc visām mūsdienu un perspektīvām drošas satiksmes kustības prasībām atbilstoša autoceļa mērķtiecīgu iekļaušanu apkārtnes ainavā. Zemes virsmai parasti ir ļoti dažāds reljefs, tāpēc ceļa ass uz zemes virsmas veido telpisku likni — ceļa trasi. Autoceļa projektā ceļa trasi attēlo divās projekcijās: plānā un vertikālā griezumā jeb garenprofilā.

Autoceļa trases principiālo virzienu vienmēr nosaka tehniski ekonomisko apsvērumu komplekss, bet detalizēto trasēšanas virzienu — apvidus vietējie apstākļi, to izpēte un ievērošana. Tāpēc autoceļa trases izvēle vienmēr jāsaista ar attiecīgā rajona ekonomikas un kultūras attīstības perspektīvu.

Lai noskaidrotu autoceļa trases optimālo novietojumu apvidū, kā arī starp pilsētām, rūpniecības centriem vai transporta mezgliem, katrā konkrētā gadījumā jāsalīdzina vairāki varianti, kas raksturo projektējamā autoceļa vispārējo tautsaimniecisko nozīmi.

Apdzīvoto vietu lielums un plānojuma īpatnības, kā arī tranzīta un vietējās kustības attīstība nosaka šādus autoceļa trases veidus:

a) lokveida un pusloka ceļi;

b) apdzīvoto vietu apejošie ceļi ar izbūvētiem pievedceļiem;

c) apdzīvoto vietu šķērsojošie ceļi;

d) ceļa dublējošie posmi, kad iespējama apdzīvotās vietas vienlaicīga šķērsošana un tās apiešana.

Maģistrālie I kategorijas autoceļi, kā arī II kategorijas autoceļi, ja pa tiem noris intensīva tranzīta kustība, jātrasē un jāprojektē tā, lai šie ceļi apietu pilsētas un rūpniecības centrus, kurus ar norādīto kategoriju autoceļiem saista pievedceļu tīkls; III un IV kategorijas autoceļi, kas galvenokārt domāti vietējai kustībai, jātrasē caur apdzīvotajām vietām vai to tiešajā tuvumā.

Projektēt II kategorijas autoceļus, kas virzīsies cauri pilsētām un apdzīvotām vietām, ir izdevīgi, ja ielas ir pietiekami platas, netiek bieži krustots ielu tīkls un ir novērsti vietēja rakstura kavēkļi, kas traucē tranzīta transporta kustību ar aprēķina ātrumu.

Starp nozīmīgākajām dzelzceļa stacijām, uģu piestātnēm, lidostām, rūpniecības u. c. uzņēmumiem, kas atrodas projektējamā I–III kategorijas autoceļu ietekmes zonā, jāizveido pievedceļu tīkls.

Trasējot autoceļus cauri apdzīvotajām vietām vai pilsētām, neatkarīgi no ceļu tehniskās kategorijas jāievēro to labiekārtojums. Nav pieļaujama apdzīvotu vietu saimnieciska un teritoriāla sadalīšana, kā arī nedrīkst izjaukt izbūvējamā ceļa abās pusēs paliekošo ciematu daļu savstarpējos sakarus.

Plānā ceļi jātrasē tā, lai I un II kategorijas, kā arī daudzos gadījumos III kategorijas autoceļu virzieni būtu dažādi un

nepārsegtu pastāvošos autoceļus, kas pēc iespējas jāizmanto kā pievedceļi, traktoru vai apbraucamie ceļi. Tranzīta kustībai caur apdzīvotajām vietām jāizvēlas ielas, pa kurām nenoris intensīva vietējā kustība un kurās nav plaši izbūvētas apakšzemes komunikācijas, bet vietējai kustībai ceļa brauktuvē jāparedz kustības papildu joslas vai jāiekārto paralēli ceļi. Jāparedz arī iebrauktuves pagalmos un nobrauktuves uz visām ielām, kas šķērso izbūvējamo autoceļu.

Visos gadījumos, trasējot un projektējot jaunu autoceļu, jānodrošina šādi faktori:

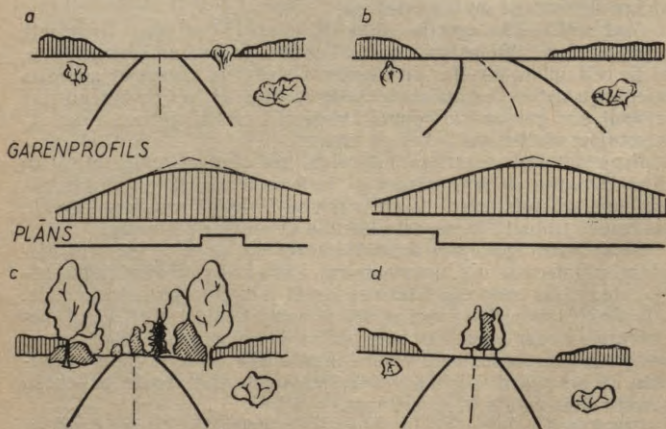
1) transportlīdzekļu kustības pilnīga drošība, ekonomiska ekspluatācija un ērti apstākļi pasažieru pārvadāšanai;

2) ceļa mērķtiecīga iekļaušana apkārtnes ainavā, ievērojot visas dabas aizsardzības un estētiskās prasības;

3) ceļa trases optisks plūdums un vienots trasēšanas stils.

Trasējot autoceļus, jāievēro optiskās trasēšanas principi un transportlīdzekļu vadītāja psiholoģija, kuram, braucot ar aprēķina ātrumu, savlaicīgi jāsaņem nepārprotama informācija par autoceļa trases virziena maiņu aiz ceļa faktiskās pārredzamības zonas.

Visefektīvākie ceļu optiskās trasēšanas līdzekļi ir optimāli pareizi izveidoti autoceļa trases plāna un garenprofila elementu kombinācija, pārredzamības prasību ievērošana un pietrases joslas apstādījumu izvietojumi. Optiskās trasēšanas gaitā jāapvieno ceļa trases plāna un garenprofila elementi un pietrases josla tā, lai braukšanas laikā radītu transportlīdzekļu vadītājiem labus orientācijas atbalstpunktus, savlaicīgi signalizētu par izpildāmo manevru vai prasību samazināt braukšanas ātrumu.



19. att. Ceļa optiskās trasēšanas līdzekļi

Ceļa trasējums, neievērojot optiskās trasēšanas principus, parādīts 19. att. *a*, bet tā pareizais plāna liknes sākuma un garenprofila apvienojums 19. att. *b*.

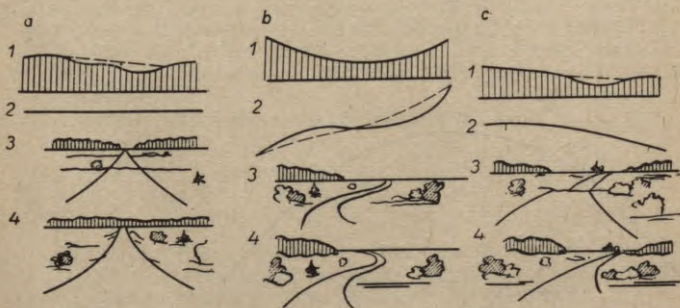
Aiz garenprofila lūzuma optiski savlaicīgi transportlīdzekļa vadītāju par trases virziena maiņu informē pietrases joslas koku stādījumi (19. att. *c*), bet par T veida ceļa krustojumu — pieslēgumu augstākas kategorijas autoceļam — braukšanas virzienam pretī izveidotais koku grupveida stādījums (19. att. *d*), kas prasa savlaicīgi samazināt braukšanas ātrumu.

Automobiļa kustība ar patstāvīgu vai praktiski nemainīgu attiecīgajai autoceļai tehniskajai kategorijai noteiktu braukšanas ātrumu visā ceļa garumā iespējama tikai tad, ja autoceļš ir trasēts kā plūstoša telpiska līnija. Transportlīdzekļa vadītājs braukšanas virzienā redz ceļa posmus sagrozītā perspektīvā, tāpēc nav pieļaujami autoceļa trases elementu tādi apvienojumi, kas nedod skaidru informāciju par kustības tālāku virzienu.

Autoceļa trases telpisku plūdumu nodrošina projektētā autoceļa plāna un garenprofila elementu tādi lielumi, kas pilnīgi novērš ceļa perspektīvas sagrozījumu. Tāpēc ceļa trases taisnā posmā nav pieļaujami daudzi garenprofila lūzumi (20. att. *a*), jo tad nav nodrošināta ceļa pārredzamība un palielinās satiksmes negadījumu iespējamība. Autoceļa garenprofila un plāna elementu ieteicamais apvienojuma veids 20. att. *a* parādīts ar pārtrauktu līniju.

Trasēšanas gaitā jācenšas panākt plāna un garenprofila vienāda skaita lūzumu apvienojumu. Ceļa plānā starp pretēji vērstu plāna līkņu liekuma posmiem nav ieteicams atstāt īsu taisnes posmu (20. att. *b*), bet plānā jāprojektē liknes ar lielākiem rādiusiem, lai tās tieši pieslēgtos viena pie otras.

Vislabāk trases plūdumu nodrošina, ja ceļa taisno un līkņu posmu garumi ir vienādi, ja plāna liknes garums ir vienāds vai pat



20. att. Ceļa trases elementu nelabvēlīgi apvienojumi:

1 — garenprofils; 2 — trases plāns; 3 — ceļa perspektīva, neievērojot trases plūduma prasības; 4 — pareizi izveidotas ceļa trases perspektīva

lielāks par profila līkņu garumu. Jāizvairās arī no īsiem profila līkņu posmiem (20. att. c). Trases telpisko plūdumu pārbauda, izziņējot ceļa perspektīvu un izdarot visas nepieciešamās plāna un galapunktu korekcijas.

Bez tam ceļu trase jācenšas izvēlēties tā, lai nevajadzētu nojaukt kapitālas ēkas un senatnes pieminekļus, norakt pilskalnus, šķērsot nenoturīgas grunts posmus un vērtīgu kultūraugu zemi.

Trasējot autoceļu līdzēnā apvidū, jācenšas to tuvināt taisnai līnijai, kas savieno ceļa sākumpunktu un galapunktu, tādējādi nodrošinot kravu un pasažieru pārvadājumu izpildi visīsākā laikā.

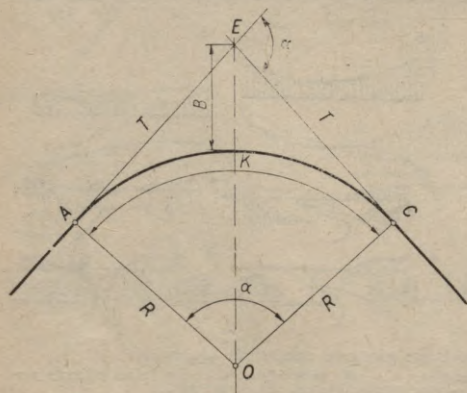
Dabiskie šķēršļi (ezeri, purvi, kalni, aizas u. c.) neļauj trasēt autoceļu pa taisni, bet tas jātrasē arī pa līknēm. Tāpat, ja vien tas neprasa trases ievērojamu pagarināšanu, vēlams apiet vietas ar nelabvēlīgiem hidrogeoloģiskiem apstākļiem.

13. §. Autoceļa taisnie posmi un plāna līknes

Autoceļa trase plānā veido vairāk vai mazāk izliektu līniju, kas sastāv no atsevišķiem taisniem posmiem, kuri cits ar citu savienojas, veidojot dažādus leņķus. Ceļa taisnos posmus savieno ar plāna līknēm, kas transportlīdzekļiem nodrošina vienmērīgu kustību.

Autoceļa katru plāna likni (21. att.) raksturo pagrieziņa leņķis α un liekuma rādiuss R .

Pagrieziņa leņķis veidojas starp trases taisnes iepriekšējo un nākamo virzienu. Pagrieziņa leņķis ir vienāds ar centra leņķi starp līknes liekuma rādiusa sākuma punktu A un beigu pun-



21. att. Ceļa trases plāna līknes elementi

ktu C . Liknes loka garums K ir atkarīgs no liekuma rādiusa R un pagrieziena leņķa α :

$$K = \frac{\pi R \alpha}{180^\circ} = R \frac{\alpha}{57,3}.$$

Attālumu no pagrieziena leņķa virsotnes līdz liknes loka sākuma vai beigu punktam sauc par *tangenti* T . Tās lielumu nosaka pēc šādas formulas:

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}.$$

Divu tangentu un liknes loka garumu starpību sauc par *diferenci* D . Tās lielumu nosaka pēc šādas formulas:

$$D = 2T - K = R \left(2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - \frac{\pi \alpha}{180^\circ} \right) mR,$$

kur m — koeficients, kas atkarīgs no pagrieziena leņķa α lieluma.

Diference D rāda, par cik saīsinās trases garums, braucot pa liknes loku.

No iepriekšējām formulām var secināt, ka gadījumā, ja pagrieziena leņķis ir nemainīgs, trases garums saīsinās jo straujāk, jo lielāks ir liknes loka rādiuss. Ceļa plāna liknes, kas veidotas ar lieliem loka rādiusiem, rada ērtus braukšanas un automobiļa vadīšanas apstākļus, jo ievērojami samazinās centrālās spēka ietekme un palielinās automobiļa noturība pret sānsliedi.

Visos gadījumos, kad tas ir iespējams, ieteicams plāna likņu rādiusu pieņemt intervālā no 3000 līdz 5000 m.

Dabā tas tomēr vienmēr nav iespējams. Tā, piemēram, kalnainos un šķēršļotos apvidos, izvēloties ceļa trasei liela rādiusa plāna likni, ceļš var šķērsot kādu grūti pārvaramu šķērslī, piemēram, ezeru, purvu, dziļas gravas, ēkas utt. Šādos gadījumos iespēju izvēlēties plāna likni ar lielāku vai mazāku rādiusu nosaka bisektrises B lielums, t. i., attālums no pagrieziena leņķa virsotnes līdz liknes loka viduspunktam.

Bisektrises B lielumu atrod pēc šādas formulas:

$$B = \frac{R}{\cos \frac{\alpha}{2}} - R = R \left(\frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}} - 1 \right) = R \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right).$$

Pēc celtniecības normām un noteikumiem, ievērojot tehniski ekonomisko lietderību, kustības aprēķina ātrumam atbilstošo atļauto plāna likņu rādiusu minimālās vērtības dotas 11. tabulā.

Plāna likņu nospraušanai dabā ir sastādītas speciālas tabulas, pēc kurām, zinot trases pagriezienu leņķi un liknes rādiusu, nosprauž plāna liknes tangentes pamatpunktus un starppunktus.

Minimālais pieļaujamais plāna līknes rādiuss

Apvidus raksturojums	Autoceļa tehniskā kategorija				
	I	II	III	IV	V
	Plāna līknes minimālais rādiuss (m)				
Parastajos apstākļos	1000	600	400	250	125
Sķēršļotā apvidū	600	400	250	125	60
Kalnainā apvidū	250	125	100	60	30

Visos gadījumos ceļa izveidojumam labi jāiekļaujas apvidū un jābūt tādām, lai garantētu drošu un ērtu automobiļu kustību ar iespējami lielāku ātrumu, kas nebūtu mazāks par atbilstošajai ceļa tehniskajai kategorijai noteikto kustības aprēķina ātrumu.

14. §. Plāna līknes liekuma rādiusa aprēķināšana

Kustībā pa līkni uz automobili iedarbojas centrālās spēks. Kustības drošības noteikumi prasa, lai šī spēka ietekmē automobīlis neslidētu sāniski un neapgāztos.

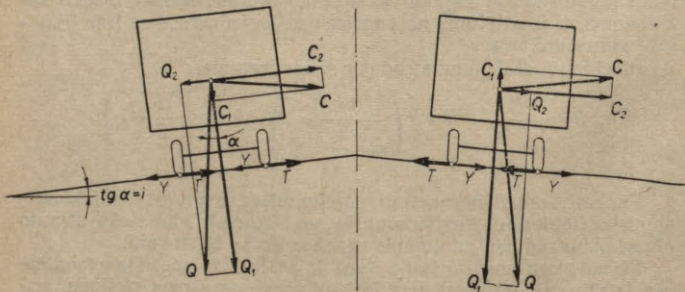
Zinot spēku, kas iedarbojas uz automobili kustībā pa līkni, var aprēķināt plāna līknes liekuma rādiusa tādu lielumu, kas, automobīlim braucot ar noteiktu ātrumu, nerada automobiļa sānslīdi.

Uz automobili plaknē, kas ir perpendikulāra kustības virzienam, darbojas trīs spēki: smagums spēks jeb automobiļa pilnais svars Q , centrālās spēks C un berzes spēks T (22. att.).

Smagums spēks Q sadalās divās komponentēs:

a) perpendikulāri ceļa virsmai:

$$Q_1 = Q \cos \alpha,$$



22. att. Spēku iedarbība uz automobili kustībā pa līkni

b) paralēli ceļa virsmai:

$$Q_2 = \pm Q \sin \alpha.$$

Plusa zīme atbilst automobiļa stāvoklim uz autoceļa brauktuves iekšējās kustības joslas, kas vērsta pret plāna līknes liekuma centru, bet mīnusa zīme — automobiļa stāvoklim uz ceļa brauktuves ārējās kustības joslas.

Centrbēdzes spēka skaitliskais lielums

$$C = \frac{Mv^2}{R} = \frac{Qv^2}{gR}$$

kur g — brīvās krišanas paātrinājums (m/s^2);
 R — plāna līknes liekuma rādiuss (m);
 M — automobiļa masa (kg);
 v — automobiļa kustības ātrums (m/s).

Centrbēdzes spēks C ir pielikts automobiļa smagumcentrā, vērsts horizontāli un sadalās divās komponentēs:

a) perpendikulāri ceļa virsmai:

$$C_1 = \frac{Qv^2}{gR} \sin \alpha,$$

b) paralēli ceļa virsmai:

$$C_2 = \frac{Qv^2}{gR} \cos \alpha.$$

Berzes spēks T , kas pretojas riepu sānslīdei pa ceļa virsmu, ir vienāds ar spiedienu, kāds iedarbojas perpendikulāri ceļa virsmai, un sānsaistes koeficienta φ_2 reizinājumu:

$$T = (Q_1 + C_1) \varphi_2 = \left(Q \cos \alpha + \frac{Qv^2}{gR} \sin \alpha \right) \varphi_2.$$

Sānsaistes koeficienta φ_2 vērtība ir atkarīga no ceļa seguma stāvokļa. Tā, piemēram, cementbetona segumiem $\varphi_2 = 0,55 \div 0,70$, asfaltbetona segumiem $\varphi_2 = 0,45 \div 0,70$, melnajiem šķembu segumiem $\varphi_2 = 0,50 \div 0,85$, apaļakmeņu bruģim $\varphi_2 = 0,40 \div 0,60$, sablīvētām sniegam $\varphi_2 = 0,25$ un apledojušiem segumiem $\varphi_2 = 0,08$.

Automobilis ceļa plāna līknē būs stabils, ja šķērsspēks Y , kas cenšas automobili nostumt sāniski, būs mazāks par sāniskās berzes spēku T :

$$Y = \frac{Qv^2}{gR} \cos \alpha \pm Q \sin \alpha;$$

$$Y < T = \left(Q \cos \alpha + \frac{Qv^2}{gR} \sin \alpha \right) \varphi_2.$$

No pirmā vienādojuma var atrast, ka

$$\frac{Y}{\cos \alpha} = Q \left(\frac{v^2}{gR} \pm \operatorname{tg} \alpha \right).$$

Pieņemot $\cos \alpha = 1,0$ un zinot, ka $\operatorname{tg} \alpha = i$ (i — ceļa seguma šķērsskritums), iegūst

$$Y = Q \left(\frac{v^2}{gR} \pm i \right)$$

vai

$$R = \frac{v^2}{g \left(\frac{Y}{Q} \pm i \right)}.$$

Sajā ceļa plāna liknes liekuma rādiusa aprēķināšanas izteiksmē liekuma rādiuss R nav atkarīgs no šķērsspēka Y absolūtā lieluma, bet gan no tā attiecības pret visu automobiļa svaru Q , t. i., no attiecības $\frac{Y}{Q}$, ko sauc par šķērsspēka koeficientu μ .

Ievietojot šķērsspēka koeficientu μ plāna liknes liekuma rādiusa R aprēķina izteiksmē,

$$R = \frac{v^2}{g(\mu \pm i)}.$$

Automobiļa kustības ātrumu parasti izsaka km/st, tādējādi

$$R \geq \frac{v^2}{127(\mu \pm i)}.$$

Šķērsspēka koeficienta μ skaitlisko lielumu var atrast pēc šādas nevienlīdzības:

$$\mu = \frac{Y}{Q} < \left(1 + \frac{v^2}{gR} i \right) \varphi_2 \cos \alpha.$$

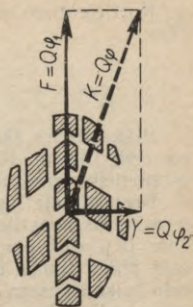
Izteiksmes $\frac{v^2}{gR} i$ skaitliskais lielums ir ļoti mazs, tāpēc, aprēķinot šķērsspēka koeficientu μ , to var neievērot.

Pieņemot $\cos \alpha = 1,0$, iegūst

$$\mu = \frac{Y}{Q} < \varphi_2.$$

Tātad, lai ceļa plāna liknēs nenotiktu automobiļu sānslīde, šķērsspēka koeficients μ nedrīkst būt lielāks par sānsaistes koeficientu

23. att. Sakarība starp šķērsvirziena un garenvirziena spēkiem, kuri iedarbojas uz automobiļa riteņi



φ_2 , kas raksturo automobiļa riepu un ceļa seguma sānsaisti.

Šķērsspēka koeficienta μ aprēķina vērtība ir atkarīga no vairākiem faktoriem. Ja automobiļa dzenošajiem riteņiem liknē ir pielikts vilcējspēks F , bet riteņu un ceļa segas saskares vietā šķērsspēks Y (23. att.), to kopspēks K un kustības trajektorija veido noteiktu leņķi.

Lai automobiļu kustība būtu noturīga, jābūt ievērotam šādam noteikumam:

$$\sqrt{Y^2 + F^2} = K \leq \varphi Q,$$

kur Q — automobiļa saistes svars (kG);

φ — saistes koeficients ar ceļa segumu.

Norādītajā izteiksmē pieņem, ka kopspēka K lielums nav atkarīgs no leņķa, kādu veido kopspēka K virziens un kustības trajektorija.

Centrbēdzes spēka ietekmē automobiļa svars, automobilim braucot pa likni, uz riteņiem nesadalās vienmērīgi. Ja šķērsspēks Y ir liels, vilcējspēks F , kāds iedarbojas uz mazāk noslogotajiem ārējiem (attiecībā pret plāna līknes liekuma centru) riteņiem, var pārsniegt saistes spēku un izraisīt riteņu griešanos uz vietas; saistes koeficientam φ strauji samazinoties, var notikt automobiļa sānslīde.

Lai automobiļa kustība ceļa plāna liknēs būtu stabila, sānsaistes koeficienta φ_2 un garsaistes koeficienta φ_1 sakarību izsaka šāda izteiksme:

$$\varphi_2 = \sqrt{\varphi^2 - \varphi_1^2} > \mu,$$

t. i., lai automobilis nenoslīdētu no kustības joslas, sānsaistes koeficientam φ_2 jābūt lielākam par šķērsspēka koeficientu μ .

Jo lielāku daļu no saistes koeficienta φ izmanto automobiļa bremsēšanai vai ceļa garenkrituma pārvarēšanai, jo mazāks kļūst sānsaistes koeficients φ_2 , kas pretojas automobiļa sānslīdei. Tāpēc, aprēķinot ceļa plāna līknes liekuma rādiusu R , pieņem noteiktu koeficientu φ_1 un φ_2 attiecību. Jo lielāku pieņem garsaistes koeficienta φ_1 aprēķina vērtību, jo mazāks ir šķērsspēka koeficients μ , kad automobilis jau var tikt pakļauts bīstamai sānslīdei.

Koeficientiem φ_1 un φ_2 aprēķinos visbiežāk pieņem šādu attiecību:

$$\varphi_1 = 0,8\varphi \div 0,7\varphi$$

$$\varphi_2 = 0,6\varphi \div 0,7\varphi = \mu.$$

Plāna liknes šķērsspēka koeficients μ jānosaka tā, lai, braucot pa ceļa liknēm, būtu nodrošināta automobiļa ērta vadišana un ekonomiska izmantošana.

Braucot ceļa liknēs, pasažieri nedrīkst izjust centrālās spēka ierosinātus nepatīkamus grūdienus un sānisku noslieci. Tā, piemēram, ja $\mu = 0,1$, pasažieri neizjūt atšķirību starp automobiļa kustību ceļa plāna liknēs un taisnajos posmos, bet, ja $\mu = 0,3$, pārejā no ceļa taisnā posma liknē pasažieri izjūt nepatīkamu grūdienu, kas viņus noliec sānis. Lai radītu pasažieriem ērtus braukšanas apstākļus, ceļa plāna liknēs šķērsspēka koeficients nedrīkst pārsniegt $\mu = 0,15 \div 0,20$.

Šķērsspēks Y , kas darbojas uz automobiļa riteņiem, ierosina to sānbīdi, un riteņu riepu faktiskā saskare ar ceļa segumu notiek zem nobīdes leņķa, kas stipri deformē riepas. Ierobežojot šķērsspēku tā, lai riepu nobīdes leņķis nebūtu lielāks par vienu grādu, tas tomēr palielina riepu nolietojumu aptuveni piecas reizes, bet degvielas izlietojumu par 15 procentiem. Tāpēc automobiļu pārveidājumi ir ekonomiski izdevīgi tikai tad, ja ceļa plāna liknes ir veidotas ar tādiem rādiusiem, kad šķērsspēka koeficients $\mu \leq 0,1$.

Braucot pa ceļa plāna liknēm, jānovērš automobiļa apgāšanās iespēja, jo parasti, braucot pa ceļa liknēm, atsperu un riepu elastīgās deformācijas iedarbībā notiek automobiļa smagumcentra neliela sāniska pārvietošanās.

Lai noteiktu pieļaujamo šķērsspēka koeficientu μ , momentam, kas notur automobili, jābūt lielākam par momentu, kas cenšas apgāzt automobili. Aprēķinā lieto automobiļa gabarītmēra — plātuma d attiecību pret smagumcentra augstumu h . Viegļajiem automobiļiem attiecība $\frac{d}{h} = 1,8 \div 2,5$, kravas automobiļiem $\frac{d}{h} = 2,0 \div 3,0$, bet autobusiem $\frac{d}{h} = 1,7 \div 2,2$.

Pieņemot aprēķinā minimālo vērtību $d = 1,7h$, automobiļa iespējamā apgāšanās ceļa plāna liknēs būs novērsta, ja šķērsspēka koeficients $\mu \leq 0,6$. Parasti automobiļa normālajos ekspluatācijas apstākļos šķērsspēka koeficients $\mu < 0,6$.

Analizējot automobiļa kustības īpatnības ceļa plāna liknēs, ir noskaidrotas maksimāli pieļaujamās šķērsspēka koeficienta μ vērtības, kādas lieto ceļa plāna liknes liekuma rādiusa R aprēķināšanā. To skaitliskās vērtības dotas 12. tabulā.

Automobiļa ātra kustība pa apledojušu ceļa segumu nav pieļaujama, jo sānslīde šķērskrituma ietekmē var notikt, bremzējot pat ceļa taisnajos posmos. Tāpēc, aprēķinot plāna liknes liekuma

Šķērsspēka koeficienta μ vērtības

Prasības	Maksimāli pieļaujamās šķērsspēka koeficienta (μ) vērtības atkarībā no ceļa seguma stāvokļa		
	sausā sega ($\varphi=0,5$)	mitrā sega ($\varphi=0,3$)	apledojuši segā ($\varphi=0,2$)
Noturībai pret sānslīdi	0,36	0,20	0,12
Pasažieru braukšanas ērtiem apstākļiem	0,15	0,15	0,15
Automobiļu ekonomiskai eks- pluatācijai	0,10	0,10	0,10
Noturībai pret apgāšanos	0,60	0,60	0,60

rādīsim R , jāpieņem, ka kustības apstākļi nav labvēlīgi — mitrs ceļa segums, kuram $\varphi=0,3$. Ļoti nelabvēlīgos trasēšanas apstākļos, kad ceļa plāna liknes jāveido ar minimāliem rādīsiem, tos aprēķina, pieņemot, ka šķērskoefficients $\mu=0,2$, kas nodrošina automobiļa noturību, braucot liknē, bet samazina autotransporta lietošanas ekonomiskumu un pasažieru ērtības.

Ja apvidus apstākļi ir izdevīgi, ceļa plānā liknes liekuma minimālais rādīss jāaprēķina, pieņemot, ka šķērsspēka koeficients $\mu=0,1$.

Lai garantētu kustības drošību liknēs, kas veidotas ar maziem rādīsiem, ceļa brauktuve jāizbūvē ar vienpusīgu šķērskritumu, kas vērsts liknes centra virzienā. Pārejas konstrukciju no ceļa divpusīga šķērskrituma uz vienpusīgu sauc par virāžu.

15. §. Virāža un tās izveidojums

Virāžas (24. att.) jāprojektē un jāizbūvē I kategorijas autoceļu plāna liknēs, kas veidotas ar rādīsiem $R < 3000$ m, un II ÷ V kategorijas autoceļu plāna liknēs, ja rādīss $R < 2000$ m.

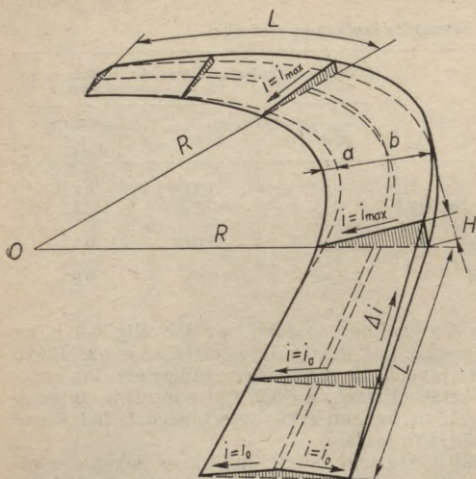
Pārejot no ceļa divpusīga šķērskrituma uz vienpusīgu šķērskritumu, virāžā pirms tās sākuma 10 m garā posmā vispirms jāpaceļ ceļa nomaļu šķērskritums tādā augstumā h , lai tas būtu vienāds ar ceļa seguma šķērskritumu, t. i., lai būtu $i_1=i_2$ (25. att.).

Pāreja no ceļa divpusīgā slīpuma šķēršprofila uz vienpusīgā slīpuma šķēršprofilu notiek virāžas izveidošanas posmā, pakāpeniski paceļot ceļa brauktuves ārējo šķautni līdz vajadzīgajam augstumam H :

$$H = bi_v,$$

kur b — ceļa brauktuves platums;
 i_v — ceļa seguma šķērskritums virāžā.

Gadījumā, kad ceļa vienpusīgais šķērskritums liknē nepārsniedz



24. att. Virāžas konstruktīvā shēma

ceļa brauktuves šķērskritumu taisnā posmā, šķērskritumu pacel, griežot kustības ārējo joslu ap ceļa asi visā virāžas izveidošanas posmā. Ja virāžas vienpusīgais šķērskritums pārsniedz ceļa brauktuves divpusīgo šķērskritumu, kustības ārējā josla jāgriež ap ceļa asi tikai līdz stāvoklim, kamēr tā iegūst sakritību ar iekšējās kustības joslas šķērskritumu, kura vērsta pret līknes liekuma centru. Pēc tam jāgriež ceļa visa brauktuve ap brauktuves iekšējo šķautni, kamēr sasniedz virāžas projektēto šķērskritumu i_v .

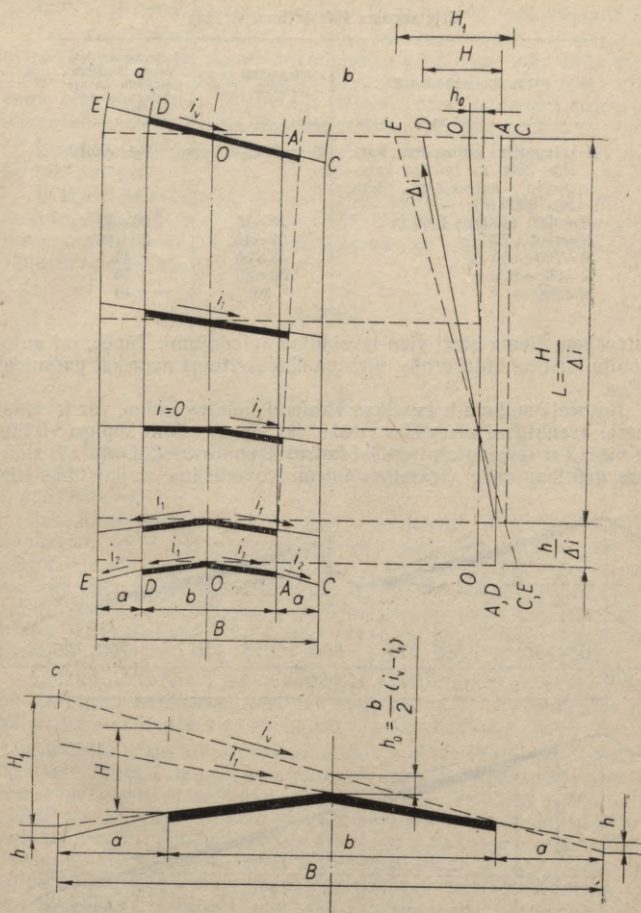
Virāžas šķērskritums ir atkarīgs no aprēķina kustības ātruma, ceļa segas veida un klimatiskās zonas. Tam jābūt tādām, lai tiktu novērsta automobiļa sānslide. Pārveidojot ceļa plāna līknes liekuma rādiusa R aprēķināšanas formulu, virāžas šķērskritums

$$i_v = \frac{v^2}{127R} - \mu = \frac{v^2}{127R} - \varphi_2.$$

Lieliem kustības ātrumiem aprēķinātais virāžas šķērskritums ir ļoti liels, tāpēc parasti šādas virāžas izbūvē tikai autodromos, kuros noris automobiļu ātrumsacensības.

Autoceļu būvniecībā ceļa brauktuves vienpusīgo šķērskritumu plāna līknē nosaka atkarībā no kustības aprēķina ātruma, līknes rādiusa, ceļa seguma veida un klimatiskā rajona (13. tab.).

Mazākās šķērskritumu vērtības attiecināmas uz plāna līknēm, kam ir lielāki rādiusi. Latvija ietilpst II klimatiskajā zonā, kurā uz



25. att. Virāžas konstrukcija:

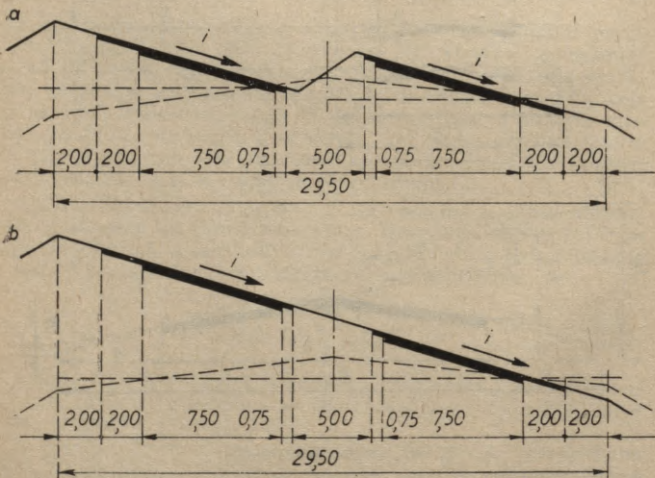
a — šķērsprofilu maiņa; b — cēla ass un malu garenprofili; c — šķērsprofilu shēma

Ceļa seguma šķērskritumi virāzās

Plāna līkņu rādiusi R	Visplašāk iz- platītais (%)	Rajonos ar ilgu ziemu, biežiem puteniem un ap- ledojuma pe- riodiem (%)
I kategorijas autoceļiem, kam $R > 3000$ m (pārējo kate- goriju autoceļiem, kam $R > 2000$ m)	Divpusīga slīpuma šķērsprofils	
$R = 3000$ (2000) ÷ 1000 m	20 ÷ 30	20 ÷ 30
$R = 1000$ ÷ 700 m	30 ÷ 40	30 ÷ 40
$R = 700$ ÷ 650 m	40 ÷ 50	40
$R = 650$ ÷ 600 m	50 ÷ 60	40
$R < 600$ m	60	40

autoceļiem ziemā bieži vien izveidojas apledojumi. Tāpēc, lai auto-
mobiļu kustība būtu droša, virāžas šķērskritums nedrīkst pārsniegt
 40‰ .

Autoceļiem, kam ir kustības virzienu sadales joslas, var izveidot
katrai brauktuvei atsevišķu virāžu vai visam ceļam kopīgu virāžu.
Ja virāža ir izveidota atsevišķi katrai brauktuvei (26. att. a), zinā-
mas grūtības rada virszemes ūdeņu novadišana no kustības vir-



26. att. Virāžas konstrukcija I kategorijas autoceļam ar kustības virzienu
sadales joslu

zienu sadales joslas, jo, lai novadītu ūdeni, jāizbūvē ūdens novadīšanas apakšzemes sistēma, kādu parasti izveido apdzīvotās vietās.

Izveidojot ceļa brauktuvei kopēju virāžu (26. att. *b*), viegli var atrisināt virszemes ūdeņu novadīšanas problēmu, taču tādā gadījumā stipri palielinās zemes darbu apjoms. Bez tam augsts uzbērumš arī slikti iekļaujas apvidus reljefā. Tāpēc, izbūvējot autoceļus, visbiežāk katrai ceļa brauktuvei izbūvē atsevišķu virāžu.

Nomales kritumu virāžā izveido atbilstošu ceļa brauktuves šķērskritumam.

Virāžas izveidošanas posmā jābūt vienmērīgai pārejai no ceļa taisnā posma šķērskrituma uz virāžas šķērskritumu. Šī posma garumu L nosaka, vadoties pēc noteikuma, lai ceļa brauktuves ārējās šķautnes pacēluma garenkritums

$$\Delta i \leq \frac{H}{L},$$

no kurienes

$$L \geq \frac{H}{\Delta i} \geq \frac{bi_v}{\Delta i}.$$

I un II kategorijas autoceļiem $\Delta i = 5\text{‰}$, bet III, IV un V kategorijas autoceļiem $\Delta i = 10\text{‰}$ (līdzēnā apvidū) vai $\Delta i = 20\text{‰}$ (kalnainā apvidū).

Izbraucot plāna likni, automobiļa priekšējie un pakalējie riteņi nepārvietojas pa vienu un to pašu loku, bet gan pa atšķirīgām trajektorijām (27. att.). Automobiļa gabarītmēri liknē aizņem daudz platāku ceļa brauktuvi, kas apgrūtina pretimbraucošo automobiļu izmaiņšanos. Lai automobiļu kustības drošība liknē nesamazinātos, plāna liknēs, kas veidotas ar mazu rādiusu, jāpaplašina ceļa brauktuve.

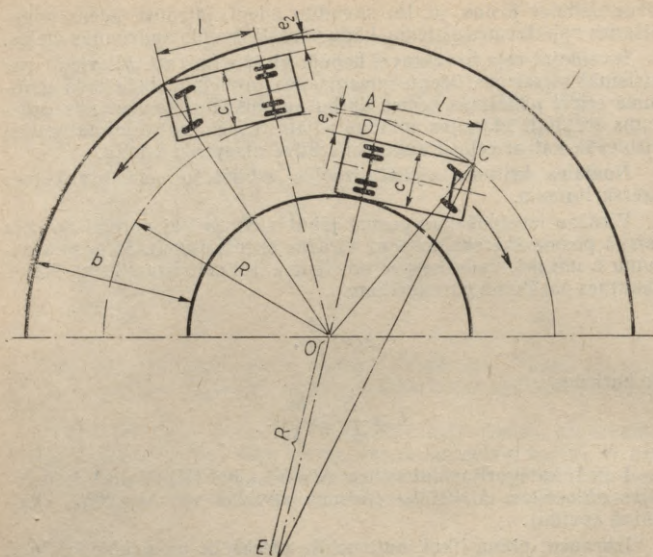
Ceļa brauktuve arī jāpaplašina, lai palielinātu garu autovilcienu un autobusu satiksmes kustības drošību, jo šo transportlīdzekļu gabarītmēri liknēs aizņem daudz platāku kustības joslu.

Autoceļa brauktuves paplašinājumam plāna liknēs jābūt tādam, lai starp pretimbraucošajiem automobiļiem vai automobili un ceļa segas malu paliktu tāda pati distance kā ceļa taisnajos posmos. Tā, piemēram, ja pretimbraucošo automobiļu platumi c ir vienādi, katrs automobilis aizņem pusi no ceļa brauktuves platuma b ceļa taisnajā posmā un automobiļu kustības trajektorija plāna liknē ir aploce, tad aptuveni kustības vienas joslas nepieciešamo paplašinājumu e_1 var aprēķināt pēc trīsstūru ACD un EDC līdzības:

$$\frac{AD}{DC} = \frac{DC}{DE}$$

vai

$$AD(2R - AD) = DC^2 = l^2.$$



27. att. Brauktuves paplašinājuma aprēķina shēma

Iekavās ieslēgtā vērtība AD salīdzinājumā ar $2R$ ir ļoti maza un to var neievērot, tāpēc kustības vienas joslas paplašinājums

$$e_1 = AD = \frac{l^2}{2R}.$$

Formulas izvedums pamatots tikai uz ģeometriskajām sakarībām, bet nav ievērota automobiļa kustības ātruma ietekme. Ja kustības ātrums palielinās, automobiļa riteņi autoceļa plāna līknēs var iziet no noteiktās kustību joslas. Tāpēc ceļa brauktuves paplašinā-

	Autoceļa brauktuves			
Plāna līknes rādiuss R (m)	700÷550	500÷450	400÷250	200÷150
Paplašinājums virzā (m)	0,4	0,5	0,6	0,75

jumam jābūt lielākam. Automašīna kustības ātruma v (km/st) ietekmi nosaka pēc šādas empīriskās formulas:

$$e_1 = \frac{l^2}{2R} + \frac{0,05v}{\sqrt{R}}$$

Lai kustības apstākļi, izbraucot ceļa plāna līknes, būtu droši, virāžā ceļa brauktuves platumam b_v jābūt šādam:

$$b_v = b + 2 \left(\frac{l^2}{2R} + \frac{0,05v}{\sqrt{R}} \right) = b + \frac{l^2}{R} + \frac{0,1v}{\sqrt{R}}$$

Pēc celtniecības normām un noteikumiem ceļa brauktuves paplašinājumi jāprojektē plāna līknēm, kam rādiuss $R < 700$ m. Brauktuves paplašinājumi divjoslu kustības ceļiem doti 14. tabulā.

Ja paredzama ir autovilcienu kustība ar vienu vai vairākām piekabēm, attiecīgi jāaprēķina ceļa brauktuves nepieciešamais paplašinājums.

Autoceļiem, kam ir viena kustības josla, 14. tab. norādītās brauktuves paplašinājuma normas jāsamazina divas reizes, bet automaģistrālēm, kam ir četras kustības joslas, — tās attiecīgi jāpalielina.

Ceļa brauktuvi var paplašināt, samazinot iekšējās nomales platumu, taču tās platums I un II kategorijas autoceļiem nedrīkst būt mazāks par 1,5 m (pārējo kategoriju autoceļiem — 1,0 m). Kalnainos apvidos izņēmuma veidā atļauts paplašināt ceļa brauktuvi, daļēji samazinot ārējās nomales platumu.

Ceļa segas pilnam paplašinājumam jābūt jau izveidotam pamatlīknes sākumā, tāpēc pāreja no attiecīgajai ceļa tehniskajai kategorijai noteiktā brauktuves platuma uz paplašināto brauktuvi jāizdara virāžas izveidošanas posmā.

Ja ceļa klātnes platums nav pietiekams, lai izbūvētu paplašinātu brauktuvi un nomali, jāparedz ceļa klātnes paplašināšana, kam jābūt pamatotam ar attiecīgu aprēķinu.

Automobilis, iebraucot no taisna ceļa posma plāna līknē, saņem triecienu, kas rodas, pagriežot stūres ratu un iedarbojoties centrālās spēkam. Šis apstākļi var samazināt kustības drošību. Tāpēc, lai pāreja starp ceļa taisno posmu un plāna līkni virāžas izveidošanas posmā būtu vienmērīga, jāizbūvē pāreja s līknes.

14. tabula

paplašinājumi virāžās

125+90	80+70	60	50	40	30
1,0	1,25	1,4	1,6	1,8	2,0

16. §. Pārejas liknes

Ceļa plāna pamatlīkne ir aploce, kas novilkta ar nemainīgu rādiusu. Lai droši varētu iegriezt automobili no ceļa taisnā posma līknē, vajadzīgs noteikts laiks un attālums. Pietiekams laiks vajadzīgs, lai autovadītājs varētu pagriezt riteņus ar pieļaujamo leņķisko ātrumu, bet attālums, — lai automobiļa kustības trajektorijas liekums palielinātos pakāpeniski un neizraisītu centrālās spēka strauju palielināšanos. Ja automobiļa pāreja no ceļa taisnā posma plāna līknē noris ātri, centrālās spēks īsā laika sprīdī kļūst ļoti liels un izraisa sānisku triecienu.

Automobiļa pārejas faktiskā trajektorija ir stipri atkarīga no autovadītāja individuālajām īpašībām un braukšanas prasmes. Tā, piemēram, lai gan automobiļa kustība pagriezienā noris pietiekami platā joslā, tomēr atsevišķos gadījumos automobiļa atkāpe no vidējās trajektorijas sasniedz $30 \div 50$ cm. Tāpēc, projektējot pārejas liknes, shematiski pieņem, ka automobiļa kustība plāna līknē noritēs ar nemainīgu ātrumu.

Automobiļa kustību pārejas līknē (28. att.) var uzskatīt par divu kustību — virzes kustības un rotācijas kustības rezultējošo kustību.

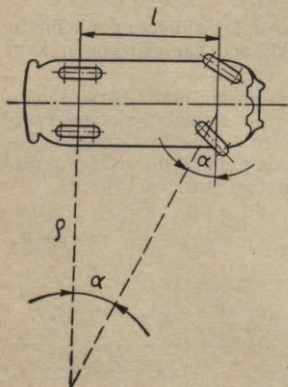
Laika vienībā t virzes kustības ātrums

$$v = \frac{S}{t}$$

vai

$$t = \frac{S}{v},$$

kur S — nobrauktais pārejas liknes posma garums.



Laika vienībā t automobiļa riteņu pagrieziņa leņķiskais ātrums

$$\omega = \frac{\alpha}{t}$$

vai

$$\alpha = \omega t,$$

kur α — automobiļa priekšējo riteņu pagrieziņa leņķis.

28. att. Automobiļa pagrieziņa rādiusa aprēķina shēma

Pārejas liknes vienādojumam jāatbilst automobiļa trajektorijas vienādojumam, kuras liekuma rādiuss ρ mainās pēc šādas sakarības:

$$\rho = \frac{l}{\sin \alpha},$$

kur l — automobiļa bāze.

Pagrieziena leņķis α ir mazs, tāpēc var pieņemt, ka

$$\sin \alpha \approx \alpha$$

un

$$\rho = \frac{l}{\alpha}.$$

Ievietojot izteiksmē

$$\alpha = \omega t = \omega \frac{S}{v},$$

iegūst

$$\rho = \frac{lv}{\omega S}.$$

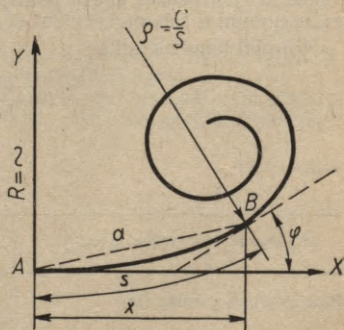
Automobilim, kam bāze l , konstants kustības ātrums v un konstants dotais leņķiskais ātrums ω , izteiksme $\frac{lv}{\omega} = C$ ir konstants lielums. Tādējādi pārejas liknes liekuma rādiuss

$$\rho = \frac{C}{S},$$

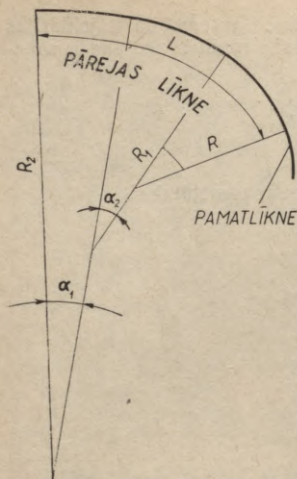
kas apmierina automobiļa pārejas kustību no ceļa taisnā posma plāna līknē. Vienādojums raksturo klotoidu (29. att.), kuras rādiuss mainās apgriezti proporcionāli attālumam, kas mērīts no līknes sākuma.

Aizstājot līknes loka garumu S ar tā tuvināto garumu, kas mērīts pa līknes tangenti — abscisu x , iegūst

$$\rho = \frac{C}{x}.$$



29. att. Pārejas līkņu aprēķina shēma



Šī izteiksme ir kubiskās parabolas vienādojums.

Aizstājot līknes loka garumu S ar tā tuvināto garumu a , kas mērīts pa līknes hordu, iegūst

$$\rho = \frac{C}{a}.$$

Šī izteiksme ir Bernuli lemniskātas vienādojums.

Visu trīs veidu norādītās līknes lieto autoceļu pārejas līkņu izveidošanai.

Vienkāršākā pārejas līkne ir groza līkne (30. att.), kas izveidota no atsevišķiem riņķu loka posmiem, kuru rādiusi samazinās pamatlīknes virzienā. Tādējādi pārejas līknes beigās

$$S = L; \quad \rho = R,$$

kur L — pārejas līknes garums;
 R — pamatlīknes liekuma rādiuss.

Pārejas līknes garumam L jābūt pietiekamam, lai automobilis varētu slaidi izbraukt virāžu, bet centrālās spēka pieaugums neizraisītu pasažieros nepatīkamu izjūtu. Pārejas līknes garumā L sāniskās centrālās spēka paātrinājuma I vienmērīgam pieaugumam no nulles līdz maksimālai vērtībai jābūt $0,3 \div 0,6$ m/sek³.

Pārejai jānotiek laikā

$$t = \frac{v^2}{RI}.$$

Pārejas līknes

Pamatlīknes rādiuss R (m)	60	80	100	150
Pārejas līknes garums (m)	40	45	50	60

No šīs formulas izriet, ka pārejas liknes nepieciešamais garums

$$L = vt = \frac{v^3}{RI}.$$

Pārejas likņu aprēķinā pieņem $I = 0,5$ m/sek³ un, automobiļa kustības ātrumu v izsakot km/st, iegūst

$$L = \frac{v^3}{(3,6)^3 R \cdot 0,5} = \frac{v^3}{23,5R}.$$

Neatkarīgi no autoceļa kategorijas pārejas liknes jāizveido plāna pamatliknēm, kam rādiusi $R < 2000$ m. Pārejas liknes garums atkarībā no pamatliknes rādiusa dots 15. tabulā.

Projektējot I un II kategorijas autoceļus, kam pāreja no ceļa taisniem posmiem uz liknēm ir izteikta ļoti krasi, pārejas liknes garums jāaprēķina grafiski, izzīmējot ceļa perspektīvu.

Pārejas liknes parasti nosprauž virāžas izveidošanas posmā. Ja aprēķinu rezultātā noteiktais virāžas izveidošanas posma garums ir lielāks par pārejas liknes garumu, tad jāpalielina pārejas liknes garums.

Ja pamatlikņu liekuma rādiusi ir mazi, grūtības rada samērā garu abu pārejas likņu izvietojumi. Šādos gadījumos atļauts izbūvēt ceļa likumu no divām pieslēdzošām pārejas liknēm, kas veidotas no klotoidas vai lemniskātas posmiem bez pamatliknes starpposma.

Vislabāko autoceļa pāreju no taisna posma plāna liknē iegūst, ja pārejas likni veido kā klotoidu.

Taisnleņķa koordinātu sistēmā klotoidas likni izteic šāds vienādojums:

$$x = S - \frac{S^5}{40C^2} + \frac{S^9}{3456C^4} - \dots;$$

$$y = \frac{S^3}{6C} - \frac{S^7}{336C^3} + \frac{S^{11}}{42240C^5} - \dots$$

Praktiskai klotoidas nospraušanai dabā lieto tabulas, kuru sastādīšanā izmantoti vienādojuma pirmie divi locekļi.

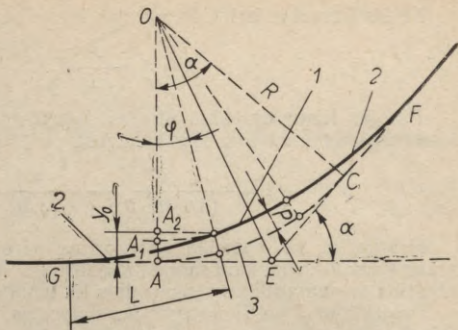
Izveidojot pārejas liknes, kustības trajektorija pārbīdās pagrieziena leņķa α virsotnes virzienā (31. att.). Šis apstāklis jāievēro,

15. tabula

garums

200	250	300	400	500	600+1000	1000+2000
70	80	90	100	110	120	100

31. att. Ceļa trases pārbīdes shēma pārejas liknes posmā



noteicot pagriezienu leņķi α un plāna liknes liekuma rādiusu R , jo bisektrise palielinās par pārbīdes lielumu p :

$$p = y_0 - A_1A_2 = y_0 - R(1 - \cos \varphi) = \frac{L^2}{24R},$$

kur y_0 — pārejas liknes ordināte pamatlīknes saskares punktā;

$$\varphi = \frac{L}{2R} \text{ (radiānos).}$$

Aprēķinātā trajektorijas pārbīde p ir pietiekami precīza arī tad, ja pārejas likni izveido pēc kubiskās parabolas vai Bernuli lemniskātas.

Pārejas likne ceļa pagriezienu kādā posmā aizstāj pamatlīkni. Pārejas liknes pilnīga nospraušana iespējama tikai tad, ja $2\varphi \leq \alpha$. Ja šī prasība nav ievērota, jāsamazina pārejas liknes garums L vai jāpalielina plāna liknes liekuma rādiuss R .

17. §. Ceļa redzamība

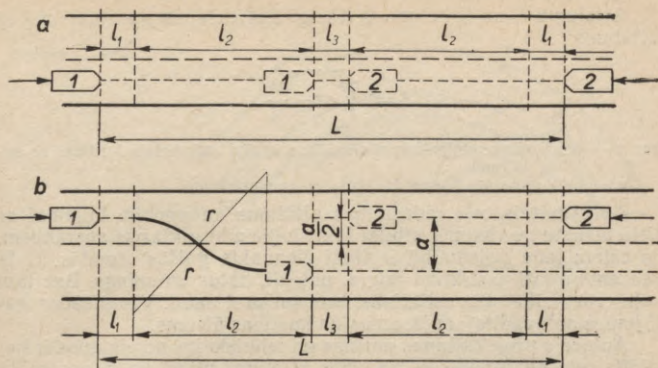
Lai automobiļu kustības apstākļi būtu droši, transportlīdzekļa vadītājam jāpārredz autoceļš noteiktā attālumā braukšanas virzienā. Autoceļu projektēšanas un izbūves procesā jānodrošina ceļa pietiekama redzamība plānā un garenprofilā. Ceļa redzamības garumu plānā L nosaka divi faktori:

a) iespēja nobremzēt automobili pirms šķēršļa vai pretimbraucoša automobiļa;

b) iespēja apbraukt šķērslī vai apzīt citu transportlīdzekli.

Uz autoceļa var būt dažādi šķēršļi, piemēram, pretimbraucošs automobilis, nekustīgs priekšmets, ceļa seguma bojājums u. c.

Visbīstamākā situācija rodas, ja divi automobiļi brauc viens otram pretī pa vienu un to pašu kustības joslu (32. att. a).



32. att. Ceļa pārredzamības aprēķina shēmas

Pieņemot, ka abu pretimbraucošo automobiļu kustības aprēķina ātrumi v ir vienādi (automobiļi brauc viens otram pretī pa ceļu, kam ir vienāds garenkritums, un nobremzē), vajadzīgais ceļa redzamības attālums

$$L = 2l_1 + 2l_2 + l_3 = 2vt + \frac{v^2}{2g(\varphi + i)} + \frac{v^2}{2g(\varphi - i)} + l_3 \text{ [m]},$$

kur l_1 — ceļa posma garums (m), kādu automobilis nobrauc laikā no momenta, kad autovadītājs ierauga šķērsli, līdz momentam, kad sāk bremzēt automobili (parasti autovadītāja reakcijas laiks $t = 1 + 2$ s);

$l_2 = \frac{v^2}{2g(\varphi \pm i)}$ — bremzēšanas ceļa garums (m);

φ — automobiļu riteņu un ceļa segumu saistes koeficients;

i — ceļa garenkritums ($^{\circ}/_{00}$); plusa zīmi formulā lieto, ja automobilis brauc ceļa kāpumā, bet minusa zīmi, — ja automobilis brauc ceļa kritumā;

l_3 — ceļa rezerves posma garums (m), kādam jāpaliek starp nobremzētiem automobiļiem vai automobili un šķērsli. Parasti ceļa šī posma garumu pieņem vienādu ar viena automobiļa garumu, t. i., $l_3 = 5,0 \div 10,0$ m.

Pieņemot laiku $t = 1,0$ s un izsakot ātrumu v , ar kādu brauc automobilis, km/st, iegūst

$$L = \frac{v}{1,8} + \frac{k_e v^2}{127(\varphi^2 - i^2)} + l_3,$$

kur k_e — bremžu ekspluatācijas apstākļu koeficients; aprēķinā pieņem $k_e = 1,2$.

Lai automobiļi, kas viens otram brauc pretīm pa vienu kustības joslu, varētu pabrukt viens otram garām, redzamības attālumam L (32. att. b) jābūt šādam:

$$L = 2l_1 + 2l_2 + l_3 \text{ [m]}.$$

Attālumu l_1 un l_3 lielumi ir līdzīgi iepriekšējam gadījumam, bet attālums

$$l_2 = 2 \sqrt{ar - \frac{a^2}{4}},$$

kur r — pagrieziena minimālais rādiuss, kas atbilst automobiļu kustībai ar noteiktu ātrumu;

a — attālums starp blakus braucošu automobiļu asīm.

Aprēķinātais ceļa redzamības attālums automobiļa kustībai ar lielu ātrumu ne vienmēr atbilst faktiskajiem braukšanas apstākļiem, jo ceļam laba redzamība ir tikai diennakts gaišās stundās. Ceļa redzamību ļoti pasliktina migla, putekļi, lietus un sniegs. Bez tam ceļa redzamība arī pasliktinās, braucot pret sauli. Visos šādos gadījumos autovadītājam jāsamazina kustības ātrums.

Autoceļu projektēšanas normās un tehniskajos noteikumos ir norādīts ceļa minimālais redzamības attālums plānā un garenprofilā atkarībā no autoceļa tehniskās kategorijas (16. tab.).

16. tabula

Autoceļa redzamības minimālie attālumi

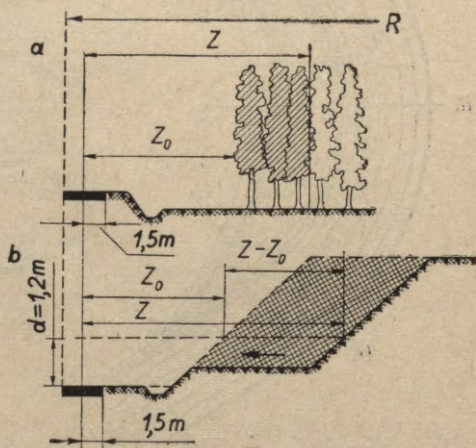
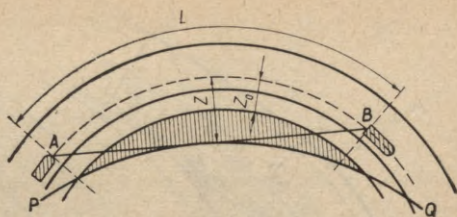
Redzamības veidi	Autoceļa tehniskā kategorija				
	I	II	III	IV	V
Autoceļa virsmas redzamība (m):					
parastajos apstākļos	250	175	140	100	75
šķēršlotā apvidū	175	140	100	75	50
kalnainā apvidū	100	75	60	50	40
Pretimbraucoša automobiļa redzamība (m):					
parastajos apstākļos	—	350	200	200	150
šķēršlotā apvidū	—	280	200	150	100
kalnainā apvidū	—	150	120	100	80

Lai netiktu ierobežots automobiļa kustības aprēķina ātrums un būtu garantēta ērta un droša kustība, visos gadījumos, kad vietējie apstākļi ir labvēlīgi, projektējot autoceļa trases ģeometriskos elementus, neatkarīgi no ceļa tehniskās kategorijas ieteicams nodrošināt ceļa virsmas redzamību, ne mazāku par 350 ÷ 400 m.

Autoceļu plāna līknē, kas veidota ar mazu rādiusu, ceļa redzamību var traucēt priekšmeti (ēkas, krūmi, koki u. c.), kuri atrodas ceļa plāna liknes iekšējā malā. Autoceļa posmam, kas virzās pa ierakumu, redzamību var aizsegt ierakuma iekšējā nogāze.

Lai noskaidrotu, vai ceļa plāna līknē ir pietiekama ceļa virsmas redzamība, jāsalīdzina attālums Z_0 , kas mērīts no šķēršļa līdz automobiļa kustības trajektorijai, ar attālumu Z , kas mērīts no automobiļa kustības trajektorijas pa pagrieziena centra leņķa α bisek-

33. att. Ceļa sānu joslū redzamības aprēķina shēma



34. att. Ceļa sānu joslū redzamības robeža šķērsprofilā:
a — meža nociiršanas joslā; *b* — ierakuma nogāzes papildnorakums

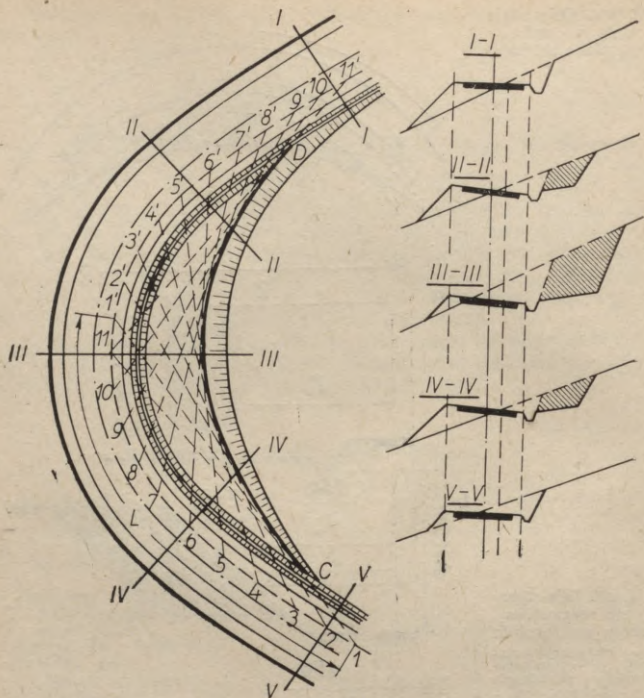
trisi līdz perpendikulāri novilktaī taisnei *AB*, kuras garums atbilst redzamības attālumam (33. att.).

Attālumū Z_0 mēra autovadītāja redzes līmenī. Parasti tā augstumu pieņem 1,2 m virs ceļa virsmas, automobilim atrodoties kustības iekšējā joslā 1,5 m attālumā no ceļa brauktuves malas.

Ja $Z > Z_0$, ceļš plāna liknē nav pārredzams. Šādā gadījumā no ceļa plāna liknes iekšējā laukuma jānovāc priekšmeti, kas aizsedz ceļa sānu redzamību (34. att. *a*).

Lai noteiktu ierakuma nogāzes papildnorakuma platumu, jāizzīmē vairāki ceļa šķērsprofili un jāizmēra attāļumi Z_0 un Z . Starpība $Z - Z_0$ nosaka ierakuma nogāzes papildnorakumu platumu (34. att. *b*).

Autoceļa redzamības robežu plāna liknēs, kas veidotas ar maziem rādīusiem, parasti noteic pēc grafiskās aprēķina metodes (35. att.). Šim nolūkam lielā mērogā izzīmē ceļa plāna likni: no



35. att. Ceļa sānu joslu redzamības robežas noteikšana pēc grafiskās aprēķina metodes

automobiļa kustības trajektorijas vairākiem punktiem 1; 2; 3; ...; n atliek ceļa redzamības attālumu L un iegūtos nogriežņu galapunktus 1'; 2'; 3'; ...; n' savieno ar taisnēm. Iegūtā līkne CD raksturo autoceļa redzamības robežu. Visi šķēršļi starp zemes klātnes šķautni un pārredzamības līknes CD robežu jānovāc.

Ierakuma nogāzes norakuma līmeni nosaka, ievērojot augošas zāles augstumu (vasarā) vai sniega segas biezumu (ziemā).

Lai iegūtu ceļam vajadzīgo redzamību plāna līknēs, kam ir mazi rādiusi, un pamatotu ierakuma nogāzes papildnorakuma izveidošanas, krūmu un koku nociršanas, ēku nojaukšanas vai pārvietošanas lietderību, ceļa projekts jāsalīdzina ar projekta tādiem variantiem, pēc kuriem nav jāveic norādītie pasākumi.

Ceļa plāna līknēs, kas veidotas ar maziem rādiusiem, ļoti sliktā pārredzamība ir naktī, jo automobiļa prožektoru gaismas staru kūlis netiek virzīts paralēli ceļa garenvirzienam, bet gan taisni pa tangenti (36 att.).

Lai ceļa redzamība sasniegtu celtniecības normās un noteikumos noteikto distanci, līknes rādiusu R aprēķina šādi.

Lokam, kura garums ir $L+l$, centra leņķis

$$\beta = \frac{180(L+l)}{\pi R} \text{ [grādos],}$$

kur L — ceļa redzamības attālums (m);

l — automobiļa bāze (m);

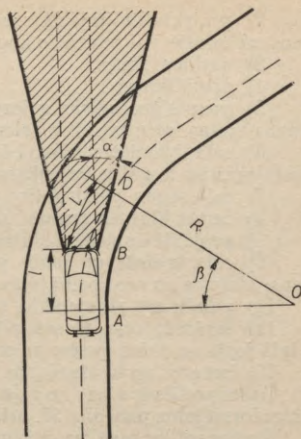
R — ceļa plāna līknes liekuma rādiuss (m).

Prožektoru gaismas kūlis veido ar automobiļa kustības virzienu leņķi α . Pieņemot, ka $\beta = 2\alpha$:

$$R = \frac{28,6(L+l)}{\alpha} \approx \frac{30L}{\alpha},$$

jo automobiļa bāze l salīdzinājumā ar redzamības attālumu L ir maza. Automobiļu prožektoriem $\alpha = 2^\circ$.

Lai kustības apstākļi naktī būtu droši un tiktu ievēroti celtniecības normās un noteikumos norādītie ceļu redzamības attālumi (80,0 ÷ 350,0 m), ceļa plāna līkņu rādiusiem R jābūt 1500 ÷ 4500 m.



5. nodaļa

CEĻA GARENPROFILS

18. §. Ceļa garenprofila elementi un izveidojums

Ceļa garenprofils ir zemes klātnes vertikālais griezumš pa ceļa asi. Garenprofilā parāda šādus elementus:

1) zemes virsmas līniju jeb t. s. melno līniju, tās absolūtās vai relatīvās augstuma atzīmes;

- 2) projekta līniju jeb t. s. sarkano līniju, tās kritumus un kāpumus, absolūtās vai relatīvās augstuma atzīmes;
- 3) darba atzīmes;
- 4) profillīknes;
- 5) grunts ģeoloģisko griezumu pa ceļa asi, norādot šurfu ņemšanas vietas, grunts slāņa raksturu un gruntsūdens līmeni;
- 6) ceļa inženiertehnisko būvju (tiltu, caurteku, tuneļu u. c.) novietojumu un to galvenos raksturlielumus;
- 7) ceļa segas konstruktīvo izveidojumu;
- 8) zemes klātnes grunts raksturojumu un deformācijas moduli;
- 9) projektētās zemes klātnes šķērsprofilu un tās robežas;
- 10) ceļa kreisās un labās puses sāngrāvju vai rezervju kritumus, atzīmes un nostiprinājuma veidus;
- 11) piketu un pluspunktu stāvokli, attālumus un kilometrāžu;
- 12) izvērstu ceļa trases plānu, kurā parādīta situācija 50 m platā joslā uz abām pusēm no ceļa ass;
- 13) reperus un to atrašanās vietas.

Garenprofils ir viens no ceļa projekta galvenajiem dokumentiem; tā noformējums parādīts 37. attēlā (sk. ielīmi).

Garenprofilu rasē uz milimetru papīra noteiktā horizontālajā un vertikālajā mērogā. Lapas augstums 29 cm, bet ierāmējuma augstums 28 cm; lapas garumu nav ieteicams ņemt lielāku par 100 cm.

Lai palielinātu uzskatāmību un labāk varētu iezīmēt reljefu, ceļa garenprofila vertikālo mērogu parasti pieņem desmit reizes lielāku par horizontālo mērogu.

Līdzienā un paugurainā apvidū ceļa garenprofila horizontālo mērogu pieņem 1 : 5000, bet vertikālo mērogu — 1 : 500; kalnainā apvidū, kur reljefs mainās ļoti strauji, horizontālo mērogu pieņem 1 : 2000, bet vertikālo mērogu — 1 : 200. Ļoti līdzienā apvidū horizontālo mērogu pieņem 1 : 10 000, bet vertikālo mērogu — 1 : 1000.

Grunts ģeoloģisko griezumu, lai tas būtu uzskatāmāks, izzīmē, atkāpjoties par 2 cm zem melnās līnijas. Grunts ģeoloģiskā griezuma horizontālais mērogs ir vienāds ar garenprofila horizontālo mērogu, bet vertikālo mērogu pieņem 1 : 50.

Melnās līnijas jeb zemes virsmas punktu augstumus nosaka nivelējot. Melnā līnija raksturo zemes reljefu pa ceļa asi; garenprofilā to iezīmē kā tievu, melnu līniju.

Melnās atzīmes ir zemes virsmas lūzumu punktu absolūtie vai relatīvie augstumi pa ceļa asi. Vēlams parādīt tās augstuma absolūtās atzīmes, kas dod iespēju projektējamā ceļa un tā inženiertehnisko būvju augstumu ērti saskaņot ar citām ieinteresētām projektēšanas un saimnieciskajām organizācijām.

Lai noteiktu zemes virsmas jeb melnās līnijas absolūtās atzīmes, autoceļu izmeklēšanā piesaistās pie valsts ģeodēziskā tīkla tuvākā repera, kura augstuma atzīme ir zināma. Latvijas teritorijā reperu augstuma atzīmes galvenokārt ir dotas virs Kronšates

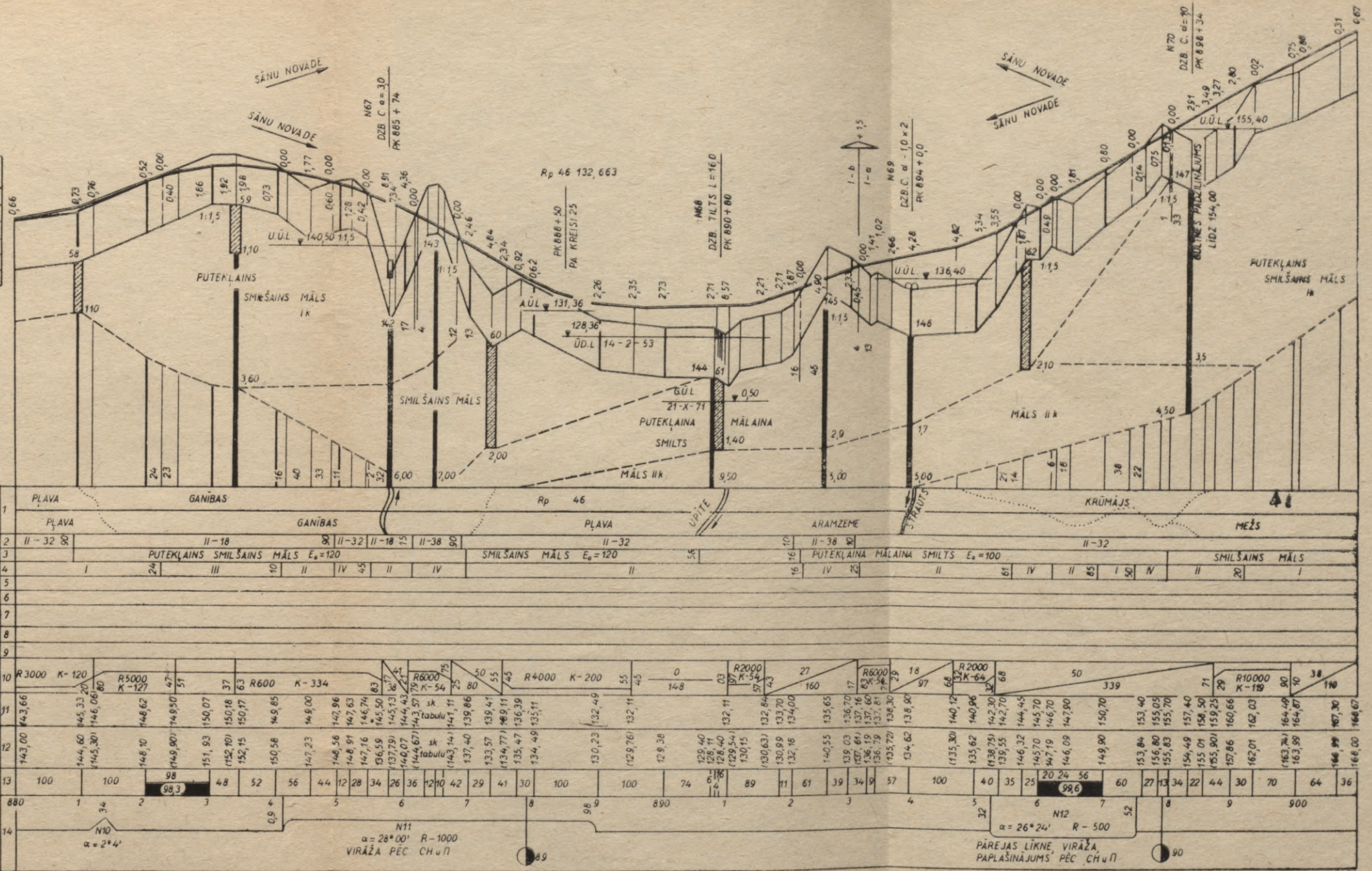
IZNESTO ATZĪMJU TABULA

PK +	I	ATZĪMES		DARBA ATZĪMES
		ZEMES	PROJEKTA	
886 + 21	15	(144,67)	143,57	- 1,10
+36	12	147,98	142,94	- 5,04
+48	10	148,09	142,41	- 5,68
+58	17	147,05	141,94	- 5,11
+75	17	(143,14)	141,11	- 2,03

MĒROGI

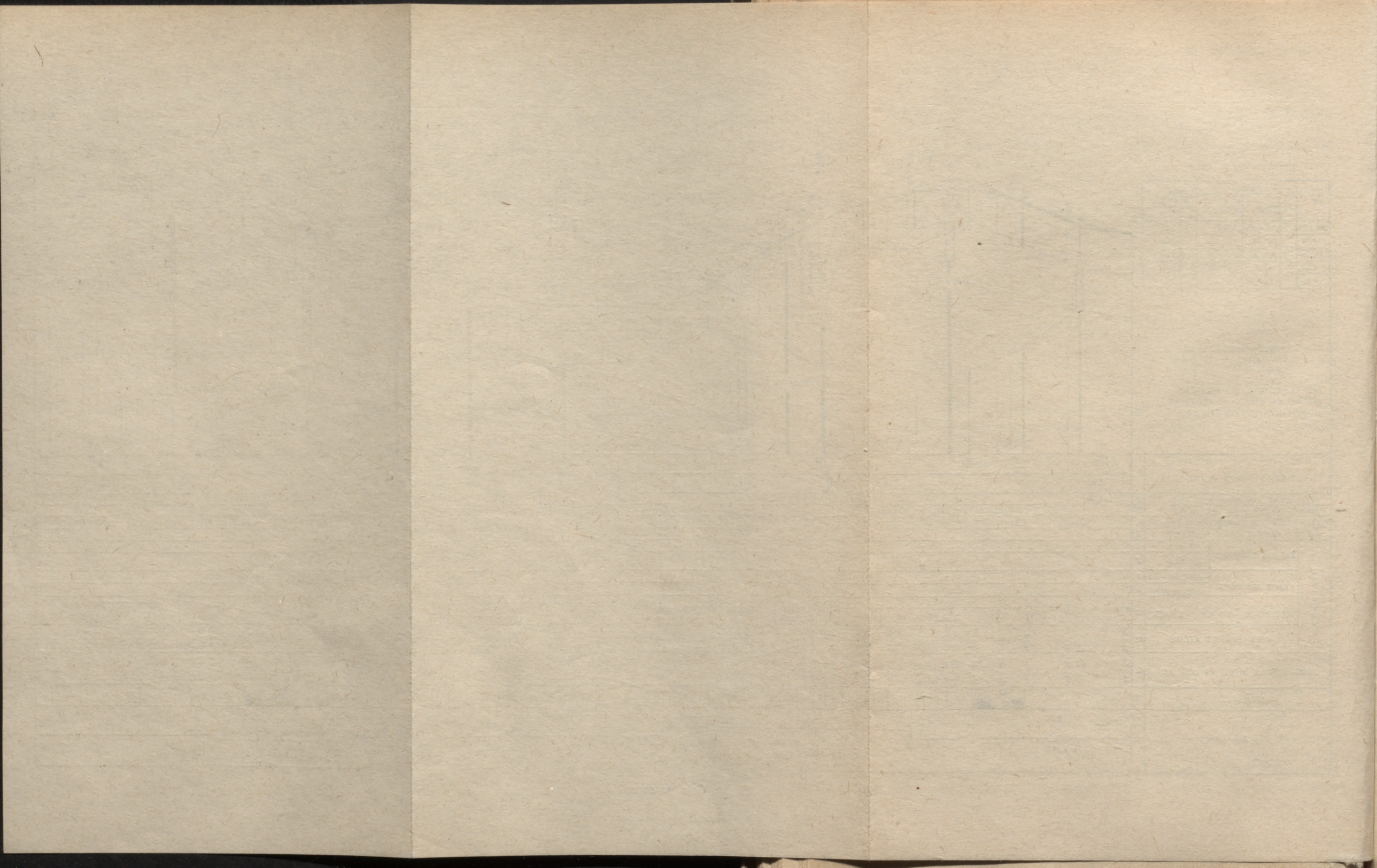
HORIZONTĀLAIS: 1:5000
 VERTIKĀLAIS: 1:500
 GRUNTĪM: 1:50

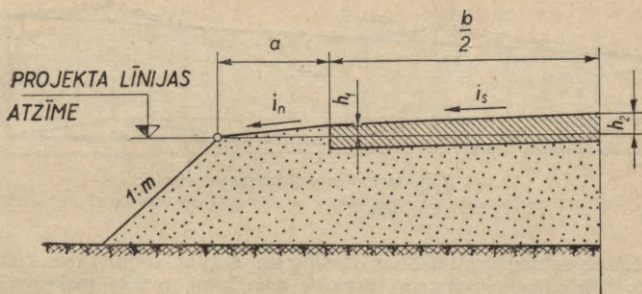
PROFILS SASTĀDĪTS PĒC RELATĪVĀM ATZĪMĒM, LAI PĀRIETU UZ ABSOLŪTĀM ATZĪMĒM - JĀPIESKAITA 84,24m



IZVĒRSTS TRASES PLĀNS	1	PLAVA	GANĪBAS	GANĪBAS	PLAVA	ARĀMZEME	KRŪMĀJS	MEŽS																																							
CEĻA SEGAS KONSTRUKCIJAS TIPI	2	II-32	II-18	II-32	II-18	II-32	II-32	II-32																																							
GRUNTS UN DEFORMĀCIJAS MODULIS	3	PUTEKĻAINS SMILŠAINS MĀLS $E_0=120$				SMILŠAINS MĀLS $E_0=120$	PUTEKĻAINA MĀLAINA SMILTS $E_0=100$	SMILŠAINS MĀLS																																							
ZEMES KLĀTNES ŠĶĒRS-PROFILA TIPI	4	I	III	IV	IV	II	IV	II																																							
GRĀVJU NOSTIPRINĀJUMS (REZERVES)	5																																														
PROJEKTA DATI	6	KREISĀIS SĀNGRĀVIS KRITUMI																																													
	7	KREISĀIS SĀNGRĀVIS ATZĪMES																																													
	8	LABAIS SĀNGRĀVIS KRITUMI																																													
	9	LABAIS SĀNGRĀVIS ATZĪMES																																													
KRITUMS UN PROFILA LĪKNES	10	R3000 K-120	R5000 K-127	R600 K-334	R6000 K-54	R4000 K-200	R2000 K-54	R6000 K-54	R2000 K-64	R10000 K-119																																					
CEĻA KLĀTNES ATZĪME	11	143,66	144,33	145,00	145,67	146,34	147,01	147,68	148,35	149,02	149,69	150,36	151,03	151,70	152,37	153,04	153,71	154,38	155,05	155,72	156,39	157,06	157,73	158,40	159,07	159,74	160,41	161,08	161,75	162,42	163,09	163,76	164,43	165,10	165,77	166,44	167,11	167,78	168,45								
ZEMES VIRSMAS ATZĪME PA CEĻA ASI	12	143,00	144,60	145,30	146,00	146,70	147,40	148,10	148,80	149,50	150,20	150,90	151,60	152,30	153,00	153,70	154,40	155,10	155,80	156,50	157,20	157,90	158,60	159,30	160,00	160,70	161,40	162,10	162,80	163,50	164,20	164,90	165,60	166,30	167,00	167,70	168,40										
ATTĀLUMI	13	100	100	98,3	48	52	56	44	12	28	34	26	36	12	10	42	29	41	30	100	100	74	64	89	11	61	39	34	9	57	100	40	35	25	20	24	56	60	27	13	34	22	44	30	70	64	36
PIKETI	14	880	1	34	2	3	4	5	6	7	8	96	890	1	2	3	4	5	6	7	8	9	900																								
PLĀNA LĪKNES		N10 $\alpha=2^\circ 4'$ N11 $\alpha=28^\circ 00'$ R-1000 VIRĀŽA PĒC CH u П N12 $\alpha=26^\circ 24'$ R-500 PĀREJAS LĪKNE, VIRĀŽA, PĀPLĀŠINĀJUMS PĒC CH u П																																													
KILOMETRI																																															

37. att. Ceļa garenprofils





38. att. Projekta līnijas atzīmes vieta ceļa šķērsprofilā

nulles līmeņa. Ja reperu nav, var lietot zemes virsmas relatīvās atzīmes.

Projekta jeb sarkanā līnija ir ceļa izbūves projekta līnija. Tās stāvokli nosaka projekta jeb sarkanās atzīmes.

Izbūvējamam ceļam projekta līnijas atzīmes attiecas uz ceļa klātnes šķautni (38. att.).

Autoceļa brauktuves šķautne ir pacelta virs ceļa klātnes šķautnes par lielumu

$$h_1 = ai_n,$$

bet ceļa ass — par lielumu

$$h_2 = h_1 + \frac{b}{2} i_s.$$

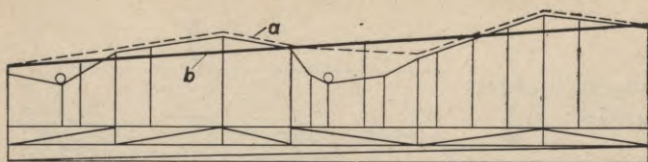
Ceļu pārbūves un rekonstrukcijas projektos sarkanās līnijas atzīmes attiecinā uz ceļa asi.

Projekta līniju garenprofilā iezīmē ar biezu līniju. Kā melnās līnijas, tā projekta līnijas atzīmes garenprofilā ieraksta ar precizitāti līdz $\pm 1,0$ cm.

Darba atzīmes ir vienādas ar starpību starp melnām un projekta atzīmēm. Ja ceļu izbūvē uzbērumā, garenprofilā darba atzīmes raksta virs projekta līnijas, bet, ja to izbūvē ierakumā, — zem projekta līnijas.

19. §. Garenprofila projektēšanas pamati

Autoceļu garenprofilā raksturo tā atsevišķo posmu kāpumu vai kritumu lielums un ceļa klātnes šķautnes augstuma atzīmes virs vai zem zemes virsmas. Garenprofila projektēšanas pareizība



39. att. Projekta līnijas projektēšanas principi:
a — aptverošā projekta līnija; *b* — šķērsojošā projekta līnija

ietekmē automobiļa kustības drošību un ekspluatāciju. Tāpēc ceļu projektēšanas normas un tehniskie noteikumi nosaka maksimāli pieļaujamo garenkrituma lielumu, kā arī ceļa kāpuma un krituma lūzuma vietu nepieciešamā noapaļojuma izveidojumu.

Garenprofila projektēšana jāsaista ar visiem autoceļa izveidojuma elementiem plānā. Projekta līnijai jāsavienojas vienmērīgos salaīdumos, kas izveidoti no ceļa taisniem posmiem un profila līknēm, kuras noapaļo lūzuma punktus.

Projekta līnija ceļa garenprofilā jāprojektē un jāizvelk tā, lai būtu nodrošināta

- a) zemes klātnes nestspēja un noturība;
- b) vienmērīga, ērta un droša transportlīdzekļu kustība ar kustības aprēķina ātrumu;
- c) iespējami mazs zemes darbu apjoms un to mehanizēta izpilde;
- d) nepārtraukta un ātra virszemes ūdeņu novadīšana;
- e) ceļa aizsargāšana pret aizputināšanu.

Ceļa garenkritums visās vietās nav pastāvīgs. Tas mainās atbilstoši apvidus reljefam un projektētajai sarkanajai līnijai. Punktus, kuros krustojas ceļa divu dažādu garenkritumu virzieni, sauc par ceļa garenprofila lūzuma punktiem.

Zemāko kategoriju autoceļiem, kuros kustības intensitāte nav liela, projektē aptverošu projekta līniju, iegūstot lauztu zāģveida līniju. Šādos gadījumos projekta līnija *a* (39. att.) vienmēr atrodas virs zemes virsmas un ir pieskaņota melnajai līnijai.

Augstāko tehnisko kategoriju autoceļiem, pa kuriem automobiļu kustības noris ar lieliem aprēķina ātrumiem, zāģveida garenprofils nav pieļaujams. To novērš, izvelkot projekta līniju *b*, kas šķērso zemes virsmu. Šādi novilkto projekta līniju sauc par šķērsojošo projekta līniju. Ja šķērsojošā projekta līnija ir novilkta virs melnās līnijas, zemes klātne atrodas uzbērumā, bet, ja tā ir novilkta zem melnās līnijas, — ierakumā. Uzbēruma augstums vai ierakuma dziļums ir vienāds ar projekta un melnās līnijas atzīmju starpību.

Autoceļa garenprofilā attālums starp diviem blakus esošiem lūzuma punktiem vienmēr jāpieņem tāds, lai konkrētos apstākļos varētu ievilkt profilīknes ar maksimāli lieliem rādiusiem. Projekta

līniju atļauts projektēt arī tā, lai starp profillīknēm nepaliktu nemainīga krituma ceļa posmi.

Projektējot sarkano līniju, jāievēro arī ceļa maksimāli pieļaujamie garenkritumi. Ceļa maksimālie garenkritumi, kas atbilst celtniecības normām un noteikumiem, doti 17. tabulā.

17. tabula

Autoceļa garenkritumi

Apvidus raksturojums	Autoceļa tehniskā kategorija				
	I	II	III	IV	V
	Maksimāli pieļaujamais ceļa garenkritums (%)				
Parastajos apstākļos	30	40	50	60	70
Šķēršļotā apvidū	40	50	60	70	90
Kalnainā apvidū	60	70	80	90	100

Ceļa garenkritums jāpieņem pēc iespējas mazāks. Visos gadījumos, kad apvidus reljefa apstākļi ir labvēlīgi, ieteic pieņemt garenkritumu $i < 30\text{‰}$.

Ļoti grūtos reljefa apstākļos, ja, izdarot vilcēj spēka un tehniski ekonomiskos aprēķinus, ir pamatota lielāka garenkrituma izveidošana, atsevišķiem nelieliem ceļa posmiem pieļaujams 17. tab. norādītās ceļa garenkrituma maksimālās vērtības palielināt par $15\text{--}20\text{‰}$.

Maksimālos garenkritumus ceļam pieļaujams projektēt grūtos un sarežģītos reljefa apstākļos, kad to lietderību attaisno tehniski ekonomiskā analīze.

Garos kāpumos kalnainā vai paugurainā apvidū, ja projektētais ceļa garenkritums $i > 60\text{‰}$, pēc katriem $2\text{--}3$ km jāparedz starpposmi, kuros garenkritums $i \leq 20\text{‰}$. Izvelkot projekta līniju, projektā jāpamato šādu starpposmu stāvoklis. Garu kritumu beigās nedrīkst projektēt profila līknes, kas veidotas ar minimāliem rādiusiem.

Ierakumos nav pieļaujams projektēt horizontālos laukumus. Visos garenprofila projektēšanas gadījumos jānodrošina ūdens laba novadīšana, izveidojot sāngrāvjiem vai teknēm atbilstošu kritumu.

Ja kalnainā vai paugurainā apvidū ceļam ir plāna līknes, kas veidotas ar maziem rādiusiem, un projekta līnija garenprofilā ievilkta ar maksimālo garenkritumu, tad, lai palielinātu kustības drošību un braukšanas ātrumu, jāveic šādi pasākumi:

a) jāsamazina maksimālā garenkrituma lielums ceļa posmos ar plāna līknēm, kam rādiusi $R < 50$ m (18. tab.);

b) virāžas izveidošanas posmā, kad divpusēja slīpuma ceļa šķērsprofils pāriet vienpusējā slīpuma šķērsprofilā, plāna līknēs, kam liekuma rādiuss $R < 50$ m, jāsamazina garenkritums ceļa brauktuves iekšējai un ārējai šķautnei. Šādā gadījumā tas nedrīkst

Maksimālā garenkrituma samazinājums plāna liknēs,
kas veidotas ar maziem rādiesiem

Plāna likņu liekuma rādiesi R (m)	50	45	40	35	30	25	20	15
Maksimālā garenkrituma (sk. 17. tab.) samazinājums (%)	10	15	20	25	30	35	40	50

pārsniegt attiecīgam aprēķina ātrumam pieļaujamo maksimālo garenkritumu, kāds norādīts 17. tabulā.

Atkarībā no zemes klātnes nestspējas un noturības, ja vien to atļauj apvidus reljefs, ieteicams projekta līniju ievilkt tā, lai ceļš atrastos uzbērumā, jo tad labāk var novadīt virszemes ūdeni, ceļš ātrāk nožūst un mazāk tiek aizputināts.

Aizputināmās vietās vēlams zemes klātni izbūvēt tā, lai tās minimālais pacēlums virs apkārtējās zemes virsmas būtu vismaz 0,6 m.

Nelabvēlīgajos klimatiskajos, grunts un hidroģeoloģiskos apstākļos, kad apgrūtināta ir virszemes ūdens novadišana, projekta līnijas atzīmes jānosaka tā, lai būtu novērsta zemes klātnes piesātināšanās ar ūdeni.

Visos gadījumos, projektējot ceļa garenprofilu, jācenšas zemes klātni labi iekļaut apvidus reljefā.

Projektējot un iezīmējot projekta līniju, jāvadās arī no pastāvošajiem trases kontrolpunktiem. Šādi kontrolpunkti ir vairāki:

1) pieslēgšanas atzīmes, kas atrodas vietās, kur trase pieslēdzas pie pastāvošajiem ceļiem, apdzīvotu vietu ielām u. tml.;

2) projektējamā autoceļa krustojums ar dzelzceļu vai augstākas tehniskās kategorijas autoceļu. Šāda krustojuma kontrolpunkts ir dzelzceļa sliedes galviņas atzīme;

3) izbūvējamā autoceļa tiltu klāju un caurteku atzīmes;

4) stāvošu ūdeņu līmeņi vai upju plūdu līmeņi.

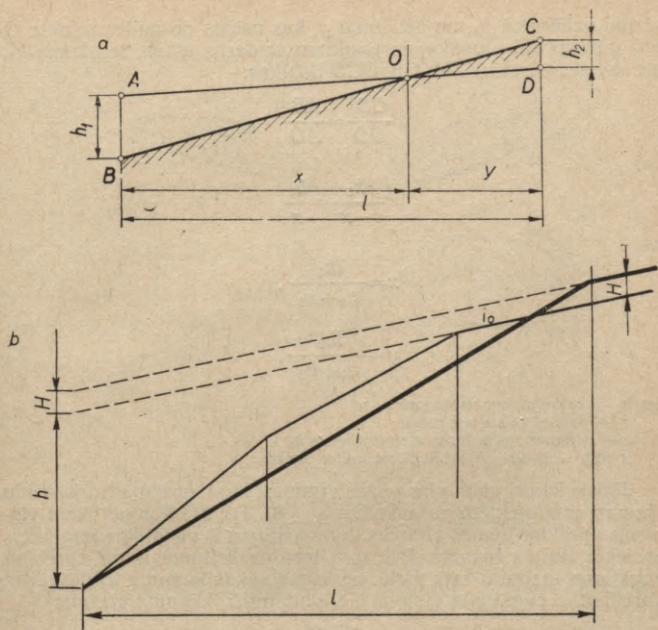
Sākot projektēt ceļa garenprofilu, vispirms projektā ieraksta kontrolpunktu augstuma atzīmes; pēc tam atkarībā no vietējiem grunts un hidroģeoloģiskajiem apstākļiem nosaka nepieciešamo ceļa segas pacēluma līmeni trases atsevišķos posmos un sāk iezīmēt projekta līnijas aptuveno stāvokli.

Praksē autoceļa garenprofilu projektē pēc diviem paņēmieniem:

a) projekta līniju novelk taisnu posmu veidā, pēc tam lūzuma punktos iezīmē profilliknes un izlabo projekta atzīmes;

b) lietojot šablonus, vienlaikus ar projekta līnijas novilkšanu iezīmē arī profila liknes, kas savstarpēji saistās, vai atstāj starp profila liknēm taisnus posmus un aprēķina projekta atzīmes.

Pirmais paņēmiens ir ērts, projektējot autoceļu apvidū ar līdzenu reljefu, bet otrs paņēmiens, — projektējot autoceļu paugrainā un



40. att. Projekta līnijas aprēķina shēmas:

a — nulles punkta noteikšanai, pārejot no uzbēruma ierakumā; *b* — lūzuma vietas attāluma noteikšanai zemes virspusē

kalnainā apvidū, kad ceļa lielāko daļu veido savstarpēji saistītas profillīknes.

Projektējot autoceļa garenprofilu pēc pirmā paņēmiena, projekta līnijas lūzuma punktos jāaprēķina projekta atzīmes, bet pēc tam jāizmaina darba atzīme un jāprecizē garenkritumi, noapaļojot to skaitliskās vērtības līdz pilnām tūkstošdaļām ($^0/_{00}$). Kad ir pareizi noteikti garenprofila kritumi un lūzuma punktu atzīmes, aprēķina pārējo starppunktu projekta un darba atzīmes un iezīmē profillīknes. Ja kāda starppunkta atzīme neatbilst kontrolpunkta augstumam, jāmaina pieņemtais garenkritums, lai iegūtu vajadzīgo darba atzīmi.

Lai izskaitļotu atzīmes, novelkot projekta līniju, jānoteic garenprofila nulles punkti, t. i., vietas, kurās notiek pāreja no ierakuma uzbērumā vai otrādi (40. att. *a*). Attālumu x , kas mērīts no nulles punkta *O* līdz garenprofila tuvākajam punktam ar darba

atzīmi uzbērumā h_1 , un attālumu y , kas mērīts no nulles punkta O līdz garenprofila tuvākajam punktam ar darba atzīmi ierakumā h_2 , nosaka pēc trīsstūri BAO un OCD līdzības:

$$\frac{CD}{OD} = \frac{AB}{AO}$$

vaj

$$\frac{h_2}{l-x} = \frac{h_1}{x}$$

un

$$x = \frac{lh_1}{h_1 + h_2},$$

$$y = \frac{lh_2}{h_1 + h_2},$$

kur h_1 — darba atzīme uzbērumā;
 h_2 — darba atzīme ierakumā;
 l — attālums starp darba atzīmēm h_1 un h_2 ;
 x un y — atbilstošie attālumi no nulles punkta.

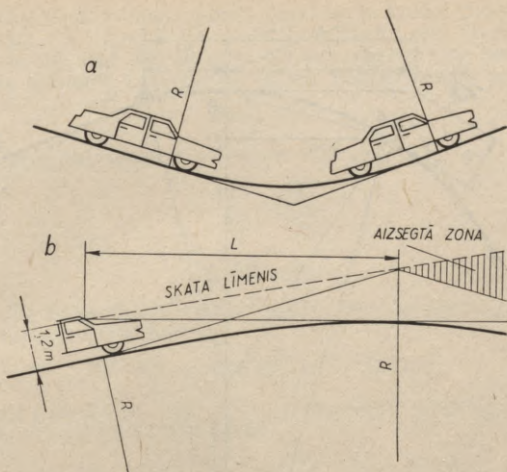
Jānosaka arī vieta virs zemes virsmas, kurā sarkanā līnija veido lūzumu ar projektēto garenkritumu i (40. att. *b*). Šim nolūkam vispirms aprēķina zemes virsmas garenkritumu i_0 vietā, kur iespējams projekta līnijas lūzums. Pēc tam turpina kritumu i_0 un aprēķina augstuma atzīmi h tajā vietā, no kuras sākas kāpums i . Pieskaitot aprēķinātai augstuma atzīmei h augstumu H , kāpuma garums

$$l = \frac{h+H}{i-i_0}.$$

Projektējot sarkano līniju pēc otra paņēmiena (inženiera N. Antonova metode), t. i., vienlaikus ievēkot arī profila līknes, uz ceļa garenprofila uzliek caurspīdīgu profila līkņu šablonu (lekālu), uz kura garenprofilam atbilstošā mērogā ir iezīmētas profila līknes, kas veidotas ar dažādiem rādiusiem. Uz šablona perimetra iezīmētie punkti atbilst profilīkņu pieskarēm — taisnēm, kam ir dažādi kritumi. Projekta līnijas taisno posmu garenkritumi atbilst pieskares turpinājumam. Lietojot profilīkņu šablonu komplektu, projekta līnijas optimālo stāvokli garenprofilā var noteikt grafiski.

20. §. Autoceļa profila līknes

Ja projektējamā autoceļa garenprofilam ir dažāda lieluma kritumi un kāpumi, to virzienu krustpunkti veido garenprofila lūzumus. Visus lūzumus iedala ieliekto lūzumos un izliekto lūzumos. Ieliekto lūzumu punktos ļoti strauji mainās automobiļa kustības



41. att. Profila liknes:

a — ieliekta profila likne; b — izliekta profila likne

virziens. Šis apstākļi ierosina triecienu un nevēlamu pārslodzi automobiļa atsperēs. Izliektie lūzumi aizsedz autoceļa redzamību, un to virsotnes pārbraukšana rada triecienu. Ja automobiļa kustības ātrums ir liels, izliektās profila līknēs, kas veidotas ar mazu rādiusu, automobiļa priekšējā daļa var atrauties no ceļa virsmas un automobilis zaudēt vadāmību, jo priekšējā ass tiek nevēlami atslōgta.

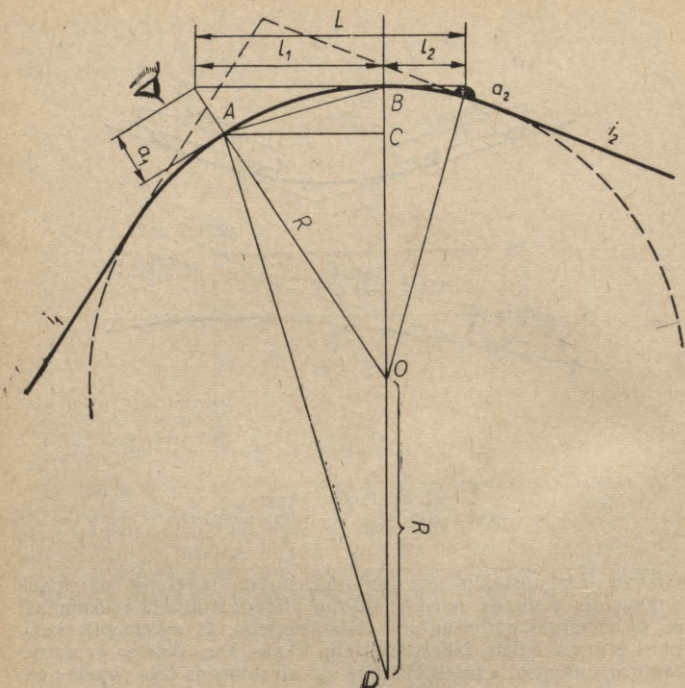
Garenprofila lūzuma punktus noapaļo ar ieliektām profila līknēm (41. att. a) vai izliektām profila līknēm (41. att. b).

Profila līknes samazina triecienus garenprofila ieliektajos (konkavajos) lūzumu punktos, kā arī samazina triecienus un nodrošina ceļa virsmas redzamību garenprofila izliektajos (konveksajos) lūzumu punktos.

Nosakot ieliekto profila līkņu rādiusus, jāvadās pēc noteikuma, lai centrālās spēks, kas rodas, automobilim izbraucot profila līkni, nemazinātu pasažieru labsajūtu un izraisītās slodzes atsperēs nepārsniegtu pieļaujamo lielumu.

Ieliekto profila līkņu aprēķinā centrālās spēka paātrinājumu a nosaka pēc šādas formulas:

$$a = \frac{v^2}{R},$$



42. att. Izliektās profila līknes rādiusa aprēķina shēma

pieņemot, ka centrālās spēka paātrinājums nedrīkst pārsniegt $0,5 \text{ m/s}^2$. Izsakot ātrumu v , ar kādu brauc automobilis, km/st, ieliektā profila līkņu vajadzīgais rādiuss

$$R = \frac{v^2}{a} = \frac{v^2}{0,5(3,6)^2} = \frac{v^2}{6,5} \text{ [m]},$$

kur a — centrālās spēka paātrinājums (m/s^2);
 v — automobiļa kustības ātrums (km/st).

Izliekto profila līkņu rādiusi jānosaka tā, lai nesamazinātos ceļa virsmas pārredzamība, t. i., lai autovadītājs varētu nobremzēt automobili pirms šķēršļa. Vienlaikus jāgarantē arī automobiļa kustības drošība un pasažieru ērtības.

Izliekto profila līkņu rādiusu nosaka pēc šādām ģeometriskām sakarībām. Ja autovadītāja skata līmenis virs ceļa segas ir augstumā a_1 (42. att.), bet šķērslis atrodas augstumā a_2 , tad ceļa redzamība attālumā L sastāv no diviem nogriežņiem l_1 un l_2 , t. i.,

$$L = l_1 + l_2.$$

No līdzīgiem trīsstūriem ABC un ACD atrod, ka

$$\frac{BC}{AC} = \frac{AC}{CD}$$

vai

$$BC \cdot CD = AC^2.$$

Profila līkņu rādiusi ir stipri lielāki par nogriežņu a_1 un a_2 garumu, tāpēc var pieņemt, ka

$$BC \approx a_1; \quad CD \approx 2R - a_1; \quad AC \approx l_1.$$

Zinot iepriekšējās sakarības, var aprēķināt nogriežņu l_1 un l_2 garumu. Tā, piemēram, nogrieznis

$$l_1 = AC = \sqrt{BC \cdot CD} = \sqrt{a_1(2R - a_1)} \approx \sqrt{2a_1R} \text{ [m]},$$

bet nogrieznis

$$l_2 = \sqrt{2a_2R} \text{ [m]}.$$

Nepieciešamais ceļa virsmas redzamības garums

$$L = l_1 + l_2 = (\sqrt{a_1} + \sqrt{a_2})\sqrt{2R},$$

bet profila līknes rādiuss

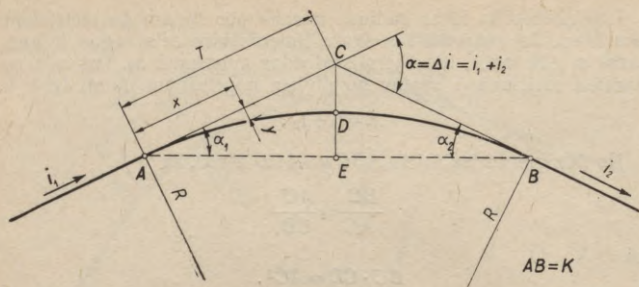
$$R = \frac{L^2}{2(\sqrt{a_1} + \sqrt{a_2})^2}.$$

Aprēķinot autoceļa virsmas redzamību, pieņem, ka $a_2 = 0$, bet autovadītāja skata līmenis $a_1 = 1,2$ m. Tādējādi minimālais izliektās profila līknes rādiuss

$$R = \frac{L^2}{2a_1} = \frac{L^2}{2,4} \text{ [m]}.$$

Garenprofila lūzuma leņķi α ir mazi, tāpēc ar pietiekamu precizitāti tos var pielīdzināt leņķu α_1 un α_2 tangentu, kuras veido slīpās krustojošās taisnes ar horizontu (43. att.), algebriskai starpībai:

$$\alpha = \Delta i = i_1 - (-i_2) = i_1 + i_2.$$



43. att. Profila likņu aprēķina elementi

Vienāda virziena vai pretēji vērstu kritumu lūzuma punktus, ja kritumi veido šauru leņķi, automobilis pārbrauc bez traucējumiem, tāpēc celtniecības normas un noteikumi paredz profila likņu izbūvi tajās vietās, kurās kritumu algebriskā starpība $\Delta i \geq 5\text{‰}$ (I, II un III kategorijas autoceļiem) vai $\Delta i \geq 10\text{‰}$ (IV un V kategorijas autoceļiem).

Lai neierobežotu automobiļu kustības ātrumu un garantētu drošu un ērtu braukšanu, profila likņu rādusī jāpieņem pēc iespējas lielāki. Visos gadījumos, kad to pieļauj vietējie apstākļi, ieteicams pieņemt lielieko profila likņu rādusī $R \geq 8000$ m, bet izliekto profila likņu rādusī $R > 60\,000$ m. Ja izliekto profila likņu rādusī $R = 80\,000 \div 1\,000\,000$ m, automobiļa kustība ceļa garenprofila lūzuma punktos neatšķiras no kustības apstākļiem, braucot pa garenprofila taisnu posmu.

19. tabula

Profila likņu minimālīe rādusī

Profila liknes rādusī	Autoceļa tehniskā kategorija				
	I	II	III	IV	V
Izliekto profila likņu minimālīe rādusī (m):					
parastajos apstākļos	25000	15000	10000	5000	2500
šķēršlotā apvidū	15000	10000	5000	2500	1000
kalnainā apvidū	5000	2500	1500	1000	600
Ieliekto profila likņu minimālīe rādusī (m):					
parastajos apstākļos	8000	5000	3000	2000	1500
šķēršlotā apvidū	5000	3000	2000	1500	1000
kalnainā apvidū	2000	1500	1200	1000	600
Ieliekto profila likņu rādusī izņēmuma gadījumos (m):					
parastajos apstākļos	4000	2500	1500	1000	600
šķēršlotā apvidū	2500	1500	1000	600	300
kalnainā apvidū	1000	600	400	300	200

Vietās, kurās ieteicamo rādiusu ievērošana ievērojami palielina zemes darbu apjomu, atkarībā no ceļa tehniskās kategorijas pieļaujams profila liknes veidot ar mazākiem rādiusiem, kuru minimālās vērtības dotas 19. tabulā.

Lai aprēķinātu profila likņu parametrus pēc pirmā garenprofila projektēšanas paņēmiena, jāzina šo likņu rādiuss R un kritumu algebriskā starpība Δi .

Profila likņu aprēķina shēma sniegta 43. attēlā. Liknes AB garums

$$K = R\alpha = R\Delta i,$$

tangentēs AC vai CB garums

$$T = \frac{K}{2} = \frac{R\Delta i}{2},$$

bisektrises CD garums

$$B = \frac{T^2}{2R + B} \approx \frac{T^2}{2R}.$$

Ikviena starppunkta ordināte y , kas noteikta attālumā x no profila liknes sākuma:

$$y = \pm \frac{x^2}{2R}.$$

Plusa zīmi lieto ieliekto profila likņu aprēķinā, bet mīnusa zīmi — izliekto profila likņu aprēķinā.

Garenprofila projektēšanas gaitā iepriekš aprēķinātās projekta līnijas atzīmes profila likņu posmos jāizlabo pēc attiecīgās ordinātes y skaitliskās vērtības.

Projektējot autoceļa garenprofilu pēc otra paņēmiena, t. i., lietojot profila likņu šablonus, attiecīgās atzīmes noteic pēc speciālām tabulām.

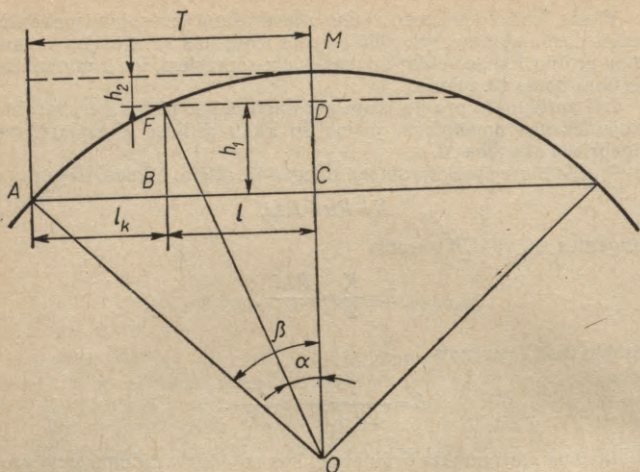
Ja profila likni projektē no kreisās uz labo pusi un ja ir zināma augstuma atzīme A (44. att.), punkta F augstuma atzīme

$$h_1 = DO - CO = R(\cos \alpha - \cos \beta).$$

Leņķi β nosaka pēc šablona atkarībā no profila liknes un tai pieslēdzošās taisnes saskares punkta stāvokļa, bet leņķi α atrod pēc šādas attiecības:

$$\sin \alpha = \frac{T - l_k}{R}.$$

Līdzīgi augstuma atzīmes aprēķina arī punktiem, kas atrodas profila liknes labajā pusē.



44. att. Projekta līnijas atzīmju aprēķina shēma, lietojot profila likņu šablonus

Ja ir zināma profila likņu virsotnes viduspunkta M atzīme, tā salīdzinājumā ar punktu F atrodas augstāk par lielumu

$$h_2 = MO - DO = R(1 - \cos \alpha);$$

Ieņķi α aprēķina no šādas attiecības:

$$\sin \alpha = \frac{l}{R}.$$

6. nodaļa

AUTOCEĻU MEZGLI

21. §. Krustojumi un pieslēgumi

Autoceļi savstarpēji krustojas, sadalās un pieslēdzas cits pie cita, kā arī saplūst ar pilsētu ielu tīklu. Krustojumi, atzarojumi un pieslēgumi veido autoceļu mezglus, kuros transportlīdzekļiem tiek radīta iespēja mainīt kustības virzienu.

Autoceļu krustojumā var krustoties divas vienādas vai dažādas intensitātes kustības plūsmas.

Autoceļa pieslēgumā parasti mazāk intensīva kustības plūsma

saplūst ar daudz intensīvāku kustības plūsmu vai arī no tās atdalās.

Kustības intensitāte autoceļu mezglā summējas no kustības intensitātēm, kuras savstarpēji krustojas, pieslēdzas un atdalās cita no citas.

Projektējot autoceļu krustojumus, pieslēgumus un atzarojumus, jācenšas sasniegt maksimāli ērtu un drošu kustību autoceļu mezglā.

Autoceļu mezglus, pamatojoties uz tehniski ekonomiskajiem aprēķiniem un vadoties pēc celtniecības normām un noteikumiem, atkarībā no kustības intensitātes izbūvē vienā līmenī vai vairākos līmeņos. Celtniecības normās un noteikumos (СНП II-Д.5-62) ir noteikts:

a) pirmās kategorijas autoceļu krustojumi ar visu pārējo kategoriju autoceļiem jāprojektē un jāizbūvē divos līmeņos;

b) ja krustojuma vai pieslēguma summārā perspektīvā kustības intensitāte pārsniedz 4000 automobiļu diennaktī, II kategorijas autoceļi ar II un III kategorijas autoceļiem, kā arī III kategorijas autoceļu savstarpējie krustojumi, pieslēgumi un atzarojumi jāizbūvē divos līmeņos;

c) ja autoceļu mezgla summārā perspektīvā kustības intensitāte ir lielāka par 7000 automobiļiem diennaktī, autoceļu mezgls jāizveido pēc tādas shēmas, kurā visas kustības plūsmas krustojas tikai dažādos līmeņos, pilnīgi izslēdzot kreisos pagriezienus. Ja perspektīvā kustības intensitāte ir paredzēta 4000–7000 automobiļu diennaktī, autoceļu mezgla izbūves pirmajā stadijā pieļaujams divos līmeņos izbūvēt tikai galvenās kustības virziena krustojumus;

d) vienā līmenī jāprojektē un jāizbūvē autoceļu krustojumi, atzarojumi un pieslēgumi pie II, III, IV un V kategorijas autoceļiem, ja perspektīvā kustības intensitāte autoceļu mezglā nepārsniedz 4000 automobiļu diennaktī.

Projektējot autoceļu mezglus, jāievēro perspektīvās kustības daudzums, sastāvs un raksturs.

Lai atrastu autoceļu mezgla optimālo shēmu (izņemot vietējās nozīmes ceļu mezglus), jāizstrādā vairāki varianti un jāizdara to detalizēta tehniski ekonomiskā analīze.

Salīdzinot autoceļu mezgla dažādus variantus, jāņem vērā šādi galvenie faktori: autoceļu mezgla caurlaides spēja, kustības ērtība un drošība, autotransporta un pasažieru laika zudums autoceļu mezglā, kā arī ekonomiskie rādītāji — autoceļu mezgla celtniecības un ekspluatācijas izmaksas, tā perspektīvās attīstības un rekonstrukcijas iespējas.

22. §. Vienlīmeņa autoceļu krustojumi un pieslēgumi

Vienlīmeņa autoceļu mezgli samazina autoceļa caurlaides spēju un kustības ātrumu, kā arī ir viens no galvenajiem ceļa negadījumu (avāriju) cēloņiem.

Kustības ātruma strauju samazināšanu pirms vienlīmeņa ceļu mezgliem galvenokārt izraisa ceļa nepietiekamā pārredzamība, kuras cēlonis parasti ir neizbūvētais autoceļa brauktuves paplašinājums autoceļu mezgla rajonā, bet vēl biežāk — pārāk mazie likņu rādiusi pagriezienos.

Dažādu valstu statistika pierāda, ka autoceļu negadījumu skaits vienlīmeņa autoceļu mezglos ir daudzkārt lielāks nekā autoceļa pārējos posmos. Tā, piemēram, Anglijā un Itālijā vienlīmeņa autoceļu mezglos notiek 26÷29% no visiem autoceļu negadījumiem, Latvijā — apmēram 20%.

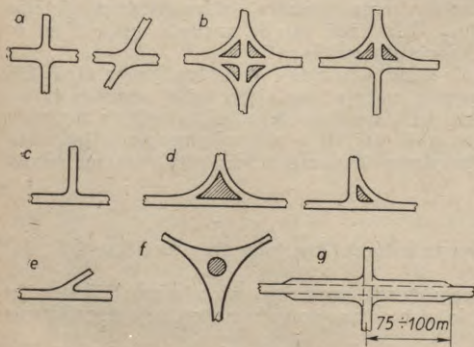
Bez tam autoceļu krustojumos negadījumu skaits ir 5÷6 reizes lielāks nekā pieslēgumos.

Lai maksimāli samazinātu vietējā rakstura kustības traucējumu un palielinātu transporta kustības ērtību un drošību automaģistrālēs, uz I, II un III kategorijas autoceļiem krustojumu, nobrauktuvju un uzbrauktuvju skaitam jābūt minimālam. Celtniecības normās un tehniskajos noteikumos ir noteikts, ka krustojumi, nobrauktuves un uzbrauktuves uz I un II kategorijas autoceļiem jāizveido ne biežāk par 5,0 km, bet uz III kategorijas autoceļiem — ne biežāk par 2,0 km. Paredzētais krustojumu, nobrauktuvju un uzbrauktuvju savstarpējais attālums jāpamato autoceļa izbūves projektā.

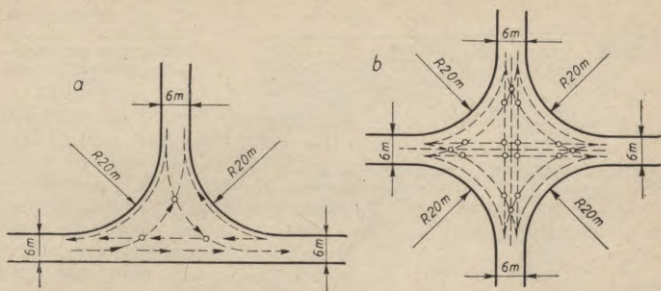
Pārējie vietējās nozīmes kustības ceļi, kas atrodas I, II un III kategorijas autoceļu rajonā, jānovirza pa traktoru un apbraucamajiem ceļiem līdz projektēto krustojumu, nobrauktuvju un uzbrauktuvju vietām.

Autoceļu būvniecības praksē ieteiktās un lietotās shēmas, pēc kurām izveido vienlīmeņa krustojumus un pieslēgumus, sniegtas 45. attēlā.

Vienkāršākajos autoceļu mezglos uz IV un V kategorijas autoceļiem galvenais elements, kas palielina kustības drošību, ir savie-



45. att. Vienlīmeņa krustojumu un pieslēgumu shēmas



46. att. Ceļu pieslēgumu un krustojumu vienkāršākie veidi

nojošo ceļu brauktuvju liknes rādiusa palielināšana līdz 20 m (tehniskie noteikumi IV un V kategorijas autoceļiem paredz $R=15$ m), kas nodrošina automobiļa ērtu pagriešanu, neiebraucot pretējā virziena kustības joslā (46. att. a un b).

Autoceļa brauktuves noapaļojuma liknes minimālos rādījumus III, IV un V kategorijas autoceļu taisnleņķa vienlīmeņa krustojumiem, kā arī nobrauktuvēm vai uzbrauktuvēm pieņem pēc augstākās kategorijas autoceļa. Autoceļa brauktuves šķautnes noapaļojumu liknes rādījumi I un II kategorijas autoceļiem nedrīkst būt mazāki par 25 m, III kategorijas autoceļiem — ne mazāki par 20 m, bet IV un V kategorijas autoceļiem — ne mazāki par 15 m.

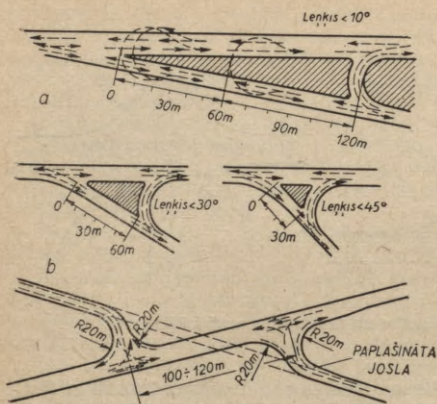
Ja nobrauktuves vai uzbrauktuves veido ar ceļu šauru leņķi, jāsamazina brauktuves šķautņu noapaļojuma rādījumi, lai noapaļojuma likņu tangentes garumi nebūtu mazāki par iepriekš norādītām rādījumu minimālajām vērtībām.

Nobrauktuvju un uzbrauktuvju noapaļojuma liknes ieteicams izveidot no pārejas liknēm, kuru posmos notiek pakāpeniska automobiļa kustības ātruma maiņa.

Ja autoceļa pieslēguma vai krustojuma leņķis ir mazāks par 45° , jāizbūvē speciālas nobrauktuves, kuru atvirzījums no pieslēguma centra ir atkarīgs no krustojuma leņķa lieluma. Liknes rādījums nobrauktuvē nedrīkst būt mazāks par 15 m (47. att. a).

Ja autoceļu ar lielāku kustības intensitāti, piemēram, II vai III kategorijas autoceļu, zem šaura leņķa (20° – 30°) krusto IV vai V kategorijas autoceļš, krustojums jāveido divu atvirzītu pieslēgumu veidā (47. att. b).

Lai palielinātu vienkāršo autoceļu mezglu caurlaides spējas, ja kustības intensitāte autoceļu mezglā ir lielāka par $1000 \div 1500$ automobiļu diennaktī, šī mezgla rajonā autoceļu sega jāpaplašina līdz 9 m (3 kustības joslām) apmēram $75 \div 100$ m uz abām pusēm no



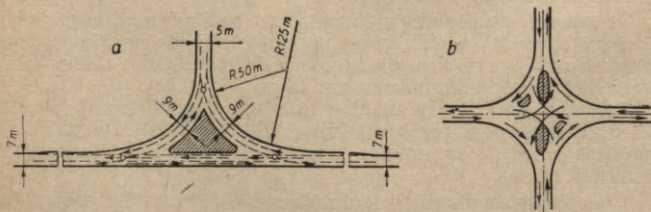
47. att. Nobrauktuvju izveidojums autoceļu pieslēgumos un krustojumos, kuri veido šauru lenķi

pieslēguma vai krustojuma centra. Šāds paplašinājums jāizbūvē simetriski abiem ceļiem vai tikai galvenajam ceļam (sk. 45. att. g).

Pēdējā laikā Padomju Savienībā II un III kategorijas autoceļu mezglos visbiežāk izbūvē drošības salīņas, kas regulē kustību (48. att. a un b).

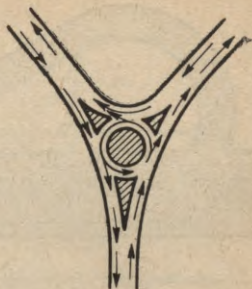
No kustības drošības viedokļa vislabākās ir divvirzienu nobrauktuves (48. att. a), kuru brauktuves platumam jābūt ne mazākam par 9 m (katras joslas platumš — 4,5 m), bet līkņu rādiusiem $R \geq 50\text{ m}$.

Autoceļu mezgla šāds izveidojums nodrošina pietiekami lielus kustības ātrumus un labu autoceļa pārredzamību, izdarot pagriezienu. Mezgla trūkumi: divvirzienu kustība nobrauktuvē un lielā zemes platība, kas nepieciešama mezgla izbūvei.



48. att. Autoceļu mezgls ar drošības salīņām:

a — ar trīsstūrveida drošības salīņu un divvirzienu nobrauktuvēm; b — ar piliņveida drošības salīņām un vienvirzienu nobrauktuvēm

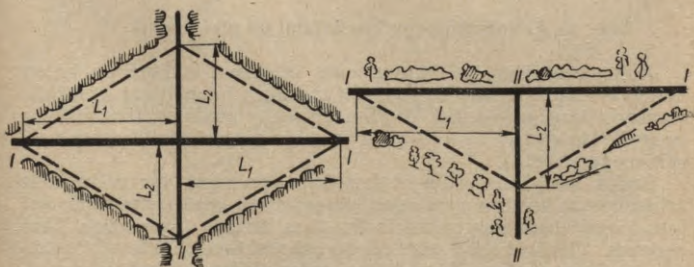


Sādu mezglu ar drošības salīņām var izbūvēt arī vienvirziena kustības nobrauktuvēm; pēdējā laikā trijstūra veida drošības salīņas cenšas aizstāt ar piliņveida drošības salīņām (48. att. b), kas labāk novirza kustības plūsmas. Salīņas jāizbūvē ārpus galvenā ceļa brauktuves robežām. Galvenajam rādiusam, kas veido salīņu, jābūt ne mazākam par 15 m. Šāds mezgls nodrošina lielu caurlaides spēju: autoceļa pieslēgumam līdz 6000 automobiļus. diennaktī, bet krustojumam — līdz 3000 automobiļus diennaktī.

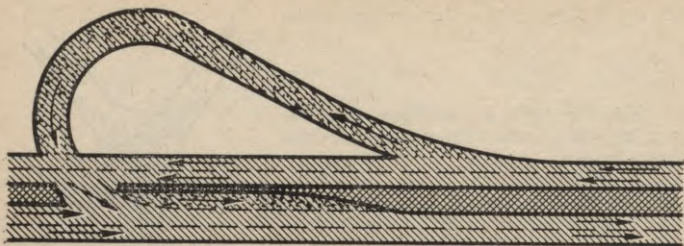
Ja kustības intensitāte mezglā ir vēl lielāka, ieteicams izbūvēt t. s. rotācijas apli (49. att.). Šādā mezglā kustība notiek pa apli un kustības virzienu izmaina, izdarot pagriezienu, kas veidots ar lielu rādiusu. Šī mezgla priekšrocības ir kustības vienkāršā organizācija un liela drošība. Drošības salīņas rādiuss ir atkarīgs no kustības aprēķina ātruma mezglā. Ja kustības aprēķina ātrums mezglā ir 40 km/st, — $R=25$ m, ja 60 km/st, — $R=70$ m, bet, ja tas ir 70 km/st, — $R=100$ m.

Vienlīmeņa krustojumus un pieslēgumus ieteicams izveidot atklātā, līdzenā apvidū, kur var nodrošināt ceļu sānu redzamību, kas atbilst krustojošos ceļu kustības aprēķina ātrumiem, kādi sniegti 16. tab. (sk. 68. lpp.). Krustojuma un pieslēguma redzamības zonas robežu aprēķina pēc shēmas, kas sniegta 50. attēlā.

Koku stādījumi un laukumu apbūve krustojumu un pieslēgumu redzamības zonas robežās nav pieļaujama. Redzamības zonā jānovāc arī visi šķēršļi.



50. att. Ceļu mezglu pārredzamības aprēķina shēmas



51. att. Transportlīdzekļu apgrieziena vietas izveidojums I tehniskās kategorijas ceļam

Autoceļu pieslēgumus nedrīkst izveidot izliekto profila likņu posmos un plāna likņu iekšējā malā, jo tad tiek traucēta sānu redzamība. Tā, piemēram, ja automobili apstādina uz pieslēdzošā ceļa plāna liknes iekšējās malas, automobīlis aizsedz augstākas kategorijas ceļa virsmu un samazina tā redzamību.

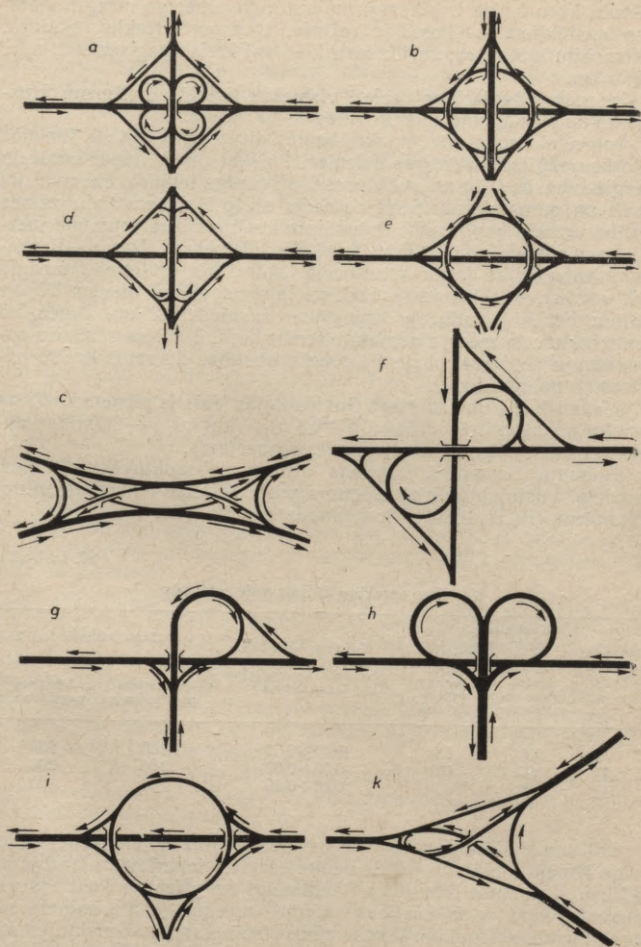
Daudzjoslu kustības I kategorijas automaģistrālēs jāiekārto kustības virzienu sadales joslu pārtraukumi transporta pagriešanai braukšanai pretējā virzienā. Šādi pārtraukumi jāprojektē pietiekami lielā savstarpējā attālumā (ne biežāk par $5 \div 10$ km), bet pārtraukumu vietās obligāti jāizveido kustības papildjoslas — ātruma slūžas, līdzīgas tām, kādas izveido kreiso pagriezienu gadījumos.

Ja transporta kustības sastāvā ietilpst smagie lielgabarītu automobīli un autovilcieni, kas izmanto kustības virzienu sadales joslu pārtraukumus pārbraukšanai pretējā virzienā, to drošai apgriešanai bieži vien vajadzīgs papildu platums. Šādā gadījumā, ja kustības virzienu sadales josla apgriezienu vietā nav pietiekami plata (vismaz trīs kustības joslas), tā jāizveido ārpus ceļa klātnes (51. att.).

23. §. Vairāklīmeņu krustojumi un pieslēgumi

Automaģistrālēs, pa kurām noris intensīva kustība un kuras šķērso citi autoceļi (ar lielākas vai mazākas intensitātes kustību), transportlīdzekļu kustības drošību un lielus kustības ātrumus var nodrošināt, izbūvējot šo autoceļu krustojumos vai pieslēgumos vairāklīmeņu mezglus.

Šādos mezglos, izbūvējot kustības pārvadus, var nodrošināt taisnvirzienu kustību abos ceļos, nesamazinot kustības ātrumu. Arī labo pagriezienu nobrauktuvēs kustības ātrums jāsamazina tikai nedaudz. Vienīgi kreiso pagriezienu nobrauktuvēs, lai izvairītos no citu kustības virzienu šķērsošanas, rodas zināmas kustības organizācijas grūtības un kustības ātruma samazinājumi. Projektējot



52. att. Divlīmeņu krustojumu un pieslēgumu shēmas

autoceļu krustojumus un pieslēgumus divos līmeņos, lieto dažādas shēmas, kuru izvēle ir atkarīga no autoceļa attiecīgo mezglu vietējiem apstākļiem — kustības režīma, transportlīdzekļu rakstura, automobiļu īpatsvara, kuri izdara labo vai kreiso pagriezieni, u. c. faktoriem.

Autoceļu būvniecības praksē visbiežāk lietotās divlīmeņu krustojumu un pieslēgumu shēmas sniegtas 52. attēlā.

Autoceļu krustojumi un pieslēgumi divos un vairākos līmeņos ir ļoti sarežģītas un dārgas inženiertehniskās būves, tāpēc autoceļu mezgla labākās shēmas izvēle prasa ļoti rūpīgu tehniski ekonomisku izpēti un pamatojumu. Šādi autoceļu mezgli aizņem lielu zemes platību un ceļu kopgarums optimālam kustības izkārtojumam mezglā sasniedz vairākus kilometrus. Tā, piemēram, Rīgas—Jūrmalas I kategorijas kūrorta autoceļā izbūvētais divlīmeņu mezgls (52. att. a), kas izveidots āboliņa lapiņas veidā, aizņem 20 ha platību, bet savienotājceļu kopgarums sasniedz 3,2 km. Tāpēc, lai samazinātu ceļa mezgla aizņemto teritoriju, t. i., lai samazinātu nobrauktuvju rādījumus, parasti ierobežo kustības ātrumus kreiso pagriezieni nobrauktuvēs.

Rietumeiropā un Amerikas Savienotajās Valstīs pieņem kustības ātrumu nobrauktuvēs $v_{nobr} = 0,7 \div 0,8 v_{apr}$ (kur v_{apr} — kustības aprēķina ātrums attiecīgās kategorijas autoceļam).

Padomju Savienībā kustības ātrumi nobrauktuvēs atbilstoši autoceļu krustojumu un pieslēgumu projektēšanas tehniskajiem noteikumiem (BCH 103-64) ir nedaudz mazāki (20. tab.).

20. tabula

Kustības aprēķina ātrums nobrauktuvēs

Autoceļa tehniskā kategorija	Kustības aprēķina ātrums nobrauktuvēs (km/st)		Kustības aprēķina ātruma attiecība mezglā pret kustības aprēķina ātrumu ceļā	Līkņu rādījumi (m)	
	kreisajiem pagriezieniem	labajiem pagriezieniem		kreisajiem pagriezieniem	labajiem pagriezieniem
I	60	80	0,40 ÷ 0,53	100	200
II	60	80	0,50 ÷ 0,67	100	200
III	40	60	0,40 ÷ 0,60	75	125

Lai samazinātu krustojuma vai atzarojuma izveidošanai vajadzīgo kopējo laukumu, ja tas nepieciešams, pieļaujams atzarojuma rādījumus samazināt līdz 50 m. Vienlaicīgi arī jāizbūvē kustības papildjosla, kurā noris kustības ātruma izmaiņa, jo atzarojuma sākumā kustības ātrumam jāsamazinās līdz atzarojumā pieļaujamam kustības ātrumam, bet beigu posmā tam atkal jāpalielinās līdz maģistrālo autoceļu kustības aprēķina ātrumam.

Automaģistrāļu divlīmeņu krustojumus visbiežāk izbūvē pēc āboliņa lapiņas shēmas (52. att. a), kas ļauj ne vien racionāli izkār-

tot transporta kustības plūsmu, bet arī šo mezglu izbūve ir vislētākā, jo jāiekārto tikai viens kustības pārvads.

Autoceļu mezgliem, kas izbūvēti pēc āboliņa lapiņas shēmas, ir arī trūkumi, proti, mezgls aizņem lielu teritoriju, bet zemes lielākā daļa, kas atrodas starp nobrauktuvēm, praktiski nav izmantojama, kā arī ievērojami palielinās to automobiļu nobraukums, kuri izdara kreiso pagriezienu; bez tam kreisais pagrieziens jāizdara ar nelielu kustības ātrumu.

Ja abās automaģistrālēs, kas savstarpēji krustojas, noris sevišķi intensīva kustība un pagriezienus izdara liels skaits automobiļu, autoceļu mezglu ieteicams izbūvēt pēc sadalošā apļa shēmas, izveidojot piecus kustības pārvadus (52. att. *b*). Lai gan šāds mezgls ir ērts transporta kustībai (pieļaujami lielāki kustības ātrumi, jo apļa rādiuss ir vairākas reizes lielāks par āboliņa lapiņas mezgla nobrauktuvju rādiusu), tomēr tā izbūve ir ļoti dārga un tāpēc autoceļu mezgli, kas izbūvēti pēc šīs shēmas, nav plaši sastopami.

Transporta maģistrālēm krustojoties lielā platībā, ja kustības intensitāte pa šīm maģistrālēm sasniedz 100 000 un vairāk automobiļu diennaktī, pastāv tendence izbūvēt ļoti sarežģītus mezglus trijos vai pat četros līmeņos, lai maksimāli samazinātu mezgla aizņemto zemes teritoriju un automobiļu liekos nobraukumus, izdarot kreisos pagriezienus. Taču šādu mezglu izbūvei vajadzīgi ļoti lieli kapitālieguldījumi.

Ja automaģistrāļu krustojums veido šauru lenķi, ieteicams izbūvēt linijveida mezglu (52. att. *c*) ar diviem kustības pārvadiem pēc dzelzceļu mezgla principa. Pēc šīs shēmas kreisos un labos pagriezienus var izdarīt tikai divos virzienos, bet mezgls nav sevišķi ērts šoferu orientācijai.

Ja automaģistrāle krusto otršķirīgu autoceļu, pa kuru noris daudz mazākas intensitātes kustība, ekonomiski izdevīgi ir izbūvēt vienkāršāku autoceļu mezglu pēc sadalošā apļa shēmas, izveidojot divus kustības pārvadus (52. att. *e*) vai (visbiežāk) pēc nepilnās āboliņa lapiņas shēmas (52. att. *f*), šādā gadījumā samazinās arī zemes platība, kāda nepieciešama mezgla izbūvei. Tomēr mezglā ir samērā grūti orientēties un perspektīvā šādi mezgli jāpārbūvē pēc pilnās āboliņa lapiņas mezgla shēmas.

Autoceļa pieslēgumus divos līmeņos visbiežāk izbūvē pēc trompetveida shēmas (52. att. *g*), kas nodrošina pietiekami ērtu kustības izkārtojumu un labu orientāciju.

Lapveida pieslēguma shēma (52. att. *h*) ir nepilnās āboliņa lapiņas shēmas atsevišķs paveids, kas nodrošina ērtu kustību, bet salīdzinājumā ar trompetveida pieslēgumu aizņem lielāku teritoriju.

Apļveida pieslēguma shēmā (52. att. *i*) ir ietverti sadalošā apļa shēmas elementi. Kustība apļveida pieslēgumā ir ērta, bet mezgla izbūve dārga, jo jāizbūvē divi kustības pārvadi.

Dažreiz pieslēgumus liknē divos līmeņos izveido pēc autoceļu sazarojuma shēmas, piemēram, pēc V veida sazarojuma shēmas (52. att. *k*), kurā ir ērta un droša kustība.

Autoceļu vairāklīmeņu krustojumos un pieslēgumos vienjoslas nobrauktuvju un atzarojumu brauktuves platums nedrīkst būt mazāks par 4,5 m, bet liknēs, kas veidotas ar maziem liekuma rādiusiem, jāizbūvē autoceļa brauktuves paplašinājums atbilstoši datiem, kas sniegti 14. tab. (sk. 60. lpp.). Normālais platums liekuma iekšējā malā nedrīkst būt mazāks par 1,5 m, bet ārējā malā — 3,0 m. Ceļa brauktuves garenkritums vienjoslas kustības nobrauktuvēs un atzarojumos nedrīkst būt lielāks par 40‰.

Projektējot I un II kategorijas autoceļu divlīmeņu mezglus, kam ir kreisā pagrieziņa nobrauktuves, jāparedz kustības papildjoslas, kurās noris autotransporta kustības ātruma izmaiņa. Ātruma maiņas joslas uz I kategorijas autoceļiem jāatdala no ceļa brauktuves kustības joslām ar 0,75 ÷ 1,0 m platu speciālu sadales joslu. Ātruma maiņas joslas, kas izveidotas uz II kategorijas autoceļiem, no brauktuves kustības joslas obligāti nav jāatdala ar sadales joslu, bet gan jānorobežo tikai ar uzkrāsotu kustības drošības līniju.

Vietējo un lauku ceļu izvadīšana un ganāmpulku pārdzišana pār I, II un III kategorijas ceļiem jāorganizē pa tuvāko šim nolūkam piemēroto mākslīgo inženierbūvi. Piebrauktuvēm pie mākslīgajām inženierbūvēm jābūt ērtām un drošām.

Ja augstāko kategoriju autoceļiem līdz 2,0 km lielā attālumā nav caurtekas vai tilti, kurus var izmantot vietējo ceļu izvadīšanai un ganāmpulku pārdzišanai, šim nolūkam jāizbūvē speciāli tuneļi.

Ja šādiem tuneļiem nav paredzēti citi speciāli uzdevumi, to minimālie gabarītmēri vietējo un lauku ceļu izvadīšanai, kā arī ganāmpulku caurdzišanai doti 21. tabulā.

21. tabula

Vietējo un lauku ceļu izvadīšanas un ganāmpulka caurdzišanas tuneļu minimālie gabarītmēri

Tuneļa uzdevums	Platums (m)	Augstums (m)
Vietējo un lauku ceļu izvadīšanai	6,0	4,5
Ganāmpulka caurdzišanai	4,0	2,5

Visām uzbrauktuvēm un nobrauktuvēm, kuras izbūvētas uz I, II un III kategorijas autoceļiem, kā arī krustojumiem un pieslēgumiem, kas izveidoti minēto autoceļu pieeju posmos, jābūt ar melniem vai cita veida segumiem, kas vasarā nerada putekļus, bet rudenos un pavasaros — dubļus, tādējādi nodrošinot augstāko kategoriju autoceļu brauktuvēm nepieciešamos sanitāri higiēniskos apstākļus. Pieejas posmu nostiprinājuma garumu ar nestingu segu nosaka atkarībā no vietas grunts apstākļiem. Tā, piemēram, pieejas posma nostiprinājumam smilts un mālsmilts grūntis jābūt vismaz 50 m garam, bet pārējās grūntis — 100 m garam.

Ceļa segas veidu un tās konstruktīvo izveidojumu autoceļu krustojumiem, uzbrauktuvēm un nobrauktuvēm pieņem pēc tipveida projektiem.

24. §. Kustības ātruma maiņas joslas

Lai nodrošinātu autoceļa krustojumos, pieslēgumos un atzarojumos normālu, drošu un ērtu kustību, palielinātu autoceļa mezglu caurlaides spēju un samazinātu kopējo laiku, kādu autotransports pavada ceļā, jāizbūvē kustības ātruma maiņas joslas. Tās jāprojektē visiem I, II un III kategorijas autoceļu krustojumiem un pieslēgumiem, kā arī nobrauktuvēm un uzbrauktuvēm ar kreiso vai labo pagriezienu, ja no autotransporta kopējās plūsmas diennakti atdalās vairāk par 100 automobiļiem.

Ja automobilis atdalās no automaģistrāles kustības plūsmas, lai izdarītu pagriezienu, ātruma maiņas joslas posmā tas tiek bremzēts, t. i., tiek samazināts kustības ātrums, un otrādi, — lai pievienotos automaģistrāles ātrajai transporta kustībai, automobilis kustības ātrumu kāpina ātruma maiņas joslas posmā.

Ātruma maiņas joslas jāparedz arī autobusu stāvvietās un pasažieru atpūtas vietās, kā arī apvidus apskates laukumos, degvielas iepildīšanas vietās, kas atrodas autoceļa tuvumā, un kustības virzienu sadales joslu pārtraukumos, kuri I kategorijas autoceļiem paredzēti transporta pagriešanai braukšanai pretējā virzienā.

Autoceļa brauktuves ātruma maiņas joslas garums parasti ir 100÷200 m. To var noteikt pēc shēmas, kas sniegta 53. att., un datiem, kuri doti 22. tabulā.

22. tabula

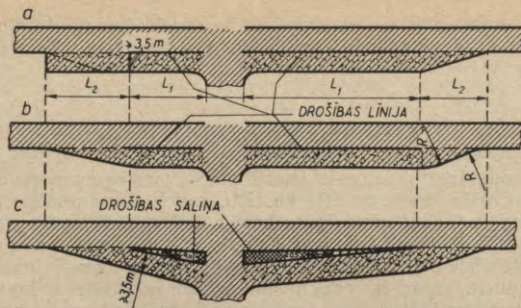
Kustības ātruma maiņas joslas garumi

Autoceļa tehniskā kategorija	Bremzēšanas josla			Paātrināšanas josla		
	pastāvīga platuma joslas garums L_1 (m)	paplašinājuma joslas garums L_2 (m)	kopējais garums (m)	pastāvīga platuma joslas garums L_1 (m)	paplašinājuma joslas garums L_2 (m)	kopējais garums (m)
I un II	75	50	125	150	50	200
III	50	50	100	100	50	150

Kustības ātruma maiņas joslas platums I, II un III kategorijas autoceļiem ir 3,5 m, bet IV kategorijas autoceļiem — 3,0 m.

Izveidojot starp autoceļa brauktuves malējo kustības joslu un ātruma maiņas joslu drošības salīņu un to norobežojot ar apmales akmeņiem, ātruma maiņas joslas platumu nosaka pēc attiecīga aprēķina.

Ātruma maiņas joslu izveidošanai autoceļa brauktuves paplašinājumu projektē taisnu līniju veidā (53. att. a). To var arī izveidot,



53. att. Autoceļa brauktuves ātruma slūžu aprēķina shēmas:

a — projektējot taisnu līniju veidā; b — noapaļojot ar līknēm; c — izveidojot drošības saliņas

savienojot paplašinājuma sākuma un beigu punktus ar divām līknēm (53. att. b), starp kurām, ja tas nepieciešams, var izbūvēt ātruma maiņas joslas taisnu posmu.

Ātruma maiņas josla bremsēšanai pirms kreisā pagriežiena nav jāpaplašina pakāpeniski, bet jau tūlīt no sākuma jāizbūvē noteiktā platumā, kā arī nedrīkst samazināt tās garumu (sk. 22. tab.).

Ātruma maiņas joslu ceļa segai salīdzinājumā ar autoceļa brauktuves ceļa segu jābūt raupjākam un pēc iespējas ar atšķirīgāku konstruktīvo izveidojumu un krāsu. Tādējādi var palielināt saisti starp automobiļa riteņiem un ceļa segas virsmu. Bez tam šāda ceļa sega pēc ārējā izskata labi atdalās no automaģistrāles brauktuves kustības joslām.

Ātruma maiņas joslas no autoceļa brauktuves kustības joslām jāatdala ar nepārtrauktu drošības līniju. Atsevišķos gadījumos robežojuma līnijas vēl papildus atdala ar speciālu drošības saliņu (53. att. c).

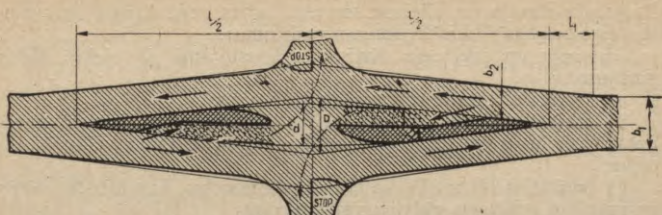
Kustības ātruma maiņas joslu galvenie parametri divjoslu brauktuvei ar kreiso pagriezienu sniegti 54. att. un 23. tabulā.

23. tabula

Kustības ātruma maiņas joslu galvenie parametri

Autoceļa kategorija	Izmēri (m)							
	l	D	d	l_1	b_1	b_2	d_1	d_2
II	260	8,5	7,0	30	3,75	4,75	3,5	1,0
III	175	8,5	7,0	20	3,5	4,5	3,5	1,0

Divjoslu brauktuvei ar kreiso pagriezienu, ja tas nepieciešams, pieļaujams ātruma maiņas joslas izbūvēt speciālā kustību sadales



54. att. Ātruma slūžu izveidojums II un III tehniskās kategorijas ceļu krustojumā

joslā. Šādā gadījumā ātruma slūžas ceļa segai uzskatāmi jāatšķiras no autoceļa brauktuves ceļa segas un jābūt norobežotai ar kustības drošības līnijām.

I, II un III tehniskās kategorijas autoceļiem autobusu pieturvietās ātruma maiņas joslu garumam, kāds norādīts 23. tab., jāpiešķaita stāvvietas laukuma garums; tas ir atkarīgs no autobusu skaita, kāds vienlaikus piebrauc pie stāvvietas, taču tas nedrīkst būt mazāks par 15,0 m.

Autobusu stāvvietas pie slēgtiem paviljoniem uz I un II tehniskās kategorijas autoceļiem ieteicams atdalīt no automaģistrāles brauktuves ar drošības salīņu, kuras minimālajam garumam jābūt 20,0 m, bet platumam — lielākam par 1,0 m.

Uz III kategorijas autoceļiem (atsevišķos gadījumos arī uz IV kategorijas autoceļiem) autobusu bremsēšanai un ieskrējenam jāizbūvē 3,5 m platas ātruma maiņas joslas, kas jāatdala ar 0,75 m platām joslām.

Autobusu īslaicīgai stāvēšanai jāprojektē 3,5 m plati un vismaz 20,0 m gari stāvvietu laukumi, kuri, ja to pieļauj pasažieru apkalpošanas prasības, uz I, II un III kategorijas autoceļiem jāizbūvē 3÷5 km attālumā.

25. §. Autoceļu krustojumi ar dzelzceļu un citām komunikācijām

Projektējot autoceļa krustojumu ar dzelzceļu, apdzīvotu vietu ielām, tramvaju ceļiem, cauruļvadiem, sakaru kabeļu līnijām, elektroenerģijas pārvades kabeļu līnijām u. c. komunikācijām, jāvadās pēc rūpīgi veiktas tehniski ekonomisko variantu analīzes. Salīdzinot dažādus variantus, jāņem vērā ne vien autoceļu būvniecības un ekspluatācijas prasības, bet arī attiecīgo komunikāciju īpatnības. Atbilstoši tehniskajiem noteikumiem krustojuma vietas izvēle un tehniskais risinājums jāaskaņo ar visām ieinteresētām organizācijām un iestādēm.

Autoceļa krustojums ar dzelzceļu jāprojektē autoceļa taisnajos posmos ārpus dzelzceļa staciju un vilcienu manevrēšanas zonas.

Dzelzceļa staciju un vilcienu manevrēšanas zonā krustojumu pieļaujams projektēt tikai izņēmuma gadījumos.

Autoceļa un dzelzceļa divlīmeņu krustojumi jāprojektē šādos gadījumos:

- a) izbūvējot I un II kategorijas autoceļus;
- b) izbūvējot jebkuras kategorijas autoceļus, pa kuriem paredzēta trolejbusu vai tramvaju kustība, kas krusto visu veidu dzelzceļus;
- c) izbūvējot III un IV kategorijas autoceļus, kas krusto četrus un vairākus dzelzceļa galvenos sliežu ceļus;
- d) izbūvējot III un IV kategorijas autoceļus, ja caur krustojumu vienā stundā izbrauc vairāk nekā 8 vilcienu sastāvi;
- e) izbūvējot jebkuras kategorijas autoceļus, ja dzelzceļa sliežu ceļi ir novietoti ierakumā un autoceļā nav nodrošināta pietiekama sānu redzamība.

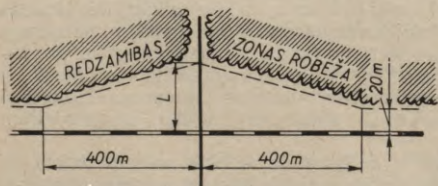
Projektējot un izbūvējot autoceļa un dzelzceļa divlīmeņu krustojumu, vienlaikus jāparedz arī vienlīmeņa rezerves krustojums, kas atbilst speciālām prasībām. Dublējošā vienlīmeņa pārbrauktuve, autoceļam krustojoties ar dzelzceļu, jāprojektē atbilstoši normatīviem, kādi noteikti zemāko kategoriju autoceļiem, kam ir pārējās tipa ceļa sega.

Ja vilcienu kustības intensitāte ir maza, zemāko kategoriju autoceļu un dzelzceļa krustojumu izveido vienā līmenī ar apsargātu vai neapsargātu pārbrauktuvi.

Autoceļa un dzelzceļa vienlīmeņa krustojums jāprojektē autoceļa taisnā posmā pēc iespējas taisnā leņķī. Ja tas nav iespējams, pieļaujams dzelzceļu krustot slīpi, tomēr krustojuma leņķis nedrīkst būt mazāks par 60° , bet krustojuma vieta jāizvēlas atklātā un līdzenā apvidū, tādējādi krustojumam nodrošinot labu pārredzamību.

Krustojumus ar neapsargātām pārbrauktuvēm izbūvē, ja krustojumu pārbrauc mazāk par 1000 vagonu diennaktī un krustojumam ir apmierinoša pārredzamība.

Autoceļa un dzelzceļa krustojuma pārredzamība ir apmierinoša, ja autovadītājs no distances, kāda norādīta 16. tab. (sk. 68. lpp.), pārdz dzelzceļa stīgu uz abām pusēm 400 m attālumā (55. att.). Vilcienu mašīnīstam krustojuma viduspunkts jāredz vismaz 1000 m attālumā.



55. att. Dzelzceļa pārbrauktuves pārredzamības shēma

Autoceļa un dzelzceļa krustojumos sniega aizsardzības un dekoratīvie stādījumi vai citi šķēršļi nedrīkst traucēt krustojuma pārredzamību. Koku stādījumi gar dzelzceļa stigu 400 m distancē no krustojuma jāattālina līdz redzamības zonas robežai. Šajā zonā nedrīkst atrasties nekādi šķēršļi, kas traucē krustojuma pārredzamību.

Autoceļa garenprofilā jāparedz horizontāls laukums, kas jāizbūvē ne tuvāk par 10 m no dzelzceļa malējā sliežu ceļa ass, ja pārbrauktuvi izveido uzbērumā, vai ne tuvāk par 15 m, ja pārbrauktuvi izveido ierakumā.

Nedrīkst samazināt autoceļa brauktuves un ceļa klātnes platumu autoceļa un dzelzceļa krustojumā. Izbūvējamo vai rekonstruējamo autoceļu brauktuves platumam krustojumā jābūt vismaz 6,0 m. Ja IV un V kategorijas autoceļiem ir samazināts brauktuves platums, 200 m attālumā no dzelzceļa pārbrauktuves autoceļam jāizveido normāla platuma (6,0 m) ceļa sega. Atsevišķos gadījumos, ja autoceļš un dzelzceļš krustojas vienā līmenī, atļauts izbūvēt brauktuves papildjoslu.

Autoceļu un dzelzceļa pārbrauktuves jāizbūvē pēc apstiprinātiem tipveida projektiem un darba rasējumiem.

Ja autoceļu šķērso telefona un telegrāfa līnijas gaisa vadi, to augstums virs autoceļa brauktuves virsmas nedrīkst būt mazāks par 5,5 m.

Elektroenerģijas pārvades gaisa vadu augstums virs autoceļa brauktuves virsmas ir atkarīgs no strāvas sprieguma. Tā, piemēram, gaisa vadiem, kas šķērso autoceļu, jāatrodas vismaz 6,0 m augstumā virs autoceļa brauktuves virsmas, ja pārvadāmais spriegums ir 1000 V.

Ja autoceļu šķērso cauruļvadi (ūdensvads, kanalizācija, gāzvadi, naftas vadi, silta ūdens apgādes vadi u. c.), projektējot autoceļu, jāievēro attiecīgi normatīvi un tehniskie noteikumi. Cauruļvadiem autoceļa ass jāšķērso perpendikulāri.

7. nodaļa

ZEMES KLĀTNE

26. §. Grunts klasifikācija un raksturojums

Zemes klātnes izbūves galvenais materiāls ir grunts, kas radušās, iežiem sairstot ūdens, vēja un mainīgas temperatūras iedarbībā.

Grunts virsējo kārtu, kas tieši pakļauta augu un dzīvnieku valsts, kā arī mainīgas temperatūras un mitruma iedarbībai, sauc par augsni. Tās tips ir atkarīgs no apvidus klimatiskajiem apstākļiem, gada vidējās temperatūras un nokrišņu daudzuma. Autoceļu būvniecībā augsnes virsējo kārtu parasti norok un zemes klātnes izbūvei nelieto, bet izmanto pabeigto zemes darinājumu

pārklāšanai, to pasargāšanai no meteoroloģisko faktoru iedarbības un zaļā pārklāja izveidošanai.

Dabiskajos apstākļos gruntis ir dažādu frakciju mehānisks maisījums. Autoceļu būvniecībā pieņemtā grunts klasifikācija sniegta 24. tabulā.

24. tabula

Grunts klasifikācija

Grunts nosaukums		Plastiskuma skaits	Smilts daļiņu saturs	
veids	paveids		frakciju izmērs (mm)	daudzums pēc svara (%)
Māls	Trekns	>27	Netiek normēts	
	Putekļains (pustrekns)	17÷27	2,0÷0,05	<40
	Smilšains	17÷27	2,0÷0,05	>40
Smilšains māls	Smags, putekļains	12÷17	2,0÷0,05	<40
	Smags	12÷17	2,0÷0,05	>40
	Viegls, putekļains	7÷12	2,0÷0,05	<40
	Viegls	7÷12	2,0÷0,05	>40
Mālaina smiltis	Smaga, putekļaina	1÷7	2,0÷0,05	<20
	Putekļaina	1÷7	2,0÷0,05	20÷50
	Smaga	1÷7	2,0÷0,05	<50
	Viegla	1÷7	2,0÷0,05	>50
Smiltis	Putekļaina (neplastiska)	<1	>0,1	<75
	Smalka	<1	>0,1	>75
	Vidēja	<1	>0,25	>50
	Rupja	<1	>0,5	>50
	Ļoti rupja	<1	>1,0	>50

Piezīme. Ja gruntij ir 20÷50% daļiņas, kas lielākas par 2,0 mm, un frakcijas ir noapaļotas, šādu grunti sauc par grantainu, bet, ja frakcijas ir asšķautnainas, — par šķembveida grunti.

Grunts izmantošanu autoceļa būvniecībā nosaka tās fizikāli mehāniskās īpašības: plastiskums, lipīgums, kapilaritāte, ūdens uzsūkšanas spēja, ūdens caurlaides spēja u. c.

Smiltis grūtis nav plastiskas un lipīgas. Tām piemīt liela ūdens caurlaides spēja, bet ūdens tajās saglabājas ļoti mazā daudzumā. Ļoti maza (0,2÷0,3 m) ir arī kapilaritāte vai ūdens pacelšanās spēja pa porām no gruntsūdens līmeņa.

Ja smiltis grūtis piesātinās ar ūdeni, to nestspēja izmainās ļoti maz, tāpēc smiltis grūtis plaši lieto zemes klātnes izbūvei visnelabvēlīgākajos hidroloģiskajos apstākļos.

Putekļainās smiltis grūtis nav plastiskas un lipīgas, bet kapilaritāte — 0,3÷0,6 m. Sausā stāvoklī šīs grūtis nav saīs-

tīgas, bet piesātinātas ar ūdeni, zaudē noturību un sāk plūst, tāpēc tās nevar lietot apvidus vietās, kas pakļautas ūdens iedarbībai.

Mālainās smilts gruntis ir plastiskākas un lipīgākas par smilts gruntīm un atšķiras no smilts gruntīm ar graudiņu lielāku saistišanās spēju, jo šīm gruntīm ir māla daļiņu piemaisījums. Mālainās smilts gruntis ir labs zemes klātnes izbūves materiāls, kuru var lietot kā mitrās, tā sausās apvidus vietās.

Vieglām, mālainām smilts gruntīm ir neliels plastiskums un lipīgums, ūdens caurlaides spēja apmierinoša, bet kapilaritāte $0,5 \div 0,8$ m. Sausā stāvoklī šis gruntis ir putekļains un mazsaistīgas, bet mitrā stāvoklī nenoturīgas un tiecas uz kūkumošanos. Tāpēc zemes klātnes izbūvei šis gruntis var lietot tikai tad, ja veic pasākumus, kas novērš grunts izskalošanu un piesātināšanos ar mitrumu.

Smilšainās māla gruntis ir plastiskas un lipīgas, to ūdens caurlaides spēja nēcīga, bet kapilaritāte — $1,0 \div 1,3$ m. Sausā stāvoklī smilšainā māla gruntis ir saistīgas, un pa ceļiem, kam zeme klātne izbūvēta no šīm gruntīm, var labi braukt automobili. Zemes klātnes būvei tās lieto plaši, taču mitrās apvidus vietās jāveic pasākumi, kas novērš iespējamo zemes klātnes kūkumošanos.

Smagās smilšainās māla gruntis ir plastiskas un lipīgas, ar ļoti sliktu ūdens caurlaides spēju. To kapilaritāte ir $1,5 \div 2,0$ m. Zemes klātnes būvei šis gruntis var lietot, veicot konstruktīvus pasākumus ūdens ātrai novadīšanai un iespējamai zemes klātnes kūkumošanas novēršanai. Veidojot uzbērums, smagās smilšainā māla gruntis rūpīgi jānobūvē.

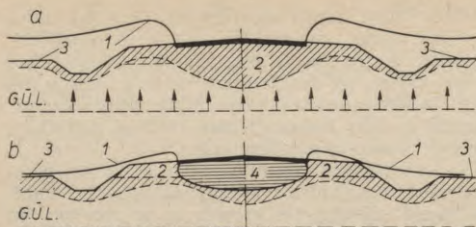
Putekļainām, smilšainām māla gruntīm ir ļoti slikta ūdens caurlaides spēja, un šis gruntis uzsūc ūdeni, bet mitrā stāvoklī tās zaudē noturību un pārvēršas plūstošā masā. Nelabvēlīgajos hidroloģiskajos apstākļos šis gruntis nav derīgas zemes klātnes izbūvei.

Māla gruntis ir ļoti plastiskas, lipīgas un ūdens necaurlaidīgas. To kapilaritāte ir $1,5 \div 2,0$ m. Sausā stāvoklī māla gruntis ir ļoti saistīgas, bet grūti iestrādājamas, un, izveidojot zemes klātņi, tās ļoti rūpīgi jābūvē. Mitrā stāvoklī māla gruntis ļoti ilgi uztur ūdeni, tāpēc jāizvairās tās lietot mitrās apvidus vietās.

No grunts un apvidus hidroloģiskajiem apstākļiem ir atkarīgs zemes klātnes projektēšanas un izbūves veids, tāpēc izmeklēšanas darbu laikā jāveic rūpīgi pētījumi, lai precīzi noteiktu grunts fizikāli mehāniskās īpašības.

27. §. Ūdens-siltuma režīma izmaiņu ievērošana zemes klātnes projektēšanā

Vislielākā ietekme uz zemes klātnes noturību ir klimatam, hidroloģiskajiem apstākļiem, apvidus grunts ģeoloģiskajai uzbūvei, apvidus reljefam un augu valstij. Katra atsevišķa faktora ietekmi



56. att. Zemes klātnes ūdens-siltuma režīma izmaiņas shēma:

a — ziemā; b — pavasarī; 1 — sniega noguluma virsma; 2 — sasalusi grunts; 3 — zemes virsma; 4 — atkususi grunts

ir grūti novērtēt, jo bez tiešas iedarbības šie faktori ir arī savstarpēji saistīti un uzlabo vai pasliktina autoceļu būvniecības un ekspluatācijas apstākļus.

Autoceļu ekspluatāciju ļoti stipri ietekmē klimatiskie apstākļi: temperatūras svārstības ātrums un amplitūda, apvidus maksimālā temperatūra, nokrišņu daudzums un iztvaikošanas intensitāte, valdošo vēju virziens un stiprums, zemes sasalšanas dziļums un sniega segas biezums. Klimatiskie apstākļi bieži vien ierobežo autoceļu būvniecības sezonas ilgumu vai prasa speciālu pasākumu veikšanu.

Sniega snigšana un putekļi var kavēt vai pilnīgi apstādināt automobiļu kustību, bet apledojums ļoti stipri samazina automobiļu riteņu saisti ar ceļa segumu un var izraisīt avārijas.

Procesu kopumu, kas noris zemes klātnē gada laikā, mainoties klimatiskajiem apstākļiem — mitrumam un temperatūrai, sauc par zemes klātnes ūdens-siltuma režīmu. Tas būtiski ietekmē zemes klātnes nestspēju un noturību.

Atsevišķos gadalaikos atkarībā no klimatiskajiem apstākļiem zemes klātnē norisinās īpatnējs ūdens-siltuma režīma maiņas process (56. att.). Tā, piemēram, rudens lietus periodā, lietus ūdeņiem iesūcoties zemē, uzkrājas daudz ūdens zemes klātnē, bet autoceļa ķermenī ūdens var iesūkties arī no rezervēm un sāngrāvjiem.

Ūdens, kas iekļuvis zemes klātnē, pārvietojas no vietām, kur ir augstāka temperatūra, uz vietām, kur ir zemāka temperatūra. Šī procesa intensitāte ir atkarīga no gaisa temperatūras maiņām, gruntsūdens līmeņa un grunts sastāva. Gruntis, kas satur daudz putekļu daļiņu, piemēram, puteklains, smilšains māls un plūstošā smiltis, ir nedrenējošas gruntis un, piesātinātas ar ūdeni, nav noturīgas. Sādās gruntīs ūdens, ja tas netiek aizkavēts, pa grunts kapilāriem paceļas 1,5÷2,0 m augstu un var nokļūt zem ceļa seguma.

Drenējošās gruntis, piemēram, smilti, smilšainā granti vai grantainās gruntis, ūdens uzsūkšanās pa kapilāriem nenotiek. Vietās, kur ir augsts gruntsūdens līmenis un stāvoši virszemes ūdeņi, zemes klātnē parasti piesātinās ar ūdeni.

Ziemā mitrums pārvietojas no apakšējiem (siltākiem) slāņiem uz virsējiem (aukstākiem) slāņiem. Tā cēlonis ir spiedienu starpība mitruma plēvītēs, kas aptver grunts daļiņas. Ūdens, kas uzkrājas

zemes klātnē, sasalst sasalšanas zonā. Zemes klātnē grunts sasalst pakāpeniski, sākot no virsējās kārtas, kur ir viszemākā temperatūra. Ūdenim sasalstot, tā tilpums ievērojami palielinās. Sasalst arī ūdens, kas pieplūst pie sasalšanas robežas. Tādējādi izveidojas ledus kristāli un ledus lēcas. Palielinoties to tilpumam, autoceļa segums izspiežas uz augšu un tas sāk kūkumoties.

Ja autoceļa ķermenis ir izbūvēts no dažādām gruntīm, kas nav vienmērīgi noblīvētas, izveidojas nevienmērīgi kūkumi. Visintensīvāk kūkumošana noris puteklainās un mālainās gruntīs un apvidus vietās ar augstu gruntsūdens līmeni.

Pavasārī sākas grunts atkušana. Vispirms atkūst autoceļa brauktuve un zemes klātnes virsējā kārtā, kas atrodas zem brauktuves, bet nomalēs grunts atkūst lēnāk. Tāpēc zem autoceļa seguma sakrājas ūdens un, ja tas nevar noplūst, autoceļa seguma pamats un grunts zem tā piesātinās ar ūdeni. Ūdens filtrēšanos kavē arī grunts apakšējie slāņi, kas vēl nav atkususi, un autoceļa sega pārlika mitruma ietekmē zaudē noturību un nestspēju. Tāpēc transporta kustība jāierobežo vai jāpārtrauc līdz tam laikam, kamēr visa zemes klātne atkūst, izžūst un atgūst nepieciešamo nestspēju.

Vasarā mitrums gruntī pakāpeniski samazinās. Vienlaikus ar to palielinās zemes klātnes grunts nestspēja.

Autoceļu ekspluatācijā no grunts un hidroloģiskajiem apstākļiem ir stipri atkarīgi zemes klātnes bojājumi (kūkumošana, izskalojumi, grambas u. c.).

Grunts granulometriskais sastāvs raksturo grunts ceļu izbraucamību, piemēram, smilts grunts ceļi ir grūti izbraucami sausā laikā, bet mālaini ceļi nav izbraucami slapjā laikā.

Dažādie klimatiskie un augsnes-grunts hidroloģiskie apstākļi visiem Padomju Savienības rajoniem neļauj projektēt zemes klātni un autoceļa segu pēc vienveidīgiem noteikumiem. Autoceļu klimatiskās rajonizācijas pamatā ir apvidus ūdens-siltuma režīma izmaiņa.

Visa Padomju Savienības teritorija ir sadalīta piecās klimatiskajās zonās. Latvija ietilpst II klimatiskajā zonā.

Projektēšanas procesā jānosaka arī autoceļa atsevišķo posmu hidroloģiskā grupa un grunts raksturs.

Izšķir trīs apvidus vietu hidroloģiskās grupas.

1. Sausas apvidus vietas, kurās ir laba virszemes ūdens novadišana un gruntsūdens būtiski neietekmē zemes virskārtas samitrināšanu.

Sausas apvidus vietas ir šādas:

a) uzbērumi, kas augstāki par 2,0 m, neatkarīgi no virszemes ūdens novadišanas sistēmas un gruntsūdens dziļuma;

b) zemes klātne nulles vietās, mazos uzbērumos un sausos ierakumos, kur ir labi iekārtota virszemes ūdens novadišana un gruntsūdens līmenis ir dziļāk par 2,0 m;

c) zemes klātne, kas atrodas augstāk par 0,8 m un ir izbūvēta no smilts.

2. Mitras apvidus vietas, kam ir lieks mitrums atsevišķos gadalaikos. Šādās vietās virszemes ūdens novadīšana nav iekārtota, bet gruntsūdens būtiski neietekmē zemes virskārtas samitrināšanu.

Mitrām apvidus vietām ir raksturīgs līdens reljefs un mazs garenkritums. Tāda, piemēram, ir zemes klātne, kas izbūvēta nulles vietā, zemes uzbērumos vai nelielos ierakumos, no kuriem ir apgrūtināta virszemes ūdens notecē un kuros ir sekls gruntsūdens līmenis. Pavasaros un rudenos ir iespējama šo vietu pārplūšana.

3. Slapjas apvidus vietas, kurās ir pastāvīgs lieks mitruma daudzums. Neatkarīgi no virszemes ūdens noteces gruntsūdens līmenis šādās vietās ir ļoti augsts, un tas pārmitrina zemes virskārtu. Projektējot zemes klātņi mitrās apvidus vietās, jāveic pasākumi, kas novērš grunts pārsātināšanos ar mitrumu.

Ja virszemes ūdeņus nevar novadīt, zemes klātne jāprojektē uzbērumā. Vismazākais zemes klātnes gultnes dibena atzīmes pacēlums pa autoceļa brauktuves asi II klimatiskajai zonai dots 25. tabulā.

25. tabula

Zemes klātnes pacēluma augstums virs apkārtējās zemes virsmas mitrās un slapjās apvidus vietās

Zemes klātnes grunts	Gultnes dibena atzīmes pacēlums virs zemes virsmas (m)
Smalka smilts, vidēji rupja smilts un viegla mālaina smilts	0,5
Putekļaina smilts un smaga mālaina smilts	0,6
Putekļaina mālaina smilts, smaga putekļaina mālaina smilts, viegls putekļains, smilšains māls, smags putekļains, smilšains māls un viegls smilšains māls	0,8
Smags smilšains māls, putekļains māls, smilšains māls un trekns māls	0,7

Slapjās apvidus vietās, kur ir augsts gruntsūdens līmenis, jāierīko drenāža gruntsūdens līmeņa pazemināšanai vai zemes klātnes gultnes dibena atzīme pa autoceļa asi jāpaceļ virs gruntsūdens līmeņa vai ilgi stāvoša (vairāk par 20 diennaktīm) ūdens līmeņa augstumā, kāds II klimatiskajai zonai norādīts 26. tabulā.

Lai zemes klātnei radītu labvēlīgus ūdens-siltuma režīma apstākļus, to aizsargātu no sniega aizputinājumiem un atvieglotu sniega attīrīšanu, zemes klātņi ieteicams izbūvēt uzbērumā, kura minimālo augstumu nosaka divi faktori:

a) zemes klātnes virsējās daļas aizsardzība pret virszemes ūdens un gruntsūdens iedarbību;

b) ceļa aizsardzība pret aizputināšanu.

Zemes klātnes pacēluma augstumi virs gruntsūdens līmeņa

Zemes klātnes grunts	Zemes klātnes gultnes dibena atzīmes pacēlums virš gruntsūdens līmeņa (m)
Vidēji rupja smilts, smalka smilts un viegla mālaina smilts	0,7
Putekļaina smilts un smaga mālaina smilts	1,2
Putekļaina mālaina smilts, smaga putekļaina mālaina smilts, smags putekļains, smilšains māls, viegls smilšains māls	1,9
Smags smilšains māls, putekļains māls, smilšains māls un trekns māls	1,9

Piezīmes. 1. Rupjai un ļoti rupjai smiltij, kas nezaudē noturību ūdenī, gultnes dibena atzīmes augstums pa ceļa asi nav normēts.

2. Gruntsūdens līmeņa aprēķina augstums jāpieņem vienāds ar visaugstāk iespējamo līmeni.

3. Gultnes dibena atzīmes pacēluma augstumu pa ceļa asi virs gruntsūdens līmeņa, kuru pazemina, izveidojot drenāžu, ieteicams pieņemt par 25% lielāku.

No minētajiem noteikumiem zemes klātnes augstuma aprēķinā pieņem lielāko vērtību.

Lai varētu sniegu, kas notīrīts no autoceļa, nobīdīt autoceļa abās pusēs, ceļa klātnes uzbēruma šķautnes augstumam H jābūt šādam: I kategorijas autoceļiem $H \geq 2,5h$, bet II ÷ V kategorijas autoceļiem $H \geq 2h$ (h — sniega segas vidējais maksimālais biežums, kas noteikts pēc vairāku gadu novērojumu datiem).

Atklātās ar sniegu aizputināmās vietās, lai nekavētu sniega pārplūšanu, ceļa klātnes uzbēruma šķautnes minimālam augstumam jābūt

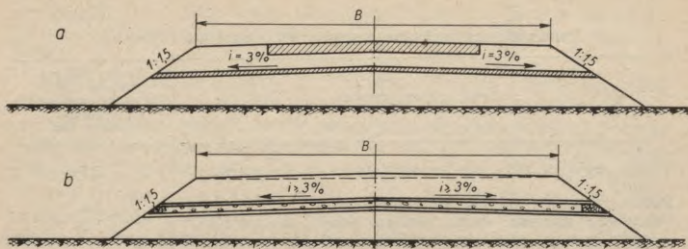
$$H \geq 0,6 + h.$$

Uzbērumos, kurus apskalo ūdeņi, ceļa klātnes šķautnes augstumam H jābūt vismaz 0,5 m virs aprēķinātā ūdens līmeņa.

Zemes klātni projektējot, ūdens aprēķina līmeni pieņem, vadoties pēc šādiem apsvērumiem: I kategorijas autoceļiem — visaugstāko ūdenslīmeni, kāds konstatēts pēdējos 100 gados, II un III kategorijas autoceļiem — visaugstāko ūdens līmeni, kāds konstatēts pēdējos 50 gados, bet IV un V kategorijas autoceļiem — visaugstāko ūdens līmeni, kāds konstatēts pēdējos 25 gados.

Uzbēruma augstumam virs caurtekām, skaitot no caurtekas augšējās sienīgas virsmas līdz ceļa klātnes šķautnei, jābūt ne mazākam par 0,5 m.

Ja zemes klātnes uzbērumu, piemēram, ceļa posmos, kas virzās caur apdzīvotajām vietām, kā arī tad, ja ceļa klātnes šķautnes atzīme ir atkarīga no dzelzceļa vai augstākas kategorijas autoceļa krustojuma augstuma atzīmes vai no ekonomiskajiem apsvērumiem, nevar izveidot atbilstoši datiem, kas sniegti 25. un 26. tabulā,



57. att. Zemes klātnes izolēšanas paņēmieni:
a — ar noslēgtu starpkārtu; *b* — ar drenējošu materiālu starpkārtu

jāparedz speciāli pasākumi, kas regulē ūdens-siltuma režīmu un novērš zemes klātnes iespējamās deformācijas. Šādi pasākumi ir vairāki.

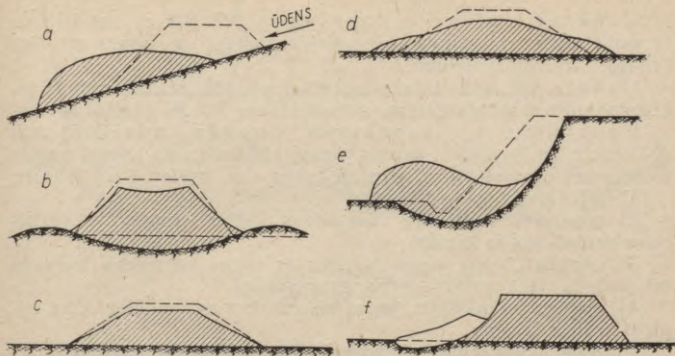
1. Zemes klātnes virsējās daļas izolēšana no pārmitrināšanas, ierīkojot noslēgtu ūdens necaurlaidīgu starpkārtu. Parasti šādu starpkārtu izveido no 3÷5 cm bieža grunts slāņa, kas apstrādāta ar organiskajām saistvielām, bitumenu vai darvu (57. att. *a*). Izolējošā starpkārta jāizveido zemes klātnes visā platumā ar 3% lielu divpusīgu šķērskritumu virzienā no autoceļa ass. Tās novietojumam II klimatiskajā zonā jābūt 90 cm dziļumā no autoceļa klātnes šķautnes un vismaz 20 cm augstāk par iespējamo gruntsūdens maksimālo līmeni vai virs uzbēruma nogāzē ilgi stāvoša virszemes ūdens līmeņa. Šādi ierīkotā izolācijas starpkārta pārtrauc ūdens pārvietošanos zemes klātnē.

2. Kapilārā ūdens pacelšanās pārtraukšana, ierīkojot uzbēruma ķermenī filtrējoša materiāla starpkārtu no šķembām, rupjgraudainas smilts vai cita drenējoša materiāla (57. att. *b*). Drenējošās starpkārtas biezumam atkarībā no materiālu frakciju rupjuma jābūt 25÷50 cm. Ūdens kapilārās pacelšanās pārtraukšanas starpkārtu jāizbūvē zemes klātnes visā platumā ar 3% lielu divpusīgu šķērskritumu virzienā no ceļa ass.

3. Gruntsūdens līmeņa pazemināšana, ierīkojot dziļu drenāžu. Autoceļa klātnes konkrētas konstrukcijas izvēle ir atkarīga no vietējiem grunts un hidroloģiskajiem apstākļiem, izolējošā materiāla krājumiem un autoceļa tehniskās kategorijas.

28. §. Zemes klātnes noturība

Autoceļu zemes klātne jāprojektē un jāizbūvē atbilstoši noteiktajiem tipveida šķēršprofilēm. Zemes klātne jāizveido tā, lai neatkarīgi no ūdens-siltuma režīma būtu nodrošināta nemainīga tās forma un iestrādātās ceļa segas izturība un noturība. Zemes klātnēi



58. att. Zemes klātnes deformāciju veidi:

a — noslīdēšana; *b* — iegrimšana; *c* — nosēšanās; *d* — noplūdums; *e* — ierakuma nogāzes noslīdējums; *f* — uzbēruma nogāzes noslīdējums

labi jāiekļaujas apvidus reljefā, jābūt ar minimāli maz iespējamām aizputinājuma vietām. Tā jāizveido, lietojot attiecīgus autoceļa būvmehānismus.

Projektējot un izbūvējot zemes klātni jaunam autoceļam, vispusīgi jāizpēta un jānovērtē agrāk izbūvēto autoceļu ekspluatācijas pieredze. Zemes klātnes konstrukcija jāizstrādā, ievērojot vietējās augsnes-grunts ģeoloģisko, hidroģeoloģisko un klimatisko apstākļu vispusīgas izmeklēšanas datus.

Izbūvētās zemes klātnes noturība ierakumos un uzbērumos ir atkarīga arī no virszemes un gruntsūdens iedarbības, pamatnes noturības, būvdarbu izpildes kvalitātes u. c. faktoriem. No visu minēto faktoru nelabvēlīgas iedarbības zemes klātne pakļauta dažādām deformācijām.

Deformāciju galvenie veidi ir šādi:

- a) uzbēruma noslīdēšana pa zemes virsmu;
- b) uzbēruma masīva iegrimšana;
- c) uzbēruma masīva nosēšanās;
- d) uzbēruma masīva noplūdumi;
- e) uzbēruma un ierakuma nogāžu noslīdējumi.

Uzbērums var noslīdēt (58. att. *a*), ja nav pietiekama saiste starp grunts masīvu un zemes virsmu. Uzbēruma noturība nogāzē parasti samazinās lietainā laikā, kad notekošais virszemes ūdens pārmitrina uzbēruma masīva grunts apakšējos slāņus, jo grunts slānim, kas piesātināts ar mitrumu, ir mazāka pretestība nobīdei un tas var noslīdēt.

Uzbēruma masīvs var iegrimt (58. att. *b*), ja tas ir uzbērts uz neizturīgas pamatnes, piemēram, uz kūdrainas grunts.

Uzbēruma masīva nosēšanos (58. att. c) var izraisīt tā nepietiekams blīvējums, klimatiskie apstākļi, pašsvars un pārbrāucošā transporta slodze.

Uzbēruma masīva noplūdumi (58. att. d) notiek, ja, kūkumojoties sānu nogāzēm, zemes klātne zaudē pareizo formu.

Uzbērumu un ierakumu nogāžu noslīdējumi (58. att. e un f) notiek, grunts masai atdaloties no kopējā zemes masīva un pārvietojoties. Noslīdējumus var izraisīt šādi faktori:

- 1) ļoti stāvs nogāžu slīpums;
- 2) nepareiza uzbēruma veidošanas darbu tehnoloģija (uzbērumus veidots slīpās kārtās);
- 3) nogāžu virsmu pārsātinājums ar lietus un sniega kušanas ūdeņiem, bet ierakumos — arī ar gruntsūdeni;
- 4) nogāžu izskalošana, kuras cēlonis ir virsmas ūdeņi, kas noplūst ar lielu ātrumu.

Autoceļu būvniecības pieredze ir ļāvusi izstrādāt noturīgas zemes klātnes konstrukcijas. To raksturīgākie tipveida šķērsprofili ir aplūkoti iepriekš (sk. 29. lpp. «*Ceļa šķērsprofila elementi un pamattipi*»). Tomēr grūtos grunts-ģeoloģiskos apstākļos un gadījumos, kad jāizbūvē augsti uzbērumi, nevar lietot tipveida šķērsprofilus, tāpēc, lai sasniegtu nepieciešamo zemes klātnes noturību, jāparedz un jāveic speciāli pasākumi.

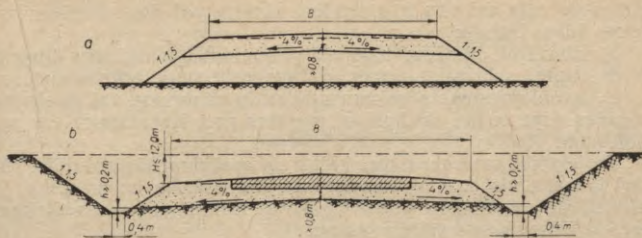
Zemes klātnes noturības aprēķinu metožu pamatā ir grunts mehānikas likumsakarības. Tikai jāievēro, ka zemes klātnes noturība ir atkarīga no temperatūras un mitruma nepārtrauktas maiņas. Tāpēc grunts spēja pretoties ritošā sastāva slodzei visu gadu nav vienāda. Pastāvīga nav arī zemes klātnes izturība, tāpēc, izdarot tās noturības aprēķinu, jāņem vērā visnelabvēlīgākie gadalaiki — pavasaris vai rudens.

Zemes klātnes noturību pret noslīdējumiem, iegrimšanu u. c. deformācijām raksturo noturības koeficients, kas izsaka uzbēruma masīva noturošā spēka vai momenta attiecību pret spēkiem vai momentiem, kas ierosina pārbīdi. Autoceļu celtniecības normās un noteikumos noturības koeficienta vērtība nav noteikta, tāpēc autoceļa noturības aprēķinā to pielīdzina hidrotehnisko būvju aprēķinu gadījumiem un pieņem robežās no 1,2 līdz 1,4.

Lai zemes klātnes noturība un ceļa segas nestspēja būtu neatkarīga no temperatūras un ūdens režīma maiņas, zemes klātnes izbūvei jālieto noturīgas gruntis.

Šķembveida grūntis, akmeņus, granti, smilti (izņemot putekļainu), vieglu mālainu smilti un metalurģiskos izdedžus uzbēruma veidošanai var lietot bez ierobežojumiem.

Slapjās apvidus vietās, kurās ir pastāvīgs mitruma daudzums, vieglu un smagu putekļainu smilšaina māla grunti autoceļiem ar kapitālām segām atļauts lietot tikai uzbēruma apakšējā daļā, bet uzbēruma augšējā daļā 0,8 m biezumā no gultnes dibena atzīmes jāuzber no neputekļainām, galvenokārt smilts un vieglas mālainas smilts, gruntīm (59. att. a).



59. att. Zemes klātnes noturīga grunts slāņa izbūve:
a — uzbērumā; b — ierakumā

Ja uzbēruma virsējās vieglās un smagās putekļainās smilšaina māla grunts kārtas aizstāšanai ar labu grunti vajadzīgi lieli papildlīdzekļi un grunts apmaiņu grūti izpildīt, jāsalīdzina citi varianti, kas nodrošina zemes klātni un autoceļa segai nepieciešamo noturību. Tā, piemēram, jāapsver iespēja palielināt autoceļa segas drenējošā smilts slāņa biezumu vai izbūvēt noslēgtu ūdens necaurlaidīgu slāni.

Ja uzbēruma virsējo kārtu uzber no putekļainas smilts vai putekļainas mālainas smilts grunts, tās biežumam jābūt minimālam — ne lielākam par 15 cm. Projektējot uzbēruma virsējo slāni no smiltīm, nomales 20 cm biežumā jāuzber no vietējām smilšaina māla gruntīm, bet uzbēruma nogāzes jānosedz ar augsni.

Uzbērumi jāuzber no vienvēidīgas grunts horizontālās kārtās visā uzbēruma masīva platumā. Atsevišķu uzbērto kārtu biežums ir atkarīgs no lietotām grunts sablīvēšanas būvmašīnām, un tas nedrīkst būt lielāks par blīvēšanas ierīču efektīvo iedarbības dziļumu.

Uzbēruma masīvā nav pieļaujama haotiska dažāda rakstura grunts bērsana. Mazāk filtrējošās grūtis jāber apakšējās kārtās, bet labāk drenējošās grūtis — uzbēruma augšējās kārtās.

Uzbēruma veidošanai nedrīkst lietot dūņainas grūtis un smalku smilti ar kūdras vai dūņu piejaukumu, kā arī treknus mālus ar dūņu piejaukumu un kūdru.

Ierakumā jāuzber vismaz 0,8 m biezs drenējošas grunts slānis (59. att. b), ja zemes klātnes grunts ir tāda, ko nedrīkst iestrādāt autoceļa segas pamatnē.

Zemes klātni vajadzīgo izturību sasniedz, veicot šādus pasākumus:

a) izveidojot ātru un pilnīgu virszemes ūdens, kā arī grunts-ūdens novadišanu, nepieļaujot zemes klātnes pārsātināšanu ar mitrumu vai grunts izskalošanu autoceļu būves un tā ekspluatācijas laikā;

b) paaugstinot ar noturīgām gruntīm zemes klātnes gultnes

atzīmi pa ceļa asi virs gruntsūdens līmeņa vai ilgi stāvoša virszemes ūdens līmeņa;

- c) izbūvējot drenāžu, tādējādi pazeminot gruntsūdens līmeni;
- d) rūpīgi sablīvējot zemes klātnes uzbēruma grunts masīvu;
- e) izveidojot grunts veidam atbilstošu uzbēruma vai ierakuma nogāzes slīpumu un nostiprinot nogāzes pret izskalošanu vai noslidēšanu.

Projektējot autoceļu zemes klātni un aprēķinot tās noturību, rūpīgi jāizpēta visi faktori, kas ietekmē tās izturību un noturību, jo tehniski un ekonomiski visizdevīgāko atrisinājumu var atrast tikai pēc vairāku variantu salīdzināšanas.

29. §. Zemes klātnes grunts sablīvēšana

No ierakumiem vai rezervēm izraktā un uzbērumos nobērtā grunts darba procesā uzirdinās. Uzbērumā tā ieņem lielāku tilpumu nekā dabiskā stāvoklī. Izraktās grunts tilpuma palielināšanos sauc par grunts uzirdinājumu. Tā lielums ir atkarīgs no grunts kategorijas, mitruma pakāpes un izrakšanas veida. Lielāks uzirdinājums ir blīvām klātnēm, jo starp to atsevišķiem gabaliem izveidojas dobumi, bet mazāks uzirdinājums — irdenām smiltis gruntīm.

Gadalaika mainīgos mitruma apstākļos ritošā sastāva un grunts pašvara slodzes iedarbībā uzirdinātā grunts pakāpeniski sablīvējas. Lai uzbēruma grunts sasniegtu nepieciešamo sablīvējumu un nosēšanās praktiski izbeigtos, nepieciešams ilgāks laiks — dažkārt pat vairāki gadi.

Būvējot autoceļus pēc pašreizējām ātrbūvniecības metodēm, nevar gaidīt, kamēr uzbērums dabiski sablīvējas. Lai novērstu autoceļa segas bojājumus, uzbēruma masīvs izbūves laikā jāuzber kārtās un tās mākslīgi pietiekami jāsablīvē, šim nolūkam lietojot gludos, ribotos, pneimatiskos vai dūru veltņus, ekspozīcijas blietes, blietplātnes, kas uzmontētas uz ekskavatoriem, un dažādas vibrācijas vai citus mehānismus.

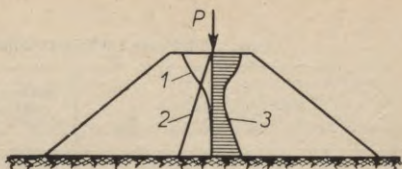
Lai novērstu iekšējās deformācijas, uzbēruma grunts sablīvējuma pakāpe ir atkarīga no spriegumiem uzbēruma ķermeņī (60. att.). Ritošā sastāva slodzes spriegumi izbeidzas uzbēruma masīva noteiktā dziļumā, tāpēc pietiekami jāsablīvē zemes klātnes dabiskās grunts pamatnes virsējie slāņi. Ja tie nav pietiekami sablīvēti, var rasties uzbēruma nosēdums.

Uzbēruma pašvara slodzes spriegumi palielinās proporcionāli uzbērtās kārtas dziļumam.

Lai aprēķinātu grunts sablīvējuma pakāpi, profesors N. Ivanovs ieteic sadalīt uzbērumu vairākās augstuma zonās. Nepieciešamo uzbēruma masīva sablīvējuma pakāpi katrā zonā nosaka atbilstoši spriegumiem, kas darbojas tās robežās. Uzbēruma augšējā kārtā 1,2÷1,5 m dziļumā darbojas pārbraucošo automobiļu slodzes iero-

60. att. Spriegumu sadalījums
uzbēruma masīvā:

1 — ārējās slodzes spriegumu
epūra; 2 — grunts pašsvara
sprieguma epūra; 3 — summārā
spriegumu epūra



sinātie statistiskie un dinamiskie spriegumi, bet ūdens-siltuma režīma intensīvas maiņas iedarbībā noris grunts pārmitrināšanās un izžūšanas process. Grunts sablīvējuma pakāpei minētajā zonā jāatbilst šādiem lielumiem: saistīgās gruntis — iekšējo spēku spiedienam, kuri izraisa nosēdumu, bet mālainas smilts, viegla smilšaina māla un smilts gruntis — automobiļu slodzes spriegumam.

Uzbēruma vidējā zonā līdz 10,0 m dziļumam no nogāzes šķautnes grunts ūdens-siltuma režīms ir samērā pastāvīgs, bet ārējās slodzes un grunts pašsvara spriegumi mazi. Tāpēc šajā zonā pieļaujama mazāka uzbēruma masīva sablīvējuma pakāpe.

Uzbēruma ķermeņa apakšējā zonā grunts sablīvējuma pakāpe ir atkarīga no virszemes ūdens novadīšanas apstākļiem. Ja uzbēruma masīvu apskalo ūdens un tas periodiski ir pakļauts ūdens kapilārās pacelšanās un pazemināšanās apstākļiem, grunts sablīvējuma noteikumi neatšķiras no uzbēruma augšējās kārtas sablīvēšanas noteikumiem.

Uzbēruma apakšējām kārtām, kuras neapskalo ūdens, jāatbilst uzbēruma vidējās zonas grunts sablīvējuma noteikumiem.

Grunts blīvējuma pakāpi nosaka pēc grunts skeleta īpatnējā svara. To raksturo grunts optimālais sablīvējums δ_0 , kas iegūts laboratorijas apstākļos, ja gruntij ir optimāls mitruma saturs.

Par grunts optimālo mitrumu sauc tādu mitrumu, kad grūnts nepieciešamo sablīvējumu var sasniegt ar vismazāko darba izlietojumu. Parasti grunts optimālais mitrums ir vienāds ar tās vidējo mitruma saturu rezervēs zemes darbu izstrādes laikā.

Uzbēruma grunts minimālais sablīvējums

$$\delta_{\min} = k\delta_0,$$

kur k — grunts blīvējuma koeficients;
 δ_0 — grunts optimālais sablīvējums.

Blīvējuma koeficientu k nosaka atkarībā no grunts kārtas dziļuma uzbēruma masīvā un autoceļa segas veida (27. tab.).

Zemes klātnes grunts sablīvējumam jābūt viennērīgam. Grunts mitruma atšķirība no noteiktā optimālā grunts mitruma saistīgām gruntīm nedrīkst pārsniegt 10%, bet nesaistīgām gruntīm — 20%. Ja grunts mitrums ir mazāks par optimālo, blīvēšanas laikā grunts jālaista, jālieto smagāki veltņi vai tā jāsablvē plānākās kārtās. Pārmitrināta grunts jāizžāvē līdz optimālam mitrumam.

Grunts blīvējuma koeficienta minimālās vērtības

Uzbēruma daļa	Dziļums no uzbēruma šķautnes (m)	Autoceļa segas veids	
		augstākā tipa kapitālā sega	augstākā tipa atvieglotā un pārejas tipa sega
Uzbēruma augšējā daļā	$\leq 1,5$	1,0÷0,98	0,98÷0,95
Neappludināta uzbēruma apakšējā daļā	1,5÷6,0	0,95	0,95
Appludināta uzbēruma apakšējā daļā:			
saistīgās gruntīs	1,5÷6,0	0,95÷0,98	0,95
nesaistīgās gruntīs	1,5÷6,0	0,95	0,95

Grunts blīvuma un mitruma kontrole izpildāma atbilstoši PSRS Transporta būvniecības ministrijas instrukcijai BCH 55-61. Paraugi grunts mitruma pārbaudei sablīvēšanai paredzētās grunts kārtās jāņem vismaz divas reizes dienā. Ja uzbēruma augstums ir līdz 3,0 m, grunts blīvuma kontrolei uz katriem diviem piketiem jāņem trīs paraugi, no kuriem viens paraugs jāņem uz ceļa ass, bet pārējie divi paraugi — uz nomalēm 1,5 m attālumā no nogāzes. Augstākiem uzbērumiem paraugi jāņem ik pēc 50 m.

Ja blīvējamo kārtu biezumi nav lielāki par 30 cm, paraugi jāņem no sablīvējamās kārtas vidus, bet biežākām kārtām paraugi jāņem divās vietās. Grunts blīvumu nosaka ar inženiera N. Kovaļova blīvuma-mitruma mērīšanas aparātu.

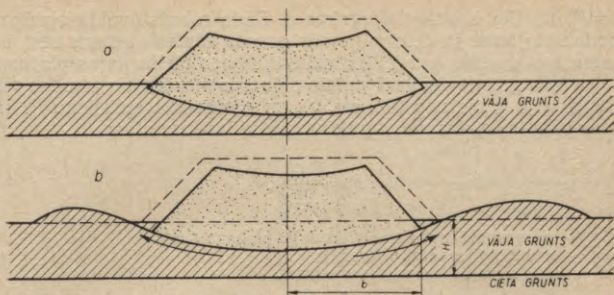
Ļoti rūpīgi jāveic zemes klātnes sablīvēšana mākslīgo būvju tuvumā. Nav pieļaujama uzbēruma nevienmērīga sēšanās pie tiltu pieejām, caurtekām u. c. gadījumiem.

Ierakumos grunts blīvējumam 0,3 m dziļumā no gultnes dibena atzīmes jāatbilst datiem, kas sniegti 27. tabulā. Ja dabiskos apstākļos ierakuma grunts blīvums neapmierina noteiktās prasības, grunts jāuzirdina 0,3 m dziļumā un jāsablietē līdz vajadzīgajai pakāpei.

Augsta zemes klātnes grunts sablīvējuma pakāpe ne tikai nepieļauj deformācijas, bet arī stabilizē ūdens-siltuma režīmu. Sablīvētā zemes klātnē samazinās arī ūdens kapilārās pacelšanās augstums un ātrums. No tā var secināt, ka, jo blīvāks ir uzbēruma ķermenis, jo lēnāk tajā pārvietojas mitrums.

30. §. Zemes klātnes noturība vājas grunts pamatnēs

Ja uzbērums ir veidots uz vājas grunts, var deformēties uzbēruma pamatne, t. i., var notikt grunts pamatnes sablīvēšanās (61. att. a) vai sāniskā izspiešanās (61. att. b). Šāda deformācija parasti novērojama neilgā laika posmā pēc uzbēruma masīva izveidošanas, taču uzbēruma pamatnes deformācija var notikt arī



61. att. Zemes klātnes deformāciju veidi vājas grunts pamatnēs:
a — pamatnes sablīvēšanās; *b* — sāniskā izspiešanās

autoceļa ekspluatācijas laikā, piemēram, ja smaga transporta slodze ilgstoši iedarbojas uz uzbērumu, kas izveidots purvainā vietā.

Uzbēruma pašvara slodze grunts pamatnei jāuzņem tā, lai deformācijas nepārsniegtu pieļaujamās vērtības. Ja uzbēruma masīva slodze ir maza, grunts pamatne saspiežas proporcionāli uzbēruma masīva spiedienam. Palielinot slodzi, pamatnes atsevišķos punktos tangenciālie spriegumi sāk pārsniegt grunts nobīdes pretestību, ierosinātās plastiskās bīdes deformācijas veicina uzbērumu masīva pakāpenisku nosēšanos un vājas grunts pamatnes izspiešanu.

Uzbēruma pamatnes deformācijas raksturs ir atkarīgs no uzbēruma masīva spiediena un grunts pretestības ārējās slodzes iedarbībai. Šādā gadījumā var notikt pamatnes grunts vienpusēja vai abpusēja izspiešana. Ja uzbērumu ir izveidots uz mīksta pamatnes, plastiskās deformācijas aptver pamatnes visu kārtu zem uzbēruma un izspiež to uz sāniem.

Spiedienu, kas ierosina viendabīgas grunts sānisku izspiešanu, var aprēķināt pēc grunts mehānikas likumiem. Robežstāvoklī uzbēruma masīva spiedienu P , kura palielināšanās izraisa grunts izspiešanu, aprēķina pēc šādas formulas:

$$P = (\gamma\Delta + c \operatorname{ctg} \varphi) \frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} e^{\pi \operatorname{tg} \varphi} - c \operatorname{ctg} \varphi,$$

kur Δ — uzbēruma iegrimis dziļums gruntī (cm);
 γ — mitras grunts īpatnējais svars (kG/m^3);
 c — grunts saites spēks (kG/cm^2);
 φ — grunts iekšējais berzes leņķis (grādos).

Ja uzbēruma masīva spiediens P_1 pārsniedz robežstāvokļa spiedienu P un iegrimis vēl nenotiek ($\Delta=0$), sākas grunts sāniskā izspiešana. Deformācija turpinās, kamēr izlīdzinās spiedienu P_1 un P

($P_1 = P$) un tiek sasniegta iegrimē Δ . Šāda robežstāvokļa aprēķina metode lietojama, ja deformējamās grunts kārtas biezums zem uzbēruma nav mazāks par 1,5 no uzbēruma apakšējās daļas platuma.

Ja vājās grunts deformējamais slānis ir mazāks un atrodas virs cietas grunts pamatnes (61. att. b), robežstāvokļa spiedienu P , kas izraisa grunts izspiešanu, aprēķina pēc šādas formulas:

$$P = \frac{2cb}{H},$$

kur b — puse no uzbēruma apakšējās daļas platuma (cm);

c — grunts saites spēks (kG/cm^2);

H — vājās grunts kārtas biezums (cm).

Formulas izvedumā ir pieņemti šādi nosacījumi:

a) grunts izturība ir atkarīga tikai no saites spēkiem c , bet iekšējais berzes leņķis $\text{tg } \varphi = 0$. Šādam pieņēmumam atbilst ar ūdeni piesūcināti māli vai mitrs sapropelis;

b) izspiežot grunti no uzbēruma apakšas, vājās grunts slāņi tiek tikai nobīdīti, bet nemainās to tilpums. Šādi deformējas ar ūdeni piesūcināti māli, kam ir ļoti mazs filtrācijas koeficients, un sapropelis;

c) uzbēruma masīva apakšējā daļa nosēšanās procesā paliek paralēla cietajam minerālajam slānim. Šādi iegrimst uzbērumi, kas zemāko kategoriju autoceļiem izveidoti uz koka klājiem.

Lai palielinātu zemes klātnes noturību vājās gruntis un nepieļautu uzbēruma pamatnes grunts izspiešanu, ieteicams veikt šādus konstruktīvus pasākumus:

1) samazināt uzbēruma pašsvaru, veidojot uzbērumu no vieglākiem materiāliem, piemēram, no izdedžiem, kā arī veidojot zemākus uzbērumus un iestrādājot hidrolizācijas starpkārtas;

2) uzberot blakus uzbēruma nogāzēm to garenvirzienā banketes, kuru pašsvars pretojas vājās grunts izspiešanai;

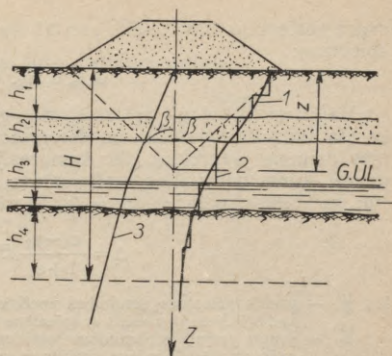
3) iedzenot pāļus vai izbūvējot koka klājus, uz kuriem pārnes uzbēruma spiedienu.

Minēto pasākumu ekonomiskā lietderība jāsalīdzina ar izmaksām uzbēruma nogremdēšanai līdz cietās minerālās grunts pamatam.

Lai noteiktu saspiežamās grunts pamatnē veicamo zemes darbu papildapjomu, kas kompensē uzbēruma iegrimi, jāaprēķina uzbēruma masīva iegrimē. Tās dziļumu nosaka, summējot tādu grunts atsevišķu kārtu saspiešanu, kuru robežās var pieņemt brīvi izvēlētus spriegumus un grunts deformācijas moduli. Uzbēruma svara faktiskā spiediena spriegumu epīru var sadalīt vairākās pakāpēs (62. att.). Saspiežamās grunts atsevišķas kārtas biezums iegrimēs aprēķinā nedrīkst pārsniegt 0,4 no uzbēruma apakšējās daļas platuma. Iegrimi aprēķina, pieņemot, ka grunts kārtā visā dziļumā tiek saspiesta ar vienmērīgi sadalītu slodzi.

62. att. Uzbēruma masīva iegrimes aprēķina shēma:

1 — uzbēruma faktiskā svara sprieguma epīra; 2 — pakāpēs sadalītā uzbēruma svara sprieguma epīra; 3 — pamatnes grunts pašsvara sprieguma epīra



Samērā blīvas grunts saspiežamību raksturo deformācijas modulis. Grunts vienas izdalītās kārtas biezuma saspiežamība:

$$\Delta' = \frac{h \delta_z}{E_{gr}},$$

bet visa uzbēruma masīva iegrimē

$$\Delta = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{h_i \sigma_{zi}}{E_{gr}},$$

kur σ_z — uzbēruma svara izraisītais normālspriegums pamatnes gruntī (kG/cm^2);

E_{gr} — pamatnes grunts deformācijas modulis (kG/cm^2);

n — grunts kārtu skaits;

h — grunts attiecīgās kārtas biezums (cm).

Normālsprieguma σ_z sadalījumu pa z asi un lielumu pamatnes gruntī aprēķina pēc elastības teorijas formulas, atbilstoši uzbēruma svaram pieņemot, ka slodze ir pielikta trapecoidāla šķērsriezuma bezgalīgai lentai:

$$\sigma_z = \frac{P}{\pi} (2\beta - \sin 2\beta),$$

kur P — uzbēruma spiediens uz grunti (kG/cm^2);

β — redzamības leņķis, ko veido taisnes, kas savieno aplūkojamo ass punktu grunts iekšienē ar uzbēruma noslogotās joslas malu.

Aprēķinot uzbēruma iegrimi mīkstas pamatnes gruntīs, nosacīti pieņem, ka grunts saspiežamība izbeidzas dziļumā, kurā uzbēruma

svara spriegums nav lielāks par 0,1 no pamatnes grunts pašsvara spiediena:

$$\sigma_z < 0,1\gamma_z.$$

Vājās un ļoti viegli deformējamās gruntīs pastāv nelineāra sakarība starp spriegumiem un deformācijām. Šādā gadījumā iegrimis dziļums jāaprēķina pēc kompresijas līknes vienādojuma. Ja grunts, kuras porainības koeficientu ε_1 , kārtas biezumā H sablīvē līdz porainības koeficientam ε_2 , tad iegrimis dziļums

$$\Delta = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{1 + \varepsilon_1} H,$$

- kur ε_1 — grunts pamatnes porainības koeficients pirms uzbēruma veidošanas, kad spiediens ir vienāds ar spiedienu P_1 ;
 ε_2 — grunts pamatnes porainības koeficients pēc sablīvēšanas ar uzbēruma pašsvara spiedienu, kas vienāds ar summāro spiedienu P_2 ;
 Δ — iegrimis dziļums (cm);
 H — grunts kārtas biezums (cm).

Grunts porainības koeficienta ε izmaiņu pēc kompresijas līknes likumiem profesors N. Ivanovs ir izteicis šādi:

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_0 - \frac{2,3}{A} \lg P_2,$$

- kur ε_2 — grunts porainības koeficients, kad spiediens ir vienāds ar summāro spiedienu P_2 ;
 ε_0 — grunts porainības koeficients, kad spiediens $P = 1$ kg/cm²;
 A — koeficients, kas raksturo grunts saspiežamību; tā vērtība nav atkarīga no pieliktās slodzes.

Tātad

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_0 - \frac{2,3}{A} \lg P_1$$

un

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_0 - \frac{2,3}{A} \lg P_2.$$

Ievietojot koeficientu ε_1 un ε_2 skaitliskās vērtības formulā

$$\Delta = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{1 + \varepsilon_1} H,$$

iegūst šādu grunts kārtas saspiežamības aprēķina formulu:

$$\Delta = \frac{2,3H}{A(1 + \varepsilon_1)} \lg \frac{P_2}{P_1}.$$

Kompresijas līknes parametru A un ε_0 vērtības dažādām gruntīm dotas 28. tabulā.

Kompresijas liknes parametru vērtības

Grunts nosaukums	Parametri	
	ϵ_0	A
Smalka smiltis un mālaina smiltis	0,4 ÷ 0,5	25 ÷ 75
Vidēji blīvs smilšains māls un māls	0,65	10 ÷ 15
Mālaina smiltis un smilšains māls, ku- ros putekļu saturs ir lielāks par 50%	0,70 ÷ 0,85	5 ÷ 10
Loti stipri saspiežami māli	—	1 ÷ 6
Kūdra, kam ir šāds sadalīšanās koefi- cients (%):		
0 ÷ 10	3,0 ÷ 4,0	8,5 ÷ 10
10 ÷ 25	2,5 ÷ 3,5	8 ÷ 9
25 ÷ 40	1,5 ÷ 2,5	6 ÷ 8
> 40	0,75 ÷ 1,5	4 ÷ 6

Ja uzbēruma grunts pamatnei ir vairākas kārtas ar atšķirīgu deformāciju raksturu, uzbēruma masīva kopējo iegrimi aprēķina, summējot grunts atsevišķo kārtu saspiežamības rezultātus:

$$\Delta = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{2,3 \lg \frac{P_{2i}}{P_{1i}}}{A_n (1 + \epsilon_{1i})} h_i.$$

Zem uzbēruma palēnināti sablīvējas ar ūdeni piesātināta grunts. Deformācijas ātrums ir atkarīgs no grunts filtrācijas koeficienta, kas mainās plašās robežās — no 10^{-3} līdz 10^{-7} cm/s.

Uzbēruma iegrimis ātrumu var noteikt, pārbaudot laboratorijā grunts paraugu, kuram nav izjaukta struktūra.

Grunts slāņa iegrimis laiks

$$T = t \left(\frac{H}{h} \right)^2 \text{ [diennaktis]},$$

kur t — iegrimis dziļums diennaktī (% no pilnās iegrimis);
 H — grunts kārtas biezums (cm);
 h — grunts parauga slāņa biezums (cm).

Ja aprēķinu gaitā noskaidrojas, ka uzbēruma iegrimis nebeigsies zemes klātnes veidošanas laikā līdz autoceļa segas iestrādei, tā jāpaātrina. Šim nolūkam jāsamazina saspiežamās grunts kārtas biezums, jāpazemina ūdens līmenis, nosusinot purvu, vai jāveic citi pasākumi, kas veicina zemes klātnes nepieciešamās noturības sa-
 sniegšanu vājas grunts pamatnēs.

31. §. Nogāžu noturība un izveidojums

Uzbēruma un ierakuma nogāzes ir zemes klātnes nenoturīgākās daļas. Galvenie faktori, kas nosaka nogāžu noturību, ir grunts fizikāli mehāniskās īpašības, kā arī grunts daļiņu berzes un iekšējie saistes spēki, kas atkarīgi no šīm īpašībām.

Nogāzē AB (63. att. *a*), kas veido ar horizontālu virsmu leņķi α , grunts būs noturīga, ja pastāvēs nevienlīdzība

$$Q \leq fN + cF,$$

kur $Q = P \sin \alpha$ — grunts daļiņu pašsvars, kas cenšas nobīdīt grunti pa nogāzi;
 $fN = fP \cos \alpha$ — iekšējās berzes spēks; tas ir vienāds ar grunts daļiņu pašsvaru, kas darbojas perpendikulāri nogāzes virsmai un reizināts ar berzes koeficientu $f = \operatorname{tg} \varphi$;
 c — saistes spēks uz laukuma vienību;
 F — nobīdes laukums.

Līdzsvara galējā stāvoklī, ja $F = 1$:

$$P \sin \alpha = P \cos \alpha \operatorname{tg} \varphi + c.$$

Dalot abas puses ar $P \cos \alpha$, iegūst

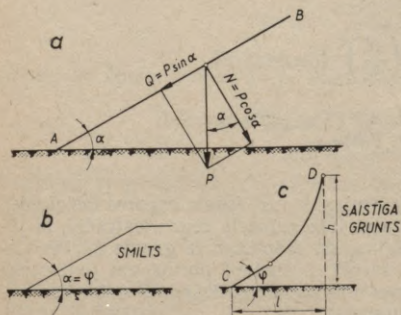
$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \varphi + \frac{c}{P \cos \alpha}.$$

Birstošām gruntīm

$$c = 0; \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \varphi; \alpha = \varphi,$$

kur φ — grunts iekšējais berzes leņķis (grādos).

Leņķi α , ar kādu ir izveidota nogāze līdzsvara galējā stāvoklī, sauc par dabiskās nogāzes leņķi. Birstošām gruntīm neatkarīgi no nogāzes augstuma dabiskās nogāzes leņķis α ir vienāds ar iekšējās berzes leņķi φ (63. att. *b*).



63. att. Grunts noturība nogāzē:

a — statiskā shēma; *b* — birstošas grunts nogāze; *c* — saistīgas grunts dabiskā nogāze

Saistīgām gruntīm dabiskās nogāzes leņķis α ir atkarīgs no nogāzes augstuma h .

Ja nogāze nav slogota, darbojas tikai grunts daļiņu pašsvars:

$$P = \gamma h$$

un

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \varphi + \frac{c}{\gamma h \cos \alpha}$$

kur γ — grunts īpatnējais svars.

Saistīgās un sausās gruntīs berzes koeficients $f = \operatorname{tg} \varphi$ salīdzinājumā ar saistes koeficientu ir mazs. Neievērojot $\operatorname{tg} \varphi$, iegūst šādu nogāzes vienādojumu:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{c}{\gamma h \cos \alpha}$$

vai

$$\sin \alpha = \frac{c}{\gamma h}$$

Ja $\sin \alpha = 1$, tad $h = \frac{c}{\gamma}$.

Šī vienlīdzība izsaka nogāzes augstumu h atkarībā no grunts saistes spēkiem (63. att. c).

Tādējādi zemes klātnes dabiskās nogāzes pareiza forma sausās un saistīgās gruntīs teorētiski ir liekta virsma CD , taču praktiski zemes klātnes nogāzes izveido taisnas ar noteiktu slīpumu.

Uzbērumiem, kuru augstums ir 1,0 m, atkarībā no grunts rakstura, zemes darbu izpildes veida un lietotiem mehānismiem nogāžu slīpumu pieņem 1 : 1,5 ÷ 1,3. Zemes klātnes izbūves īpašos apstākļos, piemēram, piepilsētu parku zonā, šādu uzbērums nogāzes izveido lēzenākas, proti, ar slīpumu 1 : 5.

Uzbērumiem, kas ir augstāki par 1,0 m un izbūvēti uz izturīgas dabiskas pamatnes, nogāžu slīpumu, neizdarot aprēķinu, pieņem vienādu ar 1 : 1,5. Šādā gadījumā uzbērums augstums nedrīkst pārsniegt 6,0 m, ja uzbērums ir veidots no māla, smilšaina māla, mālainas smilts vai smalkas smilts, vai 12,0 m, ja tas ir veidots no vidēji rupjas smilts, rupjgraudainas smilts, grantainas vai šķembveida grunts.

Ja uzbērums ir augstāks par 12,0 m, nogāzes augšējo daļu h_1 (sk. 11. att. b) līdz norādītajiem uzbērums augstumiem (6,0 vai 12,0 m) izveido ar slīpumu 1 : 1,5, bet apakšējo daļu h_2 — lēzenāku ar slīpumu 1 : 1,75.

Augstāku uzbērums nogāžu slīpumu nosaka pēc speciāla aprēķina.

Nogāžu slīpums, ja uzbērums ir veidots no akmens materiāliem, sniegts 29. tabulā.

Akmens materiālu uzbērumu nogāžu slīpums

Uzbēruma raksturojums	Uzbēruma augstums (m)	Nogāzes slīpums
Uzbērumus no akmens materiāliem, kas sabērti bez izlases	$\leq 6,0$	1:1,3
Uzbērumus no akmens materiāliem, kas lielāki par 25 cm, veidojot nogāzes pareizās kārtās	$6,0 \div 20,0$	1:1,5
Uzbērumus no akmens materiāliem, kuru augstums ir lielāks par 40 cm, veidojot nogāzes pareizās kārtās	$\leq 20,0$	1:1
Uzbērumus no akmens materiāliem, kuru augstums ir lielāks par 40 cm, veidojot nogāzes pareizās kārtās	$\leq 5,0$	1:0,5
	$5,0 \div 10,0$	1:0,7
	$> 10,0$	1:1

Akmens bērumam, kas pasargā uzbēruma nogāzi vai upes krastu no izskalošanas, noteikts šāds nogāzes slīpums: ja ūdens dziļums nepārsniedz 2,0 m, — 1:1, ja ūdens dziļums ir $2,0 \div 6,0$, — 1:1,5, bet, ja ūdens dziļums ir lielāks par 6,0 m, — 1:2.

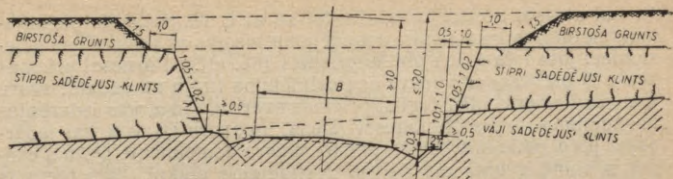
Ja uzbēruma konuss ir velēnots un netiek appludināts, konusa nogāzes jāveido ar slīpumu 1:1,5, ja uzbēruma augstums ir līdz 6,0 m; ja uzbēruma augstums ir $6,0 \div 12,0$ m, nogāzes augšējā daļa līdz 6,0 m jāizveido ar slīpumu 1:1,5, bet apakšējā daļa lēzenāka, proti, ar slīpumu 1:1,75.

Ja uzbēruma konusa nogāzes ir bruģētas, tās jāizveido ar slīpumu 1:1, ja uzbēruma augstums ir līdz 3,0 m, un ar slīpumu 1:1,25, ja uzbēruma augstums ir līdz 6,0 m. Ja uzbēruma augstums ir $6,0 \div 12,0$ m, tā apakšējai daļai līdz 0,25 m atzimei virs augstākā ūdens līmeņa (ievērojot viļņa augstumu) nogāze jāizveido ar slīpumu 1:1,5, bet nogāzes augšējās daļas slīpumam jābūt 1:1,25.

Ja kustības pārvada konusa nogāzes ir bruģētas, tās jāizveido ar slīpumu 1:1, ja uzbēruma augstums ir līdz 8,5 m, vai ar slīpumu 1:1,25, ja tā augstums ir $8,5 \div 12,0$ m.

Līdz 12,0 m dziļiem ierakumiem sausās apvidus vietās atkarībā no grunts veida nogāzēm, neizdarot aprēķinu, pieņem šādus slīpumus: 1:1,5 — viendabīgās māla, smilšaina māla, mālaines smilts un smilts grūntis ar normālu mitrumu, kā arī lesveida grūntis; 1:1 \div 1:1,5 — šķembveida grants un mēģeļa grūntis atkarībā no to uzbūves, noturības un ierakuma dziļuma; 1:1,5 \div 1:0,2 — klinšainās un stipri sadēdējušās iežu grūntis atkarībā no to īpašībām, sadēdējuma pakāpes un ierakuma dziļuma; 1:0,10 — klinšainās un vāji sadēdējušās grūntis, ja tajās nav plaisu.

Ierakuma nogāzes, kas caurraktas grūnts dažādiem slāņiem, jāizveido ar mainīgu slīpumu, kas atbilst attiecīgās grūnts noturībai. Sadēdējušās klints grūntis starp nogāzes apakšējo šķautni un sāngrāvja ārējo šķautni jāatstāj vismaz 0,5 m plata berma, kas izveidota ar 2% lielu kritumu sāngrāvja virzienā (64. att.). Ja ierakums ir dziļāks par 12,0 m, nogāzes slīpums jāpamato ar aprēķinu.

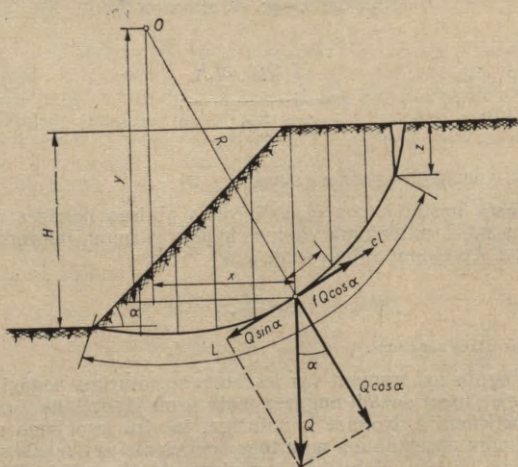


64. att. Ierakuma nogāzes slīpumi un bermu izveidojumi dažādos grunts slāņos.

Izveidojot ierakumus nelabvēlīgajos hidroģeoloģiskajos apstākļos, piemēram, mitrās apvidus vietās atsevišķos gadalaikos vai slapjās apvidus vietās, neatkarīgi no ierakuma dziļuma nogāzes slīpums jāpamato ar aprēķinu.

Lai izveidotu augstiem uzbērumiem vai dziļiem ierakumiem noturīgas nogāzes, to atsevišķos posmos maina slīpumu un dažādos augstumos izveido bermas, kas samazina notekošā virszemes ūdens ātrumu un atvieglo nogāžu uzturēšanu labā stāvoklī un to remontu. Šādas bermas izmanto arī nogāžu apskatei un remontmateriālu pievešanai.

Var pieņemt, ka nogāzes noslīd pa apaļu cilindrisku virsmu. Lai pārbaudītu nogāzes noturību, jāņem dažādas noslīdējuma virsmas, un jāaprēķina to noturības koeficienti.



65. att. Ierakuma nogāzes noslīdējuma aprēķina shēma

Lai atrastu noslidējuma virsmu, kurai ir vismazākais pieļaujamais noturības koeficients, noslidējuma masīvs ar vertikāliem griezumiem jāsadala 1,0 m platās prizmās (65. att.). Pārnesot prizmas svara Q pielikšanas punktu uz noslidējuma līniju un sadalot svaru Q divās komponentēs, iegūst prizmas svaru $Q \sin \alpha$, kas iedarbojas noslidējuma līnijas pieskares virzienā, un svaru $Q \cos \alpha$, kas iedarbojas perpendikulāri šim virzienam. Svara komponente $Q \sin \alpha$ cenšas nostumt grunts masīvu pa noslidējuma plakni. Tam pretojas iekšējais berzes spēks ($fQ \cos \alpha$) un saistes spēks cl .

Spēku momenti M_{not} , kas notur prizmu, un $M_{\text{gāz}}$, kas pārbīda prizmu attiecībā pret noslidējuma līknes centru O , ir šādi:

$$M_{\text{not}} = (fQ \cos \alpha + cl)R,$$

$$M_{\text{gāz}} = Q \sin \alpha R.$$

Uzbērums nogāzes visa masīva noturības koeficients k ir vienāds ar summāro noturošo un gāzošo momentu attiecību:

$$k = \frac{M_{\text{not}}}{M_{\text{gāz}}} = \frac{\sum_1^n (fQ \cos \alpha + cl)R}{\sum_1^n Q \sin \alpha R}.$$

Jebkurai 65. att. sniegtai prizmai, kas sadala uzbērums,

$$R \cos \alpha = y; \quad R \sin \alpha = x \frac{w}{g_i}$$

tāpēc

$$k = \frac{\sum_1^n fQy + cLR}{\sum_1^n Qx},$$

kur $L = \Sigma l$ — noslidējuma plaknes garums.

Nogāzes noslidējumos parasti rodas plaisas nogāzes augšējā daļā. Nosakot noslidējuma virsmas kopējo garumu, jāievēro plaisu dziļums z . Aprēķinos aptuveni pieņem

$$z = \frac{H}{3},$$

kur H — nogāzes augstums.

Lai iegūtu uzbērums vai ierakumam noturīgu nogāzi dotajā augstumā, jāņem dažādi nogāzes leņķi α un jāaprēķina tiem noturības koeficienti k . Nogāze ir noturīga, ja visu iespējamo noslidējuma virsmu aprēķinātais noturības koeficients nav mazāks par tā pieļaujamo vērtību. Noturības koeficienta k vismazākā pieļaujamā vērtība ir 1,5.

ŪDENS NOVADĪŠANA

32. §. Virszemes ūdens noteces aprēķināšana

Virszemes ūdens, kas lietus, kā arī sniega kušanas laikā notek pa uzbērumu un ierakumu nogāzēm vai pieplūst no apkārtnējā noteces baseina, samitrina zemes klātņi. Zemes klātnei bagātīgi samitrinoties, samazinās grunts nestspēja un tajā rodas dažādas deformācijas.

Notekošā ūdens daudzums ir atkarīgs no vietas klimatiskajiem apstākļiem, noteces baseina lieluma, apvidus reljefa, augu valsts segas, augsnes-grunts veida u. c. faktoriem.

Lai aprēķinātu notekošā ūdens daudzumu mazos baseinos, jāveic šādi pasākumi:

a) jānoteic nokrišņu daudzums vai sniega kušanas ūdens daudzums, kāds ir raksturīgs konkrētajam klimatiskajam rajonam. Aprēķinā jāizmanto meteoroloģisko staciju ilggadējie novērojumu dati;

b) jānoteic ūdens noteces zudumi, kādi iesūcas gruntī un iztvaiko un kādus aiztur augu valsts un baseina virsmas nelidzenumi;

c) jānoskaidro, kāda ietekme lietus ūdens un sniega kušanas ūdens noteces procesā ir noteces baseina lielumam, formai un slīpumam.

Virszemes ūdens noteces precīzu aprēķinu metodi ir izstrādājis tehnisko zinātņu doktors J. Boldakovs. Pēc šīs metodes aprēķināmam baseinam izzīmē noteces hidrogrāfu, kas raksturo virszemes ūdens noteces izmaiņu inženierdarinājumam noteiktā laikā. Šādi var noteikt ūdens kopējo daudzumu lietus periodā vai ūdens maksimālo pieteci inženierdarinājumam sekundē.

Lai konstruētu hidrogrāfu, jālieto palīgdatu tabulas, kas sastādītas pēc meteoroloģisko novērojumu statistiskajiem datiem.

Autoceļu ūdens novadīšanas sistēmas projektēšanas pirmajā stadijā lietus ūdens noteci Q parasti aprēķina pēc vienkāršotās J. Boldakova formulas:

$$Q = \psi (h - z)^{3/2} F^{2/3} \beta \gamma \delta \quad [\text{m}^3/\text{s}],$$

- kur ψ — morfoloģiskais koeficients, kas atkarīgs no baseina reljefa; ja baseins ir plakans (purvs), $\psi = 0,04 + 0,05$; līdzenā apvidū $\psi = 0,06 + 0,08$; paugurainā apvidū $\psi = 0,09 + 0,11$, bet kalnainā apvidū $\psi = 0,12 + 0,16$;
- h — noteces kārtas biezums — nokrišņu kārtas vidējais biezums lietus periodā visā baseina laukumā, atskaitot ūdens slāni, kas iesūcas gruntī (mm);
- z — nokrišņu kārtas biezums, kādu aiztur baseina augu valsts un reljefa virsmas nelidzenumi (mm);
- F — noteces baseina laukums (km^2);

- γ — koeficients, kas raksturo lietus lišanas apstākļus; ja baseina laukums ir liels, lietus var skart no tā tikai daļu; Padomju Savienības Eiropas daļā pieņem $\gamma=0,8 \div 1,0$;
- β — koeficients, kas raksturo virszemes ūdens notecēšanas aizkavējumu pēc lietus perioda. Ja noteces baseins ir plakans vai paugurains, $\beta=0,6 \div 0,95$; kalnainās vietās $\beta=0,7 \div 1,0$;
- δ — koeficients, kas raksturo ezeru platību baseinā.

Ja lietus ūdens noteces daudzumu mazam baseinam aprēķina pēc vienkāršotās formulas, jāraugās, lai aprēķinātais noteces daudzums Q nepārsniegtu nokrišņu kopējo daudzumu baseina platībā laika vienībā.

Pārbaudi izdara pēc šādas nevienlīdzības:

$$Q \leq 0,56hF\beta\gamma\delta \quad [\text{m}^3/\text{s}].$$

Atkarībā no lietus ūdens noteces PSRS teritorija ir sadalīta 10 klimatiskajos rajonos. Latvija ietilpst piektajā rajonā. Noteces kārtas biežumu h atbilstoši apvidus rajonam nosaka pēc speciālām tabulām.

Sniega kušanas ūdens noteci ietekmē gaisa temperatūra, baseina nogāžu novietojums attiecībā pret debess pusēm un sniega segas biežums. Šo ūdens noteces aprēķina metodiku arī ir izstrādājis J. Boldakovs. Pēc šīs metodes sniega kušanas ūdens noteci

$$Q_{\text{sn}} = \frac{(\gamma_{\text{sn}\omega} + h_1)F}{18 + 0,11\tau_1 L_0} \quad [\text{m}^3/\text{s}],$$

- kur γ_{sn} — koeficients, kas raksturo sniega kušanas nevienmērību ūdens noteces baseina laukumā; atkarībā no noteces baseina garuma vai platuma $\gamma_{\text{sn}}=0,80 \div 1,0$;
- ω — sniega kušanas ūdens tilpums ($1000 \text{ m}^3/\text{km}^2$), kas atkarīgs no kušanas intensitātes un rajona klimatiskajiem apstākļiem; pēc sniega kušanas apstākļiem PSRS teritorija ir sadalīta trīs klimatiskajos rajonos. Latvija ietilpst pirmajā rajonā;
- h_1 — pavasara lietus ūdens noteces kārtas biežums (mm). Ja baseina virsma ir ūdens uzsūcoša, $h_1=9$ mm, bet, ja tā ir ūdens necaurlaidīga (cementbetons, asfaltbetons), — $h_1=28$ mm;
- F — noteces baseina laukums (km^2);
- L_0 — attālums no noteces baseina smagumcentra līdz inženierbūvei;
- τ_1 — sniega kušanas ūdens noteces plūsmas ilgums (min/100 m); tā skaitliskā vērtība, kas ir atkarīga no gultnes neļūduma un noteces daudzuma Q , ir dota rokasgrāmatās.

Lai noteiktu mākslīgo inženierbūvju — caurteku atvēruma šķērs-griezumu vai tilta ailas platumu, jāaprēķina lietus ūdens noteces daudzums un jauktā ūdens (lietus un sniega kušanas) noteces daudzums. Tālākā aprēķinā jālieto lielākais noteces daudzums Q_{max} .

33. §. Sāngrāvju un caurteku hidrauliskie aprēķini

Projektējot autoceļa zemes klātni, jāaprēķina vajadzīgie sāngrāvju un novadgrāvju, kā arī caurteku šķērs-griezuma izmēri, kas nodrošina virszemes ūdens novadišanu.

Udens kustību sāngrāvjos un novadgrāvjos uzskata par vienmērīgu pašteces plūsmu, kurai ir brīva virsma. Šādas plūsmas galvenie hidrauliskie raksturojumi ir aktīvais (dzīvais) šķērsriezums, caurteces daudzums un vidējais tecēšanas ātrums.

Aktīvais šķērsriezums ir plakne, kas šķēļ vienmērīgo plūsmu tā, ka tecēšanas ātrums visos punktos ir vērsts perpendikulāri šai plaknei. Reālos tecēšanas apstākļos aktīvā šķērsriezuma virsma ir liekta, taču tās liekums ir neliels, tāpēc aprēķinos to pieņem kā plakni. Aktīvā šķērsriezuma laukumu apzīmē ar ω , tā formu raksturo saslāpinātais perimetrs χ un hidrauliskais rādiuss R .

Saslāpinātais perimetrs χ ir aktīvā šķērsriezuma perimetra tā daļa, kurā šķidrums saskaras ar sāngrāvja, novadgrāvja vai caurtekas sienām.

Hidrauliskais rādiuss R ir visnozīmīgākais šķidrums plūsmas šķērsriezuma raksturlielums, kas izsaka aktīvā šķērsriezuma laukuma ω attiecību pret saslāpināto perimetru χ :

$$R = \frac{\omega}{\chi}.$$

Ja aktīvais šķērsriezums raksturo laukumu, caur kuru var plūst šķidrums, bet saslāpinātais perimetrs sienu pretestību, tad aktīvā šķērsriezuma laukuma ω attiecība pret saslāpināto perimetru χ raksturo šķērsriezuma caurlaides spēju. Jo lielāks ir hidrauliskais rādiuss R , jo izdevīgāks ir konkrētais aktīvais šķērsriezums.

Dažādas formas sāngrāvju un novadgrāvju izveidojuma hidrauliskie raksturojuma parametri ir šādi:

trīsstūrveida šķērsriezuma sāngrāvim (66. att. a)

$$\omega = \frac{bh}{2}; \quad \chi = 2h\sqrt{1+m^2}; \quad R = \frac{b}{4\sqrt{1+m^2}}.$$

trapeceveida šķērsriezuma sāngrāvim (66. att. b)

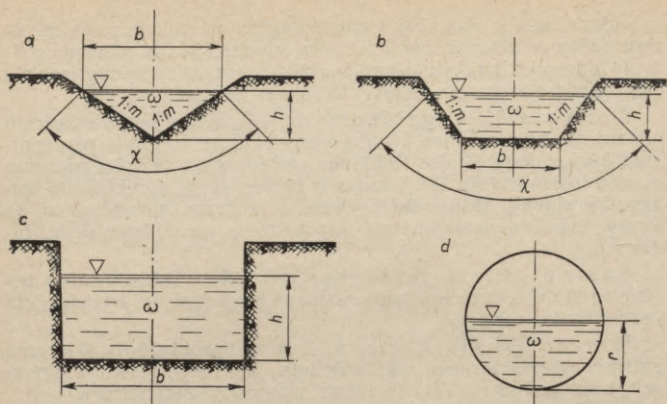
$$\omega = h(b+mh); \quad \chi = b + 2h\sqrt{1+m^2}; \quad R = \frac{h(b+mh)}{b + 2h\sqrt{1+m^2}};$$

taiņstūra šķērsriezuma sāngrāvim (66. att. c)

$$\omega = bh; \quad \chi = b + 2h; \quad R = \frac{bh}{b + 2h};$$

puspiepildītai apaļai caurtekai (66. att. d)

$$\omega = \frac{\pi r^2}{2}; \quad \chi = \pi r; \quad R = \frac{r}{2}.$$



66. att. Dažādas formas gultņu šķērsriezuma hidraulisko aprēķinu shēmas: a — trīsstūra šķērsriezumam; b — trapecveida šķērsriezumam; c — taisnstūra šķērsriezumam; d — apaļam šķērsriezumam

Caurteces daudzums Q ir vienāds ar šķidrums daudzumu, kāds laika vienībā izplūst caur aktīvo šķērsriezumu:

$$Q = \omega v \quad [\text{m}^3/\text{s} \text{ vai } l/\text{s}],$$

kur v — šķidrums plūsmas vidējais tecēšanas ātrums.

Ūdens tecēšanas vidējo ātrumu sāngrāvju un novadgrāvju hidrauliskā aprēķinā nosaka pēc Sezī formulas:

$$v = C \sqrt{Ri},$$

kur C — koeficients, kura skaitliskais lielums ir atkarīgs no šķērsriezuma ģeometriskās formas un izmēriem, kā arī no tecēšanas gultnes dibena un sienu negluduma;

i — tecēšanas gultnes garenkritums (‰).

Koeficienta C skaitliskā lieluma noteikšanai var lietot daudzas un dažādas empīriskas formulas. Praktiskajām vajadzībām lieto akadēmiķa N. Pavlovskā formulu, pēc kuras

$$C = \frac{1}{n} R^y,$$

kur n — negluduma koeficients; tā vērtības dotas 30. tab.;

y — rādītājs, kas atkarīgs no negluduma koeficienta n un hidrauliskā rādiusa R ; tā vērtības dotas 30. tab., taču to rādītāju var arī izskaitļot pēc šādas izteiksmes:

$$y = 2,5\sqrt{n} - 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0,10).$$

Atklātās gultnēs koeficientu C var noteikt pēc Bazena formulas:

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}},$$

kur γ — negluduma koeficients; tā vērtība dota 30. tabulā.

30. t a b u l a

Negluduma koeficientu skaitliskās vērtības

Gultnes raksturojums	Koeficientu vērtības		
	γ	n	y
Ļoti gluda virsma: ēvelēti dēļi, gluds cementa apmetums	0,06	0,011	0,125 ÷ 0,150
Gluda virsma: neēvelēti dēļi, betona un čuguna caurules vai ļoti gluds betonējums	0,16	0,012	0,142 ÷ 0,165
Vidēji gludas virsmas betonējums	0,28	0,014	0,154 ÷ 0,178
Negludas virsmas: labs laukakmeņu mūris, vidēji gluds betonējums vai vecs ķieģeļu mūris	0,46	0,017	0,167 ÷ 0,200
Novadgrāvju sienas parastā stāvoklī; upes ļoti labā stāvoklī (gultne tīra un taisna)	1,30	0,025	0,250
Zemes kanāli, kas aizauguši un kam ir akmeņains dibens; upju krasti labā stāvoklī	2,00	0,030	0,250
Kanāli ļoti sliktos apstākļos ar neregulāru profilu, kuri piegružoti ar akmeņiem un ūdensaugu sanesumiem	3,75	0,035	0,275
Novadgrāvji ļoti sliktā stāvoklī; akmeņains upes ar ūdensaugiem un sēkljiem	5,50	0,040	0,300

Sāngrāvju un novadgrāvju hidrauliskā aprēķinā parasti jārisina šādi pamatzdevumi:

a) jānosaka ūdens caurteces daudzums, kādu tie aizvada;

b) jānosaka vajadzīgais gultnes garenkritums, lai šķērsgriezuma forma un pildījuma dziļums nodrošinātu konkrēta caurteces daudzuma aizvadīšanu;

c) jānosaka pildījuma dziļums, kāds vajadzīgs, lai aizvadītu konkrēto caurteces daudzumu, kad zināms ir gultnes garenkritums.

Sos uzdevumus var risināt pēc vairākiem paņēmieniem.

1. Ja ir zināmi sāngrāvja vai novadgrāvja šķērsgriezuma forma un izmēri, dibena garenkritums, sienu un dibena segums, kā arī normālais pildījuma dziļums, šādas gultnes maksimālo caurlaides spēju nosaka tieši pēc Sezī formulas.

Piemērs. Trapecveida sāngrāvim, kas parādīts 66. att. b , ir šādi izmēri: $b = 0,5$ m; $1 : m = 1 : 1,5$; $h = 0,6$ m; $i = 6\text{‰}$. Jānosaka ūdens caurteces daudzums Q .

Risinajums. Aktīvais šķērsriezums

$$\omega = h(b + mh) = 0,6(0,5 + 1,5 \cdot 0,6) = 0,84 \text{ (m}^2\text{);}$$

saslapinātais perimetrs

$$\chi = b + 2h\sqrt{1+m^2} = 0,5 + 2 \cdot 0,6\sqrt{1+1,5^2} = 2,66 \text{ (m);}$$

hidrauliskais rādiuss

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{0,84}{2,66} = 0,32 \text{ (m);}$$

tecēšanas vidējais ātrums (pēc Sezī formulas)

$$v = C\sqrt{Ri} = 30\sqrt{0,32 \cdot 0,006} = 1,32 \text{ (m/s);}$$

koeficienta C vērtība (sk. 30. tab.) noteikta pēc Pavlovska formulas sāngrāvju sienām parastā stāvoklī, kad $n=0,025$ un $y=0,25$;
sāngrāvja caurteces daudzums

$$Q = \omega v = 0,84 \cdot 1,32 = 1,11 \text{ m}^3/\text{s}.$$

2. Ja ir zināma sāngrāvja vai novadgrāvja caurtece, šķērsriezuma forma un izmēri, sienu un dibena segums un normālais pildījuma dziļums, gultnes dibena vajadzīgo garenkritumu atrod pēc šādas pārveidotas Sezī formulas:

$$i = \frac{v^2}{C^2 R} = \frac{Q^2}{\omega^2 C^2 R}.$$

3. Ja ir zināma sāngrāvja vai novadgrāvja caurtece, šķērsriezuma forma un izmēri, sienu un dibena segums, bet jānosaka normālais pildījuma dziļums, uzdevumu risina pēc izvēles metodes.

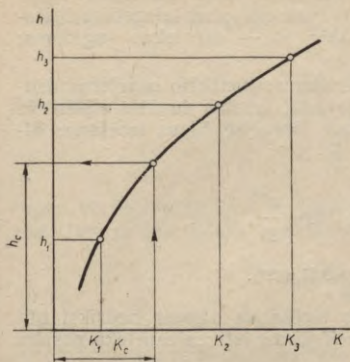
Vienmērīgā pašteces kustībā caurteces daudzums gultnē aizņem noteiktu dziļumu, ko sauc par normālo (ierasto) ūdens tecēšanas dziļumu.

Pildījuma dziļumu noteic pēc šādas caurteces moduļa K aprēķina izteiksmes:

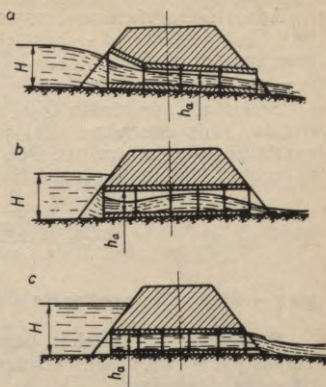
$$K = \omega C\sqrt{R} = \frac{Q}{\sqrt{i}}.$$

Pildījuma dziļums ietilpst caurteces moduļa izteiksmē, tas ir atkarīgs no aktīvā šķērsriezuma laukuma, hidrauliskā rādiusa un Sezī formulas koeficienta C vērtības. Tāpēc konkrētajai šķērsriezuma formai izvēlas vairākas papildījuma dziļuma h vērtības un aprēķina šiem pildījuma dziļumiem atbilstošās caurteces moduļa K vērtības. Pēc tam taisnleņķu koordinātu sistēmā konstruē līkni, kas izteic caurteces moduļa K vērtības atkarībā no pildījuma dziļuma h (67. att.).

Lai atrastu caurteces pildījuma normālo dziļumu h_c , grafikā no abscisas punkta, kas atbilst dotā caurteces daudzuma Q izskaitļotajai caurteces moduļa K_c vērtībai, novelk perpendikulu, kamēr tas



67. att. Gultnes normālā pildījuma dziļuma aprēķina shēma



68. att. Caurteku aprēķina shēmas: a — bezspiediena caurteka; b — pusspiediena caurteka; c — spiediena caurteka

krustojas ar konstruēto likni. Iegūtā punkta ordināte ir vienāda ar caurteces normālā pildījuma dziļumu h_c .

Autoceļu būvniecībā parasti lieto apaļa vai taisnstūra šķērsriezuma saliekamas dzelzsbetona caurtekas.

Caurteku hidrauliskais aprēķins ir atkarīgs no ūdens caurteces režīma. Pēc hidrauliskās darbības caurtekas iedala bezspiediena, pusspiediena un spiediena caurtekās. Liela loma ir arī caurtekas ieteces un izteces galu posmu konstruktīvajam izveidojumam: pareizas formas gala posmi veicina ūdens caurtecī, bet nepareizas formas gala posmi rada ūdens virpuļošanu, kas var izskalot zemes klātni un gultni.

Bezspiediena caurteku aprēķina, pieņemot caurteku kā ūdens pārgāzi ar platu sliekšni. Ūdens caurvadišana noris straumē ar brīvu virsmu bez uzstādīnājuma pirms ieteces (68. att. a). Tāpēc bezspiediena caurteku aprēķinā parasti pieņem, ka ūdens dziļums H pirms ieteces caurtekā nav lielāks par 0,9 no caurteces ailas augstuma h_a . Ja caurteka ir apaļa, caurtekas ailas augstums h_a ir vienāds ar tās diametru d ($h_a = d$). Ūdens bezspiediena tecēšanas režīms novērojams caurtekās ar sienas gala posmu parastu izveidojumu, ja $H \leq 1,2h_a$; apteškošas formas gala posmu gadījumā $H \leq 1,4h_a$.

Saliekamās dzelzsbetona caurtekas izgatavo rūpnieciski pēc noteiktiem tipveida izmēriem, tāpēc bezspiediena caurteku ailu aprēķinā izmanto tipveida caurteku maksimālās caurteces rādītājus.

Apāja šķērsriezuma bezspiediena caurtekām maksimālā caurtece $Q_{\max} = 1,42d^{5/2}$ (d — caurtekas diametrs), bet taisnstūra šķērsriezuma caurtekām $Q_{\max} = 1,77bh^{3/2}$ (h — caurtekas augstums; b — caurtekas platums).

Salīdzinot aprēķināto Q_{\max} vērtību ar konkrēto caurteces daudzumu, kāds caurtekas ailai jāizvada, izvēlas tuvāko atbilstošo caurteku tipveida izmērus. Pēc tam jāprecizē ūdens tecēšanas ātrums v un dziļums h_a caurtekā:

$$v = \sqrt[3]{\frac{Qg}{b}}; \quad h_a = \frac{v^2}{g},$$

kur g — brīvās krišanas paātrinājums ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$).

Bezspiediena caurtekās ūdens tecēšanas ātrums nedrīkst būt lielāks par 6 m/s. Ūdens dziļumu H pirms ieteces caurtekā nosaka pēc šādas formulas:

$$H = h_a + 0,071v^2.$$

Parasti bezspiediena caurteku ailu aprēķinā izmanto datus, kas attiecīgajiem caurteces daudzumiem Q sniegti speciālās tabulās, kuras sastādītas pēc caurteku tipveida šķērsriezuma izmēriem. Caurteikai minimālo diametru $d = 0,75 \text{ m}$ pieņem, ja caurteka nav garāka par 15,0 m. Caurtekām, kuru garums ir līdz 30,0 m, minimālais diametrs $d = 1,0 \text{ m}$.

Pusspiediena režīms caurtekā iestājas, ja tās ieteces gals ir appludināts, bet ūdens caurvadišana noris straumē ar brīvu virsmu (68. att. *b*).

Pusspiediena caurteku ailu aprēķinā caurteces daudzums

$$Q = \varphi e \omega_a \sqrt{2g(H - h_a)},$$

kur φ — ātruma koeficients; caurtekām ar ieteces gala posma sienas parastu izveidojumu $\varphi = 0,85$, bet aptekošas formas gala posmiem $\varphi = 0,95$;

e — sašaurinājuma koeficients; apaļa šķērsriezuma caurtekām $e = 0,65$, bet taisnstūra šķērsriezuma caurtekām $e = 0,60$;

ω_a — caurtekas ailas šķērsriezuma laukums.

Spiediena režīms caurtekā iestājas, ja ūdens pilnīgi piepilda caurteku visā garumā un tās ieteces gala posms ir appludināts dziļumā $H \geq 1,4h_a$ (68. att. *c*). Caurtekas kritumam i jābūt mazākam par berzes kritumu i_b ; apaļa šķērsriezuma caurtekām

$$i_b = \frac{q^2}{576d^{16/3}}.$$

Spiediena caurteku aprēķina šādā secībā. Pēc konkrēta caurteces daudzuma Q un pieļaujamā ūdens tecēšanas ātruma v_p nosaka caurtekas šķērsgriezumu

$$\omega = \frac{Q}{v_p}$$

un diametru

$$d = \sqrt{\frac{4\omega}{\pi}}$$

kura vērtību noapaļo līdz tipveida caurtekas tuvākajai vērtībai. Pēc tam precizē ūdens tecēšanas faktisko ātrumu caurtekā

$$v_{\text{fak}} = \frac{Q}{\omega_{\text{fak}}}$$

lai būtu ievērots nosacījums $v_{\text{fak}} \leq v_p$. Ūdens tecēšanas pieļaujamais ātrums spiediena caurtekās ir atkarīgs no izbūves materiāla vai caurtekas guldījuma vietas grunts.

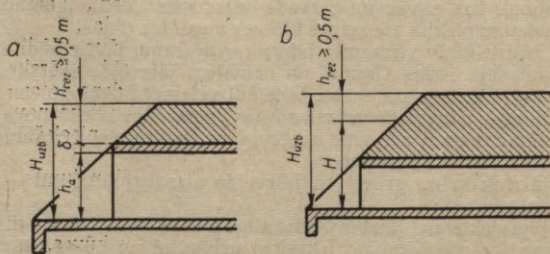
Ūdens uzstādīnājuma augstums virs caurtekas izteces vietas horizontālās virsmas

$$H = \frac{Q^2}{2g\omega_a^2\varphi^2} + d + L(i_b - i),$$

kur φ — ātruma koeficients caurtekas ietece vietā;
 L — caurtekas garums.

Ja ūdens caurteces daudzums ir liels, to izvada pa vairākām caurteku ailām, tāpēc caurtekas pēc ailu skaita iedala ar vienu, divām vai trijām ailām. Caurtekas vairāku ailu lietderīgumu nosaka pēc ekonomiskajiem apsvērumiem. Spiediena caurtekas var izbūvēt tikai tādās vietās, kurās ir pieļauta uzstādīnājuma rašanās.

Caurtekās aprēķinā svarīgi ir pareizi noteikt tās garumu un uzbērumā minimālo augstumu caurtekas ietece galā.



69. att. Uzbēruma minimālais augstums virs caurtekas:
 a — bezspiediena caurtekām; b — pusspiediena un spiediena caurtekām

Bezspiediena caurtekām atbilstoši celtniecības normām un noteikumiem uzbēruma minimālais augstums virs caurtekas ir noteikts 0,5 m. Tāpēc bezspiediena caurtekām (69. att. a) uzbēruma minimālajam augstumam caurtekas ieteces vietā jābūt

$$H_{uzb} = h_a + \delta + h_{rez},$$

- kur δ — caurtekas sienas biezums;
 h_a — caurtekas ailas augstums;
 h_{rez} — uzbēruma augstums virs caurtekas; parasti $h_{rez} \geq 0,5$ m.

Pusspiediena un spiediena caurtekām (69. att. b) uzbēruma minimālajam augstumam jābūt

$$H_{uzb} \geq H + h_{rez},$$

- kur H — lielākais ūdens uzstādīšanas aprēķina augstums pie ieteces caurtekā;
 h_{rez} — uzbēruma augstuma rezerve virs ūdens augstākā līmeņa. Parasti $h_{rez} \geq 0,5$ m.

Ja uzbēruma nogāzes slīpums ir nemainīgs, caurtekas garums

$$L = [B + 2m(H_{uzb} - h_a - \delta) + s + 0,20] \frac{1}{\sin \alpha} \quad [m],$$

- kur B — ceļa klātnes platums (m);
 m — uzbēruma nogāzes slīpuma koeficients;
 s — caurtekas pagarinājums, ko izraisa tās ass slīpais nostādījums pret horizontālu virsmu; $s = Lmi$ (m);
 i — caurtekas garenkritums (‰);
0,20 — caurtekas gala posmu izvirzījums ārpus uzbēruma nogāzes (m);
 α — leņķis starp ceļa asi un caurtekas asi.

34. §. Virszemes ūdens novadīšana

Autoceļa zemes klātni var pasargāt no virszemes ūdens kaitīgās iedarbības, ja izbūvē attiecīgu ūdens novadīšanas sistēmu, kurā ietilpst dažādas mākslīgas inženierbūves un atsevišķi konstruktīvi izveidojumi, kas savāc un aizvada virszemes ūdeni, tādējādi neļaujot ūdenim pieklūt pie zemes klātnes augšējās daļas.

Lai nodrošinātu virszemes ūdens novadīšanu, jāveic šādi darbi:

1) autoceļa segas virsmai un nomalēm jāizveido šķērskritums virzienā no autoceļa garenass, tādējādi veicinot ūdens noteci;

2) jāizrok sāngrāvji un novadgrāvji; dažkārt ūdens novadīšanas sistēmā iekļauj arī sānu rezerves un, ja tas nepieciešams, izveido iztvaicēšanas baseinus;

3) jāizrok kalna grāvji un jāizveido aizsargplanējumi — bermas, banketes utt.;

4) jāprojektē un jāizbūvē mākslīgās inženierbūves — tilti un caurtekas, kā arī jāizveido filtrējoši uzbērumi un būves, kuri palīdz novadīt ūdeni no zemes klātnes vai tai caurvadīt virszemes ūdeni.

Caurtekas, kas ir vienkāršākās maksīgās inženierbūves, lieto nelielu ūdensšķēršļu pārvarēšanai. Caurtekas ir standartizētas. Tās parasti izgatavo ar apaļu šķērsgriezumu, bet retāk ar taisnstūra, ovālu vai arkveida šķērsgriezumu.

Apaļo dzelzsbetona caurteku diametri ir 0,75; 1,00; 1,25; 1,50 vai 2,00 m, bet taisnstūra, ovālo vai arkveida caurteku ailu atvērumi 1,00; 1,25; 2,00; 2,50; 3,00; 4,00; 5,00 vai 6,00 m.

Lielāku ūdensšķēršļu pārvarēšanai projektē un izbūvē tiltus. Atkarībā no tiltu garuma tos iedala trīs grupās: mazos tiltos, kuru garums ir līdz 25,0 m, vidējos tiltos, kuru garums ir 25,0 ÷ 100,0 m, un lielos tiltos, kuru laiduma garums ir lielāks par 100,0 m.

Sāngrāvji savāc un novada virszemes ūdeni no ceļa klātnes un brīvjoslās. Tos izrok ar ovālu, trīsstūra vai trapeces šķērsgriezumu. Sāngrāvja šķērsgriezumu pamato ar hidraulisko aprēķinu, ievērojot ūdens pieteces daudzumu, apvidus klimatiskos apstākļus un grunts ģeoloģiskos apstākļus.

Ovāla šķērsgriezuma sāngrāvjus izrok ar lēzenām nogāzēm (slīpums 1:3), veidojot nelielus uzbērumus. To dziļums 0,3 m.

Trīsstūra šķērsgriezuma sāngrāvjus projektē dziļākus ar stāvākām nogāzēm; to slīpums ir 1:1,5 ÷ 1:3 (sk. 10. att. a).

Trapeces šķērsgriezuma sāngrāvjus ierīko virszemes ūdens novadīšanai no uzbērumiem un ierakumiem. Parasti trapeces šķērsgriezuma sāngrāvja dibena platums ir 0,4 m, bet nogāžu slīpums 1:1,5 (sk. 13. att. a).

Sāngrāvju minimālie dziļumi visām klimatiskajām zonām atkarībā no grunts veida doti 31. tabulā.

31. tabula

Autoceļa sāngrāvju minimālie dziļumi

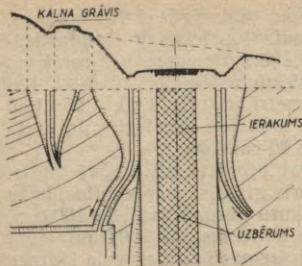
Grunts veids	Minimālais sāngrāvja dziļums (m)
Smalka smilts, vidēji raupja smilts un viegla mālaina smilts	0,6
Smaga mālaina smilts un putekļaina smilts	0,7
Smags smilšains māls, trekns māls, putekļains māls un smilšains māls	0,8
Putekļaina mālaina smilts, smaga putekļaina, mālaina smilts, viegls smilšains māls un viegls putekļains, smilšains māls	0,9
Klīnšainas gruntis	0,4

Piezīmes. 1. Visos gadījumos sāngrāvja dziļumam jābūt tādām, lai drenu grāvīšu iztece būtu vismaz 20 cm virs sāngrāvja dibena.

2. Autoceļa garenvirzienā virszemes ūdeni novada, izveidojot sāngrāvjus ar noteiktu garenkritumu.

3. Sāngrāvju minimālais garenkritums II klimatiskajai zonai noteikts 5‰.

4. Vietās, kur sāngrāvjiem nevar nodrošināt minimālo garenkritumu, autoceļa klātne jāizbūvē uzbērumā atbilstoši norādījumiem, kas sniegti 25. tab. (sk. 104. lpp.).



70. att. Ūdens izvadišana no ierakuma un kalna grāvja

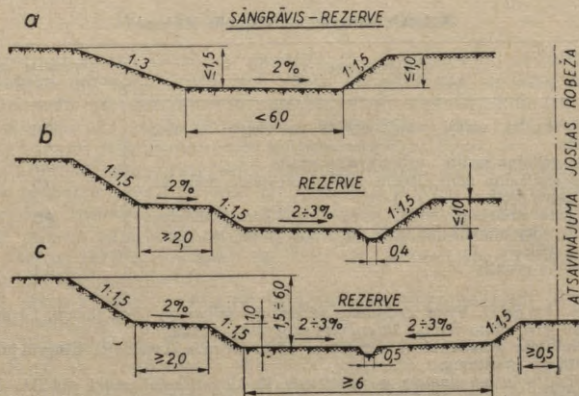
Lai nodrošinātu ūdens ātru novadišanu un novērstu sāngrāvju pārplūšanu, pēc iespējas bieži (ik pēc 200÷500 m) ūdens no sāngrāvjiem jāizvada sānis, šim nolūkam izmantojot apvidus reljefa zemākās vietas. Nedrīkst pieļaut, ka ierakuma sāngrāvjos ieplūst ūdens

no kalna grāvjiem un rezervēm. Ūdens no sāngrāvjiem jāizvada sānis arī vietās, kurās zemes klātnes pāriet no uzbēruma ierakumā (70. att.).

Apvidū ar šķērskritumu ūdeni caur uzbēruma masīvu izvada ar caurtekām.

Sānu rezerves jāizrok tā, lai iegūtu pietiekamu grunts daudzumu zemes klātnes izbūvei un nodrošinātu virszemes ūdens pilnīgu novadišanu. Atkarībā no vietējiem apstākļiem izrok līdz 1,5 m dziļas sānu rezerves, veidojot nogāzes ar slīpumu 1:1,5÷1:3. Sānu rezervju ģeometriskai formai jābūt pareizai, jo šis apstākļis uzlabo autoceļa izskatu.

Sānu rezervēm, kuru platums ir līdz 6,0 m, jābūt ar 2÷3% lielu šķērskritumu virzienā uz rezerves ārējo malu (71. att. a).



71. att. Autoceļa sānu rezervju tipveida šķērsriezumi

Ja uzbērums ir augstāks par 1,0 m, starp nogāzes pēdu un rezervi jāatstāj vismaz 2,0 m plata berma, kas veidota ar 2% lielu šķērskritumu rezerves virzienā (71. att. b).

Sānu rezervēm, kas ir platākas par 6,0 m (71. att. c), ūdens ātrai novadīšanai jāizveido 2% liels šķērskritums rezerves vidus virzienā, kur jāizrok trapeces šķērsgriezuma grāvis.

Tā dibens platumam jābūt 0,4 ÷ 0,5 m, bet nogāžu slīpumam — 1 : 1,5. Grāvja dziļums jāpamato ar aprēķinu.

Autoceļa garenvirzienā ūdeni no sānu rezervēm izvada, izveidojot rezervēi garenkritumu, kas nav mazāks par garenkritumu, kāds noteikts attiecīgās klimatiskās zonas autoceļu sāngrāvjiem. Lai novērstu rezervju izskalošanu, vietās, kurās ir liels reljefa garenkritums, sānu rezerves jāizrok atsevišķu posmu veidā; katra šāda posma garenkritums jānosaka atkarībā no grunts veida. Atsevišķos posmus savstarpēji savieno ar pakāpienveidā izraktiem un nostiprinātiem grāvjiem. Parasti viena pakāpiena augstums ir 0,25 m.

Ūdeni, kas plūst pa rezervi, novada līdz tuvākajai ūdenstecei, kura šķērso autoceļu, vai arī novada sānis uz apvidus reljefa zemākajām vietām.

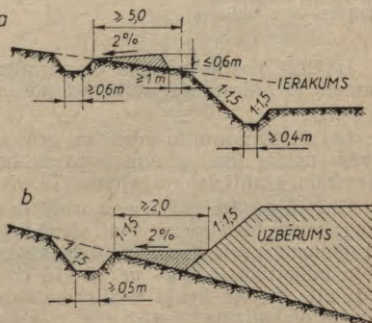
Kalna grāvji savāc ūdeni, kas plūst pa kalna nogāzēm, un to novada līdz tuvākajai ieplakai, novadgrāvim vai mākslīgai inženierbūvei — caurtekai. Kalna grāvjus rok ne tuvāk par 5,0 m no ierakuma nogāzes ārējās šķautnes, veidojot nogāzes ar slīpumu 1 : 1,5. Izrakto grunti saber grāvja garenvirzienā ierakuma pusē, veidojot banketi, kurai jābūt ar 2% lielu šķērskritumu kalna grāvja virzienā (72. att. a).

Ja autoceļam kalna pusē ir atbērtne, kalna grāvis jārok augstāk par atbērtni, atstājot starp atbērtnes pēdu un kalna grāvja šķautni vismaz 1,0 m platu bermu.

Kalna grāvju šķērsgriezums parasti ir trapece, kura dibena platums ir 0,5 ÷ 0,6 m. Kalna grāvju garenkritumam jābūt vismaz 5‰.

Lai aizsargātu uzbēruma nogāzes pēdu, jāizveido aizsargplanējums — vismaz 2,0 m plata bankete ar 2% lielu šķērskritumu kalna grāvja virzienā (72. att. b).

Bermas un banketes papildus aizsargā zemes klātņi no pārmitrināšanas



72. att. Kalna grāvji

un pārplūšanas ar ūdeni, kas tek pa sāngrāvjiem, kalna grāvjiem un autoceļa sānu rezervēm.

Pa novadgrāvjiem ūdens no sāngrāvjiem vai sānu rezervēm aizplūst uz reljefa pazeminātām vietām, upēm, strautiem, ezeriem utt.

Iztvaicēšanas baseinus iekārto līdzinā apvidū, kad ūdens izvadīšana no sāngrāvjiem un rezervēm ir apgrūtināta. Tos izrok apvidus reljefa pazeminātās vietās, bet ne tuvāk par 20,0 m no autoceļa klātnes šķautnes.

35. §. Grāvju nostiprinājumi

Autoceļa sāngrāvjos parasti nav daudz tekošā ūdens. Normālos apstākļos grāvju pildījuma dziļums nepārsniedz $10 \div 20$ cm. Tomēr, ja grāvja garenkritums ir liels, ūdens tecēšanas ātrums var palielināties tiktāl, ka tiek izskalots grāvja dibens un nogāzes. Lai to novērstu, grāvja dibens un nogāzes jānostiprina.

Nostiprinājuma veids ir atkarīgs no grāvja garenkrituma un grunts apstākļiem. To ieteicams izvēlēties pēc datiem, kas sniegti 32. tabulā.

32. tabula

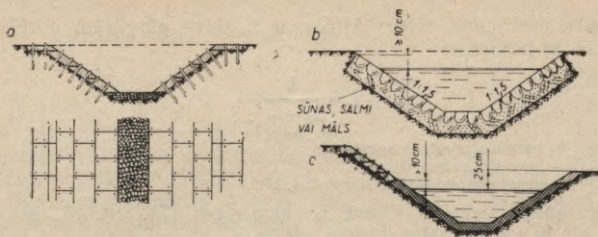
Sāngrāvju nostiprinājuma veidi

Nostiprinājuma veids	Grāvja garenkritums (%)	
	smilts, mālains smilts un lesveida grunts	smilšaina māla un māla grunts
Nostiprinājums nav vajadzīgs	≤ 1	≤ 2
Apsēts ar zālājiem vai noklāts ar veļēnām	$1 \div 3$	$2 \div 3$
Mālbetons, bruģējums	$3 \div 5$	$3 \div 5$
Pārgāzes un straujtecēs	> 5	> 5

Izvēlētā nostiprinājuma piemērotība atsevišķos gadījumos jāpamato ar hidraulisko aprēķinu, nosakot ūdens tecēšanas ātrumu grāvī.

Lai ātrāk novadītu ūdeni un grāvjus varētu labi iztīrīt, ar veļēnām noklāj tikai grāvju nogāzes, bet to dibenus nostiprina ar šķembām, granti vai bruģējumu (73. att. a).

Grāvju nogāzes un dibenu bruģē ar maziem $12 \div 14$ cm augstiem bruģakmeņiem, kuriem jābūt vienādiem pēc formas un izmēriem. Bruģējumu izveido uz 5 cm biezas sūnu vai salmu kārtas, bet, ja šādu materiālu nav, — uz $10 \div 15$ cm biezas blīvas māla kārtas (73. att. b). Ar bruģi nostiprinātajos grāvjos ūdens tecēšanas ātrums pieļaujams $2,5 \div 3,5$ m/s.

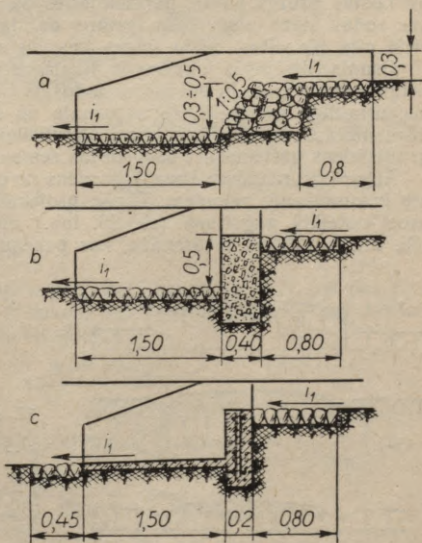


73. att. Sāngrāvju nostiprinājumi:

a — ar velēnām; b — ar brūģējumu; c — stabilizējot grūnti

Pēdējos gados grāvju nogāžu nostiprināšanā sāk lietot organiskās saistvielas. Stabilizējot grūnti 5÷10 cm biežā kārtā (73. att. c), ūdens tecēšanas pieļaujamais ātrums grāvī var sasnīgt 2,0÷3,0 m/s.

Ja grāvju garenkritums ir liels, jāierīko pakāpes vai pārgāzes. Pārgāzes augstums parasti ir 0,25÷0,3 m, retāk — 0,5÷0,6 m. Grāvja dibena garenkrituma lielums starp pārgāzēm ir atkarīgs



74. att. Pārgāzes izveidojumi:

a — ar akmens mūri; b — no betona; c — no saliekamiem dzelzsbetona elementiem

no nostiprinājuma veida. Attālumu L starp pārgāzēm aprēķina pēc šādas formulas:

$$L = \frac{h}{i_2 - i_1},$$

kur h — pārgāzes sieniņas augstums;
 i_2 — autoceļa garenkritums;
 i_1 — grāvja garenkritums starp pārgāzēm.

Pārgāzes sieniņas izbūvē no akmieniem (74. att. a), betona (74. att. b) vai dzelzsbetona (74. att. c).

Izbūvētās pārgāzes izmaina ūdens vienmērīgās tecēšanas režīmu grāvja gultnē — pirms pārgāzes un aiz tās novērojama ūdens nevienmērīga kustība. Lai novērstu izskalojumu rašanos, grāvja gultne pirms un pēc pārgāzes jānostiprina ar bruģējumu.

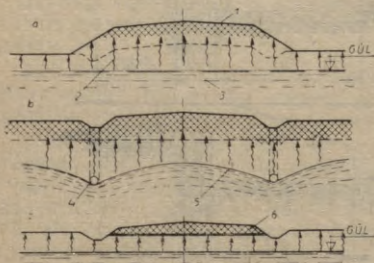
Kalnainos apvidos grāvju gultni nostiprina, izbūvējot akmens, betona vai dzelzsbetona straujteces un kritakas, kuras slāpē ūdens tecēšanas ātruma enerģiju.

36. §. Drenāža

Gruntsūdens stipri ietekmē zemes klātnes noturību. Tas sūcas un kustas grunts porās, pārvietojoties pa ļoti sīkajiem kanāliem, kas rodas starp atsevišķām grunts daļiņām, jo tās nepieklaujas cieši cita pie citas. Šādu ūdens kustību sauc par filtrāciju.

Grunts filtrējošās īpašības ir atkarīgas no tās atsevišķo daļiņu lieluma un formas. Ja ūdenscaurlaidošais slānis atrodas virs ūdens necaurlaidīga minerālā slāņa pamata un no virsas to nepārsedz ūdens necaurlaidīgs slānis, noris bezspiediena filtrācija. Šādā veidā gruntsūdens galvenokārt pārvietojas zemes klātnes izbūves vietās.

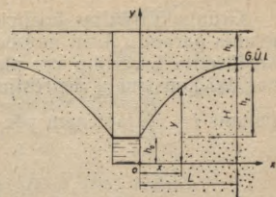
Augsts gruntsūdens līmenis ir viens no galvenajiem zemes klātnes kūkumošanās cēloņiem. Tāpēc, projektējot zemes klātni, tā jāpaceļ noteiktā augstumā (sk. 26. tab.) virs gruntsūdens līmeņa (75. att. a), jāiekārto drenāža, kas pazemina gruntsūdens līmeni



75. att. Gruntsūdens ietekmes novēršana:

a — pacelot gultnes dibena atzīmi;
 b — izbūvējot drenāžu; c — izveidojot ūdens necaurlaidīgu starpkārtu;
 1 — sausa grunts; 2 — ūdens kapilārās pacelšanās augstums; 3 — gruntsūdens; 4 — drenu caurule; 5 — depresijas līkne; 6 — izolācijas materiāla starpkārta

76. att. Depresijas liknes aprēķina shēma



(75. att. b), vai zemes klātne no gruntsūdens jāizolē ar ūdensnecaurlaidīgu starpkārtu (75. att. c).

Drenāžas uzdevums ir radīt samazinātu hidrostatiskā spiediena zonu grunts kārtā, kas piesūcināta ar gruntsūdeni. Visvienkāršāk to var sasniegt, izrokot atklātu drenāžas grāvi, ko veido ar vertikālām sienām. Radīto hidrostatisko spiedienu starpības ietekmē gruntsūdens filtrējas caur grunti un satek drenāžas grāvī. Gruntsūdens virsma ir liekta. Šķeļot šo virsmu ar vertikālu plakni, kas perpendikulāra drenāžas grāvja asij, iegūst parabolu — depresijas likni (76. att.), kuras parametrus x un y var izteikt divējādi:

a) ar depresijas liknes vidējo kritumu i :

$$y^2 = h_0^2 + \operatorname{tg} \beta (H + h_0) x,$$

bet

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{H - h_0}{L} = i,$$

kur i — depresijas liknes vidējais kritums;
 L — drenāžas darbības attālums;
 H un h_0 — sk. 76. att.;

b) ar ūdens pieteces daudzumu q , kas attiecināts uz drenāžas garuma vienību,

$$y^2 = y_0^2 + \frac{2q}{k} x,$$

kur k — grunts filtrācijas koeficients.

Pēc pirmā vienādojuma konstruē depresijas likni, bet pēc otrā vienādojuma aprēķina pietekošā ūdens daudzumu q , kas attiecināts uz drenāžas garuma vienību:

$$q = \frac{k(y^2 - h_0^2)}{2x},$$

Ja $x = L$ un $y = H$, ūdens pieteces daudzums

$$Q = \frac{kl(H^2 - h_0^2)}{2L} \approx \frac{klH^2}{2L},$$

kur l — drenāžas grāvja garums.

Grunts filtrācijas koeficientu k nosaka laboratorijā, pārbaudot grunts paraugu, kam nav bojāta struktūra. Aptuvenam aprēķinam koeficienta k vērtību var pieņemt pēc datiem, kas sniegti 33. tab., bet, lai konstruētu depresijas likni, tās vidējā krituma aptuvenais lielums $i = \frac{H}{L}$ jāpieņem pēc datiem, kas sniegti 34. tabulā.

33. tabula

Grunts filtrācijas koeficients

Grunts veids	Filtrācijas koeficients k (m diennaktī)
Tīra rupjgraudaina grunts	≥ 30
Vidēji rupja smiltis	10
Smalka smiltis	5
Mālaina smiltis	≤ 3
Smilšains māls	$\leq 0,0003$
Māls	$\leq 0,000005$

34. tabula

Depresijas līknes vidējais kritums

Grunts veids	Depresijas līknes vidējais kritums $i = \frac{H}{L}$
Oļi vai rupjgraudaina smiltis	0,003 ÷ 0,005
Smiltis (atkarībā no graudu rupjuma)	0,005 ÷ 0,015
Mālaina smiltis	0,02 ÷ 0,05
Smilšains māls	0,05 ÷ 0,10
Māls	0,10 ÷ 0,15

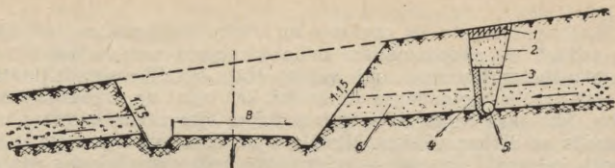
Drenāžas efektivitāte ir atkarīga no grunts veida un ūdens pieplūdes ātruma. Drenāža, kas ierikota mazfiltrējošās smilšaina māla un māla gruntīs, nav pietiekami efektīva.

Gruntsūdens līmeni ne vienmēr var pazemināt atklātā veidā, jo tad ir jārok dziļi grāvji. Tāpēc bieži vien izbūvē slēgto drenāžu.

Autoceļu būvniecībā slēgto drenāžu ieriko zem sāngrāvjiem tāda dziļumā, kas nav mazāks par zemes sasalšanas dziļumu. Šajā gadījumā ūdens neaizsalst un drenāža darbojas nepārtraukti visu gadu; it īpaši liela nozīme tam ir pavasaros, kad gruntsūdens līmenis ir augsts.

Drenāžas grāvja dibena platumam jābūt 0,4 ÷ 0,5 m, ja grāvja dziļums ir līdz 1,25 m, vai 0,7 ÷ 1,0 m, ja grāvis ir dziļāks.

Ūdens, kas ieplūst drenāžas grāvī, tiek novadīts uz atklātiem grāvjiem pa drenāžas caurulēm.



77. att. Drenāža gruntsūdens novadīšanai kalna nogāzē:

- 1 — ūdensnecaurlaidīga grunts; 2 — rupjgraudaina smiltis; 3 — grants; 4 — māla aizsargkārtā; 5 — drenāžas caurule; 6 — ūdeni nesošs grunts slānis

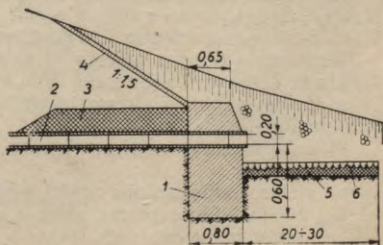
Vienkāršākā drenāžas konstrukcija ir drenāžas grāvja pildījums ar akmens materiāliem. Izveidojot drenāžu, tās apakšējā daļā novieto akmeņus, pēc tam granti un virs tās rupjgraudainu smilti. Vēlams, lai blakus esošo filtrējošo materiāla daļiņu izmēru attiecība būtu 4:1÷6:1. Šādi izbūvētā drenāžā filtrējošā ūdens tecēšanas ātrums pakāpeniski palielinās un tādējādi tiek novērsta drenāžas aizsērēšana. Drenāžas grāvju dibenam jābūt ar 0,3÷3,0% lielu garenkritumu.

Labi darbojas drenāža, kas zem sāngrāvjiem izbūvēta no speciālām drenāžas caurulēm. Drenāžu izbūvē no 0,5÷2,0 m garām māla vai azbestcements caurulēm, kuru diametrs ir 5÷30 cm. Starp drenāžas cauruļu posmiem jāatstāj 1 mm plata sprauga, pa kuru caurulēs ieplūst ūdens.

Drenāžas grāvis ūdeni nesošā slāņa biezumā jāpiepilda ar rupjgraudainu smilti vai granti, bet cauruļu savienojumi jāpārsedz ar 5 cm biezu sūnu kārtu, kas labi pasargā caurules no smalko grunts daļiņu iekļūšanas. Virs drenāžas cauruļu nosegkārtas jāuzber grants, oļi vai šķembas, bet grāvja virsējā daļa jāpiepilda ar smiltīm.

Gruntsūdens uztveršanai nogāzēs drenāža jāierīko paralēli nogāzes šķautnei (77. att.).

Drenāžas cauruļu garenkritums nedrīkst būt mazāks par 0,3%. Ja drenāžas garenkritums ir liels, ik pēc 70÷80 m jāierīko pār-gāzes, kas apvienotas ar skatakām.



78. att. Drenāžas izvades vietas izveidojums:

- 1 — betonējums vai laukakmeņu mūris; 2 — drenāžas caurule; 3 — termoizolācijas materiāls; 4 — velēnas; 5 — sūnas vai salmi; 6 — bruģējums

Skatakas izmanto, lai novērotu un kontrolētu drenāžas darbību. Tās izbūvē no apdedzinātiem māla ķieģeļiem vai dzelzsbetona. Skataku šķērsriezums ir aplis vai kvadrāts, bet dibens padziļināts, lai tajā varētu nogulsnēties sanesumi, kas plūst pa drenāžas caurulēm. Skatakas augšgals jāizvirza 0,5 m virs zemes virsmas un jānosedz ar diviem vākiem. Virsējo vāku izgatavo blīvu (to lieto ziemā), bet apakšējo vāku — režģotu (to lieto vasarā, kad skataka izpilda arī drenāžas ventilācijas funkcijas). Plānā starp skatakām drenāžas caurules jānovieto taisnā līnijā. Skatakas jāizbūvē ik pēc 30,0÷40,0 m.

Pēc ūdens līmeņa skatakās var spriest par drenāžas sistēmas darbību. Nelielus drenāžas aizsērējumus iztīra, lietojot cinkotu stiepli, kas ievietota drenāžas caurulēs, izbūvējot drenāžas sistēmu.

Drenāžas izvades vieta (78. att.) zemes virspusē jānosedz ar termoizolācijas materiāliem — izdedžiem vai kūdru, kuri neļauj ziemā ūdenim aizsilt drenāžas sistēmā, bet drenāžas cauruļu izteces gali jāaizresto.

Drenāžas cauruļu izvades vieta pret izskalošanu jānostiprina ar bruģējumu.

9. nodaļa

ZEMES DARBU DAUDZUMA APRĒĶINĀŠANA UN SADALĪJUMS

37. §. Zemes masu kubatūras aprēķināšanas paņēmieni

Lai sastādītu autoceļa izbūves darbu organizācijas projektu un noteiktu izmaksu, projektējot autoceļu, jāaprēķina autoceļa būvē izpildāmo zemes darbu apjoms, jānosaka, cik daudz zemes (m^3) jāizrok no ierakuma, rezervēm vai grāvjiem, jāiestrādā uzbērumā vai jāatber atbērtnēs, kā arī jānoteic zemes masas sadale un vidējie vešanas attālumi, lai pareizi varētu izvēlēties zemes darbu veikšanai vajadzīgos mehānismus.

Izpildāmo zemes darbu daudzums ir atkarīgs no autoceļa tehniskās kategorijas un apvidus reljefa. So darbu izmaksa sastāda vidēji 8÷35% no autoceļa izbūves kopējās tāmes.

Pirms zemes darbu apjoma aprēķināšanas pēc autoceļa garenprofila un šķērsprofila jānosaka šādu punktu stāvokļi:

a) nulles punkti jeb zemes klātnes pāreju vietas no uzbēruma ierakumā un otrādi;

b) ceļa posmu garumi ar vienāda slīpuma ierakuma vai uzbēruma nogāzēm;

c) vietas, kurās mainās apvidus reljefa šķērskritums;

d) zemes klātnes posmu sākuma un beigu vietas, kuri projektēti pēc individuālajiem projektiem;

e) sākuma un beigu vietas plāna līknēm, kuras izbūvējot jāpa-
plašina zemes klātne;

f) trases posmu robežas, kurus izbūvējot, jāveic speciāli zemes
darbi, piemēram, vāju grunts slāņu apmaiņa, ceļa klātnes izbūve
purvos u. c.

Izstrādājamo zemes masas kubatūru aprēķina atsevišķi katram
minētajam autoceļa posmam, kas noteikts autoceļa trases izmeklē-
šanas darbos, izdarot piketāžu un līmetņošanu. Tāpat jāaprēķina
izstrādājamo zemes darbu daudzums atsevišķos autoceļa trases
posmos atkarībā no grunts veida un izstrādes grūtības. Autoceļa
atsevišķie posmi pēc formas tuvināti atbilst ģeometriskajiem ķer-
meņiem. Zemes darbu apjoma aprēķinā jāizskaitļo katra šāda ģeo-
metriskā ķermeņa tilpums un atsevišķi jāsaskaita ierakumu un uz-
bērumu kubatūra.

Zemes masu kubatūru aprēķina analītiski vai grafiski. To var
arī noteikt pēc speciālām tabulām, kas sastādītas noteiktam auto-
ceļa klātnes platumam.

Analītiski zemes masu kubatūru aprēķina, lietojot matemātikas
formulas.

Ja autoceļa posmam L , kam šķērsprofila laukums F , uzbērumā
vai ierakumā ir pastāvīga darba atzīme, tas veido prizmu, kuras
tilpums

$$V = FL.$$

Autoceļa posmi, kam garenprofilā ir pastāvīga darba atzīme,
prizmas ir tikai tajos gadījumos, kad zemes virsma ir paralēla ceļa
klātnes virsmai. Visos pārējos gadījumos norādītais zemes darbu
kubatūras aprēķins ir aptuvenš.

Uz taisnas un līdzenas zemes virsmas autoceļa katrs uzbērums
vai ierakuma posms starp dažādām darba atzīmēm atbilst prizma-
toidam, kam ir trapeceveida pamats (72. att.).

Zemes darbu apjomu (kubatūru) aprēķina pēc prizmatoīda til-
puma formulas:

$$V = \frac{F_1 + F_2}{2} L - \frac{m(h_2 - h_1)^2}{6} L,$$

kur F_1 un F_2 — uzbērums vai ierakuma šķērsprofila galējie laukumi dažādām
darba atzīmēm h_1 un h_2 ;

h_1 un h_2 — uzbērums vai ierakuma galējās darba atzīmes;

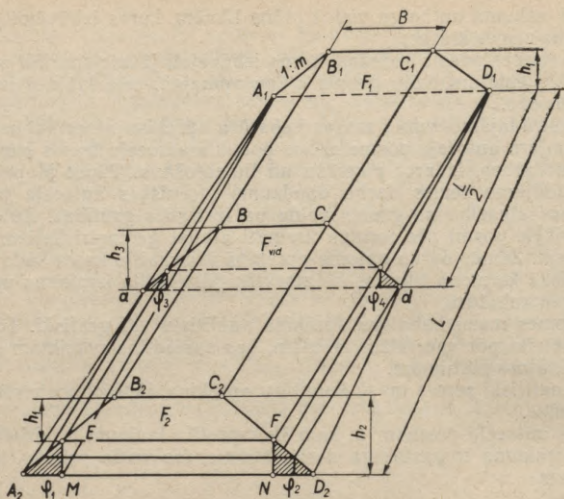
m — nogāzes slīpuma koeficients;

L — attālums starp darba atzīmēm h_1 un h_2 .

Šo formulu sauc par kubatūras aprēķina formulu pēc galējo
laukumu pussummas.

Formulas otro locekli

$$\frac{m(h_2 - h_1)^2}{6} L$$



79. att. Zemes masas kubatūras aprēķina shēma

sauc par korektūru. Ja darba atzīmju starpība ir maza, korektūru neievēro, bet aprēķinātā kubatūra ir nedaudz lielāka par faktisko kubatūru.

Šķeļot prizmatoidu pa tā vidus līniju un apzīmējot šķērsgrīzuma laukumu ar F_{vid} , iegūst šādu kubatūras aprēķina formulu:

$$V = F_{vid}L + \frac{m(h_2 - h_1)^2}{12} L.$$

So formulu sauc par kubatūras aprēķina formulu pēc vidējā laukuma. Korektūra

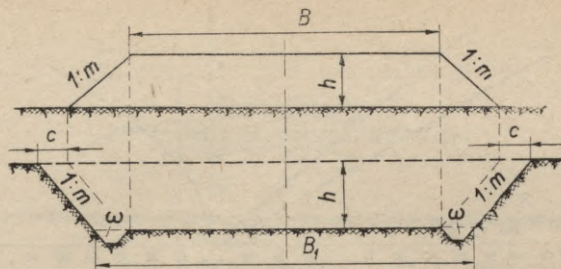
$$\frac{m(h_2 - h_1)^2}{12} L$$

ir divas reizes mazāka par galējo laukumu pussummas aprēķina korektūru.

Lietojot formulu bez korektūras, prizmatoida tilpums

$$V = F_{vid}L.$$

Darba atzīmju mazām starpībām kubatūras aprēķins ir pietiekami precīzs. Ja darba atzīmes $h_2 = h_1$, prizmatoids pārvēršas par prizmu.



80. att. Uzbēruma un ierakuma šķērsprofila laukumu aprēķina shēma vienādām darba atzīmēm

Ja darba atzīmju starpība $h_2 - h_1 < 1,0$ m un attālums $L < 50$ m, korektūrām praktiski ir maza nozīme un tās aprēķinā neievēro. Ja nogāžu slīpuma koeficients $m = 1,5$,

$$V = \frac{F_1 + F_2}{2} L - \frac{(h_2 - h_1)^2}{4} L$$

vai

$$V = F_{\text{vid}} L + \frac{(h_2 - h_1)^2}{8} L.$$

Attālumu L starp darba atzīmēm vienmēr mēra pa autoceļa asi.

Norādītās kubatūras aprēķina formulas ir precīzas tikai autoceļa taisnajiem posmiem, kad zemes virsmai nav šķērskrituma. Ja autoceļš plānā veido likni un zemes reljefam ir šķērskritums, kubatūras aprēķina rezultāti ir aptuveni.

Kubatūras aprēķina formulās iepriekš jāaprēķina autoceļa šķērsprofila laukumi, kuriem ir dažādas darba atzīmes.

Uzbēruma šķērsprofila laukums

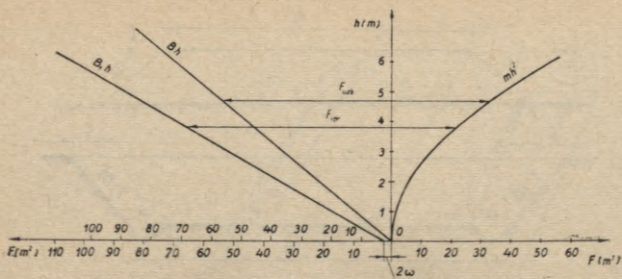
$$F_{\text{uzb}} = Bh + mh^2,$$

kur B — autoceļa klātnes platums;
 h — darba atzīme;
 m — nogāzes slīpuma koeficients.

Līdzīgu laukuma aprēķina formulu iegūst arī ierakumiem, ja tiem ir nemainīga darba atzīme h (80. att.).

Aprēķinā ceļa klātnes platums B_1 jāņem lielāks, proti, $B_1 = B + 2c$, un tam jāpieskaita divu sāngrāvju šķērsgriezuma laukumi 2ω :

$$F_{\text{ier}} = B_1 h + mh^2 + 2\omega.$$



81. att. Uzbēruma un ierakuma šķērsprofilu aprēķina grafika

Ātru rezultātu iegūšanai šķērsprofila laukumus nosaka pēc speciāla grafika, kas attēlo uzbēruma un ierakuma šķērsprofila laukuma aprēķina skaitliskās izteiksmes.

Lai konstruētu šādu grafiku (81. att.), pieņem noteiktas darba atzīmes h vērtības un aprēķina attiecīgos reizinājumus Bh , B_1h un mh^2 . Tā, piemēram, 35. tab. doti šie reizinājumi, ja $B=12,0$ m, $B_1=17,6$ m un $m=1,5$. Pēc tam iegūtos datus atliek taisnleņķa koordinātu sistēmā. Lai ierakumu šķērsprofilu laukuma aprēķinā vienmēr ietvertu divu sāngrāvju laukumu, taisni B_1h sāk no koordinātu sākumpunkta attālumā 2ω .

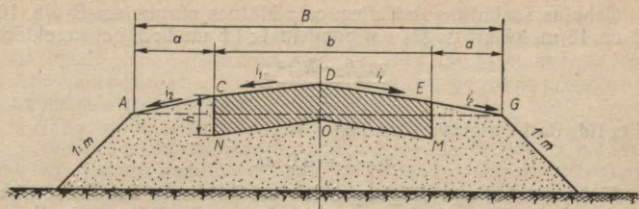
35. tabula

Uzbēruma un ierakuma šķērsprofila laukuma aprēķina skaitliskās vērtības

h (m)	Bh (m ²)	B_1h (m ²)	mh^2 (m ²)
1	12	17,6	1,5
2	24	35,2	6,0
3	36	52,8	13,5
4	48	70,4	24,0
5	60	88,0	37,5
6	72	105,6	54,0

Līdzīgu formulu var lietot arī vidējā šķērsriezuma laukuma aprēķināšanai, tikai konkrētās darba atzīmes h vietā jāņem vidējā darba atzīme h_{vid} :

$$h_{\text{vid}} = \frac{h_1 + h_2}{2};$$



82. att. Zemes darbu kubatūras labojuma aprēķina shēma

$$F_{\text{vid}}^{\text{uzb}} = Bh_{\text{vid}} + mh_{\text{vid}}^2;$$

$$F_{\text{vid}}^{\text{ler}} = B_1 h_{\text{vid}} + mh_{\text{vid}}^2 + 2\omega.$$

Kubatūras aprēķina formulās pieņem, ka ceļa klātnes virsma ir horizontāla. Faktiski, lai nodrošinātu virszemes ūdens notecēšanu, ceļa klātnes virsmu izbūvē ar divpusēju slīpumu, izveidojot tā saucamo noteces prizmu ACDEG (82. att.), bet augstākās kategorijas autoceļiem segu izbūvē gultnē.

Lai precizētu zemes darbu kubatūru, ja autoceļam segu izbūvē gultnē, kubatūras aprēķinā jāizdara labojums

$$\Delta V = (W_p - W_g)L,$$

kur W_p — noteces prizmas ACDEG šķērsriezuma laukums;
 W_g — gultnes CDEMON šķērsriezuma laukums;
 L — attālums, kam aprēķina labojumu.

Kubatūras aprēķina labojums ΔV ir atkarīgs no ceļa klātnes un brauktuves platuma, kā arī no autoceļa segas, nomales un gultnes dibena krituma. Uzbērumiem un ierakumiem kubatūras aprēķina labojuma ΔV skaitliskais lielums ir vienāds, tikai tam ir atšķirīgas zīmes. Ja noteces prizmas šķērsriezuma laukums ir lielāks par gultnes šķērsriezuma laukumu, kubatūras aprēķina labojums uzbērumiem jāpieskaita, bet ierakumiem jāatņem.

Lai paātrinātu un atvieglotu zemes kubatūras aprēķināšanu, autoceļa projektētāji lieto Valsts autoceļu projektēšanas un izmeklēšanas institūta («Союздорпроект») izstrādātās tabulas, kas sastādītas pēc vidējā laukuma formulas:

$$V = F_{\text{vid}}L + \frac{m(h_2 - h_1)^2}{12}L.$$

Lai aprēķinus varētu veikt ērtāk, lieluma $2h_{\text{vid}} = h_1 + h_2$ vērtības šajās tabulās ir sniegtas ik pēc 2 cm.

Tabulas sastādītas dažādiem ceļa klātnes platumiem $B_t=8, 10, 13$ un 18 m, kā arī nogāžu slīpumiem $1:1,5$ un $1:3$, bet korektūra

$$\frac{m(h_2-h_1)^2}{12} L$$

dota līdz darba atzīmju starpībai

$$h_2-h_1=6,0 \text{ m.}$$

Lietojot tabulas, līdzīgi aprēķina arī ierakuma kubatūru, tikai lieluma B vietā ņemot B_1 un tam pieskaitot divu sāngrāvju šķērs-griezumu laukumus.

Pēc celtniecības normām un noteikumiem ceļa klātnes platums atbilstoši autoceļa tehniskajai kategorijai ir noteikts $B=8, 10, 12, 15, 27,5$ m un lielāks. Lietojot zemes darbu aprēķinam tabulas ceļa klātnes platumam $B=12, 15, 27,5$ m un lielākam, jāizdara kubatūras labojumus.

Uzbērumiem kubatūras labojumu aprēķina pēc šādas formulas:

$$V_1 = (B - B_t) \frac{(h_1 + h_2)}{2} L,$$

bet ierakumiem pēc šādas formulas:

$$V_1 = (B_1 - B_t) \frac{h_1 + h_2}{2} L,$$

kur B — projektētais ceļa klātnes platums uzbērumā;
 B_1 — projektētais ceļa klātnes platums ierakumā;
 B_t — ceļa klātnes platums, kam sastādītas tabulas;
 h_1 un h_2 — darba atzīmes;
 L — attālums starp darba atzīmēm, h_1 un h_2 .

Tabulas ir sastādītas arī dažādiem ceļa klātnes un gultnes izbūves kubatūras labojumiem ΔV . Tās var lietot, ja zemes virsmas šķērskritums nav lielāks par 20‰ .

Zemes darbu apjoma (kubatūras) aprēķinu ieteicams izdarīt pēc šādas formas:

Pk un plusi	Darba atzīme		Darba atzīmju summa	Darba atzīmju starpība	Šķērs-profila laukums		Attālums	Kubatūra			Labojumi			Izlabotā kubatūra	
	uzbērumā	ierakumā			uzbērumā	ierakumā		uzbērumā	ierakumā	sāngrāvju	darba atzīmēm	brauktuves izbūvei	ceļa klātnes platumam	uzbērumā	ierakumā
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Ja zemes reljefa šķērskritums ir lielāks par 20%, zemes darbu apjomu aprēķina pēc autoceļa šķērsprofiliem. Uzbēruma vai ierakuma šķērsprofila laukumu aprēķina, sadalot to vienkāršās geometriskās figūrās — trīsstūros un trapecēs, pēc tam aprēķina un summē šo atsevišķo figūru laukumus.

Šķērsprofila laukumu var noteikt arī ar planimetru.

Aprēķinot konusa kubatūru uzbērumos pie tiltiem un nobrauktuvēm, vispirms sadala zemes masīvu vienkāršos geometriskajos ķermeņos, bet pēc tam aprēķina un summē šo atsevišķo ķermeņu tilpumus.

38. §. Zemes masas sadale

Nozīmīgs autoceļa būvdarbu organizācijas jautājums ir pareiza ierakumos iegūtās grunts masas sadale uzbērumu veidošanai. Ja ierakuma grunts ir derīga uzbēruma veidošanai, to transportē autoceļa trases garenvirzienā. Šādu pārvietoējuma veidu sauc par grunts garentransportu. Ja ierakuma grunts nav derīga uzbēruma veidošanai un to pārvieto atbērtnēs, bet uzbēruma veidošanai grunti rok sānu rezervēs, tad grunts šādu pārvietoējuma veidu sauc par grunts šķērstransportu.

Ja grunts masas sadale ir pareiza, autoceļa visos posmos jābūt spēkā zemes masas līdzsvara vienādojums:

$$V_{ier} + V_{rez} = V_{uzb} + V_{atb},$$

kur V_{ier} — zemes darbu apjoms ierakumos;

V_{rez} — zemes darbu apjoms rezervēs;

V_{uzb} — zemes darbu apjoms uzbēruma veidošanai;

V_{atb} — neizmantojamās grunts apjoms, ko saber atbērtnēs.

Grunts racionālu sadali zemes klātnes izbūvei var noteikt, zemes masas profilu izzīmējot ar sadalošām līnijām.

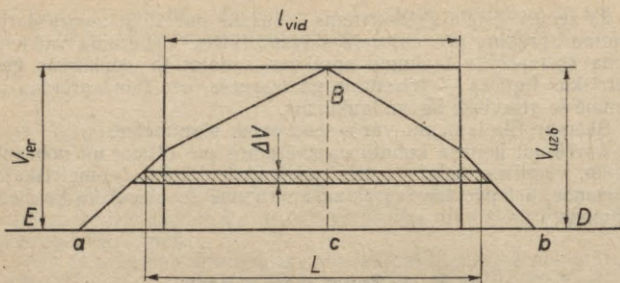
Zemes masas profilliknes ordinātes attēlo zemes kubatūras algebrisko summu, skaitot no autoceļa garenprofilā izvēlēta ceļa posma sākuma. Izzīmējot profilu, uzbēruma kubatūru V_{uzb} ir pieņemts uzskatīt par negatīvu; tāpēc tās ordinātes jāatliek uz leju. Ierakuma kubatūras ordinātes V_{ier} ir pieņemts uzskatīt par pozitīvām; tāpēc tās jāatliek uz augšu (83. att.).

Zemes masas profilliknei ir šādas raksturīgas pazīmes:

1) autoceļa garenprofilā liknes krītošajiem zariem Bb atbilst uzbērumi, bet kāpjošajiem zariem aB — ierakumi;

2) autoceļa garenprofilā liknes maksimuma un minimuma punktiem atbilst nulles vietas, kurās notiek pāreja no ierakumiem uzbērumā vai otrādi;

3) zemes masas divu likņu ordinātu starpība uz krītošā zara atbilst uzbēruma kubatūrai, bet uz kāpjošā zara — ierakuma kubatūrai;



83. att. Zemes masas profils un vidējā vešanas attāluma aprēķina shēma

4) zemes masas lēzena līkne raksturo mazu zemes kubatūru, bet stāva līkne — lielu zemes darba apjomu;

5) ikviena horizontāla taisne, kas ievilkta un nogriež kādu zemes masas profila daļu, piem., taisne ED (sk. 83. att.), autoceļa garenprofilā sadala ierakuma un uzbēruma kubatūru. Šādu ievilkto līniju sauc par *sadales līniju*;

6) zemes masas profila joslas laukums $\Delta F = L\Delta V$, kuru ierobežo divas paralēlas taisnes, kas novilkta attālumā ΔV , raksturo darba apjomu, kāds jāveic, pārvedot grunts kubatūru ΔV no ierakuma uz uzbērumu attālumā L .

Visu figūras laukumu F , kas ierobežots ar zemes masas likni un atrodas virs sadales līnijas ED , var aprēķināt pēc šādas formulas:

$$F = \sum_0^v L\Delta V.$$

Šī izteiksme raksturo kopējo zemes darbu apjomu, kāds jāveic, pārvedot grunts kubatūru V no ierakuma ac uz uzbērumu cb .

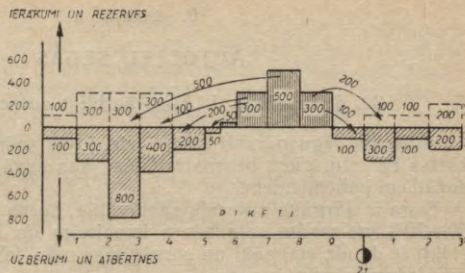
Kopējo darba apjomu T , kāds jāveic, pārvedot grunti, var arī noteikt, sareizinot pārvedamo grunts kubatūru V ar vidējo vešanas attālumu l_{vid} :

$$T = Vl_{vid}.$$

Reizinājumu Vl_{vid} sauc par zemes masas transporta momentu. Ģeometriski tas ir vienāds ar taisnstūra laukumu, kura augstums V , bet pamats l_{vid} :

$$T = L \sum_0^v V = F,$$

84. att. Zemes masas sadales pēc piketu grafika



tāpēc

$$l_{\text{vid}} = \frac{T}{V} = \frac{F}{V}$$

No šīs formulas var secināt, ka, noteicot grunts vešanas vidējo attālumu, jākonstruē taisnstūris, kas vienlīdzīgs figūras laukumam, ko veido zemes masas līkne un sadales līnija. Taisnstūra un figūras augstumiem jābūt vienādiem. Šādi konstruētā taisnstūra pamats ir vienāds ar zemes masas vešanas vidējo attālumu attiecīgajā autoceļa garenprofilā posmā.

Grunts sadale masu profilā ir aptuvena. Galīgo lēmumu pieņem pirms būvdarbu sākšanas, ievērojot apvidus reljefu, grunts izstrādē lietojamos mehānismus, transporta ceļu izvietojumu un to tehnisko stāvokli, transporta virzienus un ceļa kritumus, grunts īpašības u. c. darba organizācijas jautājumus.

Zemes masas sadales otru paņēmieni sauc par papiketu grafiku. Pēc šī paņēmiena piketu robežās atsevišķi saskaita uzbērumu un ierakumu kubatūru. Grafiku parasti rasē uz milimetru papīra, uz kura lapas vidū garenvirzienā novelk taisni. Lapas lejasdaļā paralēli pirmajai taisnei novelk otru taisni, uz kuras noteiktā mērogā (parasti 1:10 000) iezīmē autoceļa kilometrus un piketus. Pēc tam no pirmās taisnes uz augšu atliek ierakumu un rezervju kubatūru, bet uz leju — uzbērumu un atbērtņu kubatūru. Visas kubatūras piketa robežas iezīmē taisnstūra veidā. Zemes masu kubatūru mērogs jāizvēlas atkarībā no kubatūras lieluma. Zemes masas sadales veidu izvēlas atbilstoši iespējami labākajam un lētākajam grunts izstrādāšanas paņēmienam. Grunts pārvietošanas virzienus grafikā parāda ar bultiņām (84. att.), bet zemes kubatūras sadali pa izstrādes veidiem un transporta attālumiem sniedz tabulā, ko novieto zem grafika.

AUTOCEĻU SEGAS

39. §. Prasības, kādām jāatbilst autoceļu segām

Autoceļa segu parasti izbūvē vienā vai vairākās konstruktīvās kārtās no izturīgiem būvmateriāliem, kas savā starpā saistīti pēc dažādiem paņēmieniem.

Sega ir dārgākā autoceļa sastāvdaļa, kuras izveidošanai izlieto 50–70% no visām ceļa būves izmaksām un kuras darbības apstākļi ir daudz smagāki un sarežģītāki nekā jebkuram citam autoceļa inženierdarinājumam.

Autoceļa sega ir pakļauta transportlīdzekļu slodžu tiešai iedarbībai un mainīgajiem meteoroloģiskajiem apstākļiem. Pārbraucošā ritošā sastāva ietekmē uz autoceļa segu iedarbojas vertikālie un tangenciālie berzes spēki. Vertikālā slodze, kas tiek pārnesta uz autoceļa segu, iedarbojas ceļa segas dziļākā slānī; tās ietekme palielinās vienlaikus ar iedarbības laiku un mainīgo spēku iedarbības intervālu. Tangenciālais jeb berzes spēks iedarbojas tikai ceļa segas virskārtā.

Uz autoceļa segu pastāvīgi iedarbojas arī klimatiskie apstākļi — ūdens, vējš, sniegs un temperatūras maiņa.

Ritošā sastāva slodzes un klimatisko apstākļu iedarbībā autoceļa sega zaudē izturību un tajā var rasties bojājumi, iespaidumi, viļņi u. c. deformācijas.

Lai ritošā sastāva kustība būtu normāla jebkurā gadalaikā un degvielas izlietojums mazs, mūsdienu autoceļu segām jāatbilst šādām galvenajām prasībām:

- a) autoceļa segai jābūt izturīgai, lai tā bez paliekošām deformācijām varētu uzņemt transporta slodzi;
- b) autoceļa segai jābūt līdzenai, bet ne slidenai, t. i., jābūt labai transportlīdzekļu riteņu saistei ar autoceļa seguma virsmu;
- c) autoceļa segai jābūt higiēniskai, t. i., kustības laikā autoceļš nedrīkst putekļot un tā virsmai jābūt viegli notīrāmai;
- d) kustībai jābūt pēc iespējas klusai; šī prasība it īpaši jāievēro, izvēloties autoceļa segu apdzīvotās vietās un kūrvieta teritorijās.

Norādītās kvalitatīvās īpašības autoceļa segai jāsauglabā neatkarīgi no laika apstākļiem un temperatūras. Taču dažādu veidu segām ir atšķirīgas īpatnības. Vienādas nav arī izmaksas segu uzturēšanai un to remontam ekspluatācijas laikā — tās mainās atkarībā no kustības rakstura un intensitātes.

Jo lielāka nozīme autoceļam ir tautas saimniecībā, intensīvāka satiksmes kustība un vērtīgākas pāravadājamās kravas, jo modernāka jāizbūvē autoceļa sega. Lai gan kvalitatīvās segas izbūvei vajadzīgs daudz līdzekļu, tomēr šādu segu izbūve attaisnojas, jo ievērojami samazinās pāravadājumu pašizmaksa.

Autoceļu segām, kas ir piesātinātas ar mitrumu, ir palielināts plastiskums; tāpēc, norisot transporta kustībai, tajās ātri rodas bedres. Nepietiekama mitruma dēļ savukārt autoceļi put. Sausā laikā stipri putekļo dabiskie un uzlabotie grunts ceļi, kā arī šķembu un grants segumi. Ūdens mazāk ietekmē segas, kuru izbūvē lietotas organiskās saistvielas. Vasarā karstā un saulainā laikā melnie segumi sasilst līdz samērā augstai temperatūrai. Ja neatbilstoši lietota organisko saistvielu marka, tad šāda sega kļūst mīksta un transporta kustības ietekmē tās virsmā rodas iespaidumi un masas sastūmumi, bet ziemā, temperatūrai strauji pazeminoties, uz asfaltbetona segām rodas plaisas.

Lai pareizi izvēlētos un projektētu autoceļa segas konstruktīvo izveidojumu, jāievēro ne vien iepriekš minētās galvenās prasības, bet arī vēl šādi faktori:

- a) sagaidāmās kustības intensitāte un raksturs;
- b) līdzekļu sākotnējie ieguldījumi ceļa sega izbūvē;
- c) iespēja mehanizēt un industrializēt ceļa segas būves tehnoloģisko procesu;
- d) sagaidāmais ceļa segas kalpošanas laiks starp kapitālremontiem, ievērojot perspektīvo kustības intensitāti;
- e) ikgadējie izdevumi ceļa segas uzturēšanai;
- f) vietējo būvmateriālu izmantošanas iespēja.

40. §. Autoceļu segas konstruktīvā uzbūve

Visas autoceļu segas atkarībā no to mehāniskajām īpašībām vai darbības īpatnībām attiecībā pret transporta slodzes iedarbību iedala divās grupās:

- 1) nestingās autoceļu segās;
- 2) stingās autoceļu segās.

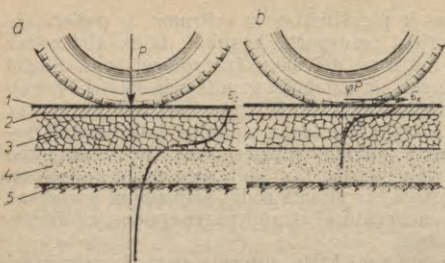
Stingās autoceļu segas ir cementbetona segas. Šai grupā ietilpst arī ceļa segas, kam piemīt lieces pretestība. Nestingām ceļa segām ir maza lieces pretestība. Nestingās segas ir visas pārējās ceļa segas, kas izbūvētas no akmeņiem, šķembām, grants un grunts, lietojot vai nelietojot saistvielas.

Rītošā sastāva slodzes vertikālie un tangenciālie spēki ceļa segā izraisa spriegumus. To iedarbību segas dziļumā var samazināt, izbūvējot segu no dažādas izturības materiālu kārtām.

Transporta vertikālās slodzes ierosināto spriegumu epīra ceļa vairākkārtu segā sniegta 85. att. *a*, bet horizontālo spēku spriegumu epīra — 85. att. *b*.

Ceļa vairākkārtu segai, kuras uzdevums ir pārņemt transporta slodzi no segas virsmas uz zemes klātnes grunts slāņiem, ir šādi elementi:

- a) segums;
- b) seguma pamats;
- c) segas pamats;
- d) pamatne.



85. att. Ritošā sastāva slodzes spriegumu epīra autoceļa daudzkārtu segai:

a — vertikālās slodzes epīra; *b* — horizontālo spēku spriegumu epīra; 1 — segums; 2 — seguma pamats; 3 — segas pamats; 4 — pamatne; 5 — zemes klātnes grunts

Sega balstās uz zemes klātnes grunts virsējās kārtas.

Segums ir ceļa segas virsējā konstruktīvā kārtā, kas tieši uzņem transporta kustības iedarbību. Tās virsmu izveido ar noteiktu šķērskritumu, gludu, bet neslidenu. Segums aizsargā segas apakšējās kārtas no transporta kustības mehāniskās iedarbības un atmosfēras ietekmes. Segumu izbūvē no cietiem, izturīgiem akmens materiāliem un saistvielām.

Seguma pamatu izbūvē, lai pārnestu transporta kustības slodzi uz ceļa segas pamata lielāku laukumu, kā arī saistītu segumu ar segas pamatu. Šāds seguma pamats, piemēram, ir saistes kārtā asfaltbetona segām. Smagos kustības apstākļos seguma pamatu var izbūvēt vairākās kārtās, lietojot dažādas izturības būvmateriālus.

Autoceļa segums un seguma pamats veido segas augšējo daļu, no kuras ir atkarīgi autoceļa galvenie kvalitatīvas ekspluatācijas rādītāji: kustības ērtība un drošība, braucot ar paredzētajiem kustības ātrumiem, degvielas izlietojums un automobiļu starpremontu nobraukums, autoceļa sanitāri higiēniskais stāvoklis u. c.

Segas pamats ir izturīgs autoceļa segas nesošais slānis, kas izveidots no akmens vai grunts materiāliem, kuri neapstrādāti vai apstrādāti ar organiskajām vai minerālajām saistvielām. Tas uzņem segas augšējās daļas slodzi un pārnēs to uz pamatni. Autoceļa segas pamats nav pakļauts transportlīdzekļu riteņu tiešajai iedarbībai, tāpēc to izbūvē no mazāk izturīgiem materiāliem.

Atsevišķos gadījumos autoceļa segas pamatu var izveidot no divām kārtām: virsējās kārtas, kas tieši saista segas augšējo daļu (to izveido no izturīgākiem akmens materiāliem), un apakšējās daļas, kuru izbūvē no mazāk izturīgajiem (galvenokārt lētākiem) būvmateriāliem.

Pamatne ir autoceļa segas apakšējā konstruktīvā kārtā, kas uzņem pārnesto slodzi un to pārnēs tālāk uz zemes klātni.

Atkarībā no apvidus klimatiskajiem apstākļiem pamatne izpilda arī autoceļa segas drenāžas, izolācijas vai sala aizsardzības funkcijas.

Visos gadījumos, kad zemes klatnes grunts nav pietiekami izturīga vai ir sala nedroša, jāizbūvē mākslīga ceļa segas pamatne. Visizplatītākais mākslīgās pamatnes veids ir drenējošais smilts slānis, kuru uzber no labi drenējošas smilts ar optimālu granulometrisku sastāvu.

Labos grunts apstākļos autoceļa segas pamatne ir dabiska. To izveido, rūpīgi sablīvējot zemes klātnes virsējo kārtu.

Pamatne ir ļoti nozīmīgs autoceļa segas konstruktīvais elements. Vajadzīgā izturība segai ir tikai tad, ja to izveido uz labas pamatnes. Izbūvējot autoceļa segu uz vājas grunts slāņa, segai vajadzīgo izturību nevar nodrošināt, palielinot minerālo materiālu virsējās kārtas biežumu. Tāpēc visos šādos gadījumos jāveic pasākumi, kas palielina zemes klātnes grunts pretestību.

Autoceļa segas elementu jebkuras kārtas izbūves materiālu izturībai un attiecīgās kārtas biežumam jābūt tādām, lai ritošā sastāva slodžu iedarbība neradītu deformācijas, kas varētu sagraut autoceļa segu.

41. §. Ceļu segu klasifikācija un ekspluatācijas rādītāji

Atkarībā no ekspluatācijas uzdevumiem un tehniski ekonomiskiem rādītājiem izšķir četrus tipus autoceļu segas.

1. Augstāka tipa kapitālās segas, pa kurām noris transportlīdzekļu kustība visos gadalaikos ar kustības aprēķina ātrumiem.

Augstāka tipa kapitālās segas ir šādas:

- a) monolītās un saliekamās cementbetona segas;
- b) asfaltbetona segas, kas iestrādātas karstā stāvoklī;
- c) šķembu materiālu segas, ja minerālo materiālu sastāvs ar vai bez minerālpulvera aizpildītāju ir apstrādāts maisītājos ar saistīgajiem bitumeniem vai darvu;
- d) mozaīkas, klinkeru un kalto akmeņu bruģis uz akmens materiālu vai betona pamata.

Visas augstākā tipa kapitālās segas izbūvē uz betona, šķembu, grants-šķembu, izdedžu, apgriezta bruģa un pieskaldīto akmeņu bruģa pamata vai uz grunts-šķembu, grunts-grants un grunts pamata, kas apstrādāts ar minerālām vai organiskām saistvielām.

2. Augstāka tipa atvieglotās segas. Šajā grupā ietilpst šādas segas:

- a) šķembu un grants materiālu segas, kas apstrādātas ar organiskajām saistvielām, un grunts melnās segas, ja grunts maisītājos apstrādāta ar saistīgajiem bitumeniem;
- b) aukstās asfaltbetona segas.

3. Pārejas tipa segas, pa kurām noris transportlīdzekļu kustība visos gadalaikos, lai gan tās neapmierina visas tehniskās prasības, piemēram, pavasara šķīdoni jāsamazina kustības slodzes un ātrums.

Pārejas tipa segu grupā ietilpst

a) šķembu un grants segas;

b) apaļakmeņu un pieskaldīto akmeņu bruģis;

c) grunts segas, ja grunts ir apstrādāta ar organiskajām saistvielām.

4. Zemākā tipa segas, pa kurām normāla transporta kustība var notikt tikai atsevišķos gadalaikos. Parasti autoceļi ar zemākā tipa segām nav izbraucami pavasara šķīdoņa laikā un rudenī.

Zemākā tipa segas ir grunts ceļiem, kas uzlaboti, lietojot dažādas vietējos būvmateriālus.

Bez minētajām segu grupām vēl izšķir pagaidu tipa segas, kuras izbūvē noteiktam īslaicīgam uzdevumam. Šādas segas izbūvē, piemēram, karjeru pievadceļiem, apbraucamiem ceļiem pastāvīgā autoceļa remonta laikā u. c.

Pagaidu tipa segas ir arī koka kāršu, žagaru un fašīnu klāji, ko izbūvē purvainās vietās, kā arī koka sliežu ceļi, sniega un ledus ceļi utt.

Autoceļu segu ekspluatācijas galvenie rādītāji ir sniegti 36. tabulā.

36. tabula

Autoceļu segu ekspluatācijas galvenie rādītāji

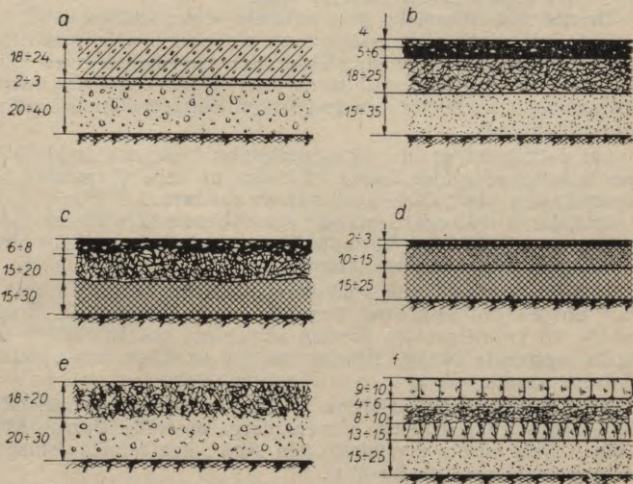
Segas nosaukums	Ekspluatācijas rādītāji		
	gadu skaits starp kapitālaļiem remontiem	darbaspēja (milj. bruto tonnu)	kustības intensitāte (automobiļi dienā)
Augstākā tipa kapitālās segas			
Monolīta un saliekama cementbetona sega	25÷30	70÷100	>1000
Asfaltbetona sega, kas iestrādāta karstā stāvoklī	15÷20	25÷50	>1000
Izmeklēta sastāva šķembu materiāla izturīga sega	10÷15	20÷40	>1000
Mozaikas, klinkeru un kalnu akmeņu bruģis	15÷20	>50	>1000
Augstākā tipa atvieglotās segas			
Šķembu un grants materiālu segas, kas apstrādātas ar organiskajām saistvielām	Jāatjauno ik pēc 5÷10 gadiem	5÷10	300÷3000
Pārejas tipa segas			
Šķembu un grants segas	Kapitāli jāremontē vai jāatjauno ik pēc 3÷5 gadiem	0,5÷1,5	≤500

42. §. Autoceļu segu raksturojums un izvēle

Autoceļa segai jābūt pietiekami izturīgai un lidzenai, kā arī ar pietiekamu nodilumprestestību.

Cementbetona segai (86. att. a) ir liela pretestība transporta slodzes iedarbībai, mazs nodilums un liels darbmūžs. Pa šādām segām pieļaujama vislielākā kustības intensitāte ar dažādu kustības sastāvu un raksturu. Cementbetona segas betonē uz vietas vai samontē no gatavām plātnēm, kas izgatavotas speciālos poligonos vai rūpnīcās. Cementbetona segas plātņu biezums ir $18 \div 24$ cm.

Asfaltbetona segas (86. att. b) izbūvē no asfaltbetona masas, kas sastāv no minerālmateriāliem, minerālpulvera un organiskās saistvielas. Asfaltbetona masu sagatavo asfaltbetona rūpnīcās. Segu izbūvē vienā vai divās kārtās uz stingra grants, šķembu, stabilizētas grunts, cementbetona vai cita pamata. Ja asfaltbetona sega izbūvē vienā kārtā, kārtas biezumam jābūt $4 \div 5$ cm. Izbūvējot segu divās kārtās, augšējās kārtas biezumam jābūt $3 \div 4$ cm, bet apakšējās kārtas biezumam — $4 \div 6$ cm. Asfaltbetona segām ir liela nestspēja, tāpēc tās izbūvē I, II un III kategorijas autoceļiem, pa kuriem kustības intensitāte pārsniedz 1000 automobiļu diennakti.



86. att. Raksturīgākas autoceļu segas:

a — cementbetona sega; b — asfaltbetona sega; c — piesūcinātā šķembu sega; d — apstrādātas virsmas grants vai šķembu melnā sega; e — šķembu sega; f — pieskaldīts akmeņu bruģis

Augstākā tipa šķembu vai grants melnās segas (86. att. *c* un *d*) izbūvē no šķembām vai grants, asfaltbetona bāzēs samaisot šos materiālus ar organiskajām saistvielām un iestrādājot uz autoceļa gatavā segas pamata, kā arī izveido virs šķembu vai grants baltām segām nodiluma kārtu (segumu) pēc virsmas apstrādes paņēmiena. Segas kalpošanas laiks līdz kapitālajam remontam ir 5÷10 gadi.

Pārejas tipa šķembu segas (86. att. *e*) izbūvē no šķembām, tās pieveltņojot ar veltņiem, bet virsējo kārtu sablīvējot ar akmens smalkumiem. Segas izturību nodrošina šķembu savstarpējā noķīlēšanās, kā arī akmens smalkumu puteklaino daļiņu cementēšanās spēja. Segas minimālais biezums ir 8 cm. Parasti šķembu segu biezums ir 18÷20 cm.

Ar saistvielām neapstrādātās šķembu segas ātri bojā intensīva automobiļu kustība, tāpēc pa šīm segām pieļaujamā kustības intensitāte ir līdz 500 automobiļu diennakti. Šo segu remontam un uzturēšanai ik gadus jāizlieto lieli līdzekļi, tāpēc mūsdienās šķembu baltās segas izbūvē reti.

Pārejas tipa grants sega pieļauj tādu pašu kustības intensitāti kā šķembu baltā sega. Daudzos Padomju Savienības rajonos grants materiāls ir sastopams kā vietējais būvmateriāls, tāpēc šādu segu izbūve ir plaši izplatīta.

Grants materiālam, ko lieto autoceļa segas izbūvei, jābūt ar noteiktu granulometrisko sastāvu un pietiekamu saistīgumu. Ja segas virsējā kārtā starp atsevišķiem grants graudiņiem nav pietiekamas saistes, pārbraucošā transporta ietekmē izveidojas irdena kārtiņa, kas tiek nobīdīta uz segas malām. Segas nodiluma kārtiņa regulāri jāatjauno.

Lai palielinātu grants segas pretestību transportlīdzekļu slozdes iedarbībai, grants, samaisot masu uz ceļa, jāapstrādā ar organiskajām saistvielām — bitumeniem vai darvu.

Dažādas bruģa segas sastāv no atsevišķiem neliela izmēra dabīgajiem vai mākslīgajiem būvmateriāliem, kuri segā iestrādāti blīvi cits pie cita vai ar nelielām atstarpēm.

Visizturīgākā un ilggadīgākā ir augstāka tipa kapitālā mozaikas un kalto akmeņu bruģu sega (86. att. *f*). Bruģi izveido no paralēlskalda formas akmeņiem, tos iestrādājot uz smilts, apgriezta bruģa, šķembu vai arī uz kāda cita speciāli izbūvēta pamata.

Pieskaldīto un kalto akmeņu bruģiem ir līdzena virsma, taču šādas segas izbūvi ierobežo akmens dārgā apstrāde. Parasti šādi bruģi ir lielu pilsētu maģistrālo ielu segās, kas domātas smagai un intensīvai transporta kustībai.

Augstāka tipa atviegloto klinkeru bruģa segu izbūvē no apdedzinātiem māla ķieģeļiem, kurus iestrādā uz smilts vai betona pamata. Klinkeru bruģim ir līdzena virsma, un tas labi iztur intensīvu kustību (līdz 1200 automobiļu diennakti), taču mitrā

laikā bruģa virsma kļūst slidena un tāpēc jāierobežo transportlīdzekļu kustības ātrums.

Pārejas tipa pieskaldīto akmeņu un apaļakmeņu bruģi iestrādā vienā kārtā uz smilts pamata, tajā iegremdējot $\frac{1}{3}$ no akmens augstuma.

Praksē pieskaldīto akmeņu un apaļakmeņu bruģi lieto I, II un III kategorijas autoceļiem kā pagaidu segu vai kā pamatu augstākā tipa segām. Arī IV un V kategorijas autoceļiem bruģus kā pastāvīgu segu izbūvē reti.

Pieskaldīto akmeņu un apaļakmeņu bruģa segas virsma ir nelidzena un grumbuļaina, tāpēc transportlīdzekļu kustības ātrums jāierobežo līdz 40–50 km/st. Apgrūtināta ir arī segas virsmas attīrīšana no putekļiem un dubļiem.

Zemākā tipa grunts segas, kas nostiprinātas ar granti, šķembām, oļiem vai citām piedevām, un grunts ceļi ar optimālu granulometrisko sastāvu ir piemēroti vieglai kustības slodzei — līdz 200 automobiļu diennakti.

Grunts segas nav noturīgas, tāpēc tās pastāvīgi jākopj. Prestība transportlīdzekļu iedarbībai grunts segām ir atkarīga no meteoroloģiskajiem apstākļiem.

Lai palielinātu grunts segu nestspēju, ir izstrādāti un ieviesti daudzi paņēmieni, pēc kuriem uzlabo grunts fizikāli mehāniskās īpašības.

Lai visos gadalaikos pa V kategorijas autoceļiem, kam ir zemākā tipa sega, varētu norītēt normāla transportlīdzekļu kustība, vissmagākajās un grūti izbraucamās vietās jāizbūvē pārejas tipa sega.

Ceļu segas tipa un konstrukcijas izvēle ir visatbildīgākais projektētāju uzdevums. Lai pareizi izvēlētos un pamatotu autoceļa segu, jānovērtē liels skaits dažādu faktoru un jānoskaidro, vai segai būs vajadzīgā izturība un ilggadība, kā arī jāizanalizē trases izbūves rajonā pastāvošo autoceļu ekspluatācijas rādītāji.

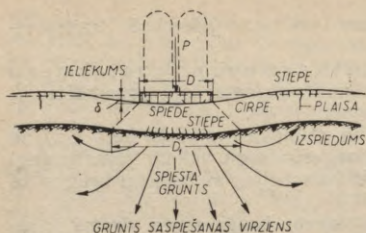
Autoceļa segas kārtu skaits un materiāls jāizvēlas tāds, lai iegūtu ekspluatācijā drošu un konkrētajiem apstākļiem ekonomiski atbilstošu konstrukciju. Šim nolūkam plaši jāizmanto segu tipveida konstrukcijas.

Segas izbūves tehnoloģija jānosaka atbilstoši mūsdienu industrializācijas un augstās mehanizācijas prasībām, kā arī jāparedz pasākumi segas pastiprināšanai un kvalitātes uzlabošanai tās ekspluatācijas laikā.

43. §. Nestingo segu aprēķināšana

Salīdzinājumā ar citām inženierbūvēm autoceļa segas atrodas visneizdevīgākos ekspluatācijas apstākļos. Tās pastāvīgi ir pakļautas tiešām meteoroloģisko apstākļu, temperatūras maiņu, grunts

87. att. Nestingas ceļu segas de-
formācija



mitruma un ūdens-siltuma režīma maiņām zemes klātnē. Uz autoceļa segu iedarbojas ne vien statiskas slodzes, bet arī periodiskas dinamiskās slodzes u. c. piepūles.

Transportlīdzekļu slodze Q riteņu un autoceļu segas saskares laukumā F rada spriegumu

$$\sigma = \frac{Q}{F} \quad [\text{kG/cm}^2].$$

Tālāk transportlīdzekļu riteņu slodze caur autoceļa segas kārtām tiek sadalīta pa lielāku laukumu un pārnesta uz zemes klātnes grunti — segas pamatni.

Deformācijas segā rodas vienlaikus ar spriegumiem. No maziem spriegumiem segā rodas tikai elastīgā deformācija, kas izzūd pēc transportlīdzekļa pārbraukšanas. Spriegumam palielinoties, autoceļa segā bez elastīgām deformācijām rodas arī paliekošā (plastiskā) deformācija — segas iespaidumi (87. att.). Neizturīgās segās lielāki spriegumi rada iebrauktas pēdas, plaisas, bedres u. c. deformācijas.

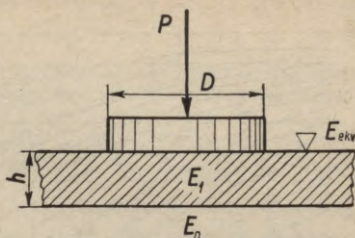
Sprieguma σ un relatīvās deformācijas ε attiecību sauc par deformācijas moduli E ; to aprēķina pēc šādas formulas:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad [\text{kG/cm}^2].$$

Elastīgi plastiskajos materiālos paliekošās deformācijas ir atkarīgas ne vien no transportlīdzekļu slodzes lielumā, bet arī no segas materiāla deformācijas moduļa, slodzes iedarbības laukuma, tās periodiskuma un iedarbības laika. Tāpēc praksē ieviestā nestingo segu aprēķina teorija pamatojas uz šādiem priekšnoteikumiem:

1) segas sabrukšana sākas, kad slodzes iedarbībā ir sasniegts segas kritiskais ieliekums, kuru raksturo proporcionalitātes zudums starp statiskās slodzes izraisītajām piepūlēm un deformācijām. Profesora N. Ivanova pētījumi pierāda, ka kritiskā ieliekuma lielums ir $0,035 \div 0,060$ no diska diametra, kurš pielīdzināts automo-

88. att. Autoceļa segas ekvivalentās kārtas aprēķina shēma



biļa riteņa un autoceļa segas saskares laukumam. Kritiskais ieliekums attiecībā uz parastajiem kravas automobiļiem ir $0,85 \div 1,5$ cm;

2) autoceļa segai jāprojektē tāda izturība, lai deformācijas, kas rodas atkārtotas aprēķina slodzes iedarbībā visnelabvēlīgākajos (mitrākajos) gadalaikos, nepārsniegtu kritisko ieliekumu.

Lai noteiktu nestingo vairākkārtu segas ielieci, to pēc izturības pielīdzina ekvivalentai vienas kārtas segas ieliecei (88. att.). Jebkuras divkārtu segas pārveidošana ekvivalentai vienkārtas segā jāizdara, aizstājot virsējās kārtas materiālu ar attiecīga biezuma apakšējās kārtas materiālu. Šādu ekvivalentas segas izveidošanas teoriju ir izstrādājis profesors G. Pokrovskis.

Ekvivalentās kārtas augstums

$$h_{ekv} = h \sqrt[2.5]{\frac{E_1}{E_0}} \text{ [cm]},$$

kur h — segas virsējās kārtas biezums (cm);

E_1 — segas virsējās kārtas deformācijas modulis [kG/cm²];

E_0 — segas apakšējās kārtas deformācijas modulis [kG/cm²].

Autoceļa segas izturību raksturo ekvivalentais deformācijas modulis E_{ekv} , t. i., tādas viendabīgas segas deformācijas modulis, kam ir tāds pats ieliekums kā apskatāmai divkārtu sistēmai.

Vairākkārtu nestingu segu ekvivalento deformācijas moduli aprēķina pēc šādas divkārtu sistēmas ekvivalentās deformācijas moduļa:

$$E_{ekv} = \frac{E_0}{1 - \frac{2}{\pi} \left(1 - \frac{1}{n^{3.5}} \right) \arctg \frac{h}{D} n} \text{ [kG/cm}^2\text{]},$$

kur E_{ekv} — divkārtu sistēmas segas ekvivalentais deformācijas modulis (kG/cm²);

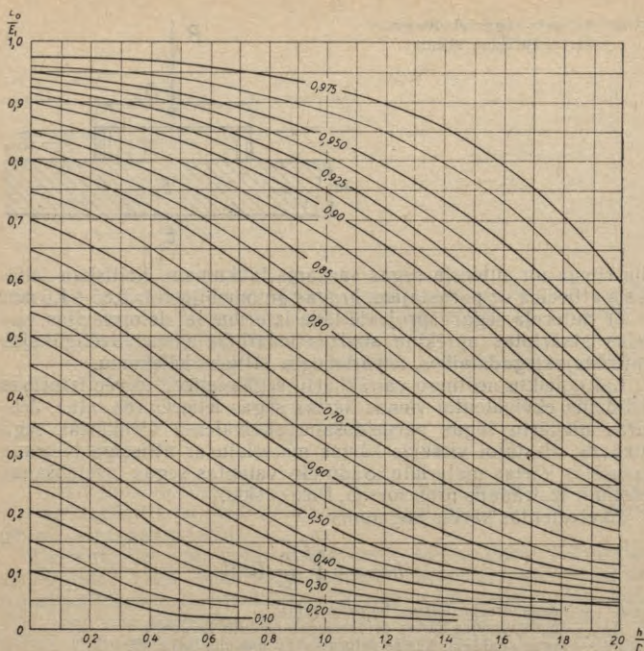
E_0 — segas apakšējās kārtas deformācijas modulis (kG/cm²);

E_1 — segas virsējās kārtas deformācijas modulis (kG/cm²);

$$n = \sqrt[2.5]{\frac{E_1}{E_0}}$$

h — segas kārtas biezums (cm);

D — aprēķina automobiļa riteņa un ceļa segas saskares laukuma ekvivalentais riņķa laukuma diametrs (cm).



89. att. Autoceļa segas aprēķina nomogramma

Nestingo segu aprēķins jāizdara atbilstoši instrukcijas BCH-46-60 prasībām, kurā par aprēķina automobili pieņem normatīvās slodzes automobili N-13. Aprēķina automobiļa riteņa īpatnējais spiediens uz ceļa virsmu ir noteikts $5,0 \text{ kG/cm}^2$, bet riteņa un autoceļa segas saskares laukumam ekvivalentā riņķa laukuma diametrs $D=34 \text{ cm}$.

Praktiskajiem aprēķiniem ekvivalento deformācijas moduli var noteikt pēc nomogrammas, kurā sniegta deformācijas moduļa matemātiskā izteiksme (89. att.). Uz ordinātes ir atlikta pamatnes grunts deformācijas moduļa attiecība pret pieguļošās virskārtas deformācijas moduli: $\frac{E_0}{E_1}$, bet uz abscisas — segas attiecīgās kārtas biezuma attiecība pret aprēķina automobiļa riteņa un ceļa segas saskares laukumam ekvivalentā riņķa laukuma diametru: $\frac{h}{D}$. Skaitļi

uz liknēm norāda ekvivalenta deformācijas moduļa attiecību pret virskārtas deformācijas moduli: $\frac{E_{ekv}}{E_1}$.

Lai aprēķinātu divkārtu segas ekvivalento deformācijas moduli, skaitlis, kas iegūts uz nomogrammas attiecīgās liknes, jāreizina ar deformācijas moduli E_1 , kas ir zināms.

Nestingo segu konstrukcijas aprēķinā jāsasniedz vienlīdzība starp projektējamās segas ekvivalento un vajadzīgo deformācijas moduli.

Segas vajadzīgo deformācijas moduli E_{vaj} nosaka pēc aprēķina tā, lai slodzes periodiskā iedarbībā segas deformācija nesasniegtu kritisko lielumu, kad notiek segas sabrukums vai tajā rodas kustības apstākļiem nepieļaujamas deformācijas.

Vajadzīgo deformācijas moduli nosaka atkarībā no autoceļa kategorijas, kustības perspektīvās intensitātes un sastāva, kā arī no segas tipa. To aprēķina pēc šādas formulas:

$$E_{vaj} = \frac{\pi P}{2\lambda} k\mu,$$

kur E_{vaj} — segas vajadzīgais deformācijas modulis (kG/cm^2);

P — aprēķina automobiļa riteņa īpatnējais spiediens (kG/cm^2);

$\lambda = \frac{l}{D}$ — segas pieļaujamā relatīvā deformācija (37. tab.), kas noteikta atkarībā no segas tipa;

l — segas kritiskā deformācija (cm);

D — aprēķina automobiļa riteņa un ceļa segas saskares laukuma ekvivalentais riņķa laukuma diametrs (cm);

k — koeficients, kas raksturo slodžu periodiskumu un to dinamisko iedarbību;

μ — drošības koeficients, kas raksturo pieņemtā segas veida darbības apstākļus; augstākā tipa kapitālām segām $\mu=1,2$, bet atvieglotām segām $\mu=1,10$; pārejas tipa segām šo koeficientu neievēro, proti, pieņem, ka $\mu=1,0$.

Dažādu marku automobiļu iedarbība uz autoceļa segu jānovērtē, pārrēķinot faktisko ritošo sastāvu uz aprēķina automobiļa N-13 skaitu un faktisko kustības intensitāti N uz aprēķina kustības intensitāti N_a . Faktisko kustības intensitāti N , kas ir vienāda ar dažādu marku automobiļu skaitu diennaktī, pārrēķina uz aprēķina automobiļa skaitu N-13 intensitāti N_a , lietojot nomogrammu, kas sniegta 90. attēlā. Aprēķina gaitā pakāpeniski nosaka un summē transporta sastāvu katrai automobiļu markai faktiskās vai perspektīvās kustības ekvivalento aprēķina automobiļu N-13 skaitu.

Nomogrammu lieto šādi: no horizontālās ass punkta, kas atbilst faktiskajam vai perspektīvajam vienas markas automobiļu skaitam, novelk vertikālu taisni līdz krustpunktam ar slīpo taisni, kas atbilst attiecīgajai automobiļu markai. Pēc tam no iegūtā krustpunkta novelk horizontālu taisni līdz krustpunktam ar slīpo taisni, kas raksturo aprēķina automobili N-13, un uz horizontālās ass

Autoceļu segu pieļaujamā relatīvā deformācija

Autoceļa tehniskā kategorija	Segas tips	Segas nosaukums	Pieļaujamās relatīvās deformācijas robežlielums λ
I un II	Augstākā tipa kapitālā sega	Asfaltbetona sega	0,035
III un IV	Augstākā tipa atvieglotā sega	Šķembu un grants segas, kas apstrādātas ar saistīgām saistvielām	0,040
		Grants sega, kas apstrādāta ar šķidrām saistvielām	0,045
IV un V	Pārejas tipa sega	Šķembu segas, kā arī apaļakmeņu un skaldītu akmeņu bruģis	0,050
		Grunts segas, kas apstrādātas ar cementu	0,040
		Grants segas un grunts ceļi, kuri apstrādāti ar šķidriem bitumeniem vai darvu	0,060

nolasa iegūtam krustpunktam atbilstošo automobiļu skaitu; tas ir vienāds ar ekvivalento aprēķina automobiļu N-13 skaitu.

Nestingo segu aprēķinā periodiskas slodzes un tās dinamisko iedarbību raksturo ar koeficientu

$$k = 0,5 + 0,65 \lg (\gamma N_a),$$

kur γ — koeficients, kas raksturo slodzes periodiskumu atkarībā no autoceļa brauktuves platuma vai kustības joslu skaita; divjoslu brauktuvei $\gamma=1,0$, vienjoslas brauktuvei $\gamma=2,0$, bet četrjoslu brauktuvei $\gamma=0,75$;

N_a — vidējā diennakts aprēķina kustības intensitāte autoceļa abos virzienos, kura izteikta ar aprēķina automobiļa N-13 vienībām.

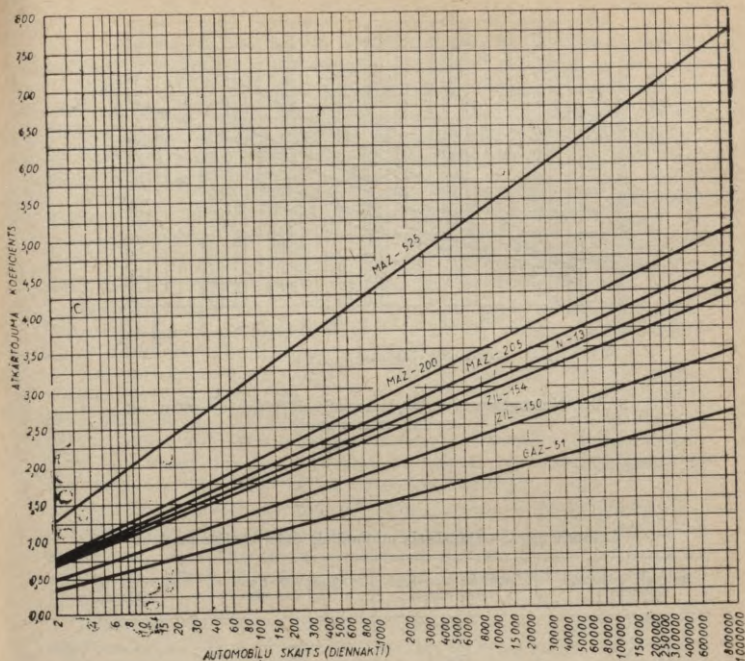
Koeficienta k aprēķina izteiksme ir iegūta eksperimentāli, apkopojot autoceļa divjoslu brauktuves ekspluatācijas datus.

Vidējo diennakts aprēķina kustības intensitāti nosaka, ievērojot perspektīvās kustības daudzumu un sastāvu. To iegūst, izdarot ekonomiskos pētījumus šādiem laika periodiem:

- pārejas tipa segām — 5 gadiem;
- augstākā tipa atvieglotām segām — 10 gadiem;
- augstākā tipa kapitālām segām — 15 gadiem.

Aprēķinā parasti ņem kustības vidējo intensitāti, kāda ir mitruma ziņā visneizdevīgākajos gadalaikos — pavasarī un rudenī, kad zemes klātnē ir piesātināta ar mitrumu. Ja kustības vislielākā intensitāte ir citā gadalaikā, autoceļa segas izturību ieteicams pārbaudīt arī atbilstoši šīs sezonas vidējai perspektīvajai kustībai.

Ja nav iespējams pietiekami precīzi noteikt sezonas kustības perspektīvo intensitāti, aprēķins izdarāms, pamatojoties uz gada vidējo perspektīvo diennakts kustības intensitāti.

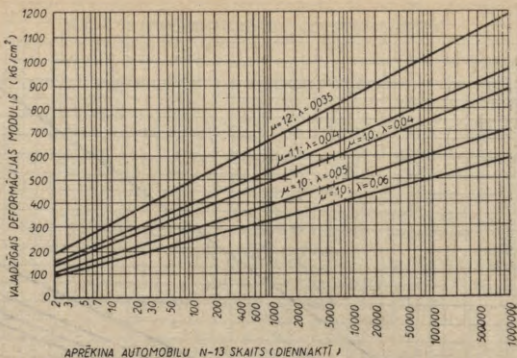


90. att. Nomogramma dažādu marķu automobiļu skaita izteikšanai ar aprēķina automobiļa N-13 skaitu

Nestingu segu aprēķina instrukcijā BCH-46-60 ir noteikts, ka neatkarīgi no aprēķina rezultātiem segas vajadzīgā deformācijas moduļa E_{vaj} (kG/cm^2) lielumu nedrīkst pieņemt mazāku par to, kāds norādīts 38. tabulā.

Autoceļa segas vajadzīgo deformācijas moduli E_{vaj} var arī noteikt pēc nomogrammas, kas sniegta 91. attēlā.

Nestingu segu projektē un aprēķina autoceļa posmiem, kam ir vienādi zemes klātnes grunts aprēķina deformācijas moduli. Vispirms autoceļa katram posmam, kam ir vienāds grunts īpašības, atbilstoši autoceļa tehniskajai kategorijai un ekspluatācijas īpatnībām izvēlas segas tipu un tās konstrukciju. Izvēlētais segas tips un konstrukcija jāpamato ar tehniski ekonomisko aprēķinu, kā arī shematiski segā jāparāda dažādu materiālu konstruktīvo kārtu no-



91. att. Nomogramma autoceļa segas vajadzīgās deformācijas moduļa noteikšanai

38. tabula

Autoceļu segas vajadzīgais minimālais deformācijas modulis

Autoceļa tehniskā kategorija	Augstākā tipa kapitālās segas	Augstākā tipa atvieglotās segas	Pārejas tipa segas
I	700	—	—
II	600	600	—
III	560	500	—
IV	—	380	300
V	—	—	300

vietojums un biežums. Segas katras kārtas biežums jāprecizē, izdarot segas izturības aprēķinu.

Nestingas segas konstrukcijas kārtu skaits, atsevišķo kārtu materiālu veids un savstarpējais novietojums jāizvēlas atbilstoši segas vajadzīgajai izturībai, lai izvēlēta konstrukcija ekspluatācijas apstākļos būtu droša un ekonomiska.

Dārgās augstākā tipa kapitālās segas un pārejas tipa segas konstrukcija jāizvēlas un jāprojektē no izturīgajiem akmens materiāliem, paredzot tos iestrādāt noturīgā sakārtojumā un maisījumā ar organiskajām saistvielām.

Nestingo segu starpkārtas, kuras izbūvē zem seguma, jāprojektē un jāizbūvē no materiāliem un maisījumiem, kuriem ir pietiekama izturība un noturība kā sausā, tā arī mitrā stāvoklī. Pietiekami lieliem jābūt arī segas konstrukcijas atsevišķo kārtu mate-

riālu deformāciju moduļiem. Tāpēc ļoti svarīgi ir pareizi noteikt segas konstruktīvo kārtu materiālu deformācijas moduļus.

Pēdējos gados izbūvēto asfaltbetona segu ekspluatācija ir pierādījusi, ka segas pamata virskārtu materiālu deformācijas modulis vienkārtas asfaltbetona segām nedrīkst būt mazāks par 1000 kG/cm^2 , bet divkārtu asfaltbetona segās — $800 \div 900 \text{ kG/cm}^2$. Bez tam labai jābūt arī starpkārtas un pamata saistei.

Augstākā tipa atvieglotām segām pamata virskārtas materiālu deformācijas modulis nedrīkst būt mazāks par 700 kG/cm^2 . Ja starpkārtu izbūvē no melno šķembu maisījuma, kas maisītājos karstā stāvoklī sajaukts ar saistīgajiem bitumeniem, deformācijas modulis nedrīkst būt mazāks par 800 kG/cm^2 .

Izbūvējot segu pamata apakšējo kārtu un V kategorijas autoceļu segas, pēc iespējas plašāk jālieto dažādi vietējie būvmateriāli, kā arī rūpniecības atkritumi — izdedži, ķieģeļu šķembas u. c.

Lai autoceļa segas augšējās kārtās nerastos plaisas, segas blakus kārtu konstrukciju nedrīkst izveidot no materiāliem, kam ir liela deformācijas moduļa atšķirība, t. i., ir lietderīgi, lai blakus kārtu materiālu deformācijas moduļa attiecība nepārsniegtu $2,5 \div 3,5$. Jo plānāka ir autoceļa virskārta, jo mazākaī jābūt to izbūves materiālu deformācijas moduļa attiecībai.

Nav arī lietderīgi vairākkārtu segu izveidot no materiāliem, kuru aprēķina deformācijas modulis ir mazāks par $1,5 E_{\text{pam}}$ (E_{pam} — segas apakšējās kārtas vai mākslīgās pamatnes materiāla deformācijas modulis), jo tad nestingās segas konstrukcija parasti nav ekonomiska.

Nestīgo segu konstrukcijas materiālu ieguvei, pārstrādei un sagatavošanai vajadzīgs daudz līdzekļu. So segu izbūvi sadārdzina arī tālu transportējamie materiāli. Tāpēc jācenšas segu izbūvei izlietot pēc iespējas mazāk speciālo materiālu un segas vajadzīgo izturību nodrošināt, palielinot segas apakšējo kārtu biezumu, kuras izbūvē no vietējiem būvmateriāliem, vai stabilizējot grunti.

Projektējot autoceļu segu, jāatrod ekonomiski visizdevīgākais variants, pēc kura var maksimāli izmantot vietējos būvmateriālus un maksimāli mehanizēt segas izbūves darbus.

Segas atsevišķo kārtu minimālo biezumu nosaka pēc konstruktīviem apsvērumiem, kas ir atkarīgi no izveidojamās kārtas materiālu daļiņu rupjuma, segas ekspluatācijas īpatnībām, darba izpildes veida u. c. faktoriem.

Projektējot autoceļa segu, nav jācenšas palielināt atsevišķo konstruktīvo kārtu skaits. Tas sarežģī segas izbūves tehnoloģisko procesu un palielina izpildāmo operāciju skaitu. Tāpēc jācenšas vairākkārtu segas konstrukciju izveidot no materiāliem, kuru iestrādei nav jāizpilda daudz operāciju un ir iespējams pilnīgāk mehanizēt un industrializēt autoceļa būvniecības procesu.

Nestīgo segu kārtu minimālie konstruktīvie biezumi, segas izveidojot no dažādiem materiāliem, doti 39. tabulā.

Autoceļa segas kārtu minimālais biezums atkarībā no izbūves materiāla

Segas kārtas izbūves materiāls	Kārtas minimālais biezums (cm)
Aukstais smalkgraudainais asfaltbetons (darvas betons)	2,0
Asfaltbetons (darvas betons), kas iestrādāts karstā stāvoklī (atkarībā no skeleta frakciju rupjuma):	
vienā kārtā	4,0
divās kārtās	7,0
Šķembu un grants materiāli, kas apstrādāti ar organiskajām saistvielām pēc samaisīšanas paņēmiena	5,0
Stabilizēta grunts:	
apstrādājot ar organiskajām saistvielām uz ceļa	6,0
apstrādājot ar organiskajām saistvielām samaisīšanas iekārtās	4,0
apstrādājot ar cementu vai kaļķiem	10
Neapstrādāti šķembu un grants materiāli:	
uz smilts pamata	13 ÷ 15
uz izturīga akmens vai stabilizētas grunts pamata šķembu materiāliem	8,0
uz izturīga pamata grants materiāliem	10

Lai novadītu ūdeni, kas iekļuvis segā no ceļa virsmas, segas konstrukcijā jāparedz un jāizbūvē drenāžas slānis.

Ja II klimatiskajā zonā I, II un III kategorijas autoceļu izbūvei lieto C vai D grupas grunti (sk. 42. tab.), vai B grupas gruntij ir nelabvēlīgi mitruma apstākļi, autoceļa segai no materiāliem, kam ir labas filtrācijas īpašības, obligāti jāizveido drenāžas slānis.

No drenāžas slāņa pilnīgi jānovada ūdens. Drenāžas slānis kā atsevišķa konstruktīva kārtā jāietver segas izturības aprēķinā.

Autoceļa segas atsevišķo konstruktīvo kārtu materiālu deformācijas moduļa aprēķina vērtības ir noteiktas, ievērojot materiāla veidu, īpašības un novietojumu segas konstrukcijā. Segas materiāliem, kuru sastāvā ietilpst putekļaina māla frakcijas (grants, nešķīrotas šķembas utt.), kā arī dažādiem vietējiem būvmateriāliem, kam nav liela izturība, deformācijas moduļa aprēķina vērtības ir stipri atkarīgas ne tikai no materiālu īpašībām un maisījuma sastāva, bet arī no mitruma apstākļiem un segas konstrukcijas drenāžas. Tāpēc šādiem materiāliem deformācijas moduļi norādīti plašās robežās. Projektējot un aprēķinot autoceļa segu, jānoteic konkrēta materiāla īpatnības un tā darbības apstākļi.

Lai pareizi noteiktu un katrā atsevišķā gadījumā pamatotu autoceļa segas konstruktīvo kārtu materiālu deformācijas moduļa aprēķina lielumus, jāņem vērā mitruma apstākļi, drenāža, caursalšana u. c. faktori.

Autoceļu segu konstruktīvo kārtu materiālu deformācijas moduļa aprēķina galvenie lielumi doti 40. un 41. tabulā.

Projektējot un aprēķinot nestingās segas, pareizi jāizvēlas ne vien attiecīgo segu atsevišķo kārtu izbūves materiālu deformācijas

Autoceļu segu izbūves materiālu deformācijas moduļi neatkarīgi no mitruma apstākļiem

Segas izbūves materiāls	Deformācijas modulis E (kG/cm ²)
Asfaltbetona (darvas betona) segas:	
virsējā kārtā	2600 ÷ 3000
apakšējā kārtā	2100 ÷ 2400
Smilšu asfaltbetons	2400
Grunts asfalts	1800
Šķembas, kas iegūtas no 1. un 2. akmens markas iežiem un maisītajos samaisītas ar saistīgiem bitumeniem	2200
Šķembas, kas iegūtas no 3. akmens markas iežiem un maisītajos samaisītas ar saistīgiem bitumeniem	1500
Šķembu materiāls, kas iegūts no 1. un 2. akmens markas iežiem un piesūcināts ar organiskajām saistvielām	2000
Šķembu materiāls, kas iegūts no 3. akmens markas iežiem un piesūcināts ar organiskajām saistvielām	1500
Sega un pamats no šķīrotām šķembām, kas izbūvēti pēc noķīlēšanas paņēmiena no 1. un 2. akmens markas iežiem un skābajiem metalurģiskajiem izdedžiem	1300
Sega un pamats no šķīrotām šķembām, kas izbūvēti pēc noķīlēšanas paņēmiena no 3. akmens markas iežiem un skābajiem metalurģiskajiem izdedžiem	1100
Apakšmeņu un skaldītu akmeņu bruģis 16 ÷ 18 cm augstumā	1500 ÷ 1700
Apgrieztu akmeņu bruģis vismaz 16 cm augstumā	1700 ÷ 1900
Pamats no kvalitatīvi viendabīgiem nenoteikta granulometriskā sastāva metalurģiskajiem izdedžiem	600 ÷ 700
Augstāka tipa kalto akmeņu vai mozaikas bruģis	2500 ÷ 2800

41. tabula

Autoceļu segu izbūves materiālu deformācijas moduļi II klimatiskajā zonā atkarībā no mitruma apstākļiem

1. Grants un šķembu materiāli, kas apstrādāti ar saistvielām

Materiālu nosaukums	Saistviela un apstrādes veids	Deformācijas modulis E (kG/cm ²)
Sagatavots grants un šķembu materiāls, kas pēc sastāva un īpašībām atbilst tehnisko noteikumu prasībām un nav zemāks par 2. marku	Apstrādāts ar saistīgiem bitumeniem vai darvu, karstā veidā samaisot maisītajos	1800 ÷ 2000
	Apstrādāts ar bitumeniem vai darvu, aukstā veidā samaisot maisītajos	1400
	Apstrādāts ar šķīdriem bitumeniem vai darvu, samaisot uz ceļa	1000 ÷ 1200
	Apstrādāts ar cementu, samaisot uz ceļa	1200 ÷ 1400

2. Grants un nešķīrotu šķembu materiāli

Materiāla nosaukums	Frakciju izmērs			Maisījuma plastiskuma skaitlis frakcijām, kuru izmērs mazāks par 0,5 mm	Deformācijas modulis E (kg/cm ²)
	lielāks par 25 mm	lielāks par 2,0 mm	mazāks par 0,05 mm		
	Frakciju saturs (%)				
Akmens materiāli, ne vājāki par 3. marku	>45 >30 >20	>85 >70 >60	≤3 ≤7 ≤10	≤4 ≤4 ≤6	800÷900 600÷700 500÷600

Piezīme. Deformācijas moduļa E mazākās vērtības dotas grants materiālam, bet lielākās vērtības — šķembu materiālam.

3. Smilts deformācijas moduļi

Smilts rupjums	Ceļa klātne, uzbērtā no smilts kārtas, kuras augstums $H > h_k + 0,5$ m	Iestrādājot smiltis gultnē
	Deformācijas modulis E (kg/cm ²)	
Rupjgraudaina	400	350
Vidēji rupja	350	250
Smalkgraudaina	300	150

Piezīme. Kapilārā ūdens pacēlums h_k rupjgraudainā smiltis gruntī ir 10÷15 cm, vidēji rupjā smiltis gruntī — 15÷25 cm, bet smalkgraudainā smiltis gruntī — 25÷40 cm.

4. Gruntis, kas apstrādātas ar organiskajām saistvielām

Grunts nosaukums	Saistvielu daudzums (procentos) no minerālā maisījuma svara			
	6	8	10	12
	Deformācijas modulis E (kg/cm ²)			
Grunts ar optimālu granulometrisko sastāvu	600	680	—	—
Viegla mālaina smiltis, smaga mālaina smiltis un puteklaina mālaina smiltis	—	600	680	—
Smaga un puteklaina mālaina smiltis un visu veidu smilšains māls	—	—	500	600

moduļi, bet arī zemes klātnes grunts deformācijas modulis E_0 , kuru var noteikt pēc šādām metodēm:

a) zemes klātnes grunts deformācijas moduli E_0 attiecīgā aprēķina gadalaikā nosaka lauka apstākļos tieši uz vietas, lietojot pārvietojamo spiedi;

b) pārbauda grunti aprēķina stāvokli laboratorijā vai poligonā;
 c) nosaka zemes klātnes grunts deformācijas moduli E_0 pēc agrāk izbūvēto ceļu dienesta uzskaites datiem;

d) pieņem grunts deformācijas moduli E_0 atbilstoši datiem, kādi sniegti 41. tabulā.

Atkarībā no autoceļa projektēšanas stadijas lieto dažādas zemes klātnes grunts deformācijas moduļa E_0 noteikšanas metodes. Zemes klātnes grunts deformāciju moduļa noteikšanai gruntis iedala četrās grupās (42. tab.). Jaunbūvējamiem autoceļiem zemes klātnes grunts deformācijas moduljus E_0 pieņem pēc datiem, kas sniegti 43. tabulā.

42. tabula

Zemes klātnes grunts grupas

Grunts grupa	Grunts nosaukums
A	Viegla mālaina smilts un optimāls maisījums
B	Putekļaina smilts un smaga mālaina smilts
C	Viegls smilšains māls, smags smilšains māls un māls
D	Putekļaina mālaina smilts, smaga putekļaina mālaina smilts, viegls putekļains, smilšains māls un smags putekļains, smilšains māls

Piezīmes. 1. Rupjgraudainas, vidēji rupjas un smalkgraudainas smilts grunts deformācijas moduļa vērtības jāņem pēc datiem, kas sniegti 41. tabulā.

2. Grunts piederību attiecīgai grupai nosaka pēc grunts viendabīgā granulometriskā slāņa, kura biezums nav mazāks par 0,8 m.

Ja zemes klātne ir izbūvēta atbilstoši celtniecības normu un noteikumu prasībām, 43. tab. norādītie grunts deformācijas moduļi ir pareizi. Grunts nelabvēlīgajos apstākļos, kad zemes klātnes konstrukcija neatbilst celtniecības normu un noteikumu prasībām, pieņemot grunts deformācijas moduļa aprēķina vērtību, jāparedz veikt speciālus pasākumus, kas nodrošina zemes klātnes gruntij pietiekamu stabilitāti un novērš zemes klātnes iespējamo kūkumošanu.

Noteicot zemes klātnes grunts deformācijas moduli, jāņem vērā vietējie klimatiskie apstākļi, grunts fizikāli mehāniskās īpašības un citas īpatnības, kā arī virszemes ūdens novadišanas veids, grunts-ūdens režīms, zemes klātnes konstruktīvais izveidojums un tās izbūves apstākļi autoceļa atsevišķajos posmos.

Uzbērumos, kas ir augstāki par 3,0 m, grunts deformācijas modulis neatkarīgi no vietas hidroloģiskās grupas jāpieņem atbilstoši datiem, kas sniegti 43. tab. pirmās hidroloģiskās grupas uzbērumiem.

Grunts deformācijas moduli uzbērumiem, kāds norādīts 43. tab., ja ir pietiekams pamatojums, drīkst palielināt par 30% blīvi apbūvētās pilsētās, kurās ir nodrošināta lietus un sniega kušanas ūdens novadišana kanalizācijas tīklā.

Zemes klātnes grunts deformācijas moduļi II klimatiskajai zonai

Vietas hidroloģiskā grupa	Grunts grupa	Grunts deformācijas modulis E_0 (kg/cm ²)	
		uzbērumos	nulles vietās un ierakumos
Pirmā	A	150 ÷ 200	120 ÷ 150
	B	120 ÷ 160	90 ÷ 120
	C	110 ÷ 150	80 ÷ 110
	D	90 ÷ 110	75 ÷ 90
Otrā	A	120 ÷ 150	60 ÷ 80
	B	80 ÷ 100	—
	C	75 ÷ 85	—
	D	70 ÷ 80	—
Trešā	A	115 ÷ 140	—
	B	75 ÷ 95	—
	C	70 ÷ 90	—
	D	60 ÷ 75	—

Piezīme. Autoceļa segas izbūves vietas hidroloģisko grupu nosaka atbilstoši norādījumiem, kas sniegti 103. lpp.

Autoceļu tikla rekonstrukcijas vai autoceļa kapitālā remonta gadījumos zemes klātnes grunts deformācijas moduļu aprēķina vērtības autoceļa raksturīgākajiem posmiem jānosaka visnelabvēlīgākajā (mitrākajā) gadalaikā. Šāda grunts pārbaude jāveic tieši uz vietas, lietojot grunts pārbaudes pārvietojamo spiedi. Ja grunti nevar pārbaudīt uz vietas, zemes klātnes grunts deformācijas moduli jāpieņem atbilstoši 42. un 43. tab. normatīviem, tos korigējot pēc novērojumu datiem, kas iegūti autoceļa ekspluatācijas laikā.

Tātad, projektējot un aprēķinot nestingo segu konstruktīvo izveidojumu, jāatrisina šādi pamatjautājumi:

- 1) jānosaka autoceļa segas vajadzīgais deformācijas modulis E_{vaj} ;
- 2) jāizvēlas segas konstruktīvais izveidojums un jānosaka attiecīgo kārtu izbūves materiālu deformācijas moduļi;
- 3) jānosaka zemes klātnes grunts deformācijas modulis, ievērojot vietas klimatiskos un hidroloģiskos apstākļus;
- 4) jāpamato ar aprēķinu izvēlētais segas izturība, precizējot atsevišķo kārtu biežumus.

Vairākkārtu nestingo segu konstrukciju aprēķina pēc pirmās vai otrās shēmas.

Pēc pirmās shēmas aprēķinu sāk no segas virskārtas un izpilda virzienā uz segas pamatu. Katru reizi, pieņemot daudzkārtu segai virsējās kārtas biežumu, jāaprēķina ekvivalentais deformā-

cijas modulis, kurš iedarbojas uz segas apakšējo kārtu. Beidzot aprēķinu, pēc deformācijas moduļa, kāds vajadzīgs virs segas apakšējās kārtas, un zināmā zemes klātnes grunts deformācijas moduļa aprēķina segas apakšējās kārtas biezumu.

Pēc otrās shēmas aprēķinu izdara pretējā virzienā, t. i., sākot no segas pamata. Šajā gadījumā pēc pieņemtajiem segas kārtu biezumiem un materiālu deformācijas moduļiem aprēķina ekvivalento deformācijas moduli katras kārtas virsmai. Segas virsējās kārtas biezumu nosaka tā, lai segas kopējais ekvivalentais deformācijas modulis E_{ekv} būtu lielāks par segas vajadzīgo deformācijas moduli E_{vaj} , t. i., jānodrošina noteikums: $E_{ekv} \geq E_{vaj}$.

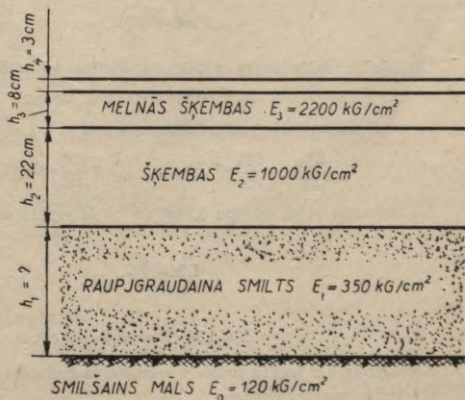
44. §. Nestingo segu aprēķina piemēri

Uzdevums. Jāaprēķina augstākā tipa atvieglotā sega II tehniskās kategorijas autoceļam ar kustības aprēķina intensitāti $N-13=1000$ automobiļu diennaktī.

Izejdati. Autoceļš atrodas Latvijā — II klimatiskajā zonā; segas veids — šķembu melnā sega; zemes klātnes grunts — smilšains māls, ūdens novadišana laba; gruntsūdens 2 m dziļumā nav konstatēts.

Risinājums. Pēc konstruktīvajiem un ekonomiskajiem apsvērumiem, ņemot vērā ceļa izbūves rajona vietējo būvmateriālu izmantošanas iespējas, segas konstrukciju izvēlas pēc shēmas, kas sniegta 92. attēlā. Tā sastāv no seguma $h_4=3$ cm, melno šķembu kārtas $h_3=8$ cm, kas apstrādāta ar bitumenu, šķembu pamata $h_2=22$ cm, kas izveidots no vidēji izturīgām kaļķakmens šķembām, un drenējošā smilts slāņa h_1 , kurš izveidots no rupjgraudainas smilts un kura biezums jāaprēķina.

Pēc nomogrammas, kas sniegta 91. att., nosaka vajadzīgo deformācijas moduli. Ja $\mu=1,1$ un aprēķina automobiļu skaits $N-13=1000$, $E_{vaj}=540$ kg/cm^2 . Atbilstoši datiem, kas sniegti 38. tab., II tehniskās kategorijas autoceļiem ar



92. att. Nestingo segas kārtu biezumu aprēķina piemēra shēma

augstāka tipa atviegloto segu E_{vaj} nedrīkst būt mazāks par 600 kG/cm^2 . Aprēķinā pieņem $E_{vaj} = 600 \text{ kG/cm}^2$.

Pēc datiem, kas sniegti 40. un 41. tab., nosaka segas kārtu materiālu deformācijas moduļus: ar bitumenu apstrādātām šķembām $E_3 = 2200 \text{ kG/cm}^2$, šķembu pamatam, kas izveidots no mikstiem akmens materiāliem, $E_2 = 1000 \text{ kG/cm}^2$, bet drenējošam smiltis slānim $E_1 = 350 \text{ kG/cm}^2$; zemes klātnes grunts deformācijas modulis $E_0 = 120 \text{ kG/cm}^2$ (sk. 43. tab.).

Aprēķinā neievēro nodiluma seguma biezumu, kas periodiski jāatjauno.

Segas aprēķinu izdara pēc pirmās shēmas šādā secībā:

1) pēc dotā vajadzīgā deformācijas moduļa, segas virsējās kārtas biezuma un tās deformācijas moduļa aprēķina E''_{ekv} virs šķembu kārtas:

$$\frac{h_3}{D} = \frac{8}{34} = 0,235;$$

$$\frac{E''_{ekv}}{E_3} = \frac{600}{2200} = 0,273.$$

Nomogrammas (sk. 89. att.) abscisai, kuras vērtība ir 0,235, un punktam 0,273, kas atrasts pēc interpolācijas paņēmiena, starp līknēm 0,20 un 0,30, novelkot no punkta 0,273 horizontāli pret ordinātes asi, atrod ordināti

$$0,218 = \frac{E''_{ekv}}{E_3}.$$

Deformācijas modulis E_3 ir zināms, tāpēc

$$E''_{ekv} = 0,218 \times E_3 = 0,218 \times 2200 = 480 \text{ kG/cm}^2;$$

2) līdzīgi nosakām E'_{ekv} :

$$\frac{h_2}{D} = \frac{22}{34} = 0,647;$$

$$\frac{E''_{ekv}}{E_2} = \frac{480}{1000} = 0,480.$$

Nomogrammas ordināte

$$0,268 = \frac{E'_{ekv}}{E_2}.$$

Drenējošās smiltis kārtas virsmā ekvivalentais deformācijas modulis

$$E'_{ekv} = 0,268 \cdot 1000 = 268 \text{ kG/cm}^2;$$

3) nosaka drenējošās smiltis kārtas biezumu h_1 :

$$\frac{E'_{ekv}}{E_1} = \frac{268}{350} = 0,766; \quad \frac{E_0}{E_1} = \frac{120}{350} = 0,343.$$

Uz ordinātes atliek vērtību 0,3434 un no šī punkta velk perpendikulu, kamēr uz līknes iegūst punktu 0,766, kam atbilst abscisa

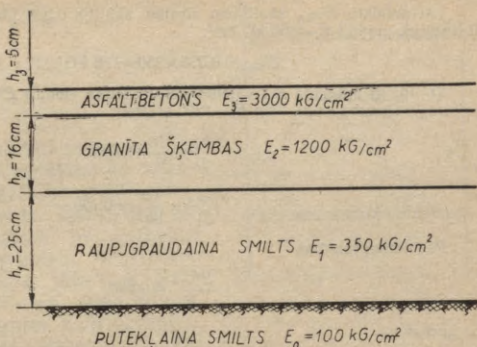
$$1,34 = \frac{h_1}{D},$$

bet

$$h_1 = 1,34 \times 34 = 45,5 \approx 46 \text{ cm}.$$

Secinājums. Lai iegūtu autoceļa segu, kuras nestspēja ir 600 kG/cm^2 , jāizbūvē 46 cm bieza drenējošā smiltis kārtā.

93. att. Nestingas segas pārbaudes aprēķina shēma



Uzdevums. Noteikt augstākā tipa kapitālās asfaltbetona segas konstrukcijas ekvivalento deformācijas moduli II tehniskās kategorijas autoceļam.

Izejdati. Autoceļa sega ir izbūvēta Latvijā — II klimatiskajā zonā; zemes klātnes grunts — putekļaina smiltis; gruntsūdens 1,8 m dziļumā nav konstatēts. Rekonstruējamās asfaltbetona segas konstrukcija sniegta 93. attēlā. Asfaltbetona masa ir iestrādāta vienā kārtā — $h_3=5$ cm. Segas pamats izbūvēts no granīta šķembām — $h_2=16$ cm. Drenējošā kārtā $h_1=25$ cm, uzbērta no vidēji rupjas smilts.

Risinājums. Pēc datiem, kas sniegti 40. un 41. tab., nosaka segas kārtu materiālu deformācijas modulus: asfaltbetonam $E_3=3000$ kg/cm², granīta šķembu pamatam $E_2=1200$ kg/cm², bet drenējošai smilts kārtai $E_1=350$ kg/cm². Zemes klātnes deformācijas modulis $E_0=100$ kg/cm² noteikts visnelabvēlīgākajā (mitrākajā) gadalaikā, autoceļa raksturīgākajiem posmiem grūti pārbaudot ar pārvietojamo spiedi.

Segas izturības pārbaudes aprēķinu izdara pēc otrās shēmas šādā secībā:

1) nosaka ekvivalento deformācijas moduli E'_{ekv} divkārtu sistēmai, kas sastāv no zemes klātnes grunts un drenāžas smilts slāņa:

$$\frac{h_1}{D} = \frac{25}{34} = 0,735;$$

$$\frac{E_0}{E_1} = \frac{100}{350} = 0,285.$$

Lietojot nomogrammu, kas sniegta 89. att., uz ordinātu ass atliekam $\frac{E_0}{E_1} = 0,285$ un novelkam horizontālu taisni līdz krustpunktam ar perpendikulu, kura abscisa ir vienāda ar attiecību

$$\frac{h_1}{D} = 0,735.$$

Iegūtais krustpunkts uz līknes

$$0,538 = \frac{E'_{ekv}}{E_1}.$$

Lai noteiktu E'_{ekv} skaitlisko vērtību, skaitlis 0,538 jāreizina ar zināmo deformācijas moduli $E_1=350 \text{ kG/cm}^2$:

$$E'_{ekv}=0,538 \times 350=188 \text{ kG/cm}^2;$$

2) līdzīgi aprēķina ekvivalento deformācijas moduli E''_{ekv} divkārtu sistēmai ar virsējo šķembu slāni, kam $E_2=1200 \text{ kG/cm}^2$:

$$\frac{h_2}{D}=\frac{16}{34}=0,470;$$

$$\frac{E''_{ekv}}{E_2}=\frac{188}{1200}=0,156.$$

Pēc nomogrammas

$$\frac{E''_{ekv}}{E_2}=0,290,$$

no kurienes

$$E''_{ekv}=0,290 \cdot 1200=348 \text{ kG/cm}^2;$$

3) nosaka asfaltbetona segas konstrukcijas kopējo ekvivalento deformācijas moduli E_{ekv} :

$$\frac{h_3}{D}=\frac{5}{34}=0,147;$$

$$\frac{E''_{ekv}}{E_3}=\frac{348}{3000}=0,116.$$

Pēc nomogrammas

$$\frac{E_{ekv}}{E_3}=0,143;$$

$$E_{ekv}=0,143 \cdot 3000=429 \text{ kG/cm}^2.$$

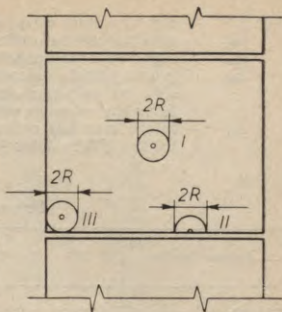
Secinājums. Salīdzinot iegūto $E_{ekv}=429 \text{ kG/cm}^2$ ar augstākā tipa kapitālai segai vajadzīgo deformācijas moduli $E_{vaj}=600 \text{ kG/cm}^2$ (sk. 38. tab.), var secināt, ka asfaltbetona sega jārekonstruē, lai ekvivalentais deformācijas modulis E_{ekv} būtu lielāks vai vienāds ar segas vajadzīgo deformācijas moduli E_{vaj} , t. i., lai būtu nodrošināts noteikums $E_{ekv} \geq E_{vaj}$.

45. §. Stingo segu aprēķināšana

Stingās autoceļu segas ir betona un dzelzsbetona plātnes, kas iestrādātas uz speciāli sagatavota segas vai grunts pamata. Šādas cementbetona plātnes iebūvē arī augstākā tipa kapitālo asfaltbetona segu pamatos.

Cementbetona segas ir izturīgas un ilggadīgas. Tās vislabāk arī atbilst automobiļu ātras kustības ekspluatācijas prasībām. Betona plātnes labi pretojas liecei. Tā, piemēram, kad spriegumi cementbetona segā ierosina graužošās slodzes, plātnes ieliekums nav tik liels kā nestingām segām. Ritošā sastāva spiedienu plātne sadala un pārnēs uz segas pamatu samērā lielā laukumā.

94. att. Automobiļa riteņa novietojums uz cementbetona segas plātnes



Autoceļu būvniecībā cementbetona segas projektē un aprēķina kā taisnstūru plātnes. Aprēķina gaitā jānosaka lieces moments, šķērsspēks un normāls spēks atkarībā no aprēķina slodzes un spriegumiem, ko izraisa temperatūras maiņa, jāizvēlas plātnes šķērsgriezums un stiegrojums, jānoskaidro spriegumi, kādi darbojas betonā un plātnes stiegrojumā, kā arī jāpārbauda, vai spriegumi nepārsniedz pieļaujamās vērtības.

Cementbetona taisnstūra plātņu platums ir $3,50 \div 3,75$ m, kas atbilst attiecīgās tehniskās kategorijas autoceļa kustības joslas platumam. Plātnes garums ir atkarīgs no spriegumiem, kurus izraisa gaisa temperatūras maiņa. Lai novērstu deformāciju, ko rada temperatūras maiņa, betona plātnes citu no citas atdala ar šuvēm.

Aprēķinot cementbetona segai ārējās slodzes iedarbību, jānosaka izturības ziņā visbīstamākais automobiļa riteņa novietojums uz plātnes. Taisnstūra plātnes aprēķina shēmā iespējami trīs raksturīgākie automobiļa riteņa slodzes iedarbības stāvokļi: plātnes centrā (94. att. I), plātnes malā (94. att. II) un plātnes stūrī (94. att. III).

Ja atsevišķā betona plātnē vislielākos spriegumus izraisa ārējā slodze, kas pielikta plātnes malās vai stūros, autoceļa segā plātnes jāsaista. Lai nodrošinātu plātnēm labu kopdarbību un pārbraucošā automobiļa riteņu spiedienu sadalītu vienmērīgi uz abām blakus plātnēm, šķērsšuvēs jāievieto stiegrojums. Ja plātnes speciāli nav savienotas, plātņu kopdarbība noris tikai savstarpējās berzes spēku iedarbībā.

Lai aprēķinātu cementbetona segas biezumu h , pieņem, ka slodze ir pielikta plātnes centrā. Aprēķinu izdara pēc O. Sehtera ieteiktā bezgalīgas plātnes aprēķina paņēmiena, pieņemot, ka plātnes atrodas uz elastīga pamata.

Ja betona plātnē ir noslogota ar koncentrētu spēku P vai ar vienmērīgu slodzi q , kas sadalīta pa riņķa laukumu, kura rādiuss R , plātnē tiek ierosināti radiālie un tangenciālie momenti. To lielumi ir atkarīgi no slodzes un plātnes stinguma rādītāja a

$$a = \frac{1}{h} \sqrt[3]{\frac{6E_{gr}(1-\mu^2_b)}{E_b(1-\mu^2_{gr})}} \approx \frac{1}{h} \sqrt[3]{\frac{6E_{gr}}{E_b}}$$

- kur h — betona plātnes biezums (cm);
 μ_{gr} — grunts Puasona koeficients;
 μ_b — segas Puasona koeficients;
 E_{gr} — grunts pamata deformācijas modulis (kG/cm²); ja segas pamats sastāv no vairākām dažāda materiāla kārtām, formulā jāievieto šo kārtu ekvivalents deformācijas modulis;
 E_b — betona elastības modulis, kas atkarīgs no betona markas; tā skaitliskās vērtības dotas 44. tabulā.

44. tabula

Betona elastības moduļi

Betona marka	200	250	300	400	500	600
Elastības modulis E_b (kG/cm ²)	200 000	230 000	270 000	310 000	340 000	360 000

Betona plātnes radiālo lieces momentu M_{rad} un tangenciālo lieces momentu M_{tang} 1,0 m platā autoceļa segas joslā atrod divējādi:

a) pēc koncentrētā spēka P :

$$M_{rad} = (A + \mu B)P;$$

$$M_{tang} = (B + \mu A)P,$$

kur A un B — koeficienti, kas atkarīgi no reinzinājuma $a \cdot r$ un doti 45. tab.;

r — attālums no koncentrētā spēka pielikšanas punkta līdz sprieguma aprēķina punktam (cm);

μ — betona Puasona koeficients; $\mu \approx 0,15$;

b) pēc slodzes q , kas vienmērīgi izkliedēta pa riņķa laukumu, kura rādiuss R :

$$M_{rad} = M_{tang} = \frac{CP(1 + \mu)}{2\pi aR},$$

kur $P = q\pi R^2$;

q — vienmērīgi izkliedētās slodzes intensitāte (kG/cm²);

C — koeficients, kas atkarīgs no reinzinājuma aR un dots 45. tabulā.

a — slodzes un plātnes stinguma rādītājs.

Praksē cementbetona plātņu aprēķinos ar pietiekamu precizitāti var lietot šādas aptuvenas lieces momentu M_{rad} un M_{tang} aprēķinu formulas:

$$M_{rad} = (A + \mu B)P = \frac{C(1 + \mu)P}{2aR} = 0,06(1 - 3 \lg ar)P =$$

$$= 0,06(1 - 3 \lg aR)P;$$

$$M_{tang} = (0,005 - 0,2 \lg ar)P.$$

Aprēķinot betona plātnei spiedienu, kādu tā saņem no automobiļa riteņa, aprēķina formulā var lietot slodzi, kas vienmērīgi izkliedēta pa riņķa laukumu, kurš vienāds ar riteņa un autoceļa

Koeficientu A , B un C vērtības

Reizinājums ar vai aR	Koeficienti		
	A	B	C
0,05	0,287	0,208	0,091
0,1	0,232	0,153	0,147
0,2	0,178	0,099	0,220
0,3	0,147	0,068	0,275
0,4	0,124	0,047	0,313
0,6	0,093	0,021	0,352
0,8	0,073	0,004	0,367
1,0	0,058	-0,006	0,364
1,2	0,047	-0,013	0,353
1,4	0,038	-0,017	—
1,6	0,031	-0,019	0,309
1,8	0,025	-0,019	—
2,0	0,021	-0,020	0,263
2,4	0,014	-0,018	—
2,8	0,010	-0,016	—
3,0	0,008	-0,014	—
4,0	0,003	-0,008	—

segas virsmas saskares laukumu. Šādā tuvinātā aprēķinā lieces moments ir samazināts par 10 procentiem.

Lai aprēķinātu betona plātnei slodzi, kādu tā saņem no veltņu, daudzriteņu treileru vai kāpurķēžu mašīnām, aprēķina formulā nedrīkst lietot slodzi, kas vienmērīgi izkliedēta pa riņķa laukumu, bet spiediens, kāds darbojas šo mašīnu un plātnes kontaktaukumā, jāaizstāj ar vairākiem koncentrētiem spēkiem, kas pielikti atsevišķi izdalīto laukumiņu smagumcentros (95. att.), un jāsummē visu koncentrēto spēku ierosinātie spriegumi.

Lieces moments punktā, kurā aprēķina spriegumus, ir vienāds ar visu koncentrēto spēku radiālo un tangenciālo momentu ģeometrisku summu. Lai aprēķinātu koncentrēto spēku ierosināto lieces momentu komponentes, jāievēro ne vien momentu projekcijas, bet arī autoceļa segas josla, kurā darbojas šie momenti. Tā, piemēram, ja 1,0 m platā segas joslā AA_1 darbojas lieces moments M , tad momenta projekcija virzienā BB_1 , kas veido ar iepriekšējo virzienu AA_1 leņķi α , $M = M \cos \alpha$, bet segas josla cc , kurā pielikts moments $M \cos \alpha$, palielinās līdz vērtībai $\frac{1}{\cos \alpha}$.

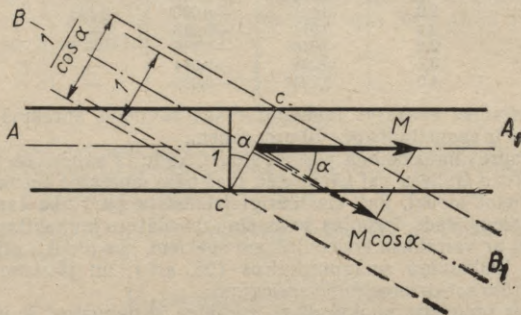
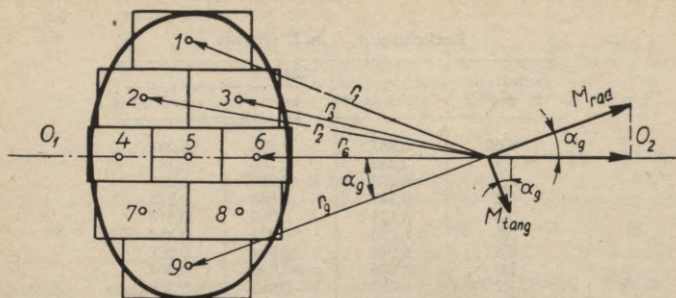
Tātad 1,0 m platā joslā virzienā BB_1 aprēķina lieces moments

$$M \cos \alpha : \frac{1}{\cos \alpha} = M \cos^2 \alpha,$$

bet summārā lieces momenta aprēķina formulai ir šāds veids:

$$M_{\text{liece}} = M_{\text{rad}} \cos^2 \alpha + M_{\text{tang}} \sin^2 \alpha,$$

kur α — leņķis starp asi, kādā virzienā vērst moments, un līniju, kas savieno spēka pielikšanas vietu ar sprieguma aprēķināšanas punktu.



95. att. Lieces momentu noteikšana cementbetona plātnes aprēķinā

Ja leņķis $\alpha \leq 20^\circ$, $\sin^2 \alpha$ ir mazs un aprēķinā summē tikai radiālos lieces momentus, neievērojot to projekciju lielumu.

Lieces momenta ierosinātos spriegumus 1,0 m platā betona plātnes joslā aprēķina pēc šādas formulas:

$$\sigma = \frac{6 \sum M}{h^2} \leq [\sigma],$$

kur M — ārējo spēku lieces momentu summa;
 $[\sigma]$ — pieļaujamais spriegums liecē.

Betona plātnes biezums jāaprēķina tā, lai faktiskie spriegumi σ , kas darbojas plātnē, nepārsniegtu pieļaujamo spriegumu $[\sigma]$. Cementbetona segu aprēķinā pieļaujamo spriegumu liecē $[\sigma]$ pieņem 0,5 ÷ 0,6 no betona stiepes robežizturības, kādu tas iegūst 90 dienas pēc iestrādes.

No tā var secināt, ka cementbetona plātnes nepieciešamais biezums

$$h = \sqrt{\frac{6\Sigma M}{[\sigma]}}$$

Sākot cementbetona segas aprēķinu, plātnes biezumu atbilstoši autoceļa tehniskajai kategorijai pieņem šādu: I kategorijas autoceļiem $h = 22 \div 24$ cm, II kategorijas autoceļiem $h = 20 \div 22$ cm, bet III kategorijas autoceļiem $h = 18 \div 20$ cm. Pēc tam, lietojot iepriekšējo plātnes biezuma aprēķina formulu, aprēķina lieluma h vērtību. Ja atšķirība starp iepriekš pieņemto un aprēķināto plātnes biezumu h ir liela, aprēķinu atkārtoti tiek veikts, kamēr šī atšķirība nepārsniedz 5%. Lai ievērotu segas nodilumu un nelidzenu, aprēķināto segas biezumu ieteicams palielināt par 1,0 cm.

Spriegumi, kas rodas cementbetona segā, automobiļa riteņu slodzei iedarbojoties plātnes malā vai stūrī, jāaprēķina pēc profesora N. Ivanova izstrādātās un I. Medņikova precizētās metodes.

Maza izmēra saliekamās cementbetona segas projektē kā taisnstūra vai sešstūra plātnes, kuras aprēķinā pielīdzina vienāda lieluma riņķa laukumam, kas novilkts ar rādiusu r un slogots centrā (96. att.).

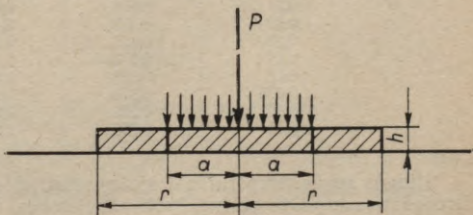
Apaļu plātņu lieces momenta aprēķina formulas un tabulas ir sastādījis M. Gorbunovs-Posadovs. Aprēķinot maza izmēra plātnes, tās visas iedala trīs kategorijās pēc to stinguma raksturlieluma

$$S = \frac{3E_{gr}r^3(1 - \mu^2_b)}{E_b h^3(1 - \mu^2_{gr})}$$

kur r — apaļas plātnes rādiuss (cm);

h — plātnes biezums (cm).

Ja $S > 10$, plātnes aprēķina pēc O. Šehtera izstrādātās bezgalīgas plātnes aprēķina paņēmiena (sk. 177. lpp.). Plātnes izmērs un malu iestrāde praktiski neietekmē spriegumu lielumu.



96. att. Spēku iedarbības shēma mazizmēra cementbetona plātnes aprēķinā

Ja $0,5 \leq S \leq 10$, plātni pieskaita pie galēji stingu plātņu kategorijas, kurām lieces momentu centrā aprēķina pēc šādas formulas:

$$M = P(\bar{M}_A + \bar{M}_B),$$

kur $P = \pi q a^2$ — pa riņķa laukumu, kas novilkts ar rādiusu a , vienmērīgi izkliedētas slodzes kopspēks;

\bar{M}_A — parametrs, kas atkarīgs no plātnes stinguma raksturlieluma S ; tā skaitliskās vērtības sniegtas 46. tabulā;

\bar{M}_B — parametrs, kas atkarīgs no rādiusu $\frac{a}{r}$ attiecības; tā skaitliskās vērtības sniegtas 47. tabulā.

Ja $S \leq 0,5$, plātni uzskata par absolūti stingu. Šādas plātnes virsmas visu punktu ieigrime slodzes iedarbībā ir vienāda, bet lieces moments plātnes centrā

$$M = \bar{M}_C P,$$

kur \bar{M}_C — parametrs, kas atkarīgs no rādiusu $\frac{a}{r}$ attiecības; tā skaitliskās vērtības sniegtas 47. tabulā.

46. tabula

Parametra \bar{M}_A skaitliskās vērtības

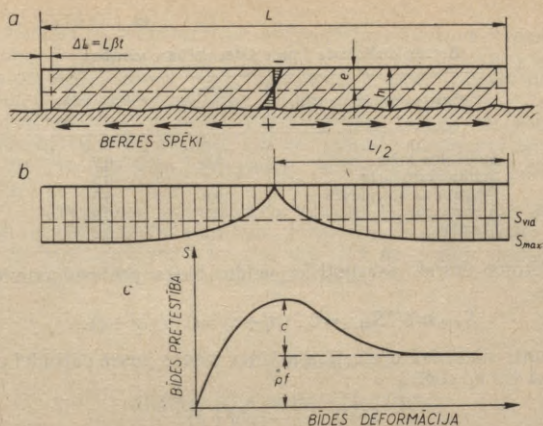
Stinguma raksturlielums S	0,05	0,5	1	2	3	5	10
M_A skaitliskā vērtība	0	-0,052	-0,056	-0,066	-0,074	-0,086	-0,108

47. tabula

Parametru \bar{M}_B un \bar{M}_C skaitliskās vērtības

Attiecība $\frac{a}{r}$	\bar{M}_B , ja $S > 0,5$	\bar{M}_C , ja $S < 0,5$
0,005	0,571	0,532
0,01	0,507	0,468
0,02	0,443	0,403
0,03	0,405	0,366
0,04	0,378	0,339
0,05	0,358	0,318
0,075	0,370	0,280
0,10	0,293	0,254
0,15	0,255	0,215

Stingās segās temperatūras spriegumus ierosina plātnes izmēru ierobežota maiņa, jo plātnei brīvi pārvietoties, tai sasilstot vai at-



97. att. Cementbetona plātnes garuma izmaiņas aprēķina shēma:
 a — plātnes izmēru maiņa; b — berzes spēku izmaiņa; c — pārbīdes pretestības un deformācijas sakarība

dziestot, neļauj blakus plātnes un to saiste ar pamatu. Pārvietošanos pa pamatu kavē ne vien berzes spēki, bet arī plātnes un grunts saistes spēki.

Mainoties gaisa temperatūrai, plātnes izmēri garenvirzienā un šķērsvirzienā samazinās vai palielinās (97. att. a). Deformācijas laikā plātnes centrs vietu nemaina, bet tās malas pārvietojas virzienā, kas iet caur plātnes centru. Deformāciju lielumi pakāpeniski palielinās virzienā no plātnes vidus uz tās malām (97. att. b).

Cementbetona segas pamata grunts pretestība plātnes pārvietojumam ir atkarīga no bīdes deformācijas, kas palielinās līdz robežlielumam pēc paraboliskas sakarības (97. att. c). Pieņem, ka plātnes malās pamata grunts pretestība bīdei sasniedz maksimālo bīdes pretestību

$$S_{\max} = pf + c,$$

kur $p = hy$ — plātnes svara īpatnējais spiediens uz grunti (kG/cm^2);

h — plātnes biezums (cm);

y — plātnes betona tilpumsvars (kG/cm^3);

f — berzes koeficients starp plātni un grunts pamatu; tā vērtības sniegtas 48. tabulā;

c — grunts saistes spēks (kG/cm^2); tā vērtības sniegtas 48. tabulā.

Berzes koeficienta f un saistes spēka c vērtības

Segas pamata materiāls	Berzes koeficients f	Saistes spēks c
Smilšains māls	1,0	0,7
Smilts starpkārta	0,7	0,3
Pergamīna starpkārta	0,9	0,5
Akmeņogļu izdedži	0,8	0,9
Šķembas	1,2	0,2

Ievērojot epīras parabolisko veidu, bīdes pretestības vidējais lielums

$$S_{\text{vid}} \approx 0,7S_{\text{max}} = 0,7(pf + c) = 0,7(\gamma hf + c).$$

Grunts summārā pretestība plātnes vienas puses pārbīdei centra virzienā vai no centra

$$S = 0,7 \frac{BL}{2} (\gamma hf + c).$$

kur B — plātnes platums (cm);
 L — plātnes garums (cm).

Aprēķinātā grunts summārā pretestība ir pielikta plātnes apakšējai virsmai, tāpēc šī pretestība plātnes šķērsgriezumos ierosina ekscentriskas spiedes spriegumus

$$\sigma = \frac{S}{Bh} \left(1 \pm \frac{6e}{h} \right).$$

Stiepes maksimālo spriegumu σ , kāds iedarbojas uz plātnes apakšējo virsmu, ja ekscentritāte $e = \frac{h}{2}$, var noteikt pēc šādas formulas:

$$\sigma = \frac{4S}{Bh}.$$

Ievietojot sprieguma aprēķina formulā lieluma S vērtību, iegūst

$$\sigma = \frac{1,4L(\gamma hf + c)}{h} \leq [\sigma]_t,$$

no kurienes plātnes garums

$$L = \frac{[\sigma]_t h}{1,4(\gamma hf + c)}.$$

Pielaujамais spriegums $[\sigma]_t$ jāpieņem mazāks nekā kustīgas slodzes aprēķina gadījumā. Ieteicams pieņemt liecē $[\sigma] = 0,35 [\sigma]_{st}$, t. i. no plates izturības stiepē kustīgas slodzes iedarbības gadījumā.

Nevienmērīga temperatūras maiņa plātnes biezumā ierosina tās izliekumu. Deformācijai pretojas ne vien plātnes pašsvars, bet arī blakus plātnes. Plātnes brīva izliekšanās ir kavēta, tāpēc lielākus spriegumus izraisa biežākas un lielāka laukuma plātnes.

Ja plātnes izmēri ir mazāki par $4,0 \times 4,0$ m, temperatūras maiņas izraisītie spriegumi nav lieli. Lai vēl vairāk samazinātu temperatūras maiņas izraisītos spriegumus, ierobežo plātnes garumu un platumu.

Visos gadījumos cementbetona plātnes jāprojektē un jāaprēķina tā, lai ritošā sastāvā un temperatūras maiņas ierosināto spriegumu summa liecē nepārsniegtu $0,8 \div 0,9$ no betona pretestības. stiepē kustīgas slodzes iedarbības gadījumā.

11. nodaļa

ZEMES KLĀTNES IZBŪVE

46. §. Autoceļa trases sagatavošana

Pirms autoceļa zemes klātnes izbūves sākšanas atkarībā no konkrētajiem vietējiem apstākļiem jāveic dažāda rakstura un apjoma sagatavošanas darbi, piemēram, autoceļa trases atjaunošana, tās attīrīšana no kokiem, celmiem, krūmiem, akmeņiem vai citiem šķēršļiem, jāsagatavo grunts izstrādes karjeri, trases apkaimes grunts rezerves un sānu rezerves autoceļa atsavinājuma joslā, jāizbūvē apbraucamie ceļi un pievedceļi pie trases un vietējo būvmateriālu ieguves vietām, kā arī jāiekārto vai jāpārceļ elektroenerģijas pārvades un sakaru līnijas ārpus zemes darbu izpildes robežām. No sagatavošanas darbu savlaicīgas un rūpīgas izpildes tieši ir atkarīgs autoceļa būvdarbu temps.

Pirms zemes darbu sākšanas darbu veicējs atjauno trasi un nostiprina dabā visus autoceļa izbūves projekta galvenos punktus. Trases atjaunošanas gaitā jāveic šādi darbi:

- a) jāatrod visi trases nodošanas aktā minētie trases piesaistes punkti;
- b) jānostiprina dabā pagrieziena leņķu virsotņu, piketu un pluspunktu vietas;
- c) jānosprauž plāna un pārejas liknes, nostiprinot to sākuma, vidus un beigu punktus;
- d) jānosprauž un jānostiprina dabā visu mākslīgo inženierbūvju asu stāvoklis;
- e) jāpārbauda pastāvošo reperu augstuma atzīmes un jāuzstāda pagaidreperi, kas nepieciešami precīzai zemes darbu izpildei;
- f) jāpārnivelē trase pa autoceļa asi un, ja tas nepieciešams, trases atsevišķos posmos papildus jāpienivelē šķērspofils;
- h) jāiemēra atsavinājuma josla un jānosprauž tās robežas.

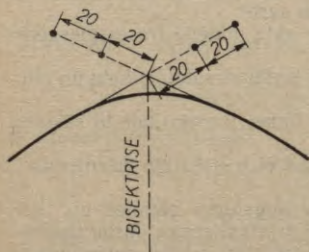
Ceļa asi dabā nostiprina ar zemē stingri iedzītiem $4 \div 5$ cm diametra mietiņiem, kam virs zemes atstāti $0,5$ m gari gali. Atkarībā no apvidus reljefa mietiņi zemē jāiedzen ik pēc $20 \div 50$ m, bet garos un taisnos autoceļa trases posmos $0,5 \div 1,0$ km attālumā zemē jāiedzen virzienspraudes. Plāna un pārejas likņu sākuma, vidus un beigu punktos jāiedzen stingri $6 \div 8$ cm resni mietiņi, bet likņu starppunktos — $4 \div 5$ cm resni mietiņi. Starppunktu mietiņu savstarpējais attālums ir atkarīgs no plāna liknes rādiusa R . Ja liknes rādiuss $R \leq 100$ m, starppunktu mietiņi jāiedzen ik pēc 5 m, ja liknes rādiuss $R = 100 \div 500$ m, — ik pēc 10 m, bet, ja liknes rādiuss $R > 500$ m, — 20 m attālumā cits no cita.

Trases pagrieziņa leņķu virsotnes jānostiprina ar stabiņiem, kas stingri ierakti zemē. To diametram jābūt $10 \div 15$ cm, bet augstumam virs zemes — $0,5 \div 0,6$ m. Stabiņi jāierok uz leņķa bisektrises $0,5$ m attālumā no tās virsotnes ar vērsumu pret virsotni. Uz stabiņa piecirtuma plaknes jābūt uzrakstam, kas norāda virsotnes numuru, liknes rādiusu, pagrieziņa leņķi un tangentes garumu.

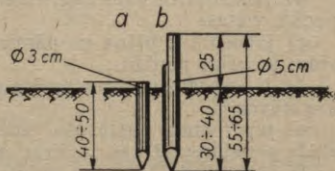
Tieši pagrieziņa leņķa virsotnēs mietiņi jāiedzen tā, lai tie precīzi apzīmētu tangentu krustpunktu un būtu dabā viegli atrodamī. Ārpus zemes darbu robežām tangentu virzienu turpinājumos ik pēc 20 m jāiedzen virzienspraudes (98. att.), kam blakus jāiedzen $10 \div 20$ cm augsti mietiņi. Ja pagrieziņa leņķa virsotnē iedzītais mietiņš darba gaitā pazūd, pagrieziņa virsotnes vietu viegli var atrast pēc dabā nostiprinātajiem tangentu virzieniem.

Trases atjaunošanas un pārmērīšanas gaitā jāiedzen piketu un pluspunktu mietiņi un sardzes mietiņi (99. att.). Tos iedzen aiz piketa uz ceļa ass ar uzrakstu, kas vērst uz piketu un pluspunktu mietiņu virzienā. Uz piketu sardzes mietiņiem jābūt uzrakstam, kas norāda piketa numuru, bet uz pluspunktu mietiņiem — arī attālumu no iepriekšējā piketa.

Pastāvīgos reperus izmanto ceļa projekta augstuma atzīmju noteikšanai. Lai viegli varētu noteikt ceļa klātnes jebkura punkta augstumu, pastāvīgo reperu savstarpējam izvietojumam jābūt ne



98. att. Ceļa pagrieziņa leņķa virsotnes nostiprinājums dabā



99. att. Piketa un sardzes mietiņa izmēri:
a — piketa mietiņš; b — sardzes mietiņš

tālākam par 1,0 km, bet apvidos ar līdzenu reljefu — 2,0 km. Reperi jāizvieto autoceļa trases malās ārpus zemes darbu zonas robežām. Kā reперus izmanto nemainīga augstuma priekšmetus, piemēram, lielus akmeņus, celmus, ēku virspamatus u. tml. Ja šādu iespēju nav, jāiekārto pagaidreperi. Šim nolūkam jāierok zemē vismaz 1,0 m dziļumā koka stabi, kuru diametrs ir $20 \div 25$ cm, atstājot virs zemes 60 cm augstus galus. Uz pagaidreperiem ar krāsojumu, iedzītu naglu vai īpaši izcirstu smaili precīzi jānorāda latas uzlikšanas vieta.

Visi nozīmīgākie atjaunotās un nospraustās autoceļa trases punkti — piketu punkti un pluspunkti, plāna liknes sākuma un beigu punkti, caurteku ass vietas utt. jāiznes ārpus autoceļa izbūves zemes darbu zonas robežām.

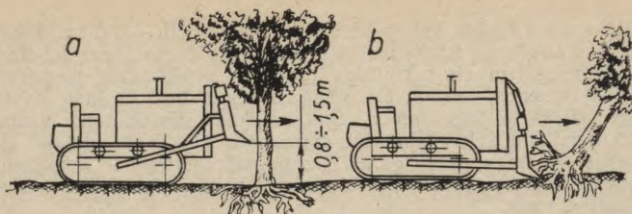
Visos autoceļa taisnajos posmos piketu un pluspunktu atzīmes iznes perpendikulāri autoceļa trasei, bet liknēs — perpendikulāri tangentēm. Iznestos punktus iezīmē ar zemē stingri iedzītiem mietiņiem un sardzes mietiņiem. Uz sardzes mietiņiem jābūt uzrakstam, kas norāda arī attālumu, kādā tie iznesti no autoceļa ass.

Trases atjaunošanu parasti veic divu vai trīs strādnieku brigāde desmitnieka vai darba vadītāja uzraudzībā. Ja ceļa izbūves darbu apjoms ir liels, organizē atsevišķu brigādi, kuras sastāvā ietilpst divi vai trīs tehniķi un $6 \div 8$ strādnieki, kuriem ir šāda darba organizācija: pirmais tehniķis, strādājot ar teodolītu, kopā ar diviem strādniekiem atjauno nosprausto ceļu asi; otrais tehniķis kopā ar trīs strādniekiem uzmēra trasi, atjauno piketu un pluspunktu atzīmes, nosprauž liknes un šķērsprofilus, iznes raksturīgākos punktus aiz zemes darbu zonas robežām un iezīmē atsavinājuma joslas platumu; trešais tehniķis, strādājot ar nivelieri, kopā ar trīs strādniekiem pienivelē un pārbauda nospraustos punktus pēc autoceļa projekta atzīmēm.

Pēc trases atjaunošanas darbu izpildes autoceļa atsavinājuma joslu attira no šķēršļiem, lai varētu izstrādāt ierakumus, rezerves, uzbērt uzbērumus un veidot atbērtnes, kā arī rakt sānu grāvjus un kalna grāvjus. Tāpat jānovāc arī šķēršļi, kas pēc autoceļa izbūves var izraisīt zemes klātnes deformāciju vai traucēt autoceļa ekspluatāciju.

Autoceļa trases attīrīšanas darbos kokus gāž, tos nozāgējot un pēc tam izlaužot celmus, izgāžot kokus ar visām saknēm vai sprdzinot. Koku gāšanas darbu apjoms ir atkarīgs no koku resnuma un meža biežības.

Resnus kokus, kuru diametrs ir lielāks par 32 cm, zāgē ar iekšdedzes motoru vai elektriskajiem zāgiem, izdarot vispirms iecirtumu, t. i., izzāgējot ķīļveida robu. Pēc tam zāgē no otras puses, atstājot $2 \div 4$ cm platumā neskartu koksnī, kas nodrošina koka gāšanas vēlamajā virzienā. Nogāztos kokus atzaro un sazarumo baļķos vai malkā tieši gāšanas vietā vai arī tās tuvumā, ja uz turieni ar traktoriem aizvilkti nozāgētie koki ar visiem zariem. Koku atzarošanas



100. att. Tievu koku gāšana ar buldozeru:
a — koku nogriežot; b — koku izceļot ar saknēm

koncentrēšana vienā vietā samazina roku darba apjomu zaru savākšanā un to nogādāšanā sadedzināšanas vai izmantošanas vietā.

Ja autoceļa zemes klātņi izbūvē ierakumā, nulles vietā vai uzbērumā, kura augstums ir mazāks par 1,5 m, pēc koka nozāģēšanas jāveic smags un darbietilpīgs process — celmu laušana. Ja uzbēruma ir augstāks par 1,5 m, celmus var atstāt zem uzbēruma, bet to augstums virs zemes nedrīkst būt lielāks par 10 cm. Celmi jāizlauž arī rezervēs, apbraucamo ceļu un pievedceļu izbūves joslās un zemes platībās, kas atsavinātas karjeru izveidošanai.

Celmu laušanai lieto buldozerus vai traktorus, kas apgādāti ar celmu izraušanas-treilēšanas vinčām vai īpašām celmu laušanas iekārtām.

Celmu saknes parasti nevar izvilkēt no zemes, tāpēc celmu jācēšas izcelt kopā ar grunti, kas apņem sakņu kamolu. Spēks, kāds nepieciešams šāda celma izceļšanai, ir atkarīgs no koka sugas un grunts apstākļiem.

Celmus, kuru diametrs ir līdz 40 cm, parasti izlauž ar buldozeriem, bet lielākus celmus — izspridzina. Spridzinot var sagraut jebkuru celmu, ko nevar izlauzt, lietojot parastos mehānismus. Lādiņa ievietošanai, lietojot lāpstu, laužni vai urbi, zem celma jāizveido attiecīga ligzda, kurai jābūt pēc iespējas tuvāk pie celma centra.

Spridzinot celmus, zemē paliek daudz koka sakņu, kas vēlāk jāizvāc ar irdinātājiem. Bez tam jāpielīdzina arī sprādziena izrautās bedres, kas prasa papildu darbu un izdevumus. Izlauztos vai saspridzinātos celmus ar irdinātājiem savāc krautnēs ārpus autoceļa trases un sadarina celmu malkā.

Kokus ar visām saknēm izgāž traktori, buldozeri vai traktori ar īpašu koku gāšanas un treilēšanas iekārtu. Tievus kokus, kuru diametrs ir 15–23 cm, ar buldozeriem nogriež vai arī tos izgāž bez sakņu atgriešanas (100. att.). Resnākiem kokiem vispirms ar irdinātāju pārgriež saknes no vienas vai trijām pusēm un izgāž ar galotnēm uz vienu pusi. Pēc tam izgāztos kokus savāc ar irdinātājiem un ārpus autoceļa atsavinājuma joslas atzaro, sagarumo balķos vai malkā.

Sikus kokus un krūmus no autoceļa trases novāc ar buldozeriem vai speciāliem mehānismiem — krūmgriezējiem, kas piemontēti traktoram.

Ja krūmu un sīko koku diametrs nav lielāks par 15 cm, tos nogriež ar buldozera lāpstu. Lai krūmi tikai nenoliektos, bet tos nogrieztu, buldozera lāpstas nazis jāiedziļina zemē 10÷20 cm. Pēc tam nogrieztos krūmus kopā ar augsni nobīda ārpus zemes darbu zonas robežām.

Krūmgriezēji zemes virsmas līmenī nogriež krūmus un kokus, kuru diametrs ir līdz 20 cm, vienā, divos vai trijos darba gājienos. Krūmgriezēja pārvietošanās ātrums ir 2,5 km/st, attīrītās joslas platums vienā gājienā — 3,6 m, bet vidējais darba ražīgums — 0,5 ha/st. Nogrieztos krūmus no autoceļa trases novāc ar savācējiem.

Akmeņu novākšana no zemes darbu zonas ir atkarīga no to lieluma un svara. Mazus akmeņus, kuru diametrs ir līdz 50 cm, novāc ar irdinātājiem, bet lielākus akmeņus, kuru tilpums ir līdz 1,0 m³, vispirms no visām pusēm atrok un pēc tam novāc ar buldozeriem. Ja akmeņu tilpums nepārsniedz 1,5 m³, tos aptver ar trosēm un novāc ar traktoriem. Lielākus akmeņus, kuru tilpums pārsniedz 2 m³, pirms novākšanas saspridzina.

Ja novācamie akmeņi jāpārviesto līdz 50 m lielā attālumā, to izdara ar buldozeriem vai savācējiem. Akmeņu tālākam transportam lieto traktoram piekabināmas plātnes.

47. §. Zemes darbu izpildes paņēmieni un lietojamās būvmašīnas

Autoceļu būvniecībā zemes darbi ietver grunts uzirdināšanu, rakšanu un iekraušanu transportlīdzekļos, tās pārvietošanu uz iestrādes vietu, izkraušanu, izlīdzināšanu, jauna zemes ķermeņa veidošanu, sablīvēšanu un izveidoto virsmu nostiprināšanu.

Izšķir trīs galvenos zemes darbu veikšanas paņēmienus: mehānisko, kad grunti rok ar kausa zobiem, nažiem vai griežņiem; hidromehānisko, kad grunti izskalo ar spēcīgu ūdens strūklu zem 30÷60 atspiediena hidromonitorā vai ar zemes sūcēju uzsūc iepriekš uzirdinātas grunts un ūdens maisījumu; dinamisko, kad, spridzinot ar sprāgstvielām, pārvieto lielas zemes masas vajadzīgajā virzienā.

Katram no minētajiem zemes darbu veidiem ir raksturīgas īpatnības, priekšrocības un trūkumi. Paņēmiena un būvmašīnu izvēli nosaka grunts veids, darba apjoms, vietējie apstākļi un attiecīgās būvorganizācijas tehniskās iespējas.

Autoceļu būvniecībā lietojamo būvmašīnu nomenklatūra ir plaša, un tā mainās vienlaikus ar racionālāko darba izpildes paņēmieni ieviešanu.

Visas zemes darbu būvmašīnas pēc uzdevuma un grunts izstrādāšanas veida iedala piecās grupās.

1. Sagatavošanas darbu būvmašīnas ir krūmgriežēji, kokgāzēji, irdinātāji un celmu laužēji, kā arī iekārtas ūdens novadišanai un gruntsūdens līmeņa pazemināšanai. Parasti šīs mašīnas uzmontē vai piekabina pie kāpurķēžu vai riteņu traktoriem.

2. Zemes rakšanas un transportēšanas mašīnas, kuras piekabina vai uzkarina traktoriem. Mašīnu raksturīgākā īpatnība ir tā, ka grunts izstrādāšana, transportēšana, nokļāšana un izlīdzināšana noris, pārvietojoties traktoram. Šajā būvmašīnu grupā ieskaita skrēperus, buldozerus, greiderus un greiderelevatorus.

3. Ekskavatori izstrādā grunti ar kausu, to pārvieto līdz izbēšanas vietai, izber un kausu atgriež atpakaļ ieogrābšanas vietā. Grunts transportēšanai ekskavatori nav piemēroti.

Pēc darba procesa rakstura izšķir periodiskas darbības (vienkausa) ekskavatorus un nepārtrauktas darbības (daudzkausu) ekskavatorus.

Vienkausa ekskavatorus parasti lieto karjeros dažāda veida grunts rakšanai, tai skaitā arī smagas un neviendabīgas, kā arī iepriekš uzspridzinātas klinšainas un sasalušas grunts izstrādāšanai.

Daudzkausu ekskavatorus ar parastajām darba ierīcēm lieto tikai viendabīgas, viegli un vidēji grūti rokamas grunts, kurās nav akmeņu, izstrādāšanai.

4. Hidromehāniskās iekārtas un mašīnas izstrādā, transportē un iestrādā grunti, šim nolūkam izmantojot ūdens strūklu palīdzību. Hidromehāniskās mašīnas iedala iekārtās, kas grunti izstrādā ar spēcīgu ūdens strūklu, un peldošās vai pa sauszemi pārvietojamās zemessūcējiekārtās, kas uzsūc grunti zem ūdens. Uzirdināto un uzsūkto grunti kopā ar ūdeni zem spiediena transportē speciāli sūkņi pa cauruļvadiem vai grunti pārvieto ar paštecī pa atklātām teknēm līdz iestrādes vietai.

5. Grunts sablīvēšanas mašīnas, kuras lieto, lai palielinātu grunts izturību, noturību un ūdensnecauraidību. Šajā grupā ietilpst dažādu tipu veltņi, blietes un vibrāciju mašīnas.

Autoceļa būvdarbu procesa kompleksās mehanizācijas galvenā būvmašīna jāizvēlas tā, lai būtu nodrošināta visu mehanizācijas kompleksā ietilpstošo mašīnu nepārtraukta darbība un maksimālais ražīgums.

Izstrādājot autoceļa būvdarbu izpildes organizācijas projektu, būvmašīnu komplekta variantu ieteicams izvēlēties šādā secībā: vispirms izraugās iespējamās kompleksās mehanizācijas variantus, paredzot dažādas galvenās būvmašīnas, t. i., tādas būvmašīnas, ar kurām veic tehnoloģiskā procesa pamatoperācijas un no kurām ir atkarīgs darba izpildes temps. Pēc tam izraudzītajām galvenajām būvmašīnām izvēlas piemērotas palīgmašīnas un mehānismus, kuriem jānodrošina galveno būvmašīnu darbība un ar kuriem izpilda visas palīgoperācijas.

Šādi izvēlētam katram atsevišķam kompleksās mehanizācijas būvmašīnu komplekta variantam jānosaka ražīgums, galvenie paš-

izmaksas tehniski ekonomiskie rādītāji un darbietilpība, kā arī vajadzīgās enerģijas daudzums vienai darba vienībai.

Būvmašīnas ražīgums ir atkarīgs no dažādiem konstantiem un mainīgiem faktoriem. Konstantie faktori ir būvmašīnas konstruktīvie parametri, piemēram, darba ierices izmēri, tās kustības ātrums, dzinēja jauda, vadīšanas sistēma u. c., bet mainīgie faktori — izstrādājamās grunts fizikālās un mehāniskās īpašības, darba fronte un raksturs, darba operāciju veids un secība, to saskaņotība ar pārējo būvmašīnu darbību, būves tips, apkalpojošā personāla kvalifikācija u. c.

Zemes darbu izpildes būvmašīnu izvēle ir atkarīga no grunts fizikāli mehāniskām īpašībām: grunts īpatnējā svara, blīvuma, dabiskās nogāzes leņķa, grunts īpatnējās pretestības rakšanai un griešanai u. c.

Grunts klasifikācija atkarībā no tās izstrādes grūtības pakāpes sniegta 49. tabulā.

49. tabula

Grunts klasifikācija

Grunts nosaukums	Būvmašīnas veids				
	skreperi	buldozeri	greideri un auto-greideri	greider-elevatori	ekskavatori
	Grunts kategorija				
Oļi un grants bez laukakmeņiem	II	II	II	—	I÷II
Augsne:					
bez saknēm un laukakmeņiem	I	I	I	I	I
ar granti un šķembām	—	—	—	—	II
Māls:					
trekns un mīksts, bez šķembām, grants un oļiem	II	II	II	II	II
smags, ar šķembām, granti un oļiem	II	III	III	—	III
Less:					
dabiskā, irdena mitrā stāvoklī	I	I	I	I	I
sausā	II	III	II	—	I
sacietējis	—	—	—	—	IV
Smilts:					
sausā	II	III	III	—	I
dabiska mitruma, bez šķembām un grants	II	II	II	III	I
Mālaina smiltis:					
viegla un lesveida	I	I	I	I	I
smaga un uzbērtā noblīvējusies	II	II	II	—	II
Smilšains māls	II	II	II	II	I
Kūdra:					
bez saknēm	I	I	I	I	I
ar saknēm	I	—	—	—	II
Uzirdināta sasalusi smiltis un smilšains māls	—	III	—	—	II
Ciets slokšņu un morēnu māls, mīksts krits, sasalis māls un smilšains māls	—	—	—	—	IV÷VI

50. tabula
Zemes darbu mehānizācijas līdzekļu izvēle

Zemes klātnes tips	Uzberuma augstums vai ierakuma dziļums (m)	Grunts pārveidošanas attālums (m)	Orientējošie dati		Galvenā mašīna
			ražīgums m ³ /maiņā	izmaksā rbl./1000 m ³	
Uzberumi ar nelielu darba atzīmju starpību autoceļa garenvirzienā 500 m distancē, kuri veidoti no apbūšējām sānu rezervēm	≤ 1	≤ 8	1900 ÷ 800	22,4 ÷ 54,0	Buldozeri vai greiderlevatori
Uzberumi ar nelielu darba atzīmju starpību autoceļa garenvirzienā 500 m distancē, kuri veidoti no apbūšējām sānu rezervēm	≤ 1	8 ÷ 15	1900 ÷ 800	100 ÷ 160	Buldozeri un greiderlevatori, paredzot grunts tālāku pārveidošanu uzberumā ar autogreideriem
Uzberumi, kas veidoti no vienpusīgām vai apbūšīgām sānu rezervēm	≤ 1	8 ÷ 50	1050 ÷ 320	23,0 ÷ 75,0	Buldozeri ar 100 ZS jaudas traktorū
Uzberumi, kas veidoti no vienpusīgām vai apbūšīgām sānu rezervēm ar daļēju grunts pārveidošanu ceļa garenvirzienā	≤ 1	30 ÷ 50	470 ÷ 210	51,0 ÷ 114,8	Buldozeri ar 100 ZS jaudas traktorū
Uzberumi, kas veidoti, rokot grunti ierakumā un pārvietojot grunti autoceļa garenvirzienā	1 ÷ 6	≤ 100	200 ÷ 100	120,0 ÷ 240,0	Universālie buldozeri ar 100 ZS jaudas traktorū, autoskrēperi, skrēperi
Uzberumi, kas veidoti, rokot grunti ierakumā un pārvietojot grunti autoceļa garenvirzienā	pro- jektam	100 ÷ 500	450 ÷ 100	67,0 ÷ 301,0	Autoskrēperi vai piekabināmie skrēperi ar kausa tilpumu 6 m ³
Uzberumi, kas veidoti, rokot grunti ierakumā un pārvietojot grunti autoceļa garenvirzienā	pro- jektam	300 ÷ 3000	400 ÷ 80	123,5 ÷ 617,5	Pašgājēji skrēperi ar kausa tilpumu 9 ÷ 10 m ³
Uzberumi, kas veidoti, izstrādājot grunti seklos ierakumos	pro- jektam	> 3000	600 ÷ 200	52,2 ÷ 156,7 (bez transporta izmaksām)	Pašgājēji skrēperi ar kausa tilpumu 0,65 ÷ 1,0 m ³ un transportlīdzekļiem

Atkarībā no būvējamā zemes klātnes šķēršprofila, grunts pārvietošanas attāluma un nodrošināmā darba ražīguma galvenās būvmašīnas ieteicams izvēlēties pēc rekomendācijām, kas sniegtas 50. tabulā.

48. §. Zemes klātnes izbūves zonas robežu nospraušana

Uz attīrītās autoceļa trases rūpīgi jānosprauž zemes klātnes izbūves zonas robežas, t. i., jāiezīmē dabā visi raksturīgākie autoceļa būves projekta šķēršprofila elementi: vietas, kur sāksies uzbēruma nogāzes pēdas vai ierakumu nogāzes šķautnes, cik augsti veidojami uzbērumi vai dziļi rokami ierakumi, cik plati jāizrok sāngrāvji un kalna grāvji, kādiem jābūt ceļa klātnes nogāžu slīpumiem u. c.

Visos piketpunktos un pluspunktos, kuros mainās zemes virsmas reljefs, zemes klātnes izbūves zonas robežas jāiezīmē ar mietīņiem, virzienspraudēm, nogāžu slīpuma mēršablonu vai lekāliem.

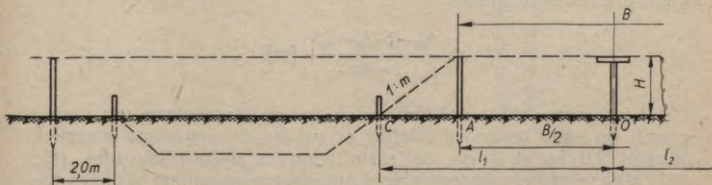
Uzbērumu un ierakumu izbūves robežu, kas ir atkarīga no zemes darbu izpildes veida un apvidus reljefa, nosprauž pēc ģeodēzijā pazīstamajiem paņēmieniem. Uzstādītās robežzīmes nedrīkst traucēt būvmašīnu un transporta kustību, tāpēc tās jāiznes aiz darba joslas robežām.

Atkarībā no zemes virsmas reljefa uzbēruma un ierakuma robežu nospraušanā izšķir vairākus pamatgadījumus: zemes virsma ir horizontāla, zemes virsmai ir neliels slīpums un zemes virsmai ir liels slīpums.

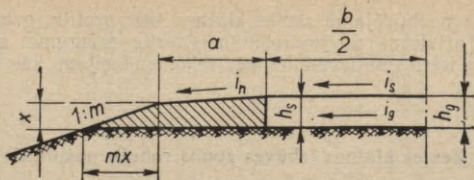
Ja zemes virsma ir līdzena, no autoceļa ass atmēra uzbēruma nogāžu pēdu vietas attālumā

$$l_1 = \frac{B}{2} + mH \text{ [m]},$$

kur B — ceļa klātnes platums (m);
 m — uzbēruma nogāzes slīpuma koeficients;
 H — darba atzīme (m).



101. att. Uzbēruma zemes darbu zonas robežu nospraušana, izstrādājot sānu rezervi



102. att. Shēma uzbēruma platuma aprēķināšanai autoceļa segas gultnes dibena līmenī

Uzbēruma nogāžu pēdu punktos jāiedzen mietiņi, kuru diametrs ir $4 \div 5$ cm, atstājot virs zemes $40 \div 50$ cm augstus galus (101. att.).

Ceļa ass piketpunktos un pluspunktos jāiedzen mietiņi ar pie-naglotu dēlīti, uz kura jābūt norādītam piketa vai pluspunkta nu-muram. Mietiņa augstumam jāatbilst izveidojamā uzbēruma aug-stumam.

Autoceļa nomales parasti izveido piebērtas vai puspiebērtas, tāpēc attiecīgi jānorāda veidojamā uzbēruma platums autoceļa se-gas gultnes dibena līmenī.

Autoceļa segas gultnes dibena augstuma atzīmi H_a var aprē-ķināt pēc šādas formulas:

$$H_a = H + a i_n - h_g + \frac{b i_g}{2} \text{ [m]},$$

- kur a — nomales platums (m);
 i_n — nomales šķērskritums (‰);
 h_g — gultnes dziļums ceļa klātnes šķautnes vietā (m);
 b — ceļa segas gultnes platums (m);
 i_g — gultnes šķērskritums virzienā no ceļa ass (‰).

Ja ceļa klātņi paredzēts izbūvēt ar piebērtām nomalēm, veido-jamā uzbēruma platums autoceļa segas gultnes dibena līmenī ab-pusēji jāpalielina par lielumu $m \cdot x$ (102. att.). Lielumu x var aprē-ķināt pēc šādas formulas:

$$x = \frac{h_g - b(i_n - i_g)}{1 - m i_g} \text{ [m]}.$$

Ja uzbērumu veido ar buldozeriem vai greiderelevatoriem, ņemot grunti no sānu rezerves, mietiņi ar uzbēruma augstuma atzīmēm jāiznes 2,0 m attālumā no sānu rezerves ārējās šķautnes (sk. 101. att.). Autoceļa garenvirzienā uzbēruma augstuma atzīmes pie mākslīgām būvēm un izliekto profila līkņu posmos jāiznes ik pēc 20 m, bet ieliekto profila līkņu posmos — ne retāk par 10 m.

Zemes virsmāi ar nelielu šķērskritumu uzbēruma nogāzes pēdu punktu vietu attālums l_1 un l_2 no ceļa ass aprēķina pēc šādām formulām:

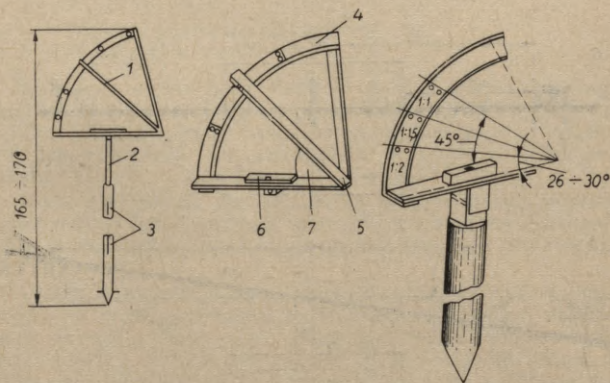
$$l_1 = \frac{\frac{B}{2} + mH}{1 - \frac{m}{n}} \text{ [m];}$$

$$l_2 = \frac{\frac{B}{2} + mH}{1 + \frac{m}{n}} \text{ [m],}$$

kur l_1 — attālums kalna nogāzes lejas pusē (m);
 l_2 — attālums kalna pusē (m);
 n — zemes virsmas slīpuma rādītājs.

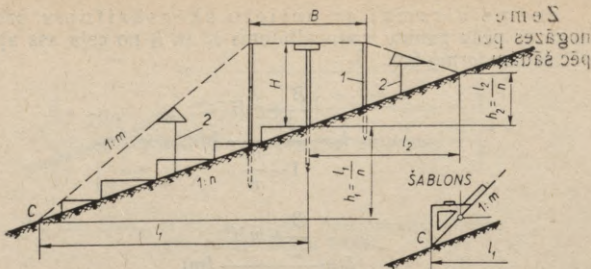
Uzbēruma zemes darbu robežu ērti var nospraust, lietojot pārnesamo nogāžu slīpuma mēršablonu, kuru uzstāda autoceļa trases garenvirzienā ik pēc 20 m (103. att.).

Paugurainā apvidū un kalna nogāzēs, kad zemes virsmāi ir liels slīpums, attālumus l_1 un l_2 mēra pakāpienveidā, lietojot 3,0 m garu latu un līmeņrādi, un uzbēruma nogāžu pēdu punktus iezīmē, lietojot pārnesamo nogāžu slīpuma lekālu. Mēršablona taisnleņķa kateti pēc līmeņrāža nostāda horizontālā stāvoklī un



103. att. Pārnesamais uzbēruma nogāžu slīpuma mēršablons:

1 — šablons; 2 — izbīdāmais statnis; 3 — statnis; 4 — sektora skala; 5 — locīkla;
6 — līmeņrādis; 7 — atspere



104. att. Uzbēruma zemes darbu zonas robežu nospraušana slīpā nogāzē:

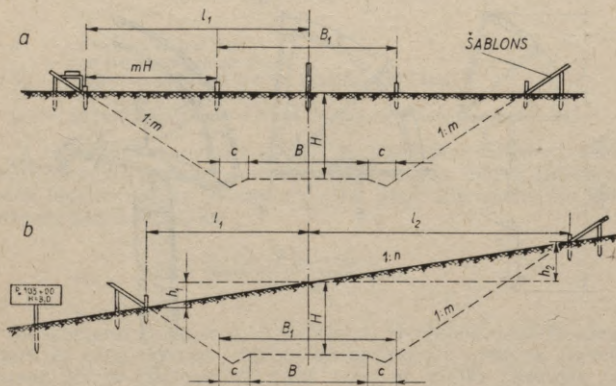
1 — virzienspraude; 2 — pārstatāmais šablons

vietā, kur hipotenūzas gals ieduras zemē, iezīmē nogāzes pēdas punktu C (104. att.).

Ierakumā, kas jāizveido līdzenā apvidū, zemes klātnes robežas iezīmē līdzīgi kā uzbērumā (105. att. a), — atmērot no autoceļa ass ierakuma nogāžu šķautņu punktu attālumā

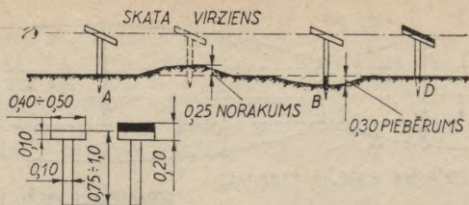
$$l_1 = \frac{B_1}{2} + mH \text{ [m]},$$

kur B_1 — ceļa klātnes un divu sāngrāvju kopējais platums (m).



105. att. Ierakuma zemes darbu zonas robežu nospraušana:

a — līdzenā apvidū; b — slīpā nogāzē



106. att. Starppunktu augstumu noteikšana, lietojot vizūrdēļus

Ja zemes virsmai neliels šķērskritums (105. att. b), ierakuma nogāzes šķautņu punktu vietu attālumi

$$l_1 = \frac{\frac{B_1}{2} + mH}{1 + \frac{m}{n}} \text{ [m];}$$

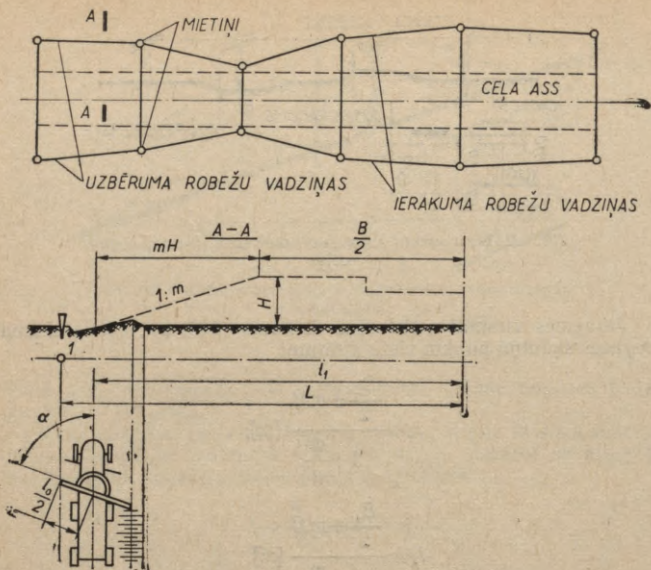
$$l_2 = \frac{\frac{B_1}{2} + mH}{1 - \frac{m}{n}} \text{ [m],}$$

kur l_1 — attālums kalna nogāzes lejas pusē (m);
 l_2 — attālums kalna pusē (m).

Ierakumu nogāžu pēdu punktos jāiedzen mietiņi, bet nogāžu veidošanas slīpums jānorāda ar uzstādītiem lekāliem. Ierakuma dziļums jānorāda ārpus zemes darbu izpildes zonas robežām ar iedzītiem mietiņiem, kam piestiprināta plāksnīte ar attiecīgu uzrakstu.

Visus garenprofila un šķērsprofila piketpunktu un pluspunktu augstumus atbilstoši autoceļa būves projekta atzīmēm nosaka nīvelējot. Darba izpildes laikā starppunktu augstumus atrod ar vizūrdēļi (106. att.).

Vizūrus izgatavo no dēļiem un attiecīgi nokrāso. To komplekts sastāv no diviem vienādiem baltā krāsā nokrāsotiem dēļiem un viena speciāli izveidota vizūra, kura horizontālais plaukts ir divas reizes platāks, bet plaukta augšējā mala nokrāsota melna. Speciālo vizūru uzstāda no novērotāja attālākā vietā. Pirmos vizūrdēļus un speciālo vizūrdēļi uzstāda uz mietiņiem, kam ir pienīvelēta augstuma atzīme, bet starppunktos iedzen mietiņus tik dziļi, lai strādnieka skata līnija sakristu ar speciālā vizūrdēļa melnbalti



107. att. Zemes darbu zonas robežu iezīmēšana ar autogreideru

krāsoto laukuma sadurlīniju. Līdzīgā secībā atrod arī pārējo starppunktu augstumus.

Autoceļa trases taisnajos posmos uzbēruma vai ierakuma šķēršprofili trases garenvirzienā jāiezīmē ik pēc 50 m. Starp nosprausto blakus šķēršprofilu robežpunktu mietiņiem ar autogreideru var izdzīt vadziņu, kas iezīmē darba izpildes sākuma robežu autoceļa trases garenvirzienā (107. att.). Attālums no autoceļa ass līdz grunts nogriešanas sākuma vietai (ar autogreideri iezīmētai vadziņai)

$$L = \frac{B}{2} + mH + \frac{l_0}{2} \sin \alpha \text{ [m]},$$

kur l_0 — autogreidera lemeša platums (m);
 α — griešanas leņķis (grādos).

Veidojamā uzbēruma augstumu vai ierakuma dziļumu darba izpildes gaitā kontrolē pēc mietiņiem, kuri ir iznesti ārpus darba izpildes zonas robežām un uz kuriem ir norādītas attiecīgas augstuma atzīmes.

Sāngrāvju šķērsgriezumu nosprauž un to izrakuma pareizību pārbauda ar speciāliem šim nolūkam izgatavotiem lekāliem, bet garenkrituma starppunktu augstumus starp pienivelētiem gala-punktiem nosaka, lietojot vizūrdēļu komplektu.

Parasti autoceļa zemes klātnes izbūves darbu izpildes robežas nosprauž 3÷5 strādnieku brigāde tehniķa vadībā.

49. §. Uzbēruma un ierakuma izstrādes paņēmieni

Autoceļa zemes klātnes izbūves veids ir atkarīgs no uzbēruma augstuma, ierakuma dziļuma, gruntsūdens līmeņa, izstrādājamās grunts fizikāli mehāniskajām īpašībām, zemes darbu izstrādes mehānismiem, grunts transportēšanas attāluma u. c. vietējiem apstākļiem. Visos gadījumos jāizvēlas tāds uzbēruma vai ierakuma izveidošanas paņēmiens, pēc kura

a) maksimāli efektīvi tiktu izmantoti zemes darbu izstrādes mehānismi un transportlīdzekļi;

b) būtu pietiekama darba fronte mehānismu izvietošanai, tādējādi tiem nodrošinot maksimālu darba ražīgumu;

c) būtu nodrošināta virszemes ūdens novadīšana un gruntsūdens kaitīgās iedarbības novēršana, kurš samitrina un izmiekskē grunti, apgrūtina tās izstrādi, transportu un iestrādi uzbērumā.

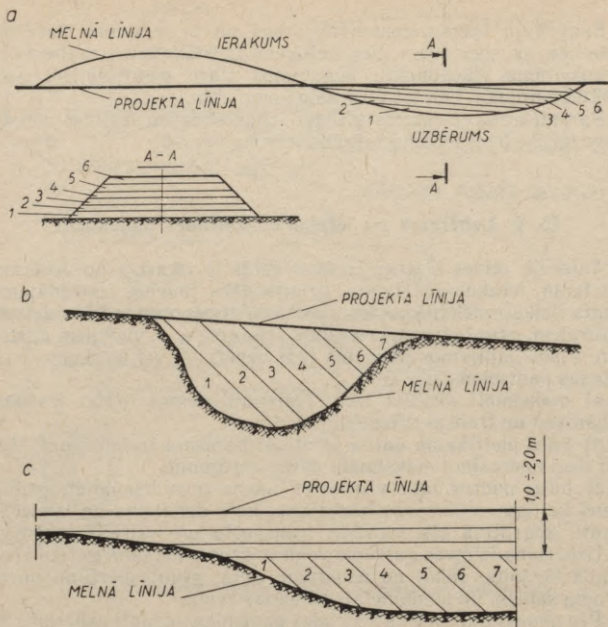
Uzbēruma izbūves galvenie veidi ir grunts bērsana garenkārtās, grunts bērsana, sākot no uzbēruma gala, grunts bērsana no uzbēruma sāniem un kombinētais bērsanas veids.

Pēc grunts gareniskās izstrādes paņēmiena grunti uzbērumā ber visā autoceļa šķērsprofila platumā. Lai novadītu ūdeni, grunts atsevišķas kārtas jāiestrādā ar nelielu šķērskritumu uz abām pusēm no autoceļa ass (108. att. a). Bērsanas kārtu biezums ir atkarīgs no grunts blīvēšanas paņēmiena, taču tas nedrīkst būt lielāks par grunts blīvēšanas mehānismu efektīvo iedarbes dziļumu. Parasti gareniski bērtu grunts kārtu biezums ir 10÷50 cm.

Uzbēruma veidošanu, berot grunti garenkārtās, lieto nelielu uzbērumu izbūvei, kad grunti no blakus ierakumiem pārvieto ar skrēperiem, autogreideriem vai buldozeriem. Garenkārtās uzbērtā grunts labi tiek sablīvēta pārbraucošo būvmašīnu slodzes iedarbībā.

Augstus un īsus uzbērumus izbūvē, sākot no to gala (108. att. b). Pēc šī paņēmiena ar buldozeriem veido slipām kārtām uzbērumu pilnā augstumā un autoceļa šķērsprofila visā platumā. Šo paņēmieni ieteicams lietot staignu vietu, purvu un dziļu gravu aizbērsanai. Grunti transportē ar skrēperiem vai automobiļiem pašizgāzējiem. Galvenais šī paņēmiena trūkums ir tas, ka grunti nevar pietiekami sablīvēt.

Uzbērumu no sāniem uzber, ja grunti autoceļa šķērsvirzienā pārvieto ar buldozeriem, to ņemot no autoceļa sānu rezervēm. Grunti uzber 25÷30 cm biezās kārtās, veidojot uzbēruma nogāzes



108. att. Uzbēruma veidošana:

a — grunts bērsana garenvirzienā; b — grunts bērsana, sākot no uzbēruma gala;
c — grunts kombinētā bērsana

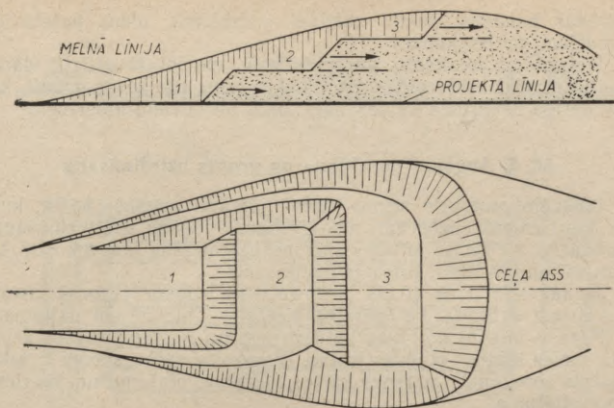
ar slīpumu 1 : 3 ÷ 1 : 1,5. Parasti pēc šī paņēmiena izbūvē līdz 2,0 m augstus uzbērumus.

Uzbēruma izstrādes metodi, pēc kuras grunti uzber no sāniem, lieto arī tad, ja autoceļa šķērsprofils jāizveido kalna nogāzes pus-uzbērumā un pusierakumā.

Uzbēruma izstrādē lieto arī grunts pārvietošanas kombinēto paņēmieni (108. att. c), pēc kura uzbēruma apakšējo daļu veido, berot grunti no uzbēruma gala, bet augšējo daļu, — berot grunti garenkārtās. Tādējādi tiek sasniegta grunts labāka sablīvēšana uzbēruma masīvā.

Ierakuma veidošanas galvenie paņēmieni ir grunts izstrāde, sākot no ierakuma gala, kā arī ierakuma šķērsvirzienā vai garenvirzienā.

Ierakuma izstrāde šķērsvirzienā ir raksturīga ar to, ka ierakumu izveido ar ekskavatoriem vienlaikus visā autoceļa šķērsprofila pla-

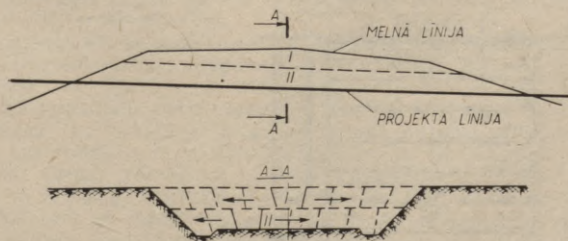


109. att. Dziļu ierakumu izstrāde pakāpēs, pārvietojot grunti šķērsvirzienā

tumā un dziļumā, pakāpeniski virzoties ceļa garenvirzienā. Ja ierakums ir dziļāks par 3,0 m, ekskavatoru darbs jāorganizē pakāpēs (109. att.) un katrai izstrādes pakāpei jāierīko atsevišķs grunts transporta ceļš.

Izstrādājot ierakumu garenvirzienā, ar skrēperiem, greiderelevatoriem vai buldozeriem visā ierakuma platumā un garumā plānās kārtās norakto grunti pārvieto uzbērumā. Dziļiem un gariem ierakumiem vispirms izrok tranšeju, kuru pēc tam pakāpeniski paplašina līdz vajadzīgajam ierakuma platumam (110. att.). Grunti rok ar ekskavatoriem, bet transportē ar automobiļiem pašizgāzējiem.

Ja ierakuma dziļums ir līdz 2÷3 m, tranšeju izrok visā ierakuma dziļumā. Dziļākos ierakumos grunti izstrādā divās vai



110. att. Ierakumu izstrāde, izveidojot tranšeju:

I — pirmās kārtas izstrādes tranšeja; II — otrās kārtas izstrādes tranšeja

vairākās pakāpēs, katrai pakāpei nodrošinot ūdens patstāvīgu izvadīšanu no ierakuma.

Izstrādājot ierakumu garenvirzienā, var plaši attīstīt darba fronti un veikt arī izraktās grunts šķirošanu, pēc kuras grunti, kas nav derīga uzbēruma veidošanai, norok un novieto atbērtēs.*

50. §. Augsnes norakšana un grunts uzirdināšana

Izbūvējot autoceļa zemes klātņi, jānorok augsnes kārtā, kuru pēc tam izmanto uzbēruma vai ierakuma nogāžu nostiprināšanai. Neatkarīgi no zemes klātņes šķērsprofila augsne jānorok visā tās platumā un jānovieto autoceļa trases malās.

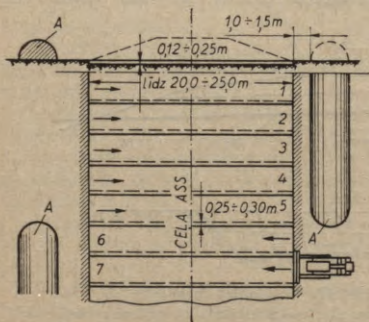
Ja autoceļa trase virzās pa aramzemi, augsne jānorok vismaz 15÷20 cm dziļumā, bet pārējās vietās — līdz 50 cm dziļumam.

Parasti augsni norok ar buldozeriem un nostumj vaļņos ārpus ceļa zemes klātņes izbūves joslas. Buldozera darba shēma ir atkarīga no norokamās augsnes kārtas biezuma, platuma un pārvietojuma attāluma.

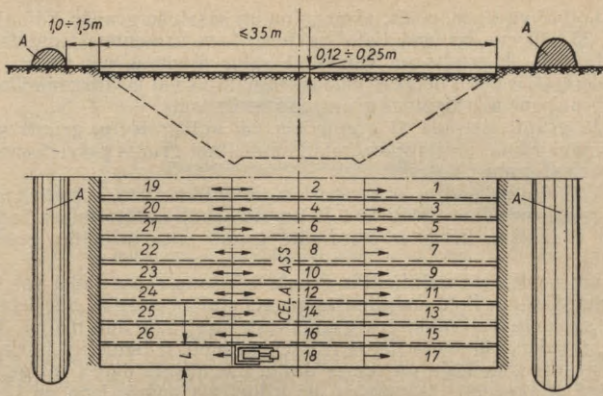
Izveidojot uzbērumu no pievestas grunts, buldozers augsnes kārtu nostumj ceļa šķērsvirzienā 20÷25 m platā joslā šahveida kārtībā, izveidojot valni 1,0÷1,5 m attālumā no uzbēruma nogāzes pēdas (111. att.). Katra šāda vaļņa garumu nosaka pēc augsnes daudzuma, kāds vajadzīgs uzbēruma nogāzes vienas puses nostiprināšanai.

Autoceļa trases augstu uzbērumu un dziļu ierakumu posmos, kad norokamās augsnes joslas platums pārsniedz 25 m, kā arī izstrādājot sānu rezerves, buldozeri norakto augsnes kārtu nostumj vaļņos autoceļa trases abās pusēs. Vispirms ar buldozeru jānorok un jānostumj augsnes kārtā no autoceļa ass uz vienu pusi, bet pēc tam uz otru pusi.

Ja visu norakto augsnes kārtu buldozers nevar pārstumt vienā darba gājienā, tad to izdara vairākos paņēmienos (112. att.).



111. att. Buldozera darba gājieni augsnes nostumšanai pirms uzbēruma veidošanās



112. att. Buldozera darba gājieni augsnes nostumšanai, izstrādājot ierakumu

Norokot augsnes kārtu, buldozera darba ražīgums

$$R = \frac{(qk_1k_dk_z)60}{T} \text{ [m}^3\text{/st]},$$

- kur q — noraktās augsnes kubatūra (m^3);
 k_1 — darba laika izmantošanas koeficients;
 k_d — apvidus reljefa apstākļu koeficients. Ja zemes virsmas slīpums ir $0 \div 15^\circ/00$ un buldozers strādā kritumā, koeficients $k_d = 1,0 \div 2,25$; ja buldozers strādā kāpumā, — $k_d = 1,0 \div 0,5$;
 k_z — augsnes zuduma koeficients pārvietošanā;
 T — viena darba cikla ilgums (st).

Pārvietojot augsni $40 \div 50$ m attālumā, buldozera darba ražīgums vidēji ir $60 \div 80$ $\text{m}^3\text{/st}$.

Augsnes kārtas norakšanai var lietot ne vien buldozerus, bet arī autogreiderus un skrēperus, kuri pārvietojas autoceļa garenvirzienā.

Lai palielinātu zemes darbu būvmašīnu ražīgumu, blīvas un saistīgas III ÷ IV kategorijas gruntis, kurās mitruma saturs ir mazāks par optimālo, pirms izstrādes jāuzirdina. Grunti uzirdina pa kārtām. Grunts irdināšanai atkarībā no tās blīvuma, mitruma satura un vajadzīgā uzirdinājuma dziļuma lieto dažādus irdinātājus.

Mālainas un šķembveida gruntis $15 \div 20$ cm dziļumā uzirdina ar buldozeru, kam lāpstas apakšējā daļā piemetināti speciāli zobi. Dziļāk grunti var uzirdināt, lietojot traktoram uzkarināmus speciālus irdinātājus. Šādā veidā irdina smilšaina māla gruntis $40 \div 50$ cm dziļumā; uzirdinājuma platums — 2,20 m.

Ļoti blīvu šķembveida, akmeņainu un sasalušu grunšu irdināšanai 35÷40 cm dziļumā lieto traktoru, kam uzmontēts irdinātājs. Jo blīvāka ir grunts un vairāk tā satur šķembas vai granti, jo lietderīgāk ir lietot lielākas jaudas irdinātājus vai jāsamazina vienā pārbraucienā uzirdināmas grunts kārtas dziļums.

Ja grunti izstrādā ar greideriem vai autogreideru, grunts pilnīgi jāuzirdina, tādējādi ievērojami palielinot grunts pārvietošanas darba ražīgumu.

Veidojot uzbērumu ar skrēperiem un buldozeriem, ir pietiekami, ka grunti uzirdina daļēji 20÷50 cm dziļumā, atstājot starp izdzītām vadziņām, kurās ir uzirdināta grunts, neuzirdinātas grunts joslas.

Lai nepieļautu uzirdinātās grunts izžūšanu sausā laikā vai tās izmieksķēšanos lietū, uzirdinātās grunts platība nedrīkst būt lielāka par skrēperu vai buldozeru grunts izstrādes ražīgumu maiņā. Tāpēc, nosakot irdinātāja darba frontes garumu, ir lietderīgi līdzsvarot grunts irdinātāja un zemes darbu būvmašīnu darba ražīgumu maiņā. Maksimāli jāsamazina arī irdinātāja pagriezienu un lieko braucienu skaits.

Irdinātāja darba ražīgums

$$R = \frac{v b z}{1000 n} \text{ [m}^3\text{/st]},$$

- kur v — irdinātāja aprēķina kustības ātrumu (km/st);
 b — viena vai vairāku zobu uzirdinātās joslas platumu (m);
 z — uzirdinājuma dziļums (m);
 n — pārbraucienu skaits pa vienu vietu.

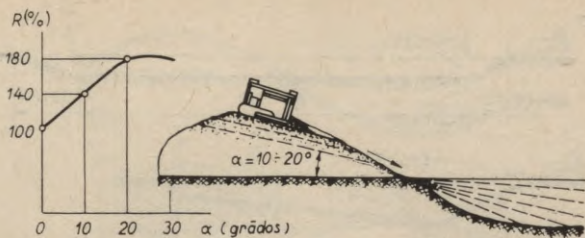
51. §. Zemes klātnes izbūve ar buldozeriem

Izbūvējot autoceļa zemes klātni ar buldozeriem, grunti atsevišķās kārtās norok ierakumos vai sānu rezervēs, pārvieto uzbērumā vai atbērtņē un izlīdzina. Buldozerus lieto arī zemes klātnes virsmas un nogāžu planēšanas darbos.

Kāpurķēžu un riteņu traktoru buldozeriem ir dažāda motora jauda, tie var būt ar negrozāmu vai grozāmu lāpstu un vadāmi ar trošu-bloku iekārtu vai hidraulisko iekārtu.

Buldozeriem ar negrozāmu lāpstu tā ir stingri piestiprināta pie rāmja un vienmēr atrodas perpendikulāri buldozera pārvietošanās virzienam; lāpstas stāvokli var izmainīt tikai vertikālā plaknē par 10÷15°. Buldozeriem ar grozāmu lāpstu (universālajiem buldozeriem) lāpstas stāvokli horizontālā plaknē var izmainīt par 55° uz katru pusi, bet vertikālā plaknē — par 10°. Tāpēc universālie buldozeri grunti var pārvietot arī sānis un tiek plaši lietoti planēšanas darbos.

Zemes klātnes būvdarbos buldozera vienā darba ciklā ir šādas operācijas: pārbrauciens ar paceltu lāpstu uz grunts rakšanas



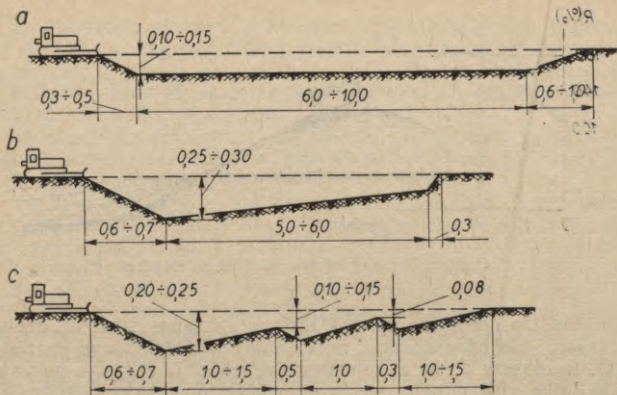
113. att. Buldozera darba ražīgums atkarībā no nogāzes slīpuma

vietu, lāpstas nolaišana un nostādīšana rakšanas stāvoklī, grunts norakšana, tās pārvietošana, nobēršana un izlidzināšana iestrādes vietā. Buldozera darba ražīgums galvenokārt ir atkarīgs no vajadzīgā laika visu minēto operāciju izpildei un traktora jaudas izmantošanas pakāpes.

Pārbraucienus tukšgaitā buldozers var veikt virzienā uz priekšu vai atpakaļ. Transportējot grunti nelielā attālumā (līdz 40÷50 m), buldozera pārbraucieni atpakaļgaitā ievērojami saīsina darba ciklu un palielina darba ražīgumu. Bez tam jāņem vērā arī buldozera darba gājiena slīpuma leņķis attiecībā pret horizontālo virzienu. Jo lielāks ir nogāzes leņķis grunts stumšanas virzienā, jo mazāka ir pārvietojamās grunts un buldozera kustības pretestība, un tādējādi palielinās darba ražīgums, bet atpakaļgaitas ātrums ir mazāks, un tāpēc mazāks arī buldozera darba ražīgums. Buldozera darba ražīguma pieauguma likne grunts pārvietošanā pa slīpām izstrādes kārtām atkarībā no nogāzes slīpuma leņķa α parādīta 113. att., no kura var secināt, ka jācenšas grunti pārvietot pa plakni, kuras slīpums $\alpha=20^\circ$, jo tad buldozera darba ražīgums vislielākais.

Buldozera darba ražīgumu ietekmē arī grunts daudzums, ko lāpsta bīda pa priekšu. Saistīgās gruntis tas ir lielāks, bet birstošās mazāks — atkarībā no grunts daļiņu frakciju rupjuma un mitruma. Lai grunts zudumi tās pārvietošanas laikā būtu minimāli, ieteicams sausas un smalkas smilts gruntis izstrādāt ar buldozeriem, kam ir lāpstas ar atspārnēm. Birstošās gruntis ieteicams strādāt paralēli vienlaikus ar diviem vai trim buldozeriem, tādējādi aizkavējot grunts nobirumu gar lāpstas galiem. Attālums starp divu buldozeru lāpstu galiem, strādājot birstošās gruntis, ieteicams 15÷30 cm, bet saistīgās gruntis tas var būt pat līdz 40÷50 cm. Strādājot pēc šāda paņēmiena, iespējams palielināt darba ražīgumu par 20%.

Grunts rakšanas veids un dziļums, izstrādājot grunti ar buldozera lāpstu, ir atkarīgs no grunts kategorijas. Strādājot ar buldozeru, izšķir trīs grunts rakšanas veidus: griešanu pa nemainīga biezuma kārtām, griešanu pēc ķīļveida shēmas un griešanu pēc robotās shēmas.



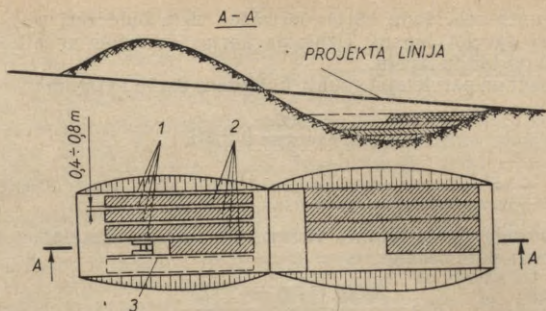
114. att. Grunts rakšanas paņēmieni, strādājot ar buldozera lāpstu:
 a — grunts griešana nemainīga biezuma kārtās; b — grunts griešana pēc ķīļveida shēmas;
 c — grunts griešana pēc robotās shēmas

Grunts griešanu pa nemainīga biezuma kārtām (114. att. a) veic, izstrādājot birstošas un uzirdinātas gruntis rezervēs vai ierakumos slīpās izstrādes kārtās. Līdzienā apvidū grunts griešana pēc šī paņēmiena nav racionāla, jo liels ir rakšanas darba gājiena garums un izlietotais laiks, bet traktora jauda tiek izmantota aptuveni tikai par 50%. Nemainīga biezuma grunts kārtas griešana parasti izraisa traktora motora pārslodzi un apstāšanos.

Grunts rakšana pēc ķīļveida shēmas (114. att. b) ir raksturīga ar to, ka rakšanas darba gājiena sākumā buldozera lāpstu iedziļina maksimālā (25 ÷ 30 cm) dziļumā, bet pēc tam pakāpeniski darba gājiena laikā paceļ līdz zemes virsmai. Strādājot pēc šīs shēmas, buldozera darba gājiena garums ir 3 ÷ 5 m, kā arī ievērojami samazinās laika izlietojums. Bļivās gruntis buldozera lāpstu darba gājiena sākumā uzreiz maksimāli iedziļināt ir grūti, tāpēc grūti pēc ķīļveida shēmas parasti rok, izstrādājot vieglas gruntis.

Saistīgas grunts kārtu parasti nogriež pēc robotās shēmas (114. att. c). Atkarībā no grunts kategorijas un blīvuma rakšanas darba gājiena sākumā buldozera lāpstu iedziļina maksimālā (20 ÷ 25 cm) dziļumā, bet darba gājiena laikā to pakāpeniski paceļ uz augšu, samazinot rakšanas dziļumu līdz 80%. Pēc tam buldozera lāpstu atkārtoti divas reizes iedziļina un atkal pakāpeniski paceļ, bīdot grunts valni uz priekšu, kamēr lāpstas priekšā sakrājas pietiekams pārvietojamās grunts daudzums.

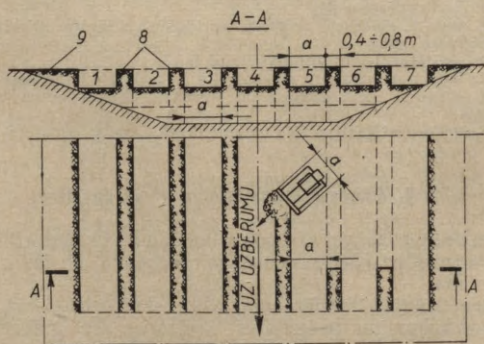
Lai samazinātu grunts zudumus pārvietošanas laikā, buldozers grūti nogriež kārtās un pārvieto pa atsevišķām 0,4 ÷ 0,8 m attā-



115. att. Darba shēma grunts rakšanai ar buldozeru:
1 — atstātās starpjostas; 2 — grunts izstrādes tranšejas; 3 — buldozera lāpsta

lumā izveidotām paralēlām tranšejām (115. att.). Starpjostu platums un tranšeju dziļums ir atkarīgs no grunts veida un stāvokļa. Katrā tranšejā līdz 0,8 m dziļumam grunti izstrādā vairākos buldozera rakšanas darba gājienos.

Izstrādājot ar buldozeru dziļus ierakumus, grunts rakšanu un pārvietošanu organizē vairākos līmeņos (116. att.). Rakšanu sāk, izveidojot pirmo tranšeju visā ierakuma garumā 1,0÷1,2 m attālumā no ierakuma nogāzes šķautnes. Lai palielinātu buldozera darba ražīgumu, tranšeju pakāpeniski padziļina, veidojot 80÷120‰ lielu kritumu uzbēruma virzienā. Tranšeju izveidošanas un atstāto starpjostu norakšanas secība, strādājot ar buldozeru, parādīta 116. attēlā.



116. att. Dziļu ierakumu izstrādes secība ar buldozeru

Grunts nobēršanu kārtās iestrādes vietā buldozeri veic, pakāpeniski paceļot lāpstu. Uzbērtās kārtas izlīdzina ar attiecīgajā līmenī nostādītu lāpstu.

Rokot un pārvietojot grunti, buldozera darba ražīgums

$$R = \frac{3600q}{T} \text{ [m}^3\text{/st]},$$

kur q — ar buldozeru vienlaikus pārvietojamās blīvās grunts tilpums (m^3);
 T — viena darba cikla ilgums (st).

Autoceļa zemes klātnes virsmas un nogāžu planēšanas darbos buldozera darba ražīgums

$$R = \frac{3600L(l \sin \alpha - l_1)k_1}{n \left(\frac{L}{v} + t_p \right)} \text{ [m}^2\text{/st]},$$

kur L — buldozera darba frontes garums (m);

l — lāpsta garums (m);

α — leņķis horizontālā plaknē starp lāpstu un traktora garenasi (grādos);

l_1 — buldozera darba gājiena pārseguma platums (m); parasti $l_1 = 0,3 \div 0,5$ m;

k_1 — darba laika izmantošanas koeficients;

n — pārbraucienu skaits pa vienu vietu;

v — traktora kustības ātrums (m/min);

t_p — buldozera apgrīšanās laiks (min).

Organizējot un veicot zemes klātnes izbūvi ar buldozeriem, jāievēro šādas galvenās darba drošības tehnikas prasības:

aizliegts strādāt ar visu tipu buldozeriem, pārvietojot grunti kāpumā vai kritumā, ja nogāzes slīpuma leņķis $\alpha > 30^\circ$ (attiecībā pret horizontālu virsmu);

ja izstrādājamā gruntī ir lieli akmeņi, celmi vai citi priekšmeti, kas varētu izraisīt avāriju, jāapstādina buldozers un jānovāc attiecīgais šķērslis;

pārvietojot grunti ar buldozeru pāri nogāzes šķautnei, aizliegts buldozera lāpstu izbīdīt pāri nogāzes malai;

nedrīkst pagriezt buldozeru ar grunti iedziļinātu vai lāpsta priekšā izveidotu pārbīdāmās grunts valni;

aizliegts strādāt mālainās gruntīs lietainā laikā;

aizliegts braukt ar buldozeru atpakaļgaitā, ja tā lāpsta ir nolaista uz zemes;

aizliegts atrasties starp traktoru un buldozera lāpstu, ja nav apstādināts traktora motors;

ja darba gaitā apstājas traktora motors, jānolaiž zemē buldozera lāpsta.

52. §. Zemes klātnes izbūve ar skrēperiem

Zemes klātnes izbūvei skrēperus lieto I un II kategorijas grunts rakšanai atsevišķās kārtās, grunts pārvietošanai un tās izbēršanai iestrādes vietā.

Pēc konstruktīvā izveidojuma izšķir skrēperus-piekabes, skrēperus-puspiekabes un pašgājējus skrēperus. To galvenā darba ierīce ir kauss ar trošu vai hidraulisko vadīšanas mehānismu, kas kausu grunts rakšanas laikā nolaiž, piepildītu to paceļ transporta

stāvoklī un palīdz iztukšot izbēršanas vietā. Skrēpera kauss balstās uz pneimoriteņiem.

Vienasu vai divasu skrēperus-piekabes piekabina pie traktora vai pneimoriteņu vilcēja. Grunti no skrēpera kausa izber virzienā uz priekšu, planējot grunti ar kausa apakšējo malu.

Skrēperi-puspiekabes parasti ir vienass. Tos piekabina pie pneimoriteņu vilcēja. Ja tas nepieciešams, skrēpera kausu var noņemt no skrēpera rāmja un ar pneimoriteņu vilcēju veikt citus zemes darbus.

Pašgājējiem skrēperiem kauss konstruktīvi ir saistīts ar pašgājēja motoru un kausu nevar noņemt no pašgājēja rāmja.

Skrēperu lietošanas efektivitāte zemes klātnes izbūvē ir atkarīga no izstrādājamās grunts īpašībām, kausa piepildīšanas ātruma un laika, kāds nepieciešams kausa pārvietošanai uz izbēršanas vietu. Kausa piepildīšanas ātrums ir tieši atkarīgs no izstrādājamās grunts kategorijas un grunts rakšanas dziļuma. Skrēpera kausu piepilda, to pārvietojot rakšanas vietā. Kausa nazis iedziļinās grunts slānī 15÷30 cm dziļumā.

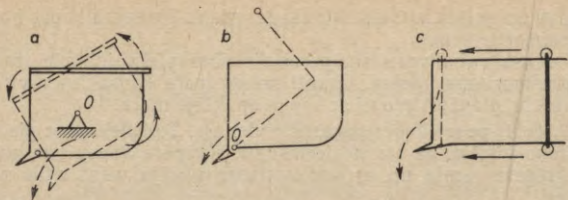
Strādājot ar skrēperiem, līdzīgi kā lietojot buldozerus, grunti var izstrādāt pēc trīs paņēmieniem (sk. 114. att.): rokot grunts nemainīga biezuma kārtas, pēc ķīļveida shēmas un pēc robotās rakšanas shēmas. Kausa pildījumu palielina, paceļot vai nolaižot kausa priekšējo daļu.

Parasti mālainas smilts un smilšaina māla grunts izstrādā pēc ķīļveida rakšanas paņēmiena, bet sausas smilts un uzirdinātas māla grunts izstrādā pēc robotās rakšanas shēmas, kausu 3÷4 reizes paceļot un katru nākamo reizi seklāk iedziļinot rokamās grunts slānī.

Skrēperi kausā iegrābto grunti pārvieto uz izbēršanas vietu dažādos attālumos. Jo lielāks ir skrēpera kausa tilpums, jo ekonomiski izdevīgāk ir tālāk pārvest grunti. Tā, piemēram, skrēperus, kuru kausa tilpums ir 2,25 m³, ieteicams lietot grunts transportam līdz 200 m lielā attālumā, skrēperus, kuru kausa tilpums ir 6 m³, — līdz 500 m lielā attālumā, bet skrēperus ar lielāku kausa tilpumu — līdz 2000 m lielā attālumā.

Grunts izbēršana no kausa iestrādes vietā notiek pēc brīvās izbēršanas paņēmiena (117. att. a), daļējās piespiedu izbēršanas paņēmiena (117. att. b) vai piespiedu izbēršanas paņēmiena (117. att. c). Maza un vidēja tilpuma skrēperu kausus iztukšo, sagāžot uz priekšu, un grunts brīvi izbirst pašsvara ietekmē. Pēc daļējās piespiedu izbēršanas paņēmiena kausu iztukšo, pagriežot tā pamatni un aizmugures sienīņu, un kausā atlikusī grunts izbirst pašsvara ietekmē. Kausu pilnīgi iztukšo piespiedu kārtā, pārvietojot uz priekšu kausa aizmugures sienīņu.

Zemes klātnes izbūvē skrēpera darba shēma ir atkarīga no zemes klātnes platuma, veicamā darba rakstura, ierakumu un uzbērumu attāluma, izstrādājamās grunts kategorijas, apvidus reljefa



117. att. Skrēpera kausa izbēršanas paņēmieni:

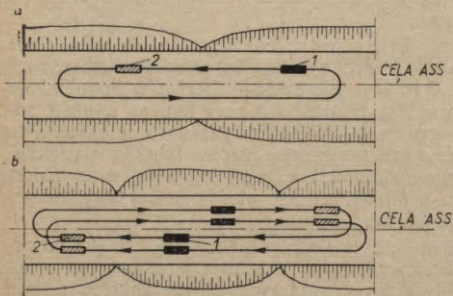
a — brīvās izbēršanas paņēmieni; b — daļējās piespiedu izbēršanas paņēmieni; c — piespiedu izbēršanas paņēmieni

apstākļiem u. c. faktoriem, kas tieši ietekmē skrēpera darba ražīgumu, jo skrēpera darbam ir ciklisks raksturs.

Izstrādājot ar skrēperiem ierakumu un grunti pārvietojot uzbērumā, darbu parasti veic pēc izstieptās elipses shēmas: vienā darba ciklā skrēpers ierakumā norok grunts kārtu, to pārvieto blakus veidojamā uzbērumā, izber un atgriežas iegrabšanas vietā ierakumā (118. att. a). Skrēpera pagriezieni jāizdara pirms grunts norakšanas ierakumā un pēc tās izbēršanas uzbērumā, kur grunts kārtā jānober vienādā biežumā.

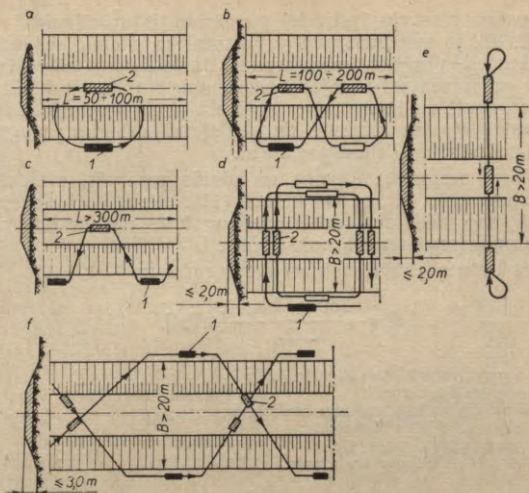
Skrēpera viens tukšgaitas apgrieziena jāizdara tikai tad, ja grunti no īsa ierakuma, ko veido autoceļa trases garenvirzienā, pārvieto vienlaikus divos uzbērumos ierakuma galos (118. att. b). Skrēpera braukšanas virzieni periodiski jāmaina, lai novērstu skrēpera ritošās daļas vienpusēju nodilumu.

Skrēpera darba ražīgums palielinās, ja grunti ierakumā rok slīpās kārtās. Rokot ierakumu, kura slīpums grābšanas virzienā ir 70÷80%, skrēpera kausu piepilda visātrāk. Lielākā slīpumā grunts iepildīšana kausā pasliktinās, jo kausa priekšā izveidojas grunts prizma. Liela papildu pretestība rodas, skrēperim rokot kāpumā. Šādā gadījumā stipri samazinās arī darba ražīgums.



118. att. Skrēperu darba organizācija, pārvietojot grunti autoceļa garenvirzienā:

a — pārvietojot grunti no ierakuma uzbērumā; b — pārvietojot grunti divos uzbērumos ierakuma galos; 1 — grunts norakšana; 2 — grunts izbēršana



119. att. Skrēperu darba organizācijas shēmas, veidojot uzbērumu no sānu rezervēm:

a — elipsveida; b — astotnieka; c — izlocītā; d — spirālveida; e — šķērsvirziena; f — ličloču; 1 — grunts norakššana; 2 — grunts izbēršana

Ja veidojamā uzbēruma platums nav liels, skrēperis nevar apgriezties tieši uzbērumā, šādā gadījumā jāierīko uzbraukšanas un nobraukšanas ceļi.

Veidojot ar skrēperi uzbērumu no sānu rezervēm, grunts rakšanas un pārvešanas darbu organizē pēc vairākām shēmām: elipsveida, astotnieka, izlocītās, spirālveida, šķērsvirziena un ličloču.

Vienpusīgu 50 ÷ 100 m garu rezervju izstrādi ieteicams organizēt pēc elipsveida darba shēmas (119. att. a). Ja izstrādājamās rezerves garums ir 100 ÷ 200 m, vispiemērotākā ir astotnieka shēma (119. att. b). Uzbērumos, kas augstāki par 1,5 m, skrēperiem 60 ÷ 100 m attālumā jāierīko uzbraukšanas un nobraukšanas ceļi. Salīdzinājumā ar elipsveida shēmu, astotnieka shēmā vienā darba ciklā skrēperim jāizdara divas reizes mazāk apgriezīenu. Astotnieka shēmas trūkums — paliek neizstrādāts grunts trīsstūris. Grunts izstrādi pēc astotnieka shēmas parasti organizē, kad darbu veic specializētas skrēperu brigādes.

Ja rezerves ir garākas par 300 m, to izstrādi ieteicams organizēt pēc skrēperu darba izlocītās shēmas (119. att. c), jo tad skrēperiem jāizdara mazāks apgriezīenu skaits.

Divpusīgu rezervju izstrādei piemērota ir spirālveida shēma (119. att. d), jo salīdzinājumā ar astotnieka shēmu nedaudz saīsinās skrēpera pārbrauciena garums. Darbu pēc spirālveida shēmas var organizēt, ja veidojamā uzbēruma platums ir lielāks par 20 m un grunti no kausa izber autoceļa asij perpendikulārā virzienā. Izstrādājamās rezerves un veidojamā uzbēruma augstuma starpība nedrīkst būt lielāka par 2,0 m.

Strādājot zemos uzbērumos un platās rezervēs, racionāla ir šķērsvirziena (119. att. e) vai ličloču (119. att. f) darba shēma, jo gadījumā, kad veidojamā uzbēruma augstums neliels, nav arī jāieriko uzbraukšanas un nobraukšanas ceļi.

Zemes klātnes izbūvē skrēpera darba ražīgums

$$R = \frac{3600qTk_1k_p}{\Sigma tk_u} \text{ [m}^3\text{/st]},$$

kur q — kausa ģeometriskais tilpums (m^3);
 T — maiņas ilgums (st);
 k_1 — darba laika izmantošanas koeficients;
 k_p — kausa pildījuma koeficients;
 Σt — darba cikla ilgums (s);
 k_u — grunts irdinājuma koeficients.

Organizējot un veicot zemes klātnes izbūvi ar skrēperiem, jāievēro šādas galvenās darba drošības tehnikas prasības:

aizliegts ar traktora skrēperiem piebraukt pie ierakuma nogāzes tuvāk par 0,5 m; attālumam no nesen izveidotas uzbēruma nogāzes jābūt vismaz 1,0 m;
 aizliegts pārvietot grunti ar skrēperi kāpumā vai kritumā, ja nogāzes slīpuma leņķis $\alpha > 30^\circ$;

aizliegts izbērt skrēpera kausu nogāzē, pārvietojot skrēperi atpakaļvirzienā; grunti, kas pielipusi pie skrēpera kausa, atļauts notīrīt tikai pēc traktora pilnīgas apstādināšanas; grunts no skrēpera kausa jānotīra ar lāpstu vai speciālu suku;

skrēpera darba laikā kategoriski aizliegts apsēties vai uzkāpt uz skrēpera rāmja;

piepildot skrēpera kausu kāpumā, jāraugās, lai kausa nazis neiegrieztos pārāk dziļi grunti un tiktū savlaicīgi pacelts;

aizliegts strādāt ar skrēperiem slapjās mālainās gruntīs vai lietainā laikā.

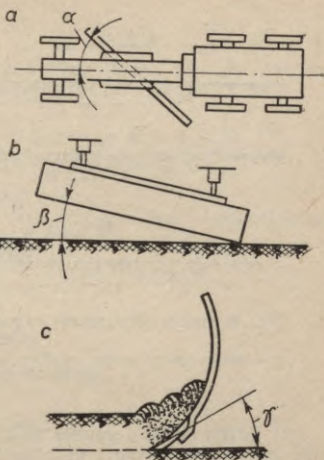
53. §. Zemes klātnes izbūve ar greideriem

Zemes klātnes izbūvē greiderus galvenokārt lieto kompleksā ar citām zemes izstrādes mašīnām, lai izlīdzinātu uzbērumā iestrādājamo grunti, raktu sāngrāvjus, planētu zemes klātnes laukumus un nogāzes, izveidotu autoceļa segas gultni un segu.

Traktoram piekabināmos greiderus un pašgājējus autogreiderus lieto tikai samērā zemu (līdz 0,75 m) uzbērumu veidošanai no sānu rezervēm. Augstāku uzbērumu veidošana nav vairs izdevīga, jo tad grunts šķērsvirzienā jāpārvieta daudz lielākā attālumā.

120. att. Greidera lāpstas nostādījuma leņķi:

a — bīdes leņķis α ; b — profilēšanas leņķis β ; c — rakšanas leņķis γ



Izbūvējot autoceļa zemes klātņi ar greideriem, jāveic šādas operācijas: grunts rakšana, pārvietošana, izlīdzināšana un planēšana. Veicamo operāciju efektivitāte ir atkarīga no greidera lāpstas pagrieziena leņķa horizontālā plaknē jeb bīdes leņķa α (120. att. a), lāpstas pagrieziena leņķa vertikālā plaknē jeb profilēšanas leņķa β (120. att. b) un rakšanas leņķa γ , ko veido lāpstas pieskare ar zemes virsmas horizontālo plakni (120. att. c).

Rokamās grunts kārtas platums un grunts pārvietošanas attālumšķērsvirzienā ir atkarīgs no grunts bīdes leņķa α , kuru var mainīt $30 \div 90^\circ$ robežās. Jo lielāks ir bīdes leņķis α , jo lielāka ir grunts rakšanas pretestība. Tāpēc, rokot grunti, bīdes leņķi α jācenšas samazināt, bet, pārvietojot un izlīdzinot grunti, šis leņķis jāpalielina. Ja bīdes leņķis α neatbilst izpildāmai darba operācijai, grunts prizma, kas izveidojas lāpstas priekšā, var pārvērties pāri lāpstai.

Profilēšanas leņķis β , kuru var mainīt $0 \div 65^\circ$ robežās, ir atkarīgs no izbūvējamās zemes klātnes šķērsprofila, izstrādājamās grunts pretestības un greidera svāra.

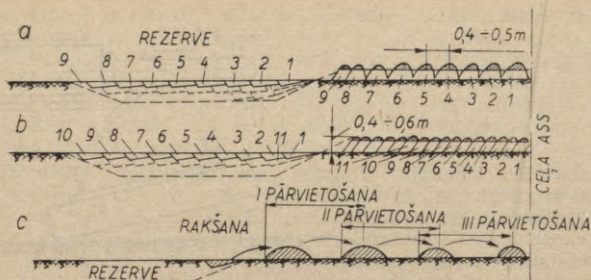
Grunts griešanas pretestība ir atkarīga no rakšanas leņķa γ , kuru var mainīt $35 \div 60^\circ$ robežās.

Atkarībā no izstrādājamās grunts kategorijas un apvidus reljefa greidera lāpstas pareizs nostādījums darba stāvoklī būtiski ietekmē greidera darba ražīgumu, tāpēc greidera lāpsta vienmēr jānostāda tā, lai maksimāli tiktu izmantota motora jauda.

Zemes klātnes izbūvē greideri grunti šķērsvirzienā pārvieto, veicot vairākus citu pēc cita sekojošus pārbraucienus ar attiecīgā darba stāvoklī nostādītu lāpstu. Izstrādājot sānu rezervi, ar greideri grunti pārvieto uzbērumā vairākos gājienos (121. att. c). Sānu rezerves izstrādi sāk no tās iekšējās malas.

Grunti uzbērumā var novietot pēc viena no šādiem paņēmieniem:

1) izlīdzinot vienādās $25 \div 30$ cm biezās kārtās abās pusēs no autoceļa ass; pēc šī paņēmiena parasti uzbērumā iestrādā grunts pirmo kārtu;



121. att. Grunts pārvietošana ar greideri šķērsvirzienā no sānu rezerves uzbērumā:

a — daļēji sabīdot grunts valnīšus; b — cieši sabīdot grunts valnīšus; c — grunts pārvietošanas secība

2) daļēji sabīdot grunts valnīšus, katru nākamo grunts valnīti piebīdot pie iepriekšējā valnīša tā, lai starp to virsotnēm paliktu 40÷50 cm liels attālums (121. att. a); šāds grunts izstrādes paņēmieni ir efektīvs, ja grunts rezervē ir viendabīga un uzbērumu sablīvē ar smagā tipa blīvēšanas ierīcēm;

3) cieši sabīdot grunts valnīšus (121. att. b); pēc šī paņēmiena grunts valnīšus tik cieši piebīda citu pie cita, kamēr grunts augstums sasniedz 40÷60 cm.

Greidera kustības ātrums, rokot grunti, galvenokārt ir atkarīgs no grunts īpašībām un stāvokļa. Strādājot pēc aploces shēmas, viens darba cikls sastāv no grunts rakšanas, tās vairākkārtējas pārvietošanas un novietošanas uzbērumā.

Grunts rakšanas darba gājienu skaits

$$n_r = \frac{F k_p}{2f},$$

kur F — veidojamā uzbēruma šķērsriezuma laukums (m^2);

k_p — pārķeršanas koeficients;

f — igrunts valnīša šķērsriezuma laukums blīvā stāvoklī (m^2).

Katrā rakšanas darba gājienu jāveic vairāki grunts valnīša pārvietošanas braucieni. Tāpēc, veidojot 0,5 m augstu uzbērumu ar greideri no sānu rezervēm, pieņem, ka vidēji darba gājienu skaits $n_r = 25 \div 35\%$ no greideru viena darba cikla kopējo gājienu skaita.

Vienā darba ciklā no rezerves izraktās grunts tilpums

$$q = 2000Lf [m^3],$$

kur L — greidera darba frontes garums (m).

Greideram parasti izvēlas 300 ÷ 500 m garu darba fronti. Noraktās grunts valniša šķēsgriezuma laukums ir atkarīgs ne tikai no grunts veida un stāvokļa, bet arī no greideru konstruktīvā izveidojuma. Rokot I kategorijas grūntis ar smagā tipa autogreideriem, $f = 0,12 \div 0,14 \text{ m}^2$.

Greidera darba cikla ilgums

$$t_c = \frac{2L}{v_1} + \frac{2nL}{v_2} + 2(n+1)t_a + 2t_u \text{ [st]},$$

kur n — grunts pārvietoējuma skaits greidera vienam rakšanas darba gājienam;
 v_1 — grunts rakšanas gājiena ātrums (km/st);
 v_2 — grunts pārvietošanas ātrums (km/st);
 t_a — viena apgrieziena laiks darba frontes galos (st);
 t_u — laiks lāpsta uzstādīšanai darba stāvoklī (st).

Greidera darba ražīgums

$$R = \frac{qTk_1}{t_c} \text{ [m}^3\text{/maiņā]},$$

kur T — darba laika izmantošanas koeficients.
 k_1 — maiņas ilgums (st);

Veidojot 0,75 m augstu uzbērumu no vieglām saistīgām grūntīm, kuras izstrādā sānu rezervēs 300 m garā darba frontē, vidējais darba ražīgums autogreiderim ir 260 m³/maiņā.

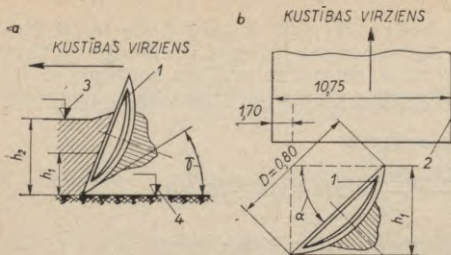
Organizējot un veicot zemes klātnes izbūvi ar greideriem un autogreideriem, jāievēro šādas galvenās darba drošības tehnikas prasības:

aizliegts strādāt trases posmos, kuros atrodas koki, celmi un lieli akmeņi; profilējamā ceļa posma beigās, kā arī asos pagriezienos autogreideri vai greideri braucienam pretējā virzienā jāpagriež ar minimāli lēnu kustības ātrumu; grunts izlīdzināšana nesēn izveidotā uzbērumā, kura augstums ir lielāks par 1,5 m, jāveic ļoti uzmanīgi, klātesot darbiniekam, kas atbild par šo darbu veikšanu; atkarībā no konkrētajiem darba apstākļiem attālumam no autoceļa klātnes šķautnes līdz autogreidera riteņa vai traktora kāpurķēdei, kas atrodas vistuvāk uzbēruma nogāzei, jābūt vismaz 1,0 m;

nogāžu planēšanai lietojamās maināmās darba iekārtas un lāpsta pagarinātāja uzstādīšana, kā arī lāpsta izbīdīšana ārpus greidera rāmja nogāžu norakšanai un lāpsta pārstatīšana jāizdara diviem strādniekiem.

54. §. Zemes klātnes izbūve ar greiderelevatoriem

Greiderelevators ir augstražīga zemes klātnes būvmašīna, kas izstrādājamo grūnti rok sānu rezervē vai ierakumā un to pārvieto uzbērumā, atbērtnē vai transportlīdzeklī. Atšķirībā no greidera greiderelevatoram grūnts griešanas un rakšanas ierīce ir diskveida arkls vai diskveida frēze, bet grūnti autoceļa ass šķērsvirzienā pārvieto lentveida transportieris. Darba gājienā greiderelevators nepārtraukti pārvietoja paralēli autoceļa asij.



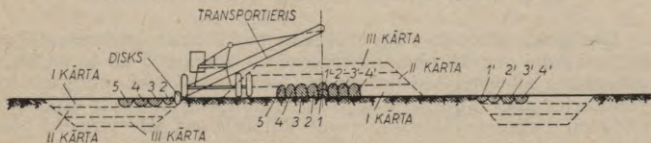
122. att. Greiderelevatora diska nostādījums:
a — sānskats; *b* — plānā;
 1 — disks; 2 — transportlenta;
 3 — norakāmās grunts līmeņa atzīme;
 4 — rakšanas dziļuma atzīme

Ar greiderelevatoru veido līdz 1,3 m augstus uzbērumus, rokot grunti no abām sānu rezervēm apvidū ar līdzenu reljefu vai ar nelielu (līdz $50 \div 70\text{‰}$) garenkritumu. Greiderelevatorus var lietot līdz 1,3 m dziļu ierakumu izstrādei, ja grunti transportē atbērnēs, vai dziļāku ierakumu izstrādei, ja grunti ieber transportlīdzekļos.

Greiderelevatori ir piemēroti saistīgu mālainu smilšu un smilšaina māla gruntis izstrādei. Sausa birstoša smilts un slapja smilts nav piemērota izstrādei ar greiderelevatoru, jo padeves laikā nobirst no transportiera, bet slapja saistīga māla grunts pielip pie greiderelevatora diska un transportlentas.

Pareizi nostādīta greiderelevatora diska (122. att.) grunts rakšanas leņķis γ un bīdes leņķis α , kuri ir atkarīgi no izstrādājamās grunts kategorijas un stāvokļa, tieši ietekmē greiderelevatora darba ražīgumu. Grunts rakšanas leņķis γ smagās māla gruntīs mainās $20 \div 30^\circ$ robežās, smilšaina māla gruntīs — $30 \div 40^\circ$ robežās, bet vieglās mālainas smilts gruntīs — $40 \div 50^\circ$ robežās. Izstrādājot III kategorijas smagās gruntis, grunts bīdes leņķis $\alpha = 40^\circ$, bet vieglās un birstošās gruntīs — $\alpha = 55^\circ$. Ja pareizs ir grunts rakšanas leņķis γ , disks nogrieztu grunti vienmērīgi padod uz transportlentas vidējo daļu. Transportlenta attiecībā pret horizontālo plakni jānostāda līdz 22° lielā leņķī.

Sākot grunts izstrādi, vispirms ar autogreideru vai ar greiderelevatoru, pārbraucot vairākas reizes pa vienu vietu, izdzen pirmo vadziņu. Grunts tālākā izstrāde rezervē notiek horizontālās kārtās. Izstrādājamā grunts greiderelevatora diska iedziļinās ar pašvaru: sākumā līdz 25 cm, bet pēc 2 ÷ 3 darba gājieniem — dziļāk līdz



123. att. Sānu rezerves grunts izstrādes secība ar greiderelevatoru

35÷40 cm. Šādā dziļumā greiderelevators izstrādā grunti visā rezerves platumā. Grunts nākamās kārtas izstrādi atkal sāk no rezerves iekšējās malas. Grunts pacelšanas augstums un nobēršanas at-tālums ir atkarīgs no transportlentas garuma un tās nostādījuma leņķa.

Izbūvējot zemes klātnei, greiderelevators uzbērumu veido no abām sānu rezervēm pēc aploces shēmas (123. att.); vispirms grei-derelevators grunti 500÷800 m garā darba frontē izstrādā vienā sānu rezervē un uzber pusi no veidojamā uzbēruma platuma, bet pēc tam pārvietojas un izrok grunti no otras sānu rezerves. Pār-braukšanai uz otru sānu rezervi uzbērumā atstāj 10÷15 m platas joslas, kuras pēc tam aizber ar buldozeru. Nobērto grunti uzbē-rumā izlīdzina ar autogreideru un sablīvē ar blietēšanas mehānis-miem.

Greiderelevatora izraktās grunts tilpums vienā darba ciklā

$$q = 2Lfk_zk_t \text{ [m}^3\text{]},$$

kur L — greiderelevatora darba frontes garums (m);
 f — grunts valniša šķērsriezuma laukums blīvā stāvoklī (m²);
 k_z — grunts zuduma koeficients;
 k_t — koeficients, kas raksturo norokamās grunts valniša šķērsriezuma formu.

Darba cikla ilgums

$$t_c = 2 \left(\frac{L}{v} + t_p \right) \text{ [min]},$$

kur v — kustības ātrums darba stāvoklī (m/min);
 t_p — pagriešanās laiks (min).

Greiderelevatora darba ražīgums

$$R = \frac{60qTk_t}{t_c} \text{ [m}^3\text{/maiņā]},$$

kur T — maiņas ilgums (st);
 k_t — darba laika izmantošanas koeficients.

Pašgājēja greiderelevatora Д-369 vidējais darba ražīgums, iz-strādājot grunti sānu rezervē, ir 700—800 m³/maiņā. Ja greider-elevatoru zemes klātnes būvē lieto kompleksā ar citām būvmaši-nām — buldozeriem, skrēperiem, autogreideriem un veltņiem, tā darba ražīgums ievērojami palielinās.

Organizējot un veicot zemes klātnes izbūvi ar greiderelevato-riem, jāievēro šādas galvenās darba drošības tehnikas prasības:

aizliegts strādāt ar greiderelevatoriem autoceļa trases posmos, kur atrodas koki, celmi, krūmi un lieli akmeņi;

pirms greiderelevatora iedarbināšanas rūpīgi jāpārbauda kardāna pārvadi; izmainīt diska grunts rakšanas leņķi γ un bīdes leņķi α , kā arī transportiera slīpumu atļauts tikai pēc greiderelevatora pilnīgas apstādīšanas;

ja nepieciešams izmainīt transportiera slīpuma leņķi, greiderelevatora vadītājam jādod brīdinājuma signāls;
 transportlentas slīpuma leņķis attiecībā pret horizontālu plakni nedrīkst pārsniegt 25°. Ja, transportlentai atrodoties šādā slīpumā, grunts nobirst lejā pa lентu, jāsamazina transportiera nostādījuma slīpuma leņķis;
 transportlentas augšējai malai jābūt paceltai tā, lai zem tās varētu pabraukt transportlīdzekļi, bet atstarpei starp transportiera augšējo malu un transportlīdzekļu kravas platformas apmales augšējo līmeni jābūt vismaz 0,5 m;
 aizliegts grunts iebēršanas laikā transportlīdzekļu kravas platformā atrasties strādniekiem;
 aizliegts strādāt ar greiderelevatoru, ja apvidus reljefa slīpums šķērsvirzienā un garenvirzienā pārsniedz 12°;
 aizliegts strādāt ar greiderelevatoru, ja nedarbojas transportlentas attīrītājs un skaņas signāls;
 aizliegts ar greiderelevatoru strādāt lietainā laikā (izņēmums — izstrādājot smilts grunti).

55. §. Zemes klātnes izbūve ar ekskavatoriem

Ekskavatori ir zemes darbu mašīnas, ar kurām rok grunti, to pārvieto nelielā attālumā, veido uzbērumus un atbērtnes vai ieber grunti transportlīdzeklī.

Zemes klātnes būvē ekskavatorus galvenokārt lieto augstu uzbērumu veidošanai, dziļu ierakumu izstrādei un atkūdrošanas darbos purvos, kā arī caurteku un tiltu balstu būvbedru rakšanai.

Ekskavatora galvenā darba ierīce ir viens vai vairāki kausi. Vienkausa ekskavatori ir nozīmīgākās zemes klātnes būvmašīnas. Daudzkausu ekskavatori ir nepārtrauktas darbības zemes rokamās mašīnas, kas rok un transportē grunti ar daudziem kausiem.

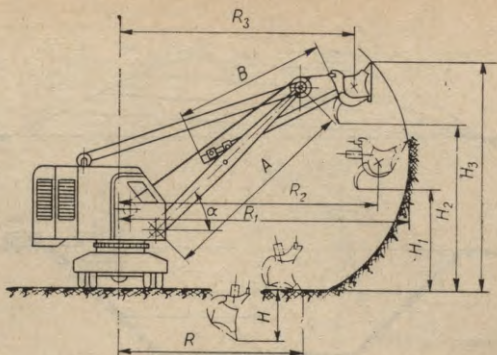
Kā vienkausa, tā daudzkausu ekskavatori darbojas cikliski.

Darbojoties vienkausa ekskavatoriem, mainās to kausa kustības trajektorija, bet daudzkausu ekskavatoriem kausu kustības trajektorija attiecībā pret ekskavatoru nemainās. Daudzkausu ekskavatori var rakt grunti, pārvietojoties tikai kopā ar darba ierīci. Vienkausa ekskavatori ir universālāki, jo strādā ar dažādām darba iekārtām. Tiem ir arī labākas manevrēšanas spējas. Tāpēc vienkausa ekskavatorus lieto ļoti plaši autoceļa zemes klātnes būvei.

Pastāv ļoti dažāda un daudzveidīga ekskavatoru klasifikācija. Tos klasificē pēc kausa ietilpības, pārvietošanās ierīces konstrukcijas, spēka iekārtas, vadišanas sistēmas un ekspluatācijas iespējām. Visu šo faktoru tehniski ekonomiskā ietekme jānovērtē zemes klātnes būves konkrētajos apstākļos. Ekskavatora tipa pareiza izvēle ir noteicošais faktors vajadzīgā darba ražīguma nodrošināšanai.

Zemes klātnes izbūvē visplašāk lieto vienkausa ekskavatorus ar taisno lāpstu, apgriezto lāpstu, draglāinu vai greiferi.

Ekskavators ar taisno lāpstu rok grunti nogāzēs virs stāvvietas līmeņa. Kausa darbības zonu nosaka ekskavatora gabarītmēri un darba iekārtas izmēri (124. att.). Zem stāvvietas līmeņa ekskavators var rakt tikai nelielā dziļumā. Ekskavatora darba vie-



124. att. Taisnās lāpsta ekskavatora parametri:

A — izlīces garums; B — kausa kāta garums; H — rakšanas dziļums zem stāvvietas līmeņa; H_1 — izbēršanas maksimālā rādiusa augstums; H_2 — izbēršanas maksimālais augstums; H_3 — rakšanas maksimālais augstums; R — rakšanas sākuma minimālais attālums; R_1 — rakšanas maksimālais rādiuss; R_2 — izbēršanas maksimālais rādiuss; R_3 — izbēršanas maksimālā augstuma attālums

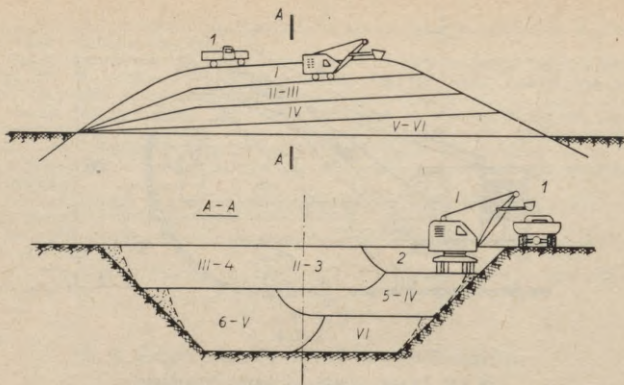
tas pareiza organizācija ir sniegta darba aizsardzības un drošības tehnikas noteikumos. Rokot II ÷ III kategorijas saistīgu grunti, grunts slāņa izstrādes optimālais augstums ir $0,7 \div 0,8$ no maksimālā rakšanas augstuma.

Rokot grunti ar taisno lāpstu, grunts izstrādes darba cikls sastāv no grunts rakšanas, kas noris, pārvietojot kātā stingri nostiprināto kausu pa nogāzi uz augšu, no kausa pagriezienu, kas noris, pagriežot ekskavatora grozāmo platformu, no kausā iegrabtās grunts izbēršanas vajadzīgajā augstumā, kausa pagriešanas pēc tā izbēršanas un nostādīšanas sākumstāvokli.

Izbūvējot zemes klātni, ierakumus ar taisnās lāpsta ekskavatoru izstrādā pēc viena no šādiem paņēmieniem:

1) grunti rok pa caurejošām garenvirziena kārtām un to ieber automobiļos pašizgāzējos (125. att.). Rokot grunts pirmo dziļo un garo kārtu, automobiļu pašizgāzēju ceļu iekārto gar ierakuma šķautni; turpinot rakšanu, transporta ceļus ierīko uz izstrādātās grunts kārtas. Lai novadītu virszemes ūdeņus, atsevišķām noraktām kārtām jābūt ar garenkritumu virzienā uz ierakumu sākumu;

2) grunti rok no ierakuma gala visā tā platumā un dziļumā un ieber grunti automobiļos pašizgāzējos (126. att.). Pēc šī paņēmiena rok sekus un īsus ierakumus, ja ierakumu dziļums nav lielāks par taisnai lāpstai pieļaujamo rakšanas augstumu, ko skaita no ekskavatora stāvvietas līmeņa. Transporta ceļi jāiekārto tā, lai grunti varētu izbērt, ekskavatora platformai izdarot minimālu pagriezienu.



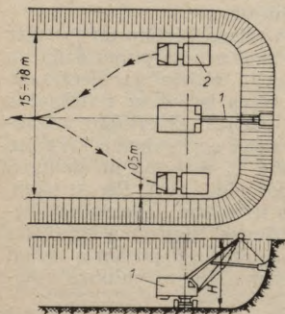
125. att. Ierakuma izstrāde garenvirzienā, strādājot ar taisnās lāpstas ekskavatoru

Ekskavators ar apgriezto lāpstu rok grunti zem stāvvietas līmeņa, virzoties atpakaļgaitā pa grunts virsmu, kura vēl nav izstrādāta (127. att.). Visi raksturīgākie apgrieztās lāpstas konstruktīvie izmēri un darba shēmas izmēri ir doti rokasgrāmatās, izņemot minimāli nepieciešamo rakšanas attālumu L , kas katrā konkrētā gadījumā jāaprēķina atkarībā no izstrādājamās grunts kategorijas un stāvokļa. Darba aizsardzības un drošības tehnikas noteikumos ir noteikts, ka nobrukuma prizmas robežās nedrīkst iedarboties nekāda ārējā slodze. Atkarībā no ierakuma faktiskā dziļuma H un izstrādājamās grunts nobrukuma leņķa φ minimālais rakšanas attālums

$$L_{\min} = \frac{C}{2} + H \operatorname{ctg} \varphi,$$

kur C — ekskavatora atbalsta platumš.

Parasti zemes klātnes būvē apgriezto lāpstu lieto caurteku un tiltu būvbedru rakšanas darbos.

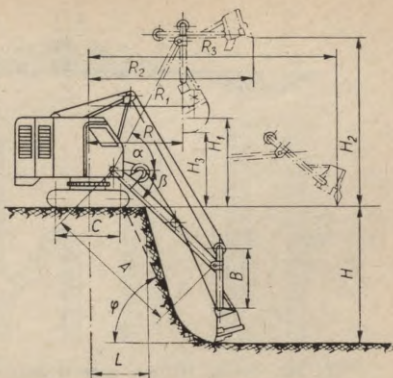


126. att. Ierakuma izstrāde no ierakuma gala, strādājot ar taisnās lāpstas ekskavatoru:

1 — ekskavators; 2 — automobilis pašizgāzējs

127. att. Apgrieztās lāpstas ekskavatora parametri:

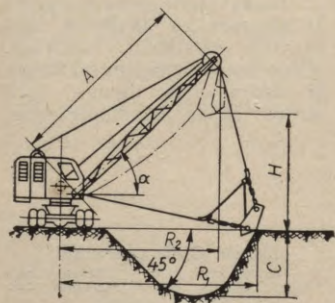
A — izlices garums; B — kausa kāta garums; C — ekskavatora atbalsta platums; L — rakšanas minimālais dziļums; H — rakšanas maksimālais dziļums; R — kausa izbēršanas sākuma rādiuss; R_1 — kausa izbēršanas rādiuss; R_2 — kausa izbēršanas beigu rādiuss; R_3 — rakšanas maksimālais rādiuss; H_1 — izbēršanas sākuma augstums; H_2 — izbēršanas maksimālais augstums; H_3 — izbēršanas augstums transportlīdzeklī



Draglains jeb ekskavators ar iekārtu kausu rok grunti zem stāvvietas līmeņa (128. att.). Trosēs brīvi piekārtam draglaina kausam, izmantojot tā kustības inerci, darbības rādiuss pārsniedz izlices garumu par 50÷60%. Draglaina izlice arī ir garāka nekā taisnās vai apgrieztās lāpstas ekskavatoriem, tāpēc šiem ekskavatoriem ir plašāka darbības zona.

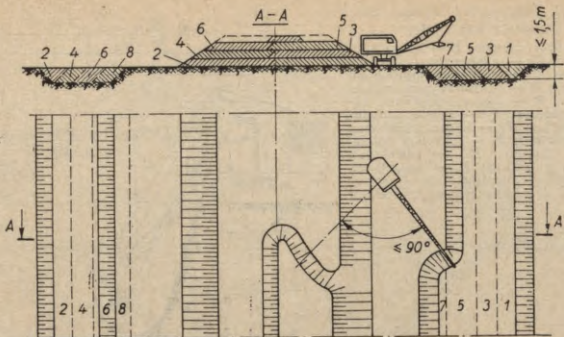
Izstrādājot grunti ar draglainu garenvirzienā sānu rezervē un to pārvietojot uzbērumā, rakšanu sāk no sānu rezerves ārējās malas (129. att.). Ekskavatora pārvietošanās ceļu, rokot grunts pirmo kārtu, iekārto starp uzbēruma pēdu un sānu rezerves iekšējo šķautni. Pēc tam ekskavatoru pārvieto uzbērumā, lai grunts izstrādes procesā kausa darbības zonā varētu maksimāli izmantot draglaina darba iekārtas gabarītus. Izlices nostādījuma pacēluma leņķi α , ko izlice veido ar horizontālu virsmu, var izmainīt 30÷45° robežās.

Parasti draglainus lieto, rokot vieglas un vidēji saistīgas nesasalušas grūtis sānu rezervēs vai ierakumos. Bļīvās un saistīgās grūtis pirms to rak-



128. att. Draglaina parametri:

A — izlices garums; H — izbēršanas maksimālais augstums; C — rakšanas maksimālais dziļums; R_1 — rakšanas maksimālais rādiuss; R_2 — izbēršanas maksimālais rādiuss



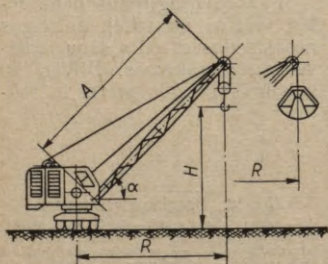
129. att. Grunts izstrāde garenvirzienā sānu rezervēs, strādājot ar draglainu

šanas ar draglainu jāuzirdina. Draglāinus ieteicams lietot, veicot autoceļa trases atkūdrošanas darbus purvos.

Greifers jeb ekskavators ar tvērējkausu rok grunti zem stāvvietas līmeņa (130. att.). Tas ir piemērots zemes klātnes izbūvei mitrās šauru un dziļu ierakumu izstrādes vietās, kā arī birstošu materiālu iekraušanai un izkraušanai. Greifera kauss ieogrābj grūti, tajā iedziļinoties ar kausa pašsvaru.

Lai izvēlētos visizdevīgāko ekskavatora maināmo darba iekārtu, jāzina grunts kategorija, tās izstrādes apstākļi, ekskavatora darba ražīgums un tā galvenie parametri. Visiem ekskavatoriem tehniskais raksturojums un grunts izstrādes tvēriena, kā arī kausa izbēršanas maksimālie attālumi ir sniegti speciālās rokasgrāmatās. Daži raksturīgākie ekskavatoru darbības parametri, kas atbilst 124., 127., 128. un 130. att. norādītajiem apzīmējumiem, doti 51. tabulā.

Ekskavatoru darba ražīgums ir atkarīgs no daudziem savstarpēji saistītiem faktoriem. Viens no galvenajiem faktoriem ir darba cikla ilgums, kurā ietilpst šādas pamatoperācijas:



130. att. Greifera parametri:

A — izlīces garums; R — grābšanas maksimālais rādiuss; H — izbēršanas maksimālais augstums

Ekskavatoru galvenie parametri

Ekskavatora maināmā darba ierīce	Parametri					
Taisnā lāpsta						
Kausa tilpums (m ³)	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	2,00
Izlices garums <i>A</i> (m)	4,9	5,5	6,9	6,8	6,8	8,6
Kausa kāta garums <i>B</i> (m)	2,3	4,6	4,7	4,9	4,9	6,1
Rakšanas maksimālais rādiuss <i>R</i> ₁ (m)	5,8	7,9	8,9	9,9	9,9	11,5
Rakšanas maksimālais augstums <i>H</i> ₃ (m)	5,2	6,6	8,0	9,0	7,8	9,3
Izbēršanas maksimālais rādiuss <i>R</i> ₂ (m)	5,4	7,2	6,0	8,7	8,9	10,7
Izbēršanas maksimālais augstums <i>H</i> ₂ (m)	3,4	4,6	8,6	6,8	5,1	6,0
Apgrieztā lāpsta						
Kausa tilpums (m ³)	0,15	0,30	0,65	—	1,40	—
Izlices garums <i>A</i> (m)	2,3	4,9	5,5	—	7,8	—
Kausa kāta garums <i>B</i> (m)	1,4	2,3	2,8	—	3,3	—
Rakšanas maksimālais rādiuss <i>R</i> ₃ (m)	4,1	7,8	9,2	—	11,6	—
Rakšanas maksimālais dziļums <i>H</i> (m)	2,2	4,0	5,6	—	7,3	—
Kausa izbēršanas sākuma rādiuss <i>R</i> (m)	2,10	4,15	5,0	—	5,7	—
Kausa izbēršanas beigu rādiuss <i>R</i> ₂ (m)	2,10	6,80	8,10	—	9,30	—
Izbēršanas maksimālais augstums <i>H</i> ₂ (m)	2,6	5,6	5,3	—	5,5	—
Draglains						
Kausa tilpums (m ³)	0,15	0,35	0,50	0,75	1,00	2,0
Izlices garums <i>A</i> (m)	7,5	10,5	13,0	14,0	15,0	15,0
Rakšanas maksimālais rādiuss <i>R</i> ₁ (m)	—	12,2	14,2	15,1	16,8	17,5
Izbēršanas maksimālais augstums <i>H</i> (m)	3,9	4,5	5,3	4,9	5,5	4,8
Izbēršanas maksimālais rādiuss <i>R</i> ₂ (m)	6,4	10,0	12,5	13,5	14,6	15,1
Rakšanas maksimālais dziļums <i>C</i> (m)	4,5	7,6	10,0	10,8	12,0	12,0
Greifers						
Kausa tilpums (m ³)	0,15	0,35	0,50	0,75	1,50	—
Izlices garums <i>A</i> (m)	7,5	10,5	10,0	14,0	15,0	—
Grābšanas maksimālais rādiuss <i>R</i> (m)	6,0	9,0	8,0	11,3	12,0	—
Izbēršanas maksimālais augstums <i>H</i> (m)	6,6	5,7	5,8	8,1	8,3	—

kausa piepildīšana, pārvietošana un novietošana izbēršanas stāvoklī, tā izbēršana un atgriešana ieogrābšanas vietā.

Lai sasniegtu maksimālo darba ražīgumu, jāņem vērā visi elementi, kas saistina ekskavatora darba cikla ilgumu. Viens no šādiem elementiem ir ekskavatorista kvalifikācija, kas izpaužas viņa individuālajās iemaņās vienlaikus izpildīt vairākas darba operācijas, tādējādi maksimāli samazinot atsevišķo operāciju starplaikus.

Liela nozīme ir arī pareizi izvēlētai kausa izbēršanas vietai. Ekskavators grunts rakšanas laikā nepārvietojas, tāpēc kausa izbēršanas vietai jābūt izlīces maksimālās tveršanas attālumā. Ekskavatora darba fronte jāiekārto tā, lai izlīces pagriezienu leņķis plānā no grunts rakšanas vietas līdz tās izbēršanas vietai būtu pēc iespējas mazāks.

Trešais faktors, kas ietekmē darba ražīgumu, ir rakšanas slāņa kārtas biezums. Ja taisnā vai apgrieztā lāpsta nepiepilda kausu vienā paņēmienā, darba operācija jāatkārto un tādējādi ievērojami samazinās darba ražīgums. Katram ekskavatoram izstrādes slāņa biezums ir atkarīgs no kausa tilpuma un grunts kategorijas. Tā, piemēram, ekskavatoriem, kam kausa tilpums ir $0,15 \text{ m}^3 \div 2 \text{ m}^3$, rokot I un II kategorijas gruntis, izstrādes slāņa optimālais biezums ir $1,5 \div 3,5 \text{ m}$, bet, rokot III kategorijas gruntis, — $2,0 \div 4,0 \text{ m}$.

Ekskavatora kausa pildījums ir atkarīgs arī no rokamās grunts kategorijas. Izstrādājot birstošu grunti, kausu var piegrābt ar kaudzi, bet to nevar izdarīt, rokot cietās gruntis, tāpēc kausa pildījuma koeficients var būt plašās robežās — no 0,75 līdz 1,30.

Ievērojot visu norādīto faktoru ietekmi, ekskavatora darba ražīgums

$$R = \frac{3600qTk_p k_l k_k}{t_c k_u} \text{ [m}^3/\text{maiņā]},$$

kur q — ekskavatora kausa tilpums (m^3);

T — maiņas ilgums (st);

k_p — kausa pildījuma koeficients;

k_l — darba laika izmantošanas koeficients;

k_k — ekskavatorista kvalifikācijas koeficients; autoceļu būvniecībā $k_k = 0,86$;

t_c — darba cikla ilgums (s);

k_u — grunts iridnājuma koeficients.

Taisnās lāpstas ekskavatoram, kam kausa tilpums $q = 0,5 \text{ m}^3$ un darba cikla ilgums $t_c = 21 \text{ s}$, strādājot II kategorijas saistīgās gruntīs optimālos mitruma apstākļos, vidējais darba ražīgums ir $480 \text{ m}^3/\text{maiņā}$.

Organizējot un veicot zemes klātnes izbūvi ar ekskavatoriem, jāievēro šādas galvenās darba drošības tehnikas prasības:

ekskavatori, it īpaši ekskavatori ar pneimoriteņiem, darba laikā jānostāda uz noplanētiem laukumiem;

aizliegts ekskavatora darba laikā strādniekiem atrasties ekskavatora kausa vai izlīces darbības zonā, bet jebkurām personām, kas neietilpst ekskavatora apkalpē, ekskavatora darba laikā jāatrodas vismaz $5,0 \text{ m}$ attālumā no ekskavatora darbības zonas;

darba pārtraukumā (neatkarīgi no pārtraukuma iemesla un ilguma) vienkausa ekskavatora izlice jānovirza sānis no rakšanas vietas un kauss jāatbalsta uz zemes;

wienkausa ekskavatora pārbraukšanas laikā izlice jānostāda braukšanas virzienā, bet kausam jābūt paceltam 0,5—0,7 m virs zemes;

aizliegts pārvietot ekskavatoru ar piepildītu kausu;

ceļam, pa kuru pārvietojas ekskavators darba objekta robežās, jābūt iepriekš nolīdzinātam un noplanētam, bet vājās gruntīs — nostiprinātam;

aizliegts ar ekskavatora vai greifera kausu pacelt un pārvietot lieltgabarieta kravu, piemēram, lielus iežu klučus, baļķus, dēļus u. c. kravas, izņemot vairogus, ar kuriem nostiprina ekskavatora pārvietošanās ceļu;

grunts, šķembu vai citu birstošu materiālu iekraušana automobiļu kravas platformās vai traktoru piekabēs ar ekskavatoriem jāizdara, nepārvietojot ekskavatora kausu virs autovadītāja vai traktorista kabīnēm.

56. §. Zemes klātnes sablīvēšana

Izbūvējot zemes klātni, izveidotos uzbērumos un dažkārt arī izstrādātos ierakumos jāsablvē grunts, lai palielinātu tās blīvumu un iegūtu noturīgu ceļa klātni, kas pašsvara un pārbraucošās transporta slodzes iedarbībā dažādos mitruma apstākļos, gruntij sasalstot un atkūstot, neizraisītu autoceļa segā nevienmērīgas un nepieļaujami lielas paliekošās deformācijas. Tā, piemēram, augstāko tipu kapitālām ceļa segām deformācija nedrīkst pārsniegt 1,0÷1,5 cm, bet atvieglotā ceļa segām — 2,0 cm. Vienlaikus ar to zemes klātnes grunts virsējos slāņos jāsasniedz pietiekami liels deformācijas modulis, kas ļauj attiecīgi izvēlēties vajadzīgos ceļa segas kārtas biežumus.

Lai palielinātu grunts deformācijas moduli un zemes klātnes noturību, grunti sablvējot, tai var pievienot kaļķu, cementa vai organisko saistvielu piedevas.

Zemes klātnēi izturīgai un noturīgai jābūt visos gadījumos. Tā, piemēram, autoceļu ekspluatācijas pieredze rāda, ka bieži vien ceļa segu bojājumi novērojami tieši ierakumos, ja pirms ceļa segas izbūves pietiekami nav bijusi sablvēta zemes klātnes grunts.

Grunts blīvuma pakāpe, kas raksturo grunts tilpuma svāra attiecību pret tās īpatnējo svaru, būs jo augstāka, jo mazāks grunti būs gaisa un mitruma saturs. Tomēr grunts izturība nav atkarīga tikai no grunts skeleta blīvuma, bet gan arī no tā, kā saglabājas šis blīvums grunts mainīgajos mitruma, sasalšanas un atkuššanas apstākļos.

Zemes klātnes grunts skeletam būs blīva struktūra tikai tad, ja grunts mitrums neļaus gaisam tajā pārsniegt 4÷6%. Šādos apstākļos gruntij ir minimāla filtrācija un mitruma uzsūces spēja.

Grunts mitruma un gaisa optimālais saturs, kā arī tās īpatnējais svārs un tilpuma svārs, kas nodrošina zemes klātnes pietiekamu grunts blīvuma pakāpi, norādīts 52. tabulā.

Izbūvējot zemes klātni, ir svarīgi zināt faktisko grunts mitruma saturu un tās kārtu novietojumu sablvējamā uzbēruma ķermeņī. Grunts, kas sablvēta optimālā mitrumā, daudz labāk saglabā

Grunts skeleta optimālais sastāvs

Grunts veids	Mitruma saturs (%)	Ipatnējais svars (g/cm ³)	Gaisa saturs (%)	Tilpuma svars (G/cm ³)
Smilts	8÷12	2,65	6	2,05÷1,90
Mālaina smilts	10÷15	2,66	6	1,97÷1,78
Puteklaina mālaina smilts	16÷20	2,68	5	1,78÷1,65
Māls	18÷21	2,68	5	1,72÷1,63
Smilšains māls	14÷19	2,70	5	1,86÷1,70
Smags smilšains māls	18÷22	2,70	4	1,75÷1,63

noturību un izturību autoceļa ekspluatācijas mainīgajos mitruma apstākļos.

Sablīvējot gruntis mākslīgi, iegūst blīvāku uzbēruma skeletu. To raksturo virssablīvējuma koeficients k_1 , kuru aprēķina pēc šādas formulas:

$$k_1 = \frac{\delta_{uzb}}{\delta_{rez}},$$

kur δ_{uzb} — grunts skeleta vidējais tilpuma svars uzbērumā (G/cm³);

δ_{rez} — grunts skeleta vidējais tilpuma svars rezervē vai ierakumā (G/cm³).

Lai noteiktu faktiski izpildītā zemes darbu apjomu grunts rakšanas vietā sānu rezervē vai ierakumā, jānosaka grunts skeleta tilpuma svars, kas atkarībā no grunts īpašībām un darbu mehānizācijas veida var būt samērā atšķirīgs.

Uzbēruma virssablīvējuma koeficienta k_1 aptuvenas vērtības, pēc kurām var noteikt faktiski izpildītā darba apjomu, sniegtas 53. tabulā.

53. tabula

Uzbēruma virssablīvējuma koeficients k_1

Grunts sablīvējuma koeficients k	Smalkgraudainas gruntis			Akmens materiāli, kam tilpuma svars (G/cm ³)		
	smilts, mālaina smilts un puteklains smilšains māls	smilšains māls un māls	less, lesveida grunts un melnzeme	1,9—2,2	2,2—2,4	2,4—2,7
	Virssablīvējuma koeficients k_1					
1,10	1,10	1,05	1,20	0,90	0,85	0,80
0,95	1,05	1,00	1,15	0,90	0,85	0,80
0,90	1,00	0,95	1,10	0,90	0,85	0,80

No uzbēruma veidošanas paņēmiena ir atkarīgs sablīvējamais grunts kārtas biezums. Tā, piemēram, ja uzbērumu veido ar grei-

derelevatoru vai uzber ar draglainu, grunts sablīvējums nepārsniedz $0,60 \div 0,75$ no vajadzīgā optimālā sablīvējuma, bet, pievedot grunti ar skrēperiem vai automobiļiem, tie pārbraucot sablīvē uzbērumu līdz $0,85 \div 0,90$ no optimāli nepieciešamā blīvuma. Kā ziņāms, uzbērumu sablīvējuma koeficientam k jābūt $0,95 \div 1,00$, tāpēc jāorganizē uzbēruma masīva mākslīga sablīvēšana.

Ļoti svarīgi, lai uzbēruma masīvs tiktu vienmērīgi sablīvēts kārtās un visā platumā. Pārbraucienu skaits pa vienu vietu ir atkarīgs no izvēlēta blietēšanas mehānisma efektīvās iedarbes dziļuma un grunts optimālā mitruma satura.

Grunts sablīvēšanai lieto dažādas būvmašīnas, kuru darbības pamatā ir statistiskā spiediena, dinamisko triecienu vai vibrāciju izmantošana.

Statiskās iedarbes būvmašīnas ir piekabināmie gludie valču un dūru veltņi, sietu veltņi, pneimoveltņi, pneimoriteņu veltņi un pašgājēji metāla valču veltņi. Veltņu galvenie parametri ir svars un īpatnējais spiediens, ko izsaka, attiecinot svaru uz valča platumu (kG/cm) vai izciļņu vai kontaktriepu virsmas laukumu (kG/cm^2).

Gludie veltņi sablīvē uzbērumu $15 \div 20$ cm biezās kārtās. To īpatnējais spiediens ir $10 \div 80$ kG/cm . Šos veltņus lieto saistīgas un mazsaistīgas grunts uzbērumu sablīvēšanai, pārbraucot pa vienu vietu $6 \div 12$ reizes. Uzbērumus vispirms jāveltņo ar vieglajiem veltņiem, bet pēc tam ar smagākiem veltņiem, tos pārvietojot no uzbēruma malām simetriski uz ceļa vidu. Katrā nākamajā veltņošanas darba gājienā jāpārsedz pieveltņotā josla par $\frac{1}{3}$ no veltņa valča platumā.

Dūru veltņi, pārbraucot ar tiem $8 \div 10$ reizes pa vienu vietu, labi sablīvē saistīgu grunti $15 \div 25$ cm biezās kārtās. To īpatnējais spiediens ir $50 \div 80$ kG/cm^2 .

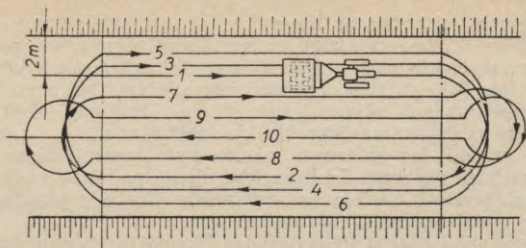
Pneimoriteņu veltņi sablīvē gan saistīgas, gan nesaistīgas grūntis, attīstot īpatnējo spiedienu, kas aptuveni ir vienāds ar spiedienu riepās. Šo veltņu ritošai daļai ir viens otram cieši blakus novietoti automobiļa tipa pneimoriteņi. Veltņu svars ir $15 \div 70$ t. Tie labi sablīvē grunti $35 \div 60$ cm biezās kārtās. Uzbēruma sablīvēšanas sākumā ieteicams lietot vieglākus veltņus, kurus pārvieto pēc elipsveida darba shēmas (131. att.).

Katras kārtas sablīvējuma vienmērīgumu sasniedz, izvēloties pareizu spiedienu pneimoriteņu riepās. Sablīvējot smilts grūntis, spiedienam riepās jābūt 2 atm, sablīvējot mālainas smilts grūntis, — $3 \div 4$ atm, bet, sablīvējot smilšaina māla un māla grūntis, — $5 \div 6$ atm.

Grūnts optimālu sablīvējumu sasniedz pēc $6 \div 8$ pneimoriteņu veltņa pārbraucieniem pa vienu vietu.

Dinamisko iedarbes blietējamo mašīnu darbības pamatā ir trieciena spēks, kas tiek pārnestis uz grunti, kad bliete krit brīvi vai ar speciāli attīstītu ātrumu.

Blietplātņu izmēri ir 0,6; 1,0 un 1,5 m^2 , bet svars 1,5 \div 3,0 t. Tās iekar ekskavatora vai celtņa kravas celšanas trosēs. Ar



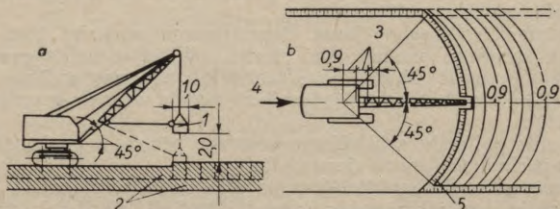
131. att. Pārbraucienų secība, blīvējot uzbērumu ar pneimoriteņu veltņi

blīvēplātnēm, ļaujot tām krist no 1,0 m augstuma un izdarot 5÷6 sitienu pa vienu vietu, sablīvē uzbēruma kārtu 60÷80 cm dziļumā. Ja blīvēplātnes krišanas augstums ir 2,0 m, uzbērtu grunts kārtu, izdarot 3÷4 sitienu, var sablīvēt līdz 1,5 m dziļumā (132. att.). Blīvēplātnes augstāka pacelšana nav efektīva, jo krītot tā uzirdina sablīvējamās grunts virsējo slāni.

Kāpurķēžu traktoram piekabīnāmie veltņi ar krītošām blīvētēm, kuru svars ir 0,8÷2,5 t un krišanas augstums 1,5 m, 5÷8 darba gājienos labi sablīvē grunts līdz 1,5 m dziļumā.

Eksploziju blīvēt (to svars ir 0,1—2,0 t, bet krišanas augstums 0,2÷0,5 m), izdarot 50÷60 triecienus minūtē, labi sablīvē grunts kārtu 20÷90 cm dziļumā.

Pēdējā laikā zemes klātnes grunts arvien biežāk sablīvē ar vibroveltņiem, vibroplātnēm vai pašgājējām vibroblīvēšanas mašīnām. Vibromašīnu iedarbes tuvumā izzūd saiste starp grunts atsevišķām daļiņām, tās sāk pārvietoties un aizpilda poras grūti, tādējādi palielinot grunts skeleta blīvumu. Vislabākos rezultātus var sasniegt, ja vibromašīnu ierosinātā svārstību frekvence tuvojās grunts pašsvārstību frekvencei. Sablīvēšanas efekts ir atkarīgs arī no vibro-



132. att. Grunts sablīvēšana ar blīvēplātni:

1 — blīvēplātni; 2 — sablīvētās grunts kārtas; 3 — ekskavatora pārvietošanās solis; 4 — ekskavatora pārvietošanās virziens; 5 — sablīvējamā josla

mašīnas svara, sablīvējamās grunts veida, tās optimālā mitruma u. c. faktoriem.

Zemes klātnes irdenās gruntis 50÷60 cm dziļumā labi sablīvē vibroveltnī 3÷5 darba gājienos. Vibroplātnes, kas izdara 600÷3000 svārstību minūtē, sablīvē grunts kārtu 50 cm dziļumā.

Visos gadījumos zemes klātnes sablīvēšanas mašīnas izvēle ir atkarīga no sablīvējamās grunts veida, tās blīvuma, sablīvējamās kārtas biezuma, vajadzīgā darba ražīguma un mašīnas manevrēšanas spējas. Jo biežāka ir sablīvējamās grunts kārtā, smagāka grunts un mazāks tās mitruma saturs, jo spēcīgākai un smagākai jābūt blietējamai mašīnai un ilgākam tās iedarbes laikam vienā vietā.

Veicot zemes klātnes sablīvēšanas darbus, jāievēro šādi galvenie darba drošības tehnikas noteikumi:

sablīvējot grunti vienlaikus ar vairākiem piekabināmiem vai pneimatiskajiem veltniem, starp tiem jābūt vismaz 2,0 m lielam attālumam;

aizliegts piekabināmo veltnu vilcējus, veicot grunts sablīvēšanu, pārvietot atpakaļvirziena kustībā;

sablīvējot augstus uzbērumus, attālumam no uzbēruma nogāzes šķautnes līdz piekabinātā veltna vilcēja ritošajai daļai jābūt vismaz 1,5 m;

aizliegts atkabināt noslogotu vienas pneimatisko veltni no vilcēja;

cilvēkiem jāatrodas vismaz 5,0 m attālumā no blietējamo plātņu darbības vietas;

blīvējot grunti, traktoram vai ekskavatoram jāpārvietojas pa iepriekš sablīvētu grunts kārtu;

aizliegts pārvietot ekskavatoru tuvāk par 3,0 m no veidojamā uzbēruma malas, bet traktoru, kam piekabināta blietplātne, — tuvāk par 0,5 m.

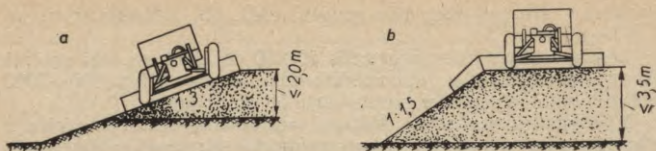
57. §. Zemes klātnes apdare un nogāžu nostiprināšana

Zemes klātnes izbūves procesā, veicot speciālus apdares un nostiprināšanas darbus, uzbērumiem un ierakumiem jāizveido autoceļa tehniskā projektā paredzētā forma, kas atbilstu visām tehniskajām un estētiskajām prasībām.

Veicot apdares darbus, līdz projekta atzīmei jānoplānē uzbēruma, ierakuma un rezerves virsma. Nostiprinājuma darbos ietilpst ierakumu un uzbērumu nogāžu nostiprināšana, kā arī sāngrāvju un rezervju dibena nostiprināšana, lai tos neizskalotu tekošais ūdens.

Apdares darbos galvenokārt lieto autogreiderus un ekskavatorus ar draglaina darba iekārtu, kuriem ir parastais vai speciālais aprikojums, kā arī speciālas planēšanas darbu iekārtas, ko pievieno traktoram, buldozeram vai ekskavatoram.

Lai nodrošinātu ūdens novadi, apdares darbi jāizpilda tūlīt pēc zemes klātnes izbūves pamatdarbu veikšanas, jo ūdens, kas sakrājas ierakuma vai rezerves atsevišķās vietās, pārmitrina zemes klātnes grunti, samazina tās noturību un izraisa noslīdējumus, iegrimi vai citas deformācijas, kā arī apgrūtina apdares darbu izpildi ar būvmašīnām.



133. att. Nogāžu planēšana ar autogreideri:
a — pārvietojoties tieši pa nogāzi; *b* — lietojot speciālu nogāžu planēšanas iekārtu

Pirms apdares darbu sākšanas jānosprauž šo darbu izpildes robeža: autoceļa šķērsprofila visos raksturīgākajos punktos jāiedzen mietiņi, kas atbilst autoceļa izbūves projekta atzīmēm un ne-traucē būvmašīnu darbu.

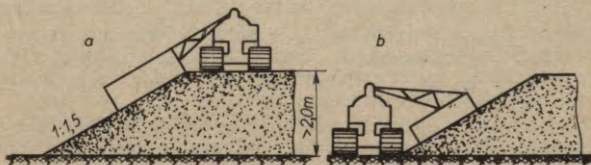
Apdares darbos nogāzes, kas nav stāvākas par 1 : 3 un augstākas par 2,0 m, planē ar piekabināmiem greideriem vai autogreideriem, kuri pārvietojas tieši pa nogāzi (133. att. *a*). Greidera lāpstas bīdes leņķis jānostāda tāpat kā grunts pārvietošanai šķērsvirzienā, bet profilēšanas leņķis — atbilstoši planējamās nogāzes slīpumam.

Nogāzes, kuru augstums ir līdz 3,5 m un slīpums 1 : 1,5, planē ar maināmo darba iekārtu, ko pievieno autogreiderim (133. att. *b*). Nogāzes sāk planēt no to augšdaļas.

Ar buldozeru ieteicams planēt augstas nogāzes, kas nav stāvākas par 1 : 2. Buldozeri pārvietojas pa nogāzi uz augšu un uz leju. Atpakaļgājienā buldozers lieko grunti nobīda pie uzbēruma nogāzes pēdas.

Augstas nogāzes var planēt ar traktoram uzmontētu speciālu nogāžu planēšanas iekārtu. Traktoram pārvietojoties pa autoceļa nomali, planē nogāzes augšējo daļu (134. att. *a*), bet, braucot gar nogāzes pēdu, — nogāzes apakšējo daļu (134. att. *b*).

Lai aizsargātu uzbēruma un ierakuma nogāzes, kas pakļautas atmosfēras iedarbībai vai ūdens izskalojumiem, tās jānostiprina. Nostiprinājuma veids ir atkarīgs no inženierdarinājuma konstruktīvā izveidojuma, klimatisko apstākļu iedarbības intensitātes un grunts fizikāli mehāniskajām īpašībām.



134. att. Nogāžu planēšana ar traktoram pierīkotu maināmo darba iekārtu:

a — nogāzes augšējās daļas planēšana; *b* — nogāzes apakšējās daļas planēšana

Lai nostiprinātu nogāzes, tās apsēj ar zālājiem, noklāj ar velēnām, nobruģē, veido velēnu sienīņu vai bruģi starp žagaru pinumiem, iesedz ar betona plātnēm vai apstrādā ar organisko saistvielu materiāliem.

Nostiprinājuma veids ir atkarīgs no apvidus topogrāfiskajiem, klimatiskajiem un hidroloģiskajiem apstākļiem, kā arī no zemes klātnes grunts un nogāzes augstuma.

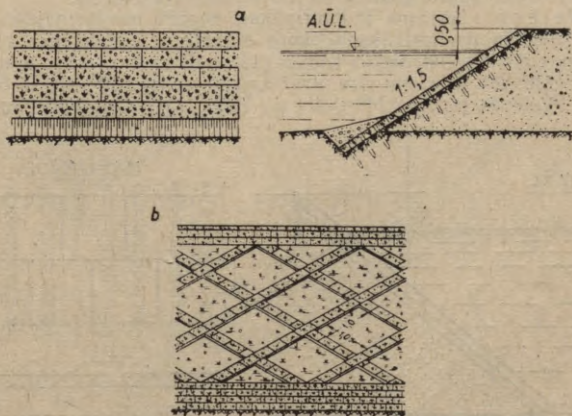
Nogāžu nostiprinājumu ar dabisko zelmeni lieto līdz 2,0 m augstu uzbērumu vai ierakumu nogāžu nostiprināšanai mālainas smilts vai smilšaina māla gruntis. Zālājs labi iesakņojas, ja nogāzi noklāj ar augsnes kārtu. Lai augsnes kārtā stāvākās nogāzēs nenoslīdētu, ik pēc 0,5÷1,0 m jāierīko vadziņas. Augsnes kārtas biezumam jābūt 8÷10 cm.

Nogāžu velēnojums ir stingrāks nogāžu nostiprinājums. To izveido no velēnu lentām vai gabalvelēnām. Velēnu lentas garums ir 2,0 m, platums 25 cm, bet biezums 6÷10 cm. Gabalvelēnu forma ir taisnstūris, kura izmēri ir no 20×30 cm līdz 30×50 cm.

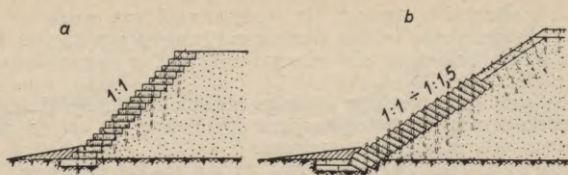
Sastopami šādu veidu velēnojumi:

- a) ciešais vai blīvais velēnojums;
- b) velēnojums rūtis;
- c) velēnu sienīņa.

Ciešo vai blīvo velēnojumu (135. att. a) izveido no gabalvelēnām, tās noliekot cieši citu pie citas. Velēnas nogāzei piestiprina ar diviem vai četriem mietiņiem, kuru šķērsgriezums 2×2 cm, bet garums 20 cm. Velēnojuma horizontālās šuves jāveido



135. att. Nogāzes nostiprinājums ar velēnām:
a — ciešais (blīvais) velēnojums; b — velēnojums rūtis



136. att. Nogāzes nostiprinājums ar velēnu sienīgu:
a — velēnas novietotas līmeniski; *b* — velēnas novietotas slīpi pret nogāzi

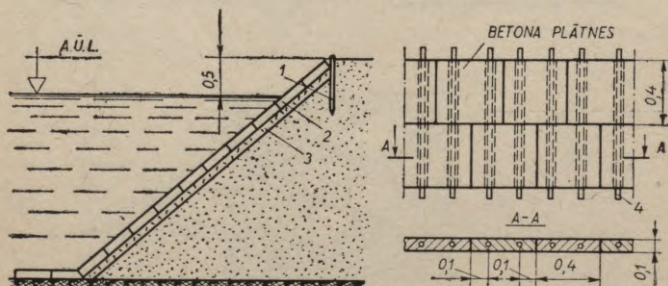
paralēli nogāzes šķautnei, bet vertikālās šuves — ar pārsedzi atsevišķās kārtās.

Ciešo velēnojumu lieto līdz 2,0 m augstu uzbērumu nogāžu nostiprināšanai maznoturīgās putekļainās gruntīs vai putekļainās smilts gruntīs, kā arī augstāku nogāžu nostiprināšanai labos grunts apstākļos.

Velēnojumu rūtīs (135. att. *b*) izveido no lentveida velēnām, tās noklājot 45° leņķī. Rūšu izmēri ir no 1,0×1,0 m līdz 1,5×1,5 m. Rūtis jāierīko tā, lai viena no kvadrāta diagonālēm būtu līmeniska. Nogāzes pēda un augšējā šķautne jānoklāj ar nepārtrauktu velēnu klājuma 2÷3 rindām, bet rūšu starpas jāaizber ar augsni un tajās jāiesēj zālājs.

Velēnojumu rūtīs lieto 2,0÷8,0 m augstu nogāžu nostiprināšanai mālainas smilts gruntīs un smilšaina māla gruntīs.

Velēnu sienīņa ir izturīgākais nogāžu nostiprinājums. To lieto nogāžu nostiprināšanai, kuru slīpums ir lielāks par 1:1,5. Velēnas novieto līmeniskās kārtās (136. att. *a*) vai ieslīpi pret nogāzi (136. att. *b*) vienu virs otras ar zāli uz leju 20÷40 cm biežā slānī. Velēnas jānoliek blīvi cita pie citas, pārsedzot šuves un no-



137. att. Nogāzes nostiprinājums ar saliekamām betona plātnēm:
1 — mietīšs; *2* — betona plātne; *3* — grants vai šķembu kārtā; *4* — stieple

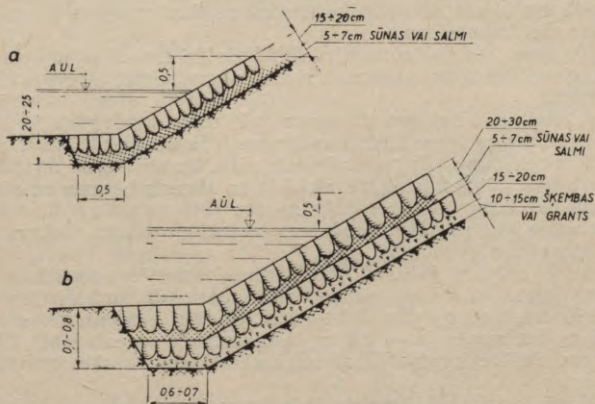
stiprinot ar $0,75 \div 1,0$ m gariem mietiņiem. Nogāzes pēdā velēnu krāvamam izveido izturīgu atbalstu, nogriežot velēnu galus paralēli nogāzes virsmai.

Nogāzes, kas pakļautas tekoša ūdens iedarbībai, nostiprina ar saliekamā betona plātnēm, vienkārtas vai divkārtu bruģējumu, akmens bērumu vai bruģējumu starp žagaru pinumiem.

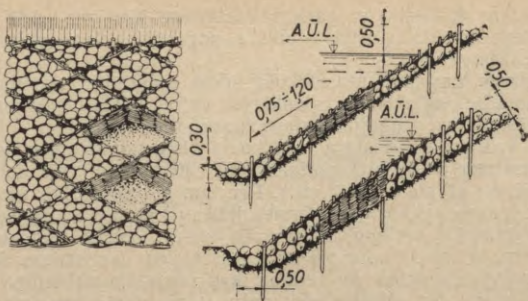
Saliekamā betona plātnes lieto nogāžu nostiprināšanai. Vispirms no betona plātnēm ($40 \times 40 \times 10$ cm) pie uzbēruma pēdas ierīko atbalstu (137. att.). Pēc tam plātnes noliek uz noplānētās nogāzes, pakāpeniski pārvietojoties pa nogāzi uz augšu. Plātnes savstarpēji savieno ar cinkotu stiepli, kuras diametrs $d = 6,0$ mm, to izverot caur plātnē izveidotajiem caurumiem. Stieples vienu galu nostiprina pie latiņas, kas novietota uzbēruma pēdas garenvirzienā, bet stieples otru galu — pie mietiņiem, kas iedzīti uzbēruma augšējā šķautnē. Dažkārt nogāzes var nostiprināt ar betona plātnēm, nelietojot stieplu savienojumu.

Vienkārtas bruģi iestrādā uz $5 \div 7$ cm augstiem bruģakmeņiem, lieto applūstošu vietu nostiprināšanai, ja straumes ātrums ir līdz $2,5$ m/s. Bruģakmeņiem jābūt pēc iespējas ar plakānu augšējās daļas virsmu, iegareniem un vienāda augstuma. Lejas galā nošķeltās virsmas laukumam jābūt ne mazākam par 50% no bruģakmens augšējās virsmas laukuma.

Vienkārtas bruģi iestrādā uz $5 \div 7$ cm biezas sūnu vai salmu kārtas (138. att. a). Sūnas un salmi aizkavē nogāzes izskalošanu, tāpēc tiem brīvi jāpiepilda visas akmeņu saduras, bet spraugas starp akmeņiem jāaizķīlē ar akmens šķembām.



138. att. Nogāzes bruģējums:
a — vienkārtas bruģis; b — divkārtu bruģis



139. att. Nogāzes nostiprinājums ar akmens bērumu žagaru pinuma rūtis

Divkārtu bruģi (138. att. b) lieto applūstošu vietu nostiprināšanai, ja straumes ātrums ir līdz 4,0 m/s. Bruģa apakšējā kārtā iestrādā 15÷20 cm augstus akmeņus, bet augšējā kārtā — lielākus akmeņus, kuru augstums ir 20÷30 cm.

Pie nogāzes pēdas jāizveido 0,5 m plats atbalsts. Lielāku izmēru akmeņus iebraugē nogāzes apakšējā daļā, bet mazākus — augšējā daļā. Bruģi ierīko uz sūnu vai salmu kārtas. Lielākās spraugas un šuves starp bruģakmeņiem jāaizķīlē ar šķembām.

Nogāzes, kas pakļautas tekoša ūdens iedarbībai, jābraugē uz 10÷15 cm biezas nobērto šķembu kārtas, kas palielina bruģa izturību pret izskalošanu.

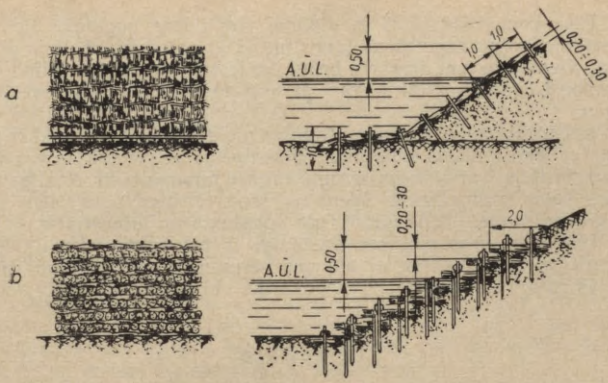
Nogāzes, kas pakļautas strauji tekoša ūdens vai viļņu iedarbībai, jānostiprina ar akmens bērumu žagaru pinuma rūtis vai ar fašīnām.

Akmens bērumu žagaru pinuma rūtis (139. att.) lieto vietās, kur ūdens tecēšanas ātrums ir lielāks par 3,5 m/s.

Šim nolūkam no žagariem izveido rūtis, kuru izmēri ir no 0,75×0,75 līdz 1,2×1,2 m. Rūtis aizpilda ar akmens bērumu uz sūnu, salmu vai žagaru kārtas. Pītās žagaru rūtis var aizpildīt arī ar vienkārtas vai divkārtu bruģi, ko iestrādā uz sūnu, salmu vai šķembu kārtas.

Ar fašīnām (140. att.) nostiprina apdraudētas zemūdens nogāzes daļas. Par fašīnām sauc sasiētu žagaru kūli, kura diametrs ir 20÷30 cm, bet garums 2,0÷4,2 m. Žagaru vidējais garums ir 2,75 m, bet mazākais — 2,0 m; to diametram resgali jābūt 2,5÷6,0 cm. Fašīnu izgatavošanai vispiemērotākie ir kārķu un vītulu žagari.

Nogāzēs fašīnas jānovieto šķērsām vai gareniski pēc iespējas blīvi kūlis pie kūļa. Lai fašīnas ūdenī neaizpeldētu vai netiktu paceltas, tās jānostiprina ar 10÷15 cm diametra fašīnu grīstēm, kuras



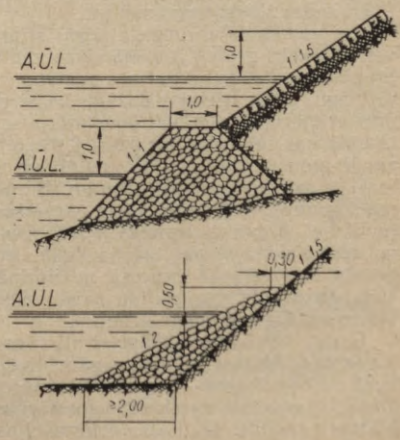
140. att. Nogāzes nostiprinājums ar fašīnām

savukārt ar koka kāšiem (diametrs 5,0 cm, garums — 1,0—1,7 m) jāpiestiprina pie nogāzes. Ar grīstēm fašīnas nostiprina ik pēc 1,0 m. Koka kāšu mietiņi, kuru garums ir 1,0 m, nogāzē jāiedzen ik pēc 1,0 m.

Ja nogāzes nostiprinājuma vietā atrodas vietējie būvmateriāli — akmeņi, jāizveido akmeņsbērums (141. att.).

Nogāžu nostiprināšanai lieto arī organiskās saistvielas — bitumena emulsijas, ar kurām apstrādā uzbēruma vai ierakuma nogāzes grunts virsējo kārtu 7÷10 cm dziļumā. Saistvielu izlietojuma norma ir 5÷7% no apstrādājamās grunts svara.

Autoceļa nogāžu nostiprinājuma konstrukcijas izvēle ir atkarīga no zemes klātnes grunts īpašībām, tekošā ūdens ātruma un nogāzes augstuma.



141. att. Nogāzes nostiprinājums ar akmeņsbērumu

Tilta konusi līdz 0,25 m atzīmei virs ūdens augstākā līmeņa (ievērojot viļņu augstumu) jānostiprina ar saliekamā betona plātnēm, vienkārtas vai divkārtu bruģi, ko iestrādā uz sūnu, salmu vai šķembu kārtas. Augstāk nogāzi parasti nostiprina ar blīvu velēnojumu.

Uzbēruma nogāzes, kas piekļaujas pie upēm un periodiski ir pakļautas tekoša ūdens iedarbībai, jānostiprina ar vienkārtas vai divkārtu bruģi vai ar akmens bērumu žagaru pinumu rūtīs. Nostiprinājuma veids ir atkarīgs no ūdens tecēšanas ātruma, palu ūdens stāvēšanas ilguma, ūdens viļņošanās augstuma un intensitātes.

Uzbēruma nogāzes, kas pastāvīgi ir pakļautas tekoša ūdens iedarbībai, jānostiprina ar akmens bērumu žagaru pinumu rūtīs. Šajās rūtīs var arī iestrādāt vienkārtas vai divkārtu bruģi.

12. nodaļa

AUTOCEĻA KLĀTNES SAGATAVOŠANA SEGAS BŪVEI

58. §. Autoceļa klātnes sagatavošana

Autoceļa klātnes izbūves darbus izpilda pirms autoceļa segas izbūves. Tos veic specializētas mehanizētas brigādes vai posmi. Laika ziņā starpība starp šiem darbiem var būt samērā liela. Tāpēc pirms autoceļa segas izbūves, sagatavojot ceļa klātni un veidojot gultni, jāveic vairāki sagatavošanas darbi: jālikvidē dažādas deformācijas, kas radušās transporta vai citu apstākļu iedarbībā, jāpieber iztrūkstošā grunts, jāpārbauda ceļa klātnes atbilstība projektētām segas šķērsgriezumam utt.

Lai nodrošinātu autoceļa segas stiprību un līdzenumu, it īpaša vēriba jāveltī grunts augšējā slāņa sablīvēšanai tieši zem autoceļa brauktuves. Veltņojot gultnes pamatni ar pneimoveltņiem vai sietu veltņiem, kā arī lietojot dažādu konstrukciju pašgājējus mehānismus ar vibroplātnēm, var konstatēt atsevišķas grunts vājās vietas. Grunts, kas noblīvēta līdz 0,95÷0,98 no tās maksimālā blīvuma, nezaudē noturību pat tad, ja ilgstoši uz to iedarbojas ūdens. Tas it īpaši ir raksturīgi māla gruntīm. Braucot pāri smagai smilšainā māla gruntij, tās virsējā kārtā pārvēršas netirā izmiekskētā maisījumā, bet, ja grunts iepriekš ir labi noblīvēta, tā nezaudē noturību un nesamiekšķējas pat tad, ja ilgāku laiku atrodas zem ūdens, jo grunts sablīvēšanās procesā nostiprinās tās skeleta strukturālā saite un grunts siko daļiņu saiste. Šis īpašības praktiski piemīt visām smalkgraudainām gruntīm.

Grunts blīvējuma pakāpe ir atkarīga arī no būvējamā autoceļa segas veida. Atvieglotā tipa segām blīvējuma pakāpe ir mazāka, bet kapitālā tipa segām — lielāka. Noblīvējot grunti, palielinās arī ceļa klātnes pamatnes aprēķina deformācijas modulis E_0 . Ja autoceļa klātnes pamatnes faktiskais deformācijas modulis E_0 ir mazāks par

projektā pieņemto deformācijas moduli, kvalitatīvi izbūvējot visus segas konstruktīvos slāņus, tās kopējā nestspēja būs mazāka par projektā noteikto nestspēju.

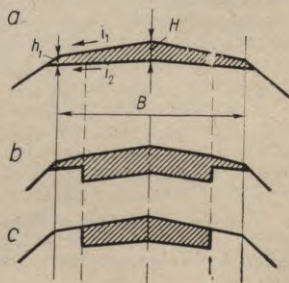
Autoceļa klātnes virsējo daļu nosusina, galvenokārt paceļot tās augstuma atzīmes vai ierīkojot drenāžu, ja ceļa klātnei nevar pacelt vai arī tas nav ekonomiski izdevīgi. Zemes darbu ekonomija bieži vien ir autoceļa brauktuves segas biezuma palielināšanās vai tās stiprības samazināšanās cēlonis. Katrā konkrētajā gadījumā projektēšanas gaitā jāsalīdzina, kas ir izdevīgāk: samazināt uzberuma augstumu, vienlaikus pastiprinot autoceļa segu, vai palielināt zemes darbu apjomu, nepastiprinot autoceļa segu. Jāapsver arī, kas ir lietderīgāk: izbūvēt gultnes pamatnes virskārtā atsevišķu smilts vai cita noturīga vietējā būvmateriāla slāni vai uzlabot zemes klātnes virskārtu, smilti sajaucot ar vietējo grunti. Otrais gadījums vairāk piemērots ir tad, ja no piemaisāmās smilts (stipri putekļaina smalka smilts, mīksts akmens materiāls, ātri sadalošies izdedži u. c.) nevar izveidot atsevišķu kvalitatīvu slāni.

Ja gultnes pamatni pastiprina, lietojot norādītās minerālās pieejas, grunts jāsamaisa pirms pamatnes sablīvēšanas. Darbs jāveic pēc paņēmieniem, kas aplūkoti šīs grāmatas 63. § «Uzlaboto grunts ceļu izbūve» (sk. 246. lpp.). Šķembu vai grunts atsevišķas frakcijas var būt rupjākas par tām, kādas lieto segas izbūvei. To lielumu limitē tikai uzlabojamā grunts slāņa biezums, jo šajā gadījumā materiāla stiprība galvenokārt ir atkarīga no salizturības, bet nevis no tā dilšanas.

Autoceļa segas šķērsprofils atkarībā no tās biezuma un izbūves materiāla var būt sirpjveida, pusgultnes vai gultnes tipa.

Sirpjveida šķērsprofilu (142. att. a) veido zemākā tipa segām, kad ar segas būvmateriālu noklāj ceļa klātnei visā platumā. Ja segas biezums ir lielāks par 15 ÷ 18 cm, autoceļa segai nav ieteicams izveidot sirpjveida šķērsprofilu, jo tad strauji palielinās segas būvmateriālu izlietojums.

Pusgultnes šķērsprofilu (142. att. b) izveido zemākā un pārejas tipa segām. Šajā gadījumā autoceļa segu brauktuves platumā iedziļina autoceļa klātnē, bet nomales pārklāj ar segas būvmateriālu. Pusgultnes šķērsprofila segu ieteicams izbūvēt gadījumos, kad zemes klātnei veido no smagās saistīgās grunts un autoceļa brauktuve jāpasargā no dubļiem.



142. att. Autoceļa segas šķērsprofili:
a — sirpjveida; b — pusgultnes; c — gultnes

Gultnes šķērsprofilu (142. att. c) izveido, ja autoceļa sega ir bieza un sastāv no vairākām kārtām, kā arī ir pietiekami plata, lai nodrošinātu automobiļu kustību ar paredzēto ātrumu. Šādā gadījumā nav paredzēta automobiļu uzbraukšana uz nomalēm, izņemot atsevišķus galēji nepieciešamus gadījumus. Tāpēc nomales nostiprina ar lētāku būvmateriālu vai apsēj ar zāli. Pēdējā laikā augstākās kategorijas autoceļiem arī nomales nostiprina ar kapitālu atvieglota tipa segu, nomales atdalot no brauktuves ar attiecīgām marķējošām sadales līnijām, vai autoceļa brauktuves segas virsmu salīdzinājumā ar nomali veido no atšķirīga rupjuma vai krāsas materiāla. Gultnes šķērsprofils ir pārejas un augstākā tipa segām.

59. §. Gultnes izbūve

Izbūvējot sirpjveida šķērsprofila segas, jānosprauž tās ass un nomales. Pēc tam jāplanē un jānoblivē atsevišķas irdenās vietas. Ceļa šķērsprofila segas lūzuma vieta uz autoceļa ass un ceļa abās pusēs pie nomales jāiezīmē ar mietiņiem. Lai segu izbūvētu pareizā augstumā, šķērsprofila lūzuma punktus jāiedzen augstuma mietiņi, tos pienivelējot projektētās ceļa klātnes augstumā. Virziena mietiņi jāiedzen cits no cita ik pēc 20÷50 m, lai greidera vadītājs darba laikā tos labi varētu redzēt. Autoceļa brauktuve jānoplānē, veidojot 3÷4% lielu šķērskritumu, bet nomales, — veidojot 4÷5% lielu šķērskritumu. Planēšanai lieto autogreiderus. Var lietot arī buldozerus, tikai tad darbs jāveic augsti kvalificētam buldozeristam. Pēdējā gadījumā efektīvs ir paņēmiens, pēc kura buldozers strādā atpakaļgaitā. Arvien plašāk sāk lietot arī buldozerus ar automātisku lāpstas iestādīšanu. Grunti pārvieto un izlīdzina zemes klātnes robežās, to pārvietojot uz zemākām šķērsprofila un garenprofila vietām. Planēšanu sāk no zemes klātnes malām un grunti pārvieto uz tās vidu. Pēc planēšanas jāsablivē ceļa klātnes irdenā grunts.

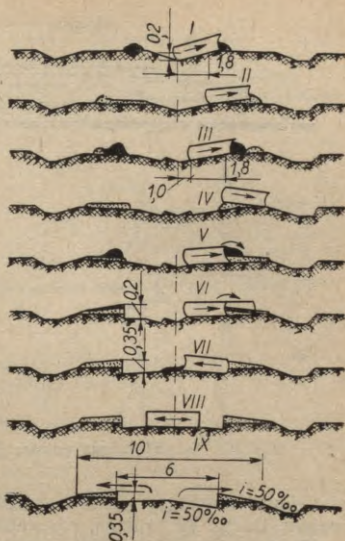
Pusgultnes šķērsprofila segām ir daļēji piebērtas nomales. Gultni padziļina visā brauktuves platumā, bet iegūto grunti pārvieto uz autoceļa nomalēm. Iedziļināšanās dziļumu aprēķina tā, lai grunts daudzums, kādu izrok no gultnes, būtu vienāds ar to, kāds vajadzīgs nomaļu veidošanai.

Pusgultnes šķērsprofila segas izbūves shēma ir sniegta 143. attēlā. Pirmajā braucienā autogreiders ņem grunti 1,8 m platumā tieši no ceļa ass 12÷15 cm dziļāk par gultnes pamatnes atzīmi. Pēc tam grunts valni, kāš izveidots pirmajā braucienā, autogreiders otrajā braucienā pārbīda uz nomali.

Trešajā braucienā autogreiders otro reizi ar lāpstu iegriežas grunti 3÷5 cm seklāk kā pirmajā braucienā, t. i., 9÷11 cm dziļumā. Soreiz autogreidera lāpsta jāvirza 1,0 m attālumā no autoceļa ass.

143. att. Pusgultnes šķērsprofilā izveidošana ar autogreideri:

I, II, ..., IX — autogreidera braucieni secībā



Ceturtajā braucienā grunti nolīdzina, veidojot vajadzīgo šķērskritumu nomaļes virzienā. Darba gaitā jāraugās, lai grunts nepārbirtu pār nomalēm sānu grāvjos.

Piektajā braucienā autogreidera lāpsta grūti iegriežas nedaudz un nepilnā lāpstas platumā. Profilā lāpsta jāiestāda ar slīpuma leņķi 6° , bet plānā — ar slīpumu $40 \div 45^\circ$. Iegriešanos grūti izdara ar lāpstas aizmugures galu. Vienlaikus ar to fiksē gultnes malu. Šis brauciens ir visatbilstīgākais, tāpēc speciāli ar mietiņiem ik pēc $15 \div 20$ m jānosprauž gultnes malas. Autogreidera priekšējam ritenim brauciena laikā jāvirzās $10 \div 15$ cm attālumā no šiem mietiņiem.

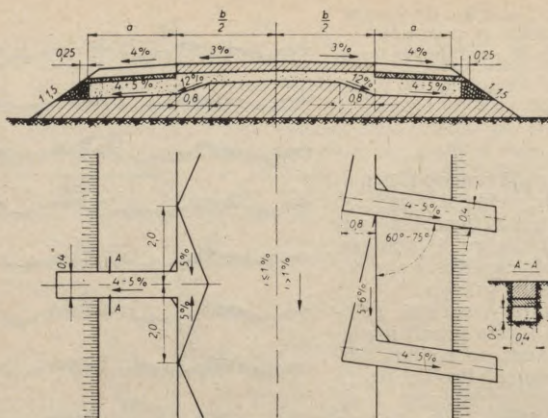
Sestajā braucienā grūti noplanē tā, lai pie nomalēm sasniegtu vajadzīgo gultnes dziļumu, bet lieko grūti atkal pārvieto uz nomalēm. Autogreidera lāpstas iestādījumam profilā jāatbilst gultnes pamatnes šķērsprofilam.

Septītajā un astotajā braucienā veic gultnes pamatnes galīgo planēšanu. To sāk no gultnes malām autoceļa ass virzienā. Grūts atlikumu izlīdzina gultnes vidējā daļā, aizberot visus nelīdzenumus, kas radušies autogreidera iepriekšējos braucienos. Veicot gultnes galīgo planēšanu, lietderīgi lietot autogreidera lāpstas pagarinātāju. Tādējādi var samazināt autogreidera braucieni skaitu (it īpaši tad, kad gultnes platumi ir lielāks par 6 metriem).

Autogreidera braucienus vēlams organizēt pēc elipses veida braukšanas shēmas.

Organizējot autoceļa segas būvdarbus pēc plūsmas metodes, gultnes izbūves posma garumu pieņem vienādu ar autoceļa segas izbūves posma garumu vienā maiņā, nodrošinot vienas maiņas rezervi.

Segas gultnes šķērsprofilu parasti veido ar pilnīgi piebērtām nomalēm. Ja uzbēruma grūts ir derīga nomaļu izbūvei un



144. att. Autoceļa segas gultnes drenāžas grāvišu izveidojums

pietiekami noturīga, gultni var izveidot arī ar puspiebērtām nomalēm, līdzīgi kā to dara, izbūvējot pusgultnes šķērsgarša profilu.

Piebērtā nomaļu izbūvei grūti pievad ar automobiļiem pašizgāzējiem un izlīdzina ar buldozeriem vai autogreideriem. Šim paņēmienam ir zināmas priekšrocības, proti, netiek uzirdināta gultne un transporta kustību var organizēt pa izbūvēto autoceļa segu vai pamatu.

Gultnes šķērsgriezumu pārbauda pēc šablona, bet garenprofila pareizība starppunktos jākontrolē ar vizurdējiem (sk. 106. att.).

Izbūvējot gultni, jānodrošina normāla ūdens novadīšana no autoceļa klātnes. Tāpēc tās izbūve jāsaik no garenprofila zemākām lūzuma vietām, nepieļaujot pat islaicīgu ūdens uzkrāšanos.

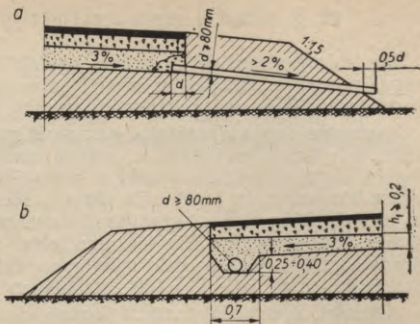
Ja nevar vai ekonomiski nav lietderīgi izveidot gultni ar pilnīgi piebērtām nomalēm, izmantojot labi drenējošu grunti, kā arī smagos hidrogeoloģiskos apstākļos, ūdens novadīšanai no autoceļa klātnes jāveic speciāli pasākumi.

Lai novadītu ūdeni no gultnes, zem nomalēm jāierīko 40 cm plati šķērsgrāviši vai drenāžas grāviši. To savstarpējais attālums ir atkarīgs no zemes klātnes grunts: smagās gruntīs un apvidus mitrās vietās tos ierīko ik pēc 2,0 m, bet apvidus sausās vietās — ik pēc 4,0 m; vidējās gruntīs šie attālumi attiecīgi ir 4,0 un 6,0 m. Viegļās gruntīs drenāžas grāvišus neierīko. Šķērsgrāvišu garenkritumam jābūt 4÷5%, bet drenāžas grāvišu iztecei — 0,25 m virs sāngrāvja dibena.

Autoceļa posmos, kuros garenkritums ir lielāks par 1%, drenāžas grāviši jāizrok ar 60÷75° lielu leņķi attiecībā pret autoceļa asi

145. att. Autoceļa segas gultnes drenāžas izveidojums:

a — gultnes šķērsvirzienā;
b — gultnes garenvirzienā



tā garenkrituma virzienā. Autoceļa horizontālajos posmos gultnes malās jāierīko sateces, kuru garenkritumam virzienā no šķirtnes jābūt 5% (144. att.).

Šķērsgrāviši jāpiepilda ar 20 cm biezu vidēji rupjas vai rupjgraudainas smilts slāni. Lai novērstu smilts izskalošanu, grāvisis 0,25 m attālumā no izteces jāpiepilda ar šķembām vai oļiem. Virs smilts un šķembām jānoklāj velēnas ar zāli uz leju. Virs velēnām jāuzber grunts.

Smagās gruntīs filtrējošā smilts jāaizstāj ar cauruļdrenāžu. Drenāžas caurules izgatavo no azbestcements, keramikas vai betona. To iekšējais diametrs $d = 8 \div 12$ cm. Drenāžas cauruļu novietojums ir parādīts 145. att. a.

Lai ātrāk nosusinātu autoceļa segas pamatni, ierīko arī garenvirziena cauruļdrenāžu. Drenāžas cauruļu diametrs $d = 8 \div 10$ cm, bet to garenkritums nedrīkst būt mazāks par 0,5% (145. att. b).

Ūdeni no garenvirziena cauruļdrenāžas, ik pēc 50 ÷ 300 m ierīkojot šķērsdrenāžu, novada uz sāngrāvjiem vai rezervēm.

Izbūvējot autoceļa segas gultni, sistemātiski jāpārbauda gultnes stāvoklis plānā un profilā, kā arī gultnes platums, līdzenums un augstuma atzīmju pareizība.

Tehniskie noteikumi pieļauj šādas novirzes: gultnes platumam $\pm 5,0$ cm, gultnes dziļumam $\pm 5\%$, šķērskritumam $\pm 0,5\%$ un gultnes augstuma atzīmēm $\pm 5,0$ cm.

Zemes klātnes grunts blīvumam jāatbilst autoceļa izbūves projektā norādītajai blīvuma pakāpei.

Nobeigtie gultnes izbūves darbi pa atsevišķiem posmiem jāpieņem komisijai, kas sastādīta no pasūtītāja un darbuņēmēja inženiertehniskajiem darbiniekiem, klātesot tiešam darbu izpildītājam.

Pieņemtie darbi jānoformē ar slēpto darbu aktiem. Tikai pēc tam var turpināt autoceļa segas drenējošās pamatnes un segas pārējo slāņu izbūves darbus.

60. §. Autoceļa segas drenējošās pamatnes izbūve

Ja hidroģeoloģiskie un grunts apstākļi nav labvēlīgi, autoceļa segas pamatne jāizbūvē uz drenējošo materiālu kārtas. Šis darbs jāveic nekavējoties pēc gultnes izbūves.

Autoceļa segas drenējošai pamatnei galvenokārt ir divi uzdevumi. Pirmkārt, to izbūvē uz vājām zemes klātnes gruntīm, lai iegūtu segai vajadzīgo aprēķina nestspēju, samazinot dārgu seguma būvmateriālu (drupinātu akmens šķembu, bitumena, cementa u. c.) izlietojumu. Šādā gadījumā drenējošai pamatnei ir slodzes sadalīšanas funkcijas. Tās biežumu ietver segas aprēķinā, nosakot segas kopējo vajadzīgo deformācijas moduli. Drenējošās pamatnes deformācijas modulis $E_d = 150 \div 300 \text{ kG/cm}^2$.

Otrkārt, drenējošo pamatni izbūvē vietās, kur ceļa klātnē var rasties kūkumošana vai sala deformācijas. Drenējošā pamatne šajā gadījumā izpilda ne vien slodzes sadalīšanas funkcijas, bet arī termoizolācijas slāņa vai mitruma kompensatora funkcijas. Atbilstoši tehniskajiem noteikumiem Padomju Savienības otrajā klimatiskajā zonā atkarībā no zemes klātnes grunts ir noteikti šādi drenējošās pamatnes minimālie biežumi:

- a) uz mālains smilts un smilšaina māla gruntīm — 15 cm;
- b) uz māla un smaga smilšaina māla gruntīm — 20 cm;
- c) uz puteklaina māla gruntīm — 25 cm.

Drenējošo pamatni izbūvē no smilts vai grants-smilts maisījuma, kas nezaudē nestspēju, piesūcoties ar ūdeni vai izžūstot.

Drenējošās pamatnes biežums galvenokārt ir atkarīgs no ekonomiskajiem apsvērumiem un smilts vai grants-smilts maisījuma vešanas attāluma. Tās maksimālais biežums var sasniegt pat 50 cm.

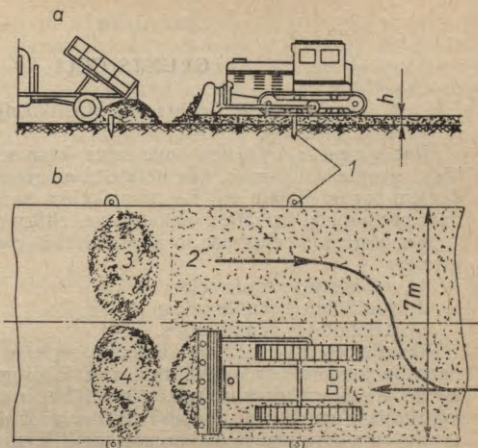
Drenējošo pamatni izbūvē iepriekš sagatavotā gultnē, veidojot 3÷4% lielu šķērskritumu. Būvdarbi jāizpilda šādā secībā:

- 1) drenējošā materiāla pievešana un izkraušana gultnē;
- 2) drenējošā materiāla izlīdzināšana;
- 3) drenējošās pamatnes sablīvēšana;
- 4) drenējošās pamatnes profilēšana.

Drenējošo materiālu (smilti vai grants-smilts maisījumu) pieved ar automobiļiem pašizgāzējiem, braucot pa izbūvēto gultni. Pašizgāzēji drenējošo materiālu iekrauj izklīdētājos, kuri to sadala vienmērīgi biežās kārtās gultnes visā platumā. Ja izklīdētāju nav, drenējošo materiālu nobēr kaudzēs tieši gultnē un izlīdzina ar buldozeriem vai autogreideriem. Drenējošās pamatnes biežumu kontrolē pēc mietiņiem, kas iedzīti gultnes maļās projektā paredzētajā augstumā, ievērojot grunts uzirdinājuma koeficientu. Atkarībā no drenējošā materiāla veida un granulometriskā sastāva grunts uzirdinājuma koeficients var būt 1,1÷1,2.

146. att. Drenāžas materiāla slāņa izlīdzināšana ar buldozeru:

a — sānskats; b — virsskats; h — drenāžas slāņa biezums; 1 — mītiņi; 2 — buldozera pārbrauciena shēma; 3 un 4 — drenāžas materiāla kauzdes



Tehnoloģiskā shēma drenējošā materiāla izlīdzināšanai ar buldozeru sniegta 146. attēlā.

Ja transportlīdzekļi gultnē iebrauc pēdās vai rada citas deformācijas, gultne atkārtoti jānolīdzina un jāsablvivē.

Drenējošo slāni sablvivē ar vibroplātnēm, piekabināmiem veltniem vai pašgājēja pneimoriteņu veltniem, kas pamatni sablvivē 50 cm lielā dziļumā. Tādējādi drenējošo slāni vienlaikus var izbūvēt visā biezumā. Blivēšanas darbos jāievēro vispārējie grunts sablvivēšanas principi: blivēšana jāsāk no gultnes abām malām, pārvietojoties uz gultnes vidu, materiāla mitrumam jābūt optimālam, veltniem jāpārsedz iepriekš veltnotā sleja 20÷30 cm platumā, bet nosēdumi, kas radušies darba laikā, tūlīt jāpielīdzina ar papildu materiāliem. Veltņošanas posma garums, strādājot ar pneimoriteņu veltniem, var būt 250÷500 m. Braucieni jāorganizē pēc riņķveida shēmas. Sausā laikā smiltis jālaista, jo sausas smiltis nevar sablvivēt.

Drenējošo pamatni profilē ar autogreideriem, bet šķērsprofilu pārbauda ar profilšabloniem. Pēc profilēšanas pieveltno grunts irdeno slāni.

Drenējošā smiltis pamatne jāizbūvē atbilstoši projektā sniegtajiem izmēriem. Pieļaujamās novirzes ir šādas: pamatnes platumam ±5,0 cm, biezumam ±10% un šķērskritumam ±0,5%. Rūpīgi jāraugās, lai drenējošam materiālam būtu tehniskajos noteikumos paredzētais filtrācijas koeficients un drenējošā pamatne tiktu sablvivēta līdz projektā paredzētajam blīvumam.

GRUNTS CEĻI

61. §. Grunts ceļu klasifikācija

Par grunts ceļiem sauc ceļus, kuru sega ceļa vietā ir dabiskā grunts vai grunts, kas uzlabota ar granulometriskajām piedevām, organiskajām vai neorganiskajām saistvielām vai apstrādāta pēc ķīmiski fizikālām metodēm vai citiem paņēmieniem.

Visus grunts ceļus pēc to konstruktīvā izveidojuma iedala trīs grupās:

- 1) dabiskajos grunts ceļos;
- 2) profilētajos grunts ceļos;
- 3) uzlabotajos grunts ceļos.

Grunts ceļi ir zemākā tipa autoceļa sega, pa kuru ritošā sastāva normāla kustība var notikt tikai atsevišķos gadalaikos. Tās pretestība transportlīdzekļu slodzes iedarbībai ir atkarīga no meteoroloģiskajiem apstākļiem. It īpaši nenoturīgi ir dabiskie un profilētie grunts ceļi, kuru izbūve pieļaujama tikai IV un V tehniskās kategorijas autoceļos, ja tajos gada vidējā kustības intensitāte ir mazāka par 200 automobiļiem diennaktī.

Dabisko grunts ceļu ekspluatāciju tieši ietekmē grunts fizikāli mehāniskās īpašības, jo katrs grunts veids atšķirīgi iztur pārbrūcošā transportlīdzekļa iedarbību. Tā, piemēram, sausā laikā irdenas smilts grunts izžūst un smilšainie ceļi kļūst grūti izbraucami, bet māla grunts ceļi ir izbraucami tikai sausā laikā, kad māls ir sakaltis. Lietainā laikā māla daļiņas pielip pie transportlīdzekļa ritošās daļas, ceļš izmiešķējas, kļūst slidens, nenoturīgs un neizbraucams. Putekļveida grunts ceļi sausā laikā stipri putekļo, putekļi noklāj apkārtējos laukus, bojā pārvadājamo produkciju, un kustības drošība prasa braukšanas ātruma samazināšanu. Slapjā laikā, kad samazinās grunts daļiņu savstarpējie saistes spēki, putekļveida grunts ceļos tiek iebrauktas dziļas pēdas.

Rudens un pavasara šķidoni, kad pēc sala, iestājoties atkusnim, grunts ceļu virsējā kārtā pārsātinās ar mitrumu un kļūst nenoturīga, bet apakšējie sasalušie slāņi aizkavē mitruma filtrēšanos, grunts ceļi parasti nav izbraucami.

Lai palielinātu grunts ceļu noturību un izturību mainīgajos klimatiskajos apstākļos, pēdējā laikā ir izstrādāti un praksē ieviesti daudzi grunts fizikāli mehānisko īpašību uzlabošanas paņēmieni.

Plašāk tiek lietota grunts granulometriskā sastāva uzlabošana ar nepietiekamo granulometrisko frakciju piedevu un grunts stabilizēšana ar neorganiskajām vai organiskajām saistvielām. Kā grunts granulometriskā sastāva uzlabošanas piedevas galvenokārt lieto vietējos būvmateriālus (smilti, mālus, granti, izdedžus, kūdru u. c.), no organiskajām saistvielām — attiecīgas markas bitumēnus un darvu, bet no neorganiskajām saistvielām — cementu un kaļķi.

Uzlabotajiem grunts ceļiem brauktuvi nostiprina ar gruntskārtu, kurai ir izmainītas fizikāli mehāniskās īpašības. To pretestība mitruma un temperatūras maiņām ir lielāka, bet nestspēja stabīlāka un ilgāka. Grunts ceļi, kas uzlaboti ar granulometriskām piedevām, ir zemākā tipa autoceļu sega, bet grunts ceļi, kas uzlaboti ar organiskajām saistvielām, ir pārejas tipa autoceļu sega.

Uzlabotie grunts ceļi var būt arī kā pamatne augstākās tehniskās kategorijas autoceļa segai.

62. §. Dabisko un profilēto grunts ceļu izbūve

Dabiskie grunts ceļi ir iebraukta ceļa josla, pa kuru noris transportlīdzekļu kustība. Šajā joslā grunti daļēji sablīvē pārbraucošais transports.

Dabiskajiem grunts ceļiem nav izveidota ūdens novadīšanas sistēma, tāpēc šajos ceļos ātri tiek iebrauktas grambas, iespaidumi un bedres, kas veicina ūdens sakrāšanos un grunts tālāku izmieķšķēšanu. Dabiskie grunts ceļi ātri kļūst neizbraucami, bet rudenos un pavasaros tajos ieilgst kūkumošana.

Dabisko grunts ceļu izbūve ir vienkārša un sastāv no trases attīrīšanas un šķēršļu novākšanas darbiem, ko veic ar buldozeriem, krūmu griezējiem, celmu rāvējiem, greideriem vai citiem mehānismiem.

Parasti dabiskos grunts ceļus izbūvē vietās, kur nav liela kustības intensitāte, kā pagaidu pievedceļus pie grunts izstrādes vietām un karjeriem vai kā pagaidu apbraucamos ceļus autoceļa izbūves laikā.

Pirmais pasākums dabisko grunts ceļu uzlabošanā ir to profilēšana. Profilētiem grunts ceļiem īpaši nenostiprina brauktuvi, bet ceļa klātnes virsmai izveido pareizu šķērskritumu, kas veicina ūdens ātru noplūdi. Ceļa klātnes abās pusēs jāizrok sāngrāvji, kas ūdeni novada tālāk uz reljeļa zemākajām vietām.

Ceļa sāngrāvjus parasti izrok ar trīsstūrveida vai trapecveida šķērsgriezumu. Ceļa klātnes malās izraktās teknes dziļumam jābūt $0,3 \div 0,5$ m, tās iekšējām malām — ar slīpumu $1 : 3$, bet ārējām malām — ar slīpumu $1 : 2 \div 1 : 1,5$ (147. att. a).

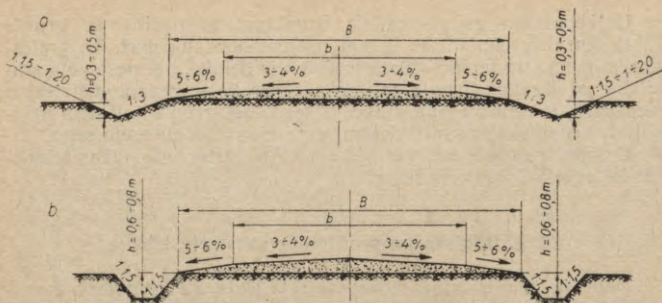
Atkarībā no grunts veida un novadāmā ūdens daudzuma trapecveida šķērsgriezuma sāngrāvji jāizrok $0,6 \div 0,8$ m dziļi, veidojot to malām slīpumu $1 : 1,5$ (147. att. b). Izrakto grunti izlieto ceļa klātnes profila veidošanai.

Profilēto grunts ceļu brauktuves šķērskritumam jābūt $3 \div 4\%$, bet nomaļu šķērskritumam — $5 \div 6\%$.

Izbūvējot profilētos grunts ceļus, jāveic šādas operācijas:

1) ceļa trases nospraušana un attīrīšana no kokiem, krūmiem, celmiem, lieliem akmeņiem u. c. šķēršļiem;

2) grunts uzirdināšana ceļa atsevišķajos posmos;



147. att. Profilētā grunts ceļa šķēršprofili:
 a — ar trīsstūrveida sāngrāvjiem; b — ar trapecveida sāngrāvjiem

- 3) ceļa garenprofila izveidošana, aizpildot ieplakas, nogriežot asus paugurus, izrokot teknes un sāngrāvjus;
- 4) grunts izlīdzināšana un ceļa šķēršprofila izveidošana;
- 5) ceļa klātnes profilēšana un sablīvēšana.

Visus profilēto ceļu būvdarbus izpilda mehānizēti ar buldozeiri, krūmu griežējiem, grunts irdinātājiem, greideriem, pneimoveltņiem vai citiem mehānismiem.

Profilēto grunts ceļu brauktuves izveido no zemes klātnes grunts, tāpēc to izbraucamība ir atkarīga no grunts veida un apvidus meteoroloģiskajiem apstākļiem. Tā, piemēram, mālainas un melnzemes grūntis lietainā laikā uzsūc daudz mitruma, izmiešķējas un rada neizbraucamus dubļus, bet smilts grūntis sausā laikā zaudē saistīgumu, kļūst birstošas un transportlīdzekļiem grūti izbraucamas.

Profilētie grunts ceļi sausā vējainā laikā intensīvi putekļo, jo vējš no ceļa virsmas nopūš virsējās nesaistīgās grunts daļiņas. Lietainā laikā grūntis pārmitrinās un izmiešķējas, bet pārbraucotšie transportlīdzekļi brauktuves virsmā izraisa lielas deformācijas, un profilētais grūnts ceļš zaudē izveidoto profilu.

Profilēto grunts ceļu tehniskais stāvoklis ir stipri atkarīgs no laika apstākļiem. Lai uzturētu vajadzīgo šķēršprofilu, šie ceļi sistematiski jāprofilē un jāplanē. Planēšana jāveic mitrā laikā, kād izlīdzinātā grūnts labāk sablīvējas un neatdalās putekļi. Planēšanai lieto greiderus vai metāla šļūces, ko piekabina pie traktora.

63. §. Uzlaboto grunts ceļu izbūve

Grūnts ceļus uzlabo, lai palielinātu grūnts mehānisko pretestību transportlīdzekļu iedarbībai un stabilizētu grūnti pret mitruma pārmaiņām.

Praksē visbiežāk lietotie grunts ceļu uzlabošanas paņēmieni ir šādi:

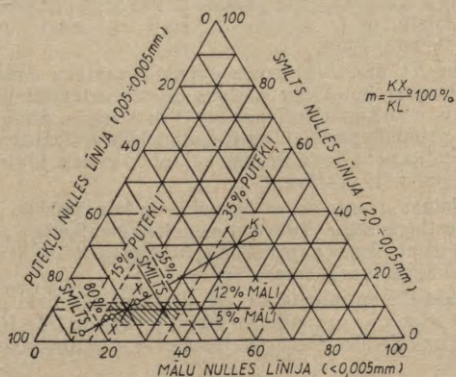
- grunts ceļu uzlabošana ar granulometrisko frakciju piedevām, lai iegūtu optimālu grunts maisījumu;
- grunts ceļu uzlabošana ar rupjām grunts skeleta frakciju piedevām;
- grunts ceļu uzlabošana ar neorganiskajām saistvielām;
- grunts ceļu uzlabošana ar organiskajām saistvielām;
- grunts ceļu uzlabošana pēc fizikāli ķīmiskām metodēm.

Praksē ir novērots, ka grunts ceļa atsevišķi posmi kā sausos, tā arī mitros laika apstākļos saglabā nemainīgu mehānisko pretestību transportlīdzekļu kustības iedarbībai. Tāpēc ir pieņemts uzskatīt, ka šajos ceļa posmos gruntij ir optimāls granulometriskais maisījuma sastāvs.

Grunts optimālajā sastāvā jābūt 3÷12% māla un 45÷75% rupjgraudaina smilts vai grants, bet pārējā daļā — smalkas putekļu frakcijas. Rupjgraudainās smilts vai grants frakcijas veido grunts skeletu, māla daļiņas padara grunti saistīgu, bet smalkās putekļu frakcijas aizpilda grunts skeleta poras. Ja visu minēto frakciju savstarpējo attiecību izvēle ir pareiza, grunts maisījums saglabā nemainīgu pretestību ritošā sastāva periodiskām slodzēm neatkarīgi no meteoroloģiskajiem apstākļiem.

Dabā gruntis ar optimālo granulometrisko sastāvu, kam būtu vienādas eksploataācijas īpašības visos gadalaikos, sastopamas reti. Parasti grunts sastāvu uzlabo, gruntij pievienojot dažādu granulometrisko frakciju piedevas.

Zinot grunts optimālo sastāvu un uzlabojamās grunts sastāvu, piedevu daudzumu un veidu visērtāk var noteikt grafiski pēc



148. att. Optimālā grunts granulometriskā sastāva noteikšana pēc trīsstūra koordinātu metodes

trīsstūra koordinātu metodes, kuras pamatā ir vienādmalu trīsstūra īpašība, proti, ka trīsstūrī no jebkura punkta pret trīsstūra malām novilkto perpendikulu summa ir konstants lielums, kas vienāds ar trīsstūra augstumu.

Piedevu daudzuma aprēķināšanai trīsstūrī iezīmē normatīvos noteikto grunts maisījuma optimālā sastāva robežas. Tā, piemēram, 148. att. parādītā grunts maisījuma optimālā sastāva robežas ir šādas: smilts $55 \div 80\%$, māls $5 \div 12\%$, bet putekļu daļiņas $15 \div 35\%$. Iegūto daudzstūrī iesvītro. Grafikā iezīmē arī uzlabojamās grunts smilts, māla un putekļu frakciju sastāvu, ko raksturo punkts *K*.

Grunts sastāvu paredzēts uzlabot, pievedot smilti no tuvākā karjera, kura granulometrisko sastāvu raksturo punkts *L*. Taisnes *KL* ikviens punkts raksturo ceļa un karjera grunts maisījuma kādu sastāvu.

Ja taisne *KL* krusto iesvītroto optimālo grunts maisījuma sastāva laukumu, ikviens punkts *X* iesvītrojuma robežās dod optimālā sastāva grunts maisījumu. Uzlabojamās ceļa klātnes un karjera grunts daudzuma attiecību maisījumā raksturo punktā *X* sadalīto taisnes nogriežņu attiecība *LX*:*KX*. Apzīmējot no karjera pievedamās grunts procentuālo sastāvu optimālajā maisījumā ar *m*, iegūst

$$\frac{100 - m}{m} = \frac{LX}{KX};$$

$$m = \frac{KX}{KL} \cdot 100 [\%].$$

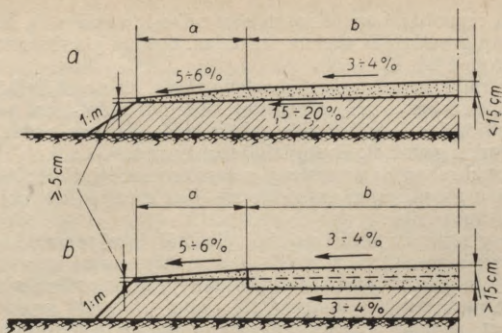
Konkrētajā gadījumā ekonomiski lietderīgi ir izvēlēties grunts optimālo maisījumu ar sastāvu X_0 , kura iegūšanai jāpieved vismazāk grunts no karjera.

Ja taisne *KL* nekrusto grunts optimālā sastāva daudzstūrī, šo grunti tieši nevar lietot ceļa klātnes grunts uzlabošanai, jo vajadzīgo grunts maisījuma optimālo sastāvu neiegūs. Šādā gadījumā no karjera grunts iepriekš jāizsijā vajadzīgās frakcijas vai grunts jāved no cita karjera, kurā grunts, sajaukta ar ceļa klātnes grunti, dod grunts optimālo sastāvu.

Uzlabojamās grunts segas biežumu un konstrukciju noteic pēc autoceļa nestingo segu aprēķina metodes. Neatkarīgi no izvēlēta grunts ceļa uzlabošanas paņēmiena ceļa sega jāizbūvē ar sirpjveida, pusgultnes vai gultnes šķērprofilu.

Sirpjveida šķērprofilu (149. att. *a*) visvairāk lieto gadījumos, kad grunti uzlabo ar granulometriskām piedevām līdz 15 cm biežā segas slānī uz ceļa ass. Šādā gadījumā grunti uzlabo visā ceļa klātnes platumā.

Ja uzlaboto grunts ceļu segas biežums uz ceļa ass ir lielāks par 15 cm, daudz materiāla jāizlieto nomaļu nostiprināšanai, tāpēc



149. att. Uzlabotu grunts ceļu šķērsprofili:

a — sirpjveida šķērsprofils; *b* — pusgultnes šķērsprofils

ekonomiski izdevīgākas ir grunts ceļu segas ar pusgultnes šķērsprofilu (149. att. *b*).

Ja grunts ceļu uzlabošanai lieto organiskās vai neorganiskās saistvielas, segai ieteicams izveidot pusgultnes vai gultnes šķērsprofilu.

Uzlabotu grunts ceļu brauktuves šķērskritums parasti ir $3 \div 4\%$, bet nomaļu šķērskritums $5 \div 6\%$.

Grunts ceļu uzlabošanai ar granulometriskām piedevām plaši lieto smilti, mālus, granti un izdedžus, bet retāk — kūdru. Smiltis un māla piedevas lieto, lai iegūtu gruntij vajadzīgo optimālā maisījuma sastāvu. Smilti parasti piejauc pie puteklainām māla gruntīm, bet smilšainu mālu — pie irdenām smilts gruntīm. Nav ieteicams piejaukt treknu mālu, jo to ir grūti vienmērīgi sajaukt ar smilts frakcijām.

Smilts-māla optimālā maisījuma sastāvs sniegts 54. tabulā.

54. tabula

Smilts-māla maisījuma optimālais sastāvs

Frakcijas izmēri (mm)	Frakcijas daudzums pēc svara (%)	
	sastāvs A	sastāvs B
Smilts — $2,00 \div 0,05$	$65 \div 67$	$65 \div 80$
tajā skaitā:		
$0,25 \div 0,05$	$10 \div 20$	$20 \div 40$
$0,05 \div 0,005$	$15 \div 25$	$15 \div 25$
Māls — mazāks par $0,005$	$3 \div 8$	$3 \div 10$

Mūsu republikas apstākļos ieteicamāks ir sastāvs A, kas satur vairāk rupjgraudainās skeleta frakcijas. Grants plastiskuma skaitlim jābūt no 1 līdz 6.

Ceļa smiltis grunts posmi jāuzlabo tāpēc, ka sausā laikā smiltis izžūst, kļūst irdenas un nesaistīgas, tādējādi radot lielu pretestību transportlīdzekļu kustībai. Piejauktās māla daļiņas padara smilti saistīgāku un grunti ilgāk saglabājas mitrums.

Tīru mālu ir grūti vienmērīgi sajaukt ar smilti, tāpēc lieto smilšaina māla grunti. Šādi uzlabotie smilšainie ceļi kļūst labi izbraucami arī sausā laikā.

Māla grunts ar smilti uzlabo ceļa mālainos posmos, lai mitrā laikā, kad māls kļūst plastisks, būtu izbraucami ceļa mālainie posmi. Māla grunti var uzlabot tikai tad, ja tai ir optimāls mitruma saturs. Sauss, izkaltis māls ir gabalains un grūti sajaucams ar smilti, bet, ja mālā ir lieks mitrums, māls pielīp pie būvmehānismiem.

Grunts ceļu, lietojot granulometriskās piedevas, var uzlabot pēc šādiem paņēmieniem:

a) vienlaikus pievienojot visu piedevu normu un samaisīšanu izdarot ar grunts maisāmām mašīnām;

b) piedevas pievienojot pakāpeniski vairākos paņēmienos, lai tās gruntī tiktu iespiestas pārbraucošo transportlīdzekļu slodzes iedarbībā.

Uzlabojot grunti ar granulometriskām piedevām pēc pirmā paņēmiena, darbu izpilda šādā secībā:

1) profilē ceļa klātņi ar greideri vai autogreideri, izveidojot $1,5 \div 2,0\%$ lielu šķērskritumu virzienā no ceļa ass;

2) uzirdina ceļa klātnes grunti ar irdinātājiem vai frēzēm dziļumā h , kuru aprēķina pēc šādas formulas:

$$h = h_1 (1 - p) \text{ [cm]},$$

kur h_1 — uzlabojamās grunts slāņa biezums;

p — piedevu daudzums uz 1 m^3 uzlabojamās grunts (m^3);

3) pieved piedevas no karjeriem ar automobiļiem pašizgāzējiem, tās noberot atsevišķās krautnēs vai valnītī. Piedevas jānokrauj tā, lai tās mazāk traucētu transportlīdzekļu kustību. Lai novērstu satiksmes negadījumus, aizliegts piedevas nokraut plāna likņu iekšējā malā, bet krautņu vai valnišu galos jābūt uzstādītām attiecīgām brīdinājuma zīmēm;

4) izkļiedē piedevas pa ceļa klātņi ar greideriem vai autogreideriem;

5) samaisa piedevas ar uzirdināto grunti, lietojot frēzes, greiderus vai autogreiderus, kamēr maisījums kļūst viendabīgs; grunts mitrumam maisīšanas laikā jābūt tuvu optimālam;

6) izveido ar greideri vai autogreideri ceļam vajadzīgo šķērsprofilu;

7) pieveltņo uzlaboto gruntis kārtu ar piekabināmiem valča veltniem vai pneimoveltniem, izdarot 6÷10 pārbraucienus pa vienu vietu.

Uzlabotā grunts slāņa galīgā sablīvēšana notiek autoceļa ekspluatācijas laikā.

Grunts slāņa biezums, kuru uzlabo ar granulometriskām piedevām, nedrīkst pārsniegt 15 cm. Ja grunts jāuzlabo lielākā dziļumā, darbs jāveic divās kārtās. Vispirms samaisa un iestrādā augšējo kārtu pūsgultnes profila padziļinājuma visā platumā un biezumā, bet pēc tam virsējo kārtu autoceļa klātnes visā platumā.

Uzlabojot grunts ceļu ar granulometriskām piedevām pēc otrās metodes, darbu veic šādā secībā. Uz noprofilētās ceļa klātnes vairākos paņēmienos izkliedē frakciju piedevas 3÷8 cm biežā kārtā. Ceļa brauktuves platumā veido biežāku slāni, bet uz nomalēm — plānāku slāni. Lietderīgi piedevas izkliedēt ar speciālu klie-dēšanas ierīci, kas piemontēta pie pašizgāzēja automobiļa. Piedevas var izkliedēt arī ar greideri vai autogreideri.

Granulometriskās piedevas un ceļa klātnes grunts sajaucas pārbraucošo transportlīdzekļu slodzes iedarbībā. Grunts uzlabošanas laikā jāregulē transportlīdzekļu kustība un sistemātiski jānolīdzina ceļa virsma. Pēc 2÷3 nedēļām piedevu izkliešana jāatkārto. Grunts uzlabošanu turpina tik ilgi, kamēr tā ir uzlabota vajadzīgā kārtas biezumā.

Ceļa virsmas nolīdzināšanu un piedevu uzbēršanu ieteicams veikt pēc lietus, kad grunts virsējā kārtā ir mazliet apžuvusi, bet apakšējā mitrākā kārtā izkliegtās grunts granulometriskās piedevas transportlīdzekļu kustības slodzes iedarbībā labi iespējās ceļa grunti un pieveltņojas.

Aplūkotās metodes trūkums ir tas, ka ceļa grunts uzlabošanai vajadzīgs ilgs laiks, granulometriskās piedevas sadalās nevienmērīgi grunts kārtā un ir aprūtināta transportlīdzekļu kustība pa svaigi uzbūrtu piedevu kārtu.

Neatkarīgi no darbu izpildes veida, lai nodrošinātu ceļa klātnes virsmas seguma labu noblīvēšanu, pirmajā laikā pēc transportlīdzekļu kustības atklāšanas grunts ceļi, kas uzlaboti ar granulometriskām piedevām, rūpīgi jākopj, veicot šādus darbus:

a) transportlīdzekļu kustības regulēšanu visā ceļa šķērsgrīzumā;

b) radušos deformāciju grambu, iespiedumu un bedru sistemātisku nolīdzināšanu.

Ja grunts ceļa smilšainie posmi nav tālu no kūdras purviem, to uzlabošanai ieteicams lietot kūdru, jo tā veicina mitruma saglabāšanos gruntī. Kūdras parasti noklāj 2÷3 kārtās pārmaiņus ar smilti, bet samaisīšanai lieto atsperu ecēšas vai ceļa frēzi, kas kūdru vienlaikus arī sasmalcina. Ceļa grunts un kūdras samaisīšana jāturpina tik ilgi, kamēr maisījums iegūst viendabīgu melnu nokrāsu. Pēc tam uzlaboto grunti izlīdzina ar greideriem, izveidojot ceļa klātnei vajadzīgo šķērsprofilu, un pieveltņo ar vieglā tipa veltniem.

Grunts ceļu uzlabošanu ar rupjām grants skeleta frakciju piedevām veic, izbūvējot IV un V tehniskās kategorijas autoceļus, kuros kustības intensitāte ir 150÷250 automobiļu diennakti.

Grunts granulometriskā sastāva uzlabošanai var lietot granti, oļus, dolomita lauskas, šķembas, izdedžus u. c. vietējās rūpniecības atkritumu produktus. Rupjgraudainās frakciju piedevas un grunti nesajauc, bet, pakāpeniski izklieidējot, izveido ceļa klātnes seguma kārtu, kas kalpo kā nodiluma kārtā un aizsargā grunts apakšējos slāņus no pārbraucošo transportlīdzekļu slodzes tiešas iedarbības un sadala šo slodzi uz lielāku laukumu.

Grunts ceļu uzlabošanu ar rupjām grants skeleta frakciju piedevām veic šādā secībā:

1) noprolifē ceļa klātnei ar greideri vai autogreideri, nodrošinot klātnei līdzenumu un 1,5÷2,0% lielu šķērskritumu virzienā no ceļa ass; ja ceļa segums ir biežāks par 15 cm, tad to izbūvē pusgultnē, izveidojot 3÷4% lielu šķērskritumu virzienā no ceļa ass;

2) piedev rupjās grants skeleta frakciju piedevas un tās nokrauj uz ceļa klātnes nomalēm kaudzēs vai valnīti; ja grunts ceļu uzlabošanai lieto granti, to parasti pieved ziemā, lai pavasarī pēc rūguma perioda beigām, kamēr zemes klātne vēl ir mitra, varētu izpildīt turpmākos segas izbūves tehnoloģiskos procesus;

3) izlīdzina pievestos materiālus, tos pakāpeniski pārbīdot ar greideri uz ceļa vidu; ja autoceļa segu izbūvē pusgultnē, vispirms materiāli jāizlīdzina pusgultnē visā segas slāņa biezumā, bet pēc tam izveido virsējo kārtu autoceļa klātnes virsā platumā;

4) profilē un izveido ar greideri vai autogreideri autoceļa brauktuvei un nomalēm vajadzīgo šķērskritumu virzienā no ceļa ass;

5) rupjo grunts skeletu frakciju piedevu kārtu pieveltno vispirms ar viegliem veltniem, bet pēc tam ar vidēji smagiem veltniem, izdarot 5÷8 pārbraucienus pa vienu vietu;

6) regulē transportlīdzekļu kustību autoceļa visā šķērsgrīzumā, kamēr ceļa segas virsējā kārtā izveidojas blīva garoza.

Šādā veidā, pakāpeniski uzlabojot grunts ceļus ar rupjo granulometrisko frakciju piedevām, ir izveidojies mūsu republikas plašais grants ceļu tīkls.

Grunts ceļu uzlabošana ar neorganiskajām saistvielām notiek, apstrādājot gruntis ar cementiem vai kaļķiem, lai tās iegūtu pastāvīgas saistes, mehāniskās izturības, salizturības un ūdens noturības īpašības.

Grunts fizikāli mehānisko īpašību uzlabošanai un nostiprināšanai lieto portlandcementu, kura marka nav zemāka par M-400, vai smalka maluma kaļķus, kuru marka nav zemāka par M-25. Minerālās javu saistvielas, sajauktas kopā ar grunti, sacementē grunts daļiņas. Ūdens, kas nepieciešams ķīmiskai reakcijai, parasti atrodas grunts porās. Ja grunts mitrums nav pietiekams, to palielina grunts uzlabošanas procesā.

Fizikāli mehānisko īpašību pārmaiņas gruntī, kas apstrādātas ar neorganiskajām saistvielām, ir tieši atkarīgas no grunts sastāva un īpašībām. Ne visas grintis vienādi labi pakļaujas stabilizācijai. Tā, piemēram, grintis, kas satur sulfātus un daudz humusvielas, kā arī treknī māli un skābas grintis, tās apstrādājot ar cementu, ļoti maz maina īpašības. Tāpēc tās nav piemērotas stabilizācijai.

Mūsu republikas klimatiskajos apstākļos apstrādāšanai ar neorganiskajām saistvielām piemērotākās ir grintis, kam sastāvs ir tuvs optimālajam sastāvam, bet plastiskuma skaitlis no 3 līdz 12. Šādas grintis, piemēram, ir smilts, viegla mālaina smilts un viegls smilšains māls. Māla grintis, kam plastiskuma skaitlis ir $17 \div 27$, var stabilizēt ar cementu tikai pēc attiecīga daudzuma smilts vai grants piedevu piejaukšanas. Grants masai vēlams arī piejaukt kalcijs hlorīdu (0,1% no grunts svara), kas palielina stabilizētās grunts kārtas salizturību un paātrina cementa cietēšanas procesu.

Stabilizētas grunts pretestību un noturību pret ūdens iedarbību stipri ietekmē pievienotā cementa daudzums. Cementa izlietojuma norma grunts stabilizācijai atkarībā no grunts veida dota 55. tabulā.

55. tabula

Cementa izlietojuma norma grunts stabilizācijai

Grunts veids	Cementa daudzuma normas	
	segai	segas pamatam
Grunts, grunts-grants un grunts-šķembu maisījums	$\frac{4 \div 6}{80 \div 120}$	$\frac{3 \div 5}{60 \div 100}$
Dažāda sastāva smilts, smalka smilts, puteklaina smilts un mālaina smilts, kam plastiskuma skaitlis ir mazāks par 3	$\frac{5 \div 8}{100 \div 160}$	$\frac{4 \div 7}{80 \div 140}$
Mālaina smilts, kam plastiskuma skaitlis ir $3 \div 7$, un viegls smilšains māls	$\frac{8 \div 10}{160 \div 200}$	$\frac{6 \div 8}{125 \div 175}$

Piezīme. Skaitītājā dots cementa daudzums procentos no maisījuma svara, bet saucējā — cementa daudzums, kas izteikts kg/m^3 .

Stabilizētas grunts fizikāli mehāniskās īpašības galvenokārt ir atkarīgas no grunts sastāva pareizas izvēles, tāpēc grunts sastāva projektēšanā un laboratorijas pārbaudēs jāveic šādas operācijas:

- izvēlēto saistvielu fizikāli mehānisko īpašību pārbaude;
- stabilizējamās grunts granulometriskā sastāva un plastiskuma, kā arī mitruma noteikšana, kāds gruntij būs darbu izpildes laikā;
- cementa vai kaļķu piedevas vajadzīgā daudzuma noteikšana pēc izmēģinājuma metodes, lai iegūtu stabilizētai gruntij paredzēto mehānisko izturību, salizturību un mitruma noturību.

Stabilizētai gruntij mehānisko izturību var palielināt un cementa izlietojumu samazināt, ja lieto smalki samaltu vai vibrodzirnāvās pārmltu cementu, kam ir liels īpatnējais virsmas laukums.

Lai iegūtu, lietojot neorganiskās saistvielas, kvalitatīvu grunts segu, grunts granulometriskajam sastāvam jābūt optimālam un precīzi jādozē cementa vai kaļķu deva, kas vienmērīgi jā sajauc ar grunti, bet grunts sega labi jāpieveltno un rūpīgi jākopj ekspluatācijas pirmajā periodā.

Stabilizētās grunts maisījumu sagatavo un iestrādā pēc šādiem paņēmieniem:

a) materiālu samaisa uz ceļa, lietojot ceļa frēzes vai autogreiderus;

b) materiālu samaisa uz ceļa, lietojot vienpārgājiena grunts maisītājus;

c) maisījumu sagatavo karjerā vai bāzē, kā arī stacionāros vai pārvietojamos maisītājos.

Ja grunts ceļa segu uzlabo ar neorganiskajām saistvielām, tās gruntij piejaucot uz ceļa, darbu veic šādā secībā:

1) uzirdina ceļa klātnes grunti, šim nolūkam lietojot grunts irdinātājus, arklus vai diska ecēšas;

2) sasmalcina grunti ar ceļa frēzi, lai grunts gabali, lielāki par 5 mm, nebūtu vairāk par 25% no grunts kopējā svara, bet grunts gabali, lielāki par 10 mm, — ne vairāk par 10% no grunts kopējā svara;

3) pievieno gruntij neorganiskās saistvielas, šim nolūkam lietojot sadalītāju Д-343А, kas saistvielas vienmērīgi sadala pa visu uzlabojamās grunts valni;

4) ar ceļa frēzi Д-530 vai Д-272, izdarot 2÷4 pārbraucienus, sajauc saistvielas un grunti sausā veidā;

5) nosaka grunts mitruma saturu un pievienojamā ūdens daudzumu, kas jāizlej no autocisternas vienmērīgi pa visu grunts virsmu. Grunts optimālais mitrums procentos no grunts saistvielu maisījuma svara ir šāds: mālainām smiltis gruntīm 15÷20%, smilšaina māla gruntīm 18÷25%;

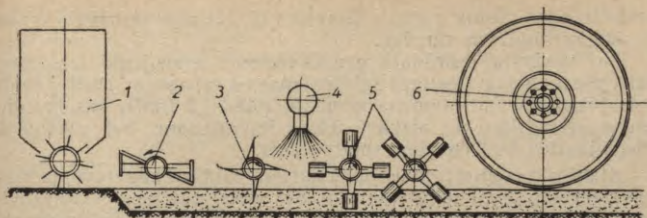
6) lietojot ceļa frēzes vai autogreiderus, vēlreiz samaisa grunti, kam ir optimālais mitruma saturs;

7) ar autogreideru izlīdzina samaisītās grunts masu un profilē ceļa virsmu, izveidojot ceļa brauktuvei vajadzīgo šķērsprofilu;

8) pirms cementa saistīšanās beigām, lai netraucētu cementa cietēšanas procesu, sablīvē maisījumu ar valču veltniem vai pneimoveltņiem;

9) uzber smilts aizsargkārtu. Smilts jāuzber 5÷6 cm biezā slānī tūlīt pēc tam, kad pabeigta veltnošana. Cementa cietēšanas pirmo septiņu dienu laikā smilts aizsargkārtā jāuztur mitra.

Lai novērstu saistvielu zudumus, visas grunts maisījuma sagatavošanas un iestrādes operācijas jāizpilda vienas darba maiņas laikā, nepieļaujot pārtraukumus.



150. att. Grunts samaisīšanas mašīnas D-391 tehnoloģiskā shēma:

1 — saistvielu tvertne ar dozatoru; 2 — grunts slāņa irdinātājs; 3 — grunts sasmalcinātājs;
4 — ūdens izsmidzinātājs; 5 — grunts sajaucēji; 6 — pneimoritēnis

Ar neorganiskajām saistvielām stabilizētu grunts maisījuma segu izbūvē vienā vai divās kārtās. Izbūvējot segu vienā kārtā, tās biezums ir $12 \div 16$ cm, bet, izbūvējot to divās kārtās, — $20 \div 35$ cm. Segas izbūves veids ir atkarīgs no stabilizētās grunts kārtas uzdevuma. Parasti no grunts-cementa vai grunts-kaļķu stabilizētiem maisījumiem izbūvē augstākā tipa autoceļu segu pamatus. Izveidojot no šāda maisījuma zemāko tehnisko kategoriju autoceļu segu, pa kuru nenoris intensīva kustība, jāveic segas virsmas apstrāde, izbūvējot $1,5 \div 3,0$ cm biezu nodiluma kārtu.

Ja grunts stabilizāciju uz ceļa veic ar vienpārgājiena grunts maisītāju D-391, darbu izpildes secība ir šāda: vispirms izveido ceļa klātni līdz projekta atzīmei, bet pēc tam brauktuves uzbērumu robežās, kurās paredzēts grunti apstrādāt ar cementu, grunts slānis jāsabļivē nedaudz mazāk nekā apakšējās kārtās. Ja uzbēruma apakšējo kārtu blīvējuma koeficients ir $0,98 \div 1,0$, tad augšējās kārtas — tikai $0,85 \div 0,90$.

Pašgājējai grunts samaisīšanas mašīnai D-391 (150. att.) ir divas rotorfrēzes, kas uzirdina un sasmalcina grunti, un divi rotormaisītāji, kas samaisa grunti ar cementu un ūdeni. Mašīna vienā pārbraucienā uzirdina, sasmalcina un samaisa grunti ar neorganiskajām saistvielām. Samaisīto masu daļēji sabļivē seši aizmugures riteņi, kam ir pneimatiskais apriepojums.

Vienā pārbraucienā grunts apstrādes joslas platums ir 2,4 m, bet mašīnas pārvietošanās ātrums atkarībā no grunts blīvuma un granulometriskā sastāva — $0,1 \div 0,7$ km/st; samaisītā grunts slāņa biezums — $8 \div 20$ cm; darba gaitā blakusjosla jāpārsedz $10 \div 15$ cm platumā.

Sajaucot mālainas smilts gruntis 7,0 m platā brauktuves joslā, maiņā var apstrādāt $400 \div 500$ m garu ceļa posmu. Apstrādājot smilšaina māla grunti, mašīnas D-391 ražīgums ir $175 \div 200$ m/maiņā.

Komplektā ar grunts samaisīšanas mašīnu D-391 strādā cementvedējs, autocisterna, greideris vai autogreideris un veltņi. Grunts

stabilizācijas posma garums jāizvēlas tā, lai visu samaisīto masu varētu iestrādāt trīs stundās.

Lai novērstu iestrādātā grunts-cementa maisījuma izžūšanu, tūlīt pēc maisījuma galīgās sablīvēšanas uz ceļa segas jāuzlej šķidrāis bitumens vai bitumena emulsija ($0,8 \div 1,2 \text{ l/m}^2$), kas izveido plānu aizsegslāni un aizkavē ūdens iztvaikošanu, bet nākamajā dienā jāuzber $1 \div 2 \text{ cm}$ biezs smilts slānis.

Stabilizētas grunts maisījumu karjerā vai bāzē sagatavo, ja masas pārvešanas attālums līdz iestrādes vietai nav liels. Kvalitatīvu stabilizētās grunts maisījumu iegūst, precīzi dozējot saistvielu un ūdens piedevas, kā arī vienmērīgi samaisot masu.

Parasti šādi sagatavotu grunts-cementa vai grunts-kaļķu maisījumu iestrādā pārejas un augstākā tipa segu pamatā vienā vai divos slāņos. Grunts maisījumu iestrādes vietā pieved ar automobiļiem pašizgāzējiem, bet izlīdzina un iestrādā ar iekļāvējiem.

Grunts ceļu uzlabošanai ar organiskajām saistvielām lieto dažādas markas bitumenus vai darvu. Apstrādājot grunti ar organiskajām saistvielām, noris šādi procesi:

- a) grunts frakciju virsmas aplīp ar organisko saistvielu plēvītēm;
- b) savā starpā salīp atsevišķas grunts granulometriskās frakcijas vai grunts frakciju grupas;
- c) saistvielas aizpilda grunts poras.

Ja grunti ir pietiekamā daudzumā māla un putekļu daļiņas, tās kopā ar organiskajām saistvielām izveido javu, kas uzlabo grunts cementēšanās spēju, kā arī pretestību mitruma un temperatūras izmaiņas iedarbībai. Šādi apstrādāta grunts neizmaina fizikāli mehāniskās īpašības ūdens iedarbībā, neizmieksķējas un maz uzsūc ūdeni.

Apstrādātā grunts veido sarežģītu grunts-saistvielas-ūdens-gaisa sistēmu. Rupjgraudainās smilts frakcijas šajā sistēmā izveido cieto skeletu un nodrošina pietiekamu mehānisko izturību pārbraucošo transportlīdzekļu slodzes iedarbībai. Mālaino un bitumeno vielu veidotai javai jāsaista grunts atsevišķās frakcijas. Daļā poru paliek gaiss, kas uzlabo bitumenizētās grunts elastības īpašības. Ūdens šajā sistēmā var būt optimālā mitruma robežās, bet pārāk liels mitrums nav vēlams, jo tad samazinās grunts izturība un noturība.

Lai izveidotu, lietojot organiskās saistvielas, stabilizētu grunts maisījumu, bitumenam vai darvai jābūt ar labām saistes un pielīšanas spējām, kas saglabājas temperatūras maiņas un mitruma iedarbībā. Bez tam organiskajām saistvielām jābūt viegli sagatavojamām un samaisāmām ar grunti.

Parasti, uzlabojot grunts ceļu ar organiskajām saistvielām, iepriekš laboratorijā nosaka vajadzīgo minerālo materiālu granulolo-

metrisko sastāvu un saistvielu piedevas daudzumu, lai uzlabotai gruntij pēc tās iestrādes būtu šādas īpašības:

a) stabila nestspēja dažādos klimatiskajos un mitruma apstākļos;

b) samazināta ūdens uzsūkšanas spēja un lielāka ūdens noturība;

c) spēja uzņemt lielāku transportlīdzekļu slodzi bez paliekošām deformācijām segas virsējā slānī.

Grunts ceļu, lietojot organiskās saistvielas, uzlabo līdzīgi, kā stabilizē grunti ar neorganiskajām saistvielām: samaisot grunti uz ceļa, lietojot vienpārgājiena grunts maisītāju vai sagatavojot grunts maisījumu bāzēs un pēc tam to transportējot uz iestrādes vietu.

Ja grunti, ko uzlabo ar organiskajām saistvielām, samaisa uz ceļa, darbu veic šādā secībā:

1) sagatavo ceļa klātni; tās blīvējuma koeficientam jābūt ne mazākam par 0,95, bet šķērprofilam — ar 2÷3% lielu divpusēju kritumu no ceļa ass;

2) uzirdina grunts virsējo slāni, ja to paredzēts apstrādāt, vai pieved jaunu optimālā sastāva grunti un nober ceļa klātnē valni;

3) izlīdzina ar greideri vai autogreideri grunti 5÷6 m platā joslā;

4) pievieno gruntij vajadzīgās granulometriskās piedevas un samaisa ar ceļa frēzi Д-530 vai autogreideri Д-557, lai iegūtu optimālu stabilizējamās grunts sastāvu;

5) pievieno vajadzīgā daudzumā organiskās saistvielas, darbu veicot vairākos saistvielu uzlējuma un samaisīšanas darba gājienos.

Grunts stabilizācijai uz ceļa lieto šķidros bitumenus МГ-25/40 vai СГ-25/40, kas sakarsēti līdz 60÷80 °С, bitumenu СГ-15/25, kas sakarsēti līdz 50÷60 °С, bitumenus МГ-40/70 vai СГ-40/70, kas sakarsēti līdz 80÷90 °С, vai darvu Д-4, Д-5. Darvu, kas ir veselībai kaitīgs materiāls, aizliegts lietot apdzīvotu vietu robežās.

Saistvielas uz grunts uzlej no autogudronatora Д-251. Pirmais uzlējums nedrīkst pārsniegt 3÷4 l/m², bet pēdējais — 1,5÷2,5 l/m². Pēc saistvielu katra uzlējuma grunts jāsamaisa ar ceļa frēzi Д-530, izdarot 2÷3 pārbraucienus pa vienu vietu. Maisīšanas ilgums ir atkarīgs no grunts mitruma un samaisāmā slāņa biezuma. Gruntij jābūt mēreni valgai. Nepietiekams mitrums rada lieku saistvielu izlietojumu un apgrūtina saistvielu samaisīšanu ar grunti, bet ļoti mitru grunti nevar sajaukt ar saistvielām un tā ir jāžāvē;

6) grunti samaisa ar ceļa frēzi, izdarot 5÷6 pārbraucienus pa vienu vietu, vai ar autogreideri, kamēr grunts masa iegūst viendabīgu nokrāsu. Labi samaisītais grunts masā nav redzamas saistvielu picīņas un neapļipināti grunts graudiņi; šāda masa ir ļoti kustīga un, rokā saspiesta, neatstāj pie rokas saistvielu pielipumus. No mazākā pieskāriena masas pika sairst un iegūst plūstošu veidu;

7) sagatavoto grunts maisījumu izlīdzina ar autogreideru ceļa klātnes platumā, veidojot klātnē vajadzīgo šķērsprofilu;

8) sablīvē ar pneimoveltņiem izlīdzināto grunti. Lietojot šim nolūkam valča veltņus, vispirms grunti blīvē ar 5÷6 t smagiem vieglā tipa veltņiem, izdarot 4÷6 pārbraucienus pa vienu vietu, bet pēc tam ar 6÷10 t smagiem vidējā tipa veltņiem, izdarot 8÷10 pārbraucienus pa vienu vietu;

9) atklāj 15÷20 dienu ilgu transportlīdzekļu kustību, kas jāregulē tā, lai autoceļa segu noblīvētu visā brauktuves platumā.

Kad pārbraucošo transportlīdzekļu slodzes iedarbībā autoceļa sega ir labi pieblīvēta un visi defekti izlaboti, jāizdara segas virsmas apstrāde vienā vai divās kārtās atbilstoši noteikumiem, kas sniegti turpmāk (sk 283. lpp.).

Grunts maisīšanu ar organiskajām saistvielām uz ceļa veic arī ar vienpārgājiena grunts maisāmo mašīnu Д-370.

Apstrādei paredzētā vajadzīgā optimālā sastāva un mitruma grunts jāsastumj valnī uz ceļa ass. Maisāmā mašīna, pārvietojoties ar 3÷6 m/min lielu ātrumu, ar elevatoru transportē grunti maisītājā, kur gruntij pievieno saistvielas un samaisa. Gatavo grunts maisījumu iekļāvējs sadala vajadzīgā segas platumā un daļēji sablīvē. Autoceļa segu galīgi sablīvē ar vieglā un vidējā tipa pneimoveltņiem.

Ar organiskajām saistvielām apstrādātu grunts maisījumu lieto IV un V tehniskās kategorijas autoceļu segas izbūvei, ja kustības intensitāte nepārsniedz 400÷500 automobiļu diennakti, vai kā pārējas un augstākā tipa autoceļa segas pamatu.

Grunts ceļu pēc fizikāli ķīmiskajām metodēm uzlabo, iedarbojoties uz grunts koloidālajām māla daļiņām, lai palielinātu grunts mehānisko izturību un noturību.

Koloidālās māla daļiņas, kas nodrošina grunts skeleta rupjo daļiņu savstarpējo saisti, ir visvairāk pakļautas mitruma uzsūces un izžūšanas procesa ietekmei. Lai palielinātu grunts fizikāli mehānisko īpašību noturību mainīgajos mitruma apstākļos, veic grunts termisko vai elektrisko apstrādi, kā arī grunts hidrofobizāciju.

Termisko paņēmieni lieto māla grunts ceļu uzlabošanai, grunti apdedzinot. Pēc profesora M. Filatova pētījumiem, apdedzināšanai vispiemērotākās ir grintis, kas satur līdz 30% daļiņas, mazākas par 0,005 mm. Trekniem māliem pirms to apdedzināšanas jāpievieno smilts frakcijas.

Veicot grunts ceļu termisko apstrādi, mālu 800÷850° temperatūrā apdedzina apmēram 12 stundas. Apdedzināšanas procesā noris māla vissmalkāko daļiņu saķepšana. Apdedzināta grunts zaudē ūdens uzsūkšanas spēju un plastiskumu, kā arī briešanas spēju.

Mālaino grunts ceļu uzlabošanai pēc apdedzināšanas paņēmiena jāizlieto ļoti daudz kurināmā: lai apdedzinātu 1 m³ mālainas grunts, vajadzīgs 0,25 m³ malkas. Tāpēc šo grunts ceļu uzlabošanas paņē-

mienu var lietot apvidos, kas ir bagāti ar mežiem un kur nav citu grunts ceļu uzlabošanas materiālu.

Apdedzināta māla grunts ceļu sega sausā laikā stipri putekļo un ātri nolietojas, tāpēc ir lietderīgi apdedzinātu māla grunti lietot tikai pārejas tipa autoceļu segas pamatu izbūvei.

Grunts elektriskā apstrāde pamatojas uz to, ka gruntī ievadītā elektriskā strāva aktivizē vairākus grunts fizikāli ķīmisko īpašību izmaiņas procesus, grunts kļūst saistīgāka un labāk pretojas izmiekšķēšanai. Tomēr lielais elektroenerģijas izlietojums (apmēram $7000 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$ grunts) šo grunts apstrādes veidu ekonomiski neattaisno.

Grunts hidrofobizācijas procesā grunti sajauc ar hidrofobām vielām (dažādām ziepēm, taukiem u. c.), kas uzlabo grunts noturību un nestspēju mainīgajos mitruma apstākļos.

14. nodaļa

GRANTS SEGA

64. §. Grants materiāls un segu konstrukcija

Daudzos Padomju Savienības rajonos grants ir sastopama kā vietējais būvmateriāls, ko plaši lieto IV un V tehniskās kategorijas autoceļu segu izbūvei, ja kustības intensitāte nepārsniedz 500 automobiļu diennakti.

Grants segu vai grants materiālu lieto arī augstākā tipa autoceļa segas pamata būvei. Šādā gadījumā grants materiālam jāatbilst visām segas pamata izbūves materiālu īpašībām.

Grants ir radusies, sairstot kalnu iežiem. To raksturo fizikālās, mehāniskās, ķīmiskās un iestrādes tehnoloģiskās īpašības.

Grants īpatnējais svars un tilpuma svars, porainība, ūdens uz-sūkšanas spēja, salizturība, siltumvadītspēja u. c. fizikālās īpašības ietekmē grants segas konstruktīvo uzbūvi. Galvenās grants mehāniskās īpašības ir izturība spiedē un stiepē, kā arī pret triecienspēka iedarbību un nodilumizturība. Grants spējai ķīmiski saistīties ar citām vielām ir liela nozīme grants materiāla apstrādē ar neorganiskajām un organiskajām saistvielām. Iestrādes tehnoloģiskās īpašības (izkļiedēšana, profilēšana, noblīvēšana u. c.) raksturo grants materiāla piemērotību autoceļa segas vai tās pamata izbūvei. Visām grants īpašībām jāatbilst Valsts standarta prasībām.

Granti pēc granulometrisko frakciju petrogrāfiskā raksturojuma un izturības iedala četrās kvalitātes markās. Atbilstoši grants segas izbūves tehniskajiem noteikumiem IV kategorijas autoceļa segas virsējās kārtas izbūvei var lietot 1. un 2. markas granti, bet V kategorijas autoceļos segas virsējās kārtas izbūvei — 1.÷3. markas granti, segas apakšējās kārtas izbūvei attiecīgi var lietot 1.÷3. un 1.÷4. markas granti.

Grants optimālais sastāvs autoceļa grants segas viršējās kārtas izbūvei

Maisījuma Nr.	Sietu acu lielums (mm)					0,071	Materiāla, kas izbirst caur sietu ar 0,5 mm lielām acīm, ipašības
	50÷70	25	10	5	2		
	Frakciju daudzums, kāds izsijāts caur sietu (% pēc svara)						
1	100	60 ÷ 90	45 ÷ 75	40 ÷ 65	20 ÷ 50	15 ÷ 30	25
2	—	90 ÷ 100	65 ÷ 80	50 ÷ 70	35 ÷ 55	20 ÷ 40	25
3	—	—	70 ÷ 90	55 ÷ 75	35 ÷ 65	25 ÷ 45	25
4	—	—	—	70 ÷ 85	45 ÷ 75	25 ÷ 55	35
							plastiskuma skaitlis
							4 ÷ 8
							4 ÷ 8
							4 ÷ 8
							4 ÷ 8

Grants optimālais sastāvs autoceļa grants segas apakšējā slāņa izbūvei

Maisījuma Nr.	Sietu acu lielums (mm)					0,071	Materiāla, kas izbirst caur sietu ar 0,5 mm lielām acīm, ipašības
	50÷75	25	10	5	2		
	Frakciju daudzums, kāds izsijāts caur sietu (% pēc svara)						
1	100	55 ÷ 85	35 ÷ 70	25 ÷ 60	15 ÷ 45	10 ÷ 20	25
2	—	90 ÷ 100	60 ÷ 75	40 ÷ 60	25 ÷ 50	12 ÷ 25	25
3	—	90 ÷ 100	65 ÷ 85	45 ÷ 65	27 ÷ 55	15 ÷ 30	25
4	—	—	90 ÷ 100	65 ÷ 80	40 ÷ 70	18 ÷ 35	25
							plastiskuma skaitlis
							6
							6
							6
							6

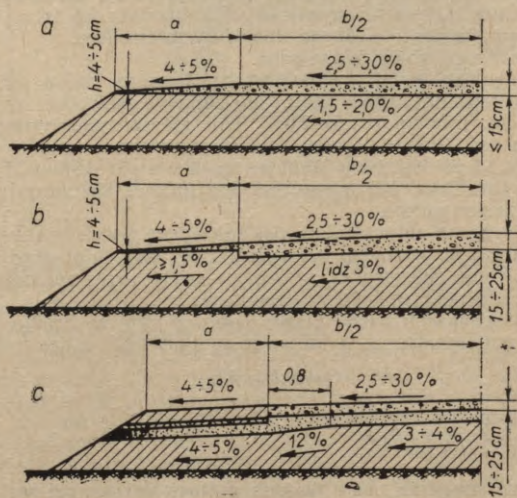
Pēc salizturības grants materiālu Valsts standarts iedala trīs markās. Latvijas klimatiskajos apstākļos IV un V tehniskās kategorijas autoceļu grants segas izbūvei jālieto grants, kam salizturība nav mazāka par 15 saldešanas cikliem.

Grants segas izbūves materiālam jābūt ar noteiktu granulometrisko sastāvu. Tam jāatbilst datiem, kas sniegti 56. un 57. tabulā.

Ja karjera grants materiāls neatbilst 56. un 57. tab. norādītam optimālām granulometriskam sastāvam, jāveic rupjo vai smalko frakciju atsijāšana vai nepietiekamo frakciju papildināšana. Grants materiāla sagatavošanu ekonomiski izdevīgi ir izdarīt tieši tā ieguves vietā karjerā. Parasti praksē karjeros no grants materiāla jāatsijā ļoti smalkās frakcijas un daļiņas, kas ir lielākas par 50 mm. Lai grants materiāls iegūtu lielāku saistes spēju, tam pievieno putekļu un māla frakcijas. Grants materiāla optimālo sastāvu var noteikt pēc trīsstūra koordinātu metodes (sk. 247. lpp.).

Grants maisījumā nedrīkst būt augsne, māla gabali, saknes u. c. piemaisījumi, bet ūdenī šķīstošo sāļu daudzums nedrīkst pārsniegt 5%.

Grants segu aprēķina pēc nestingo segu aprēķinu metodes. Iestrādātā grants segas slāņa biezumam jābūt vismaz 10 cm.



151. att. Grants segu šķēršprofili:

a — sirpjveida šķēršprofils; b — pusgultnes šķēršprofils; c — gultnes šķēršprofils uz smilts drenāžas slāņa

Grants segai var būt trīs veidu šķērsprofili:

a) sirpjveida šķērsprofils (151. att. *a*); segas biezums uz autoceļa ass sasniedz $12 \div 16$ cm, bet pie autoceļa klātnes šķautnēm — $4 \div 5$ cm. Zemes klātnē jābūt ar optimālu smilts vai mālainas smilts grunts sastāvu;

b) pusgultnes šķērsprofils (151. att. *b*); segas biezums uz autoceļa ass ir lielāks par 16 cm. Pusgultnes šķērsprofila grants segas apakšējo slāni izbūvē autoceļa brauktuves visā platumā, bet augšējo slāni — atbilstoši sirpjveida šķērsprofila segai, nostiprinot nomales ar $4 \div 5$ cm biezu grants slāni uz ceļa klātnes šķautnes;

c) gultnes šķērsprofils (151. att. *c*), ko izbūvē brauktuves visā platumā. Lai izvadītu ūdeni no gultnes, zem nomalēm ierīko drenāžas grāvīšus vai drenējošo smilts slāni izbūvē visā autoceļa klātnes platumā.

Grants segas brauktuvei jābūt ar $2,5 \div 3,0\%$ lielu šķērskritumu virzienā no autoceļa ass. Nomalēm jābūt ar $4 \div 5\%$ lielu šķērskritumu.

65. §. Grants segas izbūve

Grants segu izbūvē vienā vai divos slāņos uz iepriekš sagatavotas zemes klātnes vai drenējoša smilts pamata, kā arī uz grants segas pamata, kas izbūvēts no citiem būvmateriāliem.

Grants segu izbūvē šādā secībā.

1. Sagatavo grants segas pamatu. Ja segu izbūvē pēc sirpjveida šķērsprofila, zemes klātni noprot ar greideriem vai autogreideriem, izveidojot $1,5 \div 2,0\%$ lielu šķērskritumu virzienā no autoceļa ass. Grunts blīvuma koeficientam zemes klātnes virsējā daļā līdz 1,5 m dziļumam jābūt ne mazākam par $0,90 \div 0,95$. Izbūvējot grants segu pēc pusgultnes vai gultnes šķērsprofila, jāizveido attiecīga gultne.

2. Pieved ar automobiļiem pašizgāzējiem grants materiālu un to jānokrauj uz nomalēm vai tieši gultnē. Izveidojot grants segu pēc sirpjveida šķērsprofila, grants materiālu segas apakšējai kārtai ieteicams nokraut kaudzēs pa autoceļa asi.

Segas apakšējai kārtai grants jāpieved 60% no kopējā izlietojamā grants daudzuma Q , kuru var aprēķināt pēc šādas formulas:

$$Q = bhk \text{ [m}^3\text{/m]},$$

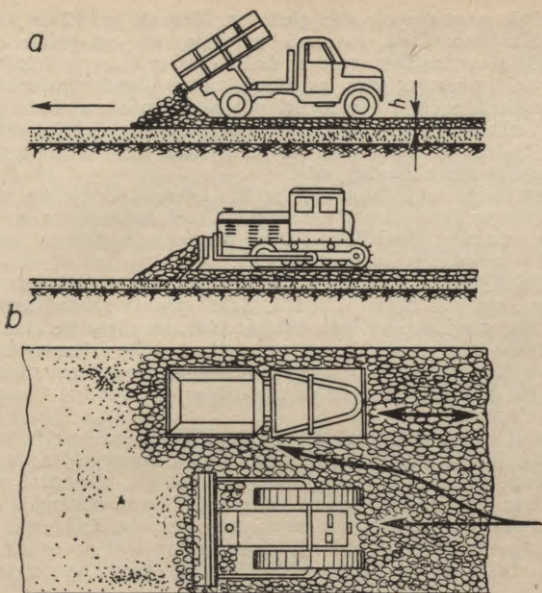
kur b — grants segas platums (m);

h — segas biezums (m);

k — blīvuma koeficients.

Grants materiāls, kas pievests gultnes vai pusgultnes šķērsprofila segas izbūvei, jānokrauj gultnē gar tās ārējām malām.

3. Izlīdzina pievesto grants materiālu ar buldozeriem. Lai pašizgāzēji automobiļi, pievedot granti, neizjauktu smilts pamatu,



152. att. Grants segas izbūves tehnoloģiskā shēma:
 a — sānskats; b — pašizgāzēja un buldozera izvietouma shēma;
 h — grants kārtas biezums

grants jāpieved, jāizkrauj un jāizlīdzina pēc paņēmiena «no sevis» (152. att. a). Kamēr pašizgāzējs automobilis izkrauj granti ceļa vienā malā, ar buldozeru tā jāizlīdzina segas otrā malā (152. att. b). Granti var izlīdzināt arī ar autogreideru.

Uzberamās grants kārtas biezums jānorāda ar mietiņiem, kas iedzīti pa autoceļa asi un tā brauktuves malās. Mietiņu augstumu piketa punktos un pluspunktos pienivelē, bet pārējo mietiņu augstumu, kuri iedzīti ik pēc 20 ÷ 30 m autoceļa garenvirzienā pa nosprausto šķērsprofilu, nosaka ar vizūriem. Izlīdzinātās grants segas šķērsprofilā pareizību pārbauda ar 2,5 ÷ 4,0 cm biezu šablonu — latu, kuras augšējā daļa ir taisna un horizontāla, bet apakšējā daļa izveidota atbilstoši grants segas virsmas šķērsprofilam. Pārbaudes laikā lats horizontālo stāvokli nosaka pēc līmeņraža.

Ja grants sastāvs, kura pievesta no karjera, neatbilst optimālajam sastāvam, segas izbūves laikā pie grants jāpievieno

vajadzīgās granulometriskās piedevas. Pievesto granti un piedevu materiālu vienmērīgā biežumā izlīdzina ar autogreideru, bet iepriekšēju samaisīšanu veic ar diska ecēšām vai ceļa frēzēm, izdarot 3÷4 pārbraucienus pa vienu vietu. Viendabīgu masu pa visu autoceļa šķērsprofilu iegūst pēc 8÷12 greidera darba gājieniem. Vislielāko samaisīšanas kvalitāti sasniedz, lietojot sīkgraudainās frakcijas viegli mitrā stāvoklī, jo tad tās neputekļo un nepelip pie greidera lāpstas naža.

Grants segai vajadzīgo šķērsprofilu 7,0 m platā gultnē, strādājot ar autogreideru, parasti var izveidot 5÷6 darba gājienos. Darba frontes garumam jābūt 250÷300 m; greidera apgriešanai kustībai pretējā virzienā jāierīko nobrauktuves.

4. Sablīvē grants kārtu ar vieglā, vidējā un smagā tipa valču veltņiem, vai pneimoveltņi Д-263. Sākot grants sablīvēšanu, vispirms lieto vieglākus veltņus, bet pēc tam smagākus veltņus. Mīkstu akmens iežu granti ieteicams pieveltņot ar 3÷5 t smagiem veltņiem, vidēji cietus grants materiālus — ar 6÷9 t smagiem veltņiem, bet ļoti izturīgus grants materiālus — ar 9÷14 t smagiem valču veltņiem.

Granti sāk sablīvēt no autoceļa brauktuves malām virzienā uz tās vidu. Lai izveidotu segai stingru malu un granti neizspiestu uz sāniem, pirmais pārbrauciens ar veltņi jāveic, pārsedzot nomali 0,5÷0,8 m platā joslā. Pēc tam valča veltņi katrā nākamajā darba gājienā pārvieto par 0,25 m virzienā uz segas vidu. Kad segas viena mala ir pieveltņota un izdarīti divi pārbraucieni pa segas vidu, līdzīgā secībā turpina segas sablīvēšanu no brauktuves otras ārējās malas.

Veltņa kustības ātrums veltņošanas sākumā nedrīkst pārsniegt 1,5÷2,0 km/st, bet veltņošanas beigās — 3 km/st.

Grants segas blīvēšanas laikā grantij jābūt ar optimālu (7÷12%) mitrumu. Sausā laikā grants jālaista 1÷3 reizes, izlievojot katru reizi 4÷5 l ūdens uz 1 m² segas laukuma. Atkarībā no laika apstākļiem un vajadzīgā grants optimālā mitruma ūdens kopējam izlietojumam vidēji jābūt 15 l/m². Ja grants segas blīvēšanas gaitā veltņa priekšā rodas viļņi vai segas plaisas, jāmaina veltņošanas ātrums vai jālieto vieglāka tipa veltņi.

Blīvējot grants segu, jākontrolē tās līdzenums, šķērsprofila pareizība un sablīvēšanas kvalitāte. Visi izciļņi jānolīdzina, bet dobumi jāpielīdzina ar grants materiālu. Segas šķērsprofila pareizība jāpārbauda ar šablonu un līmeņrādi.

Grants segas apakšējai kārtai vajadzīgo blīvumu parasti sasniedz pēc 18÷20 vieglā tipa, 12÷15 vidējā tipa vai 12÷15 smagā tipa valča veltņu pārbraucieniem pa vienu vietu. Grants segas augšējai kārtai vajadzīgo blīvumu sasniedz, attiecīgi izdarot 3÷5 pārbraucienus mazāk.

Grants segu, kuras biežums ir līdz 0,2 m, ar pneimoveltņiem sablīvē, izdarot 10 pārbraucienus pa vienu vietu.

Kvalitatīvi sablīvētai grants segai ir šādas ārējās pazīmes: nepaliek iespaidumi pēc veltņa pārbrauciena un pirms veltņa netiek stumts grants valnītis.

5. Organizē transportlīdzekļu kustības regulēšanu un segas kopšanu. Grants segas galīgā sablīvēšanās notiek 2÷3 nedēļu laikā pārbraucošo transportlīdzekļu slodzes iedarbībā. Kustības regulēšanas galvenais uzdevums ir nodrošināt grants segas vienmērīgu sablīvēšanu segas visā platumā, nepieļaujot šķērsprofila izkropļojumus. Izbūvētai grants segai jānolidzina vilniši un tā jānokaisa ar grantainu smilti, kurā ir līdz 5,0 mm lielas frakcijas.

Parasti grants segas virsējā daļā starp atsevišķiem grants graudiņiem nav pietiekamas saites un transportlīdzekļu kustības ietekmē izveidojas irdena kārtā, kas tiek nobīdīta uz segas malām. Segas kopšanas laikā nobīdītās grants daļiņas jāpārvieta no autoceļa brauktuves malām atpakaļ uz tās vidu un jāizlīdzina segas šķērsprofila visā platumā.

Grants sega sausā laikā stipri putekļo, tāpēc ir lietderīgi grants materiālu apstrādāt ar organiskajām saistvielām, t. i., izbūvēt grants melno segu.

Ja kustības intensitāte pa autoceļu pārsniedz 1000 automobiļu diennaktī, grants segu izmanto kā pamatu, izbūvējot augstāka tipa segu.

15. nodaļa

ŠĶEMBU SEGA

66. §. Šķembu materiāls un segu konstrukcija

Šķembu segas izbūvē no akmens šķembām, tās sablīvējot ar dažāda smaguma veltņiem. Šķembu segām vajadzīgo izturību pret transportlīdzekļu radītās slodzes iedarbību nodrošina atsevišķo šķembu savstarpējā noķīlēšanās un akmens smalkumu cementēšanās spēja. Tomēr sausā laikā pārbraucošo transportlīdzekļu apriepojums izrauj no segas smalkās frakcijas un atsevišķas šķembas, kuru vietā laika gaitā izveidojas bedrītes. Autobiļa riteņi, šķērsojot šādas bedrītes, segas virsmā rada triecienus, kas izraisa autobiļa svārstības un nevienmērīgu slodzes sadali. Transportlīdzekļu intensīvas kustības laikā šķembu sega putekļo un ātri kļūst bedraina. Tāpēc, izbūvējot šķembu segas, tās parasti apstrādā ar saistvielām.

Ar saistvielām neapstrādātas šķembu segas izbūvē tad, ja kustības intensitāte ir līdz 200÷250 automobiļu diennaktī. Liela nozīme šķembu materiāla un šķembu segas kvalitātei ir, izbūvējot augstākā tipa kapitālo un atviegloto segu pamatus.

Šķembas sagatavo no atbilstošas kvalitātes noguluma vai izvirduma iežiem, tos mākslīgi sadrupinot. Jo intensīvāka sagaidāma

kustība, jo izturīgākam jābūt šķembu materiālam. Šķembu kvalitāti galvenokārt raksturo pretestība spiedei, kā arī nodilumizturība un salizturība.

Ja autoceļa trases tuvumā ir akmens atradnes ar dažādām iežu sugām, šķembu materiālu ieteicams iegūt no izvirduma iežiem. Sadrupinot šos iežus, iegūst izturīgas šķembas, kas pēc iestrādes autoceļa segā veido izturīgu un līdzenu autoceļa brauktuves virsmu, kam ir mazs un vienmērīgs nodilums ekspluatācijas laikā.

Šķembu materiālam jābūt ar labu cementēšanās spēju un lielu salizturību. Šķembām, ko lieto autoceļu būvniecībā Latvijā, jāiztur 25 sasaldēšanas un atkausēšanas cikli.

Vislabākā šķembu forma ir kubs vai tetraedrs. Sliktākas ir plakanās šķembas. Plakano šķembu daudzums, kurām garums ir divas vai vairākas reizes lielāks par biezumu, nedrīkst pārsniegt 15% no kopējā svara.

Sadrupinātās šķembas jāsašķiro, tās izsijājot caur noteiktu sietu komplektu.

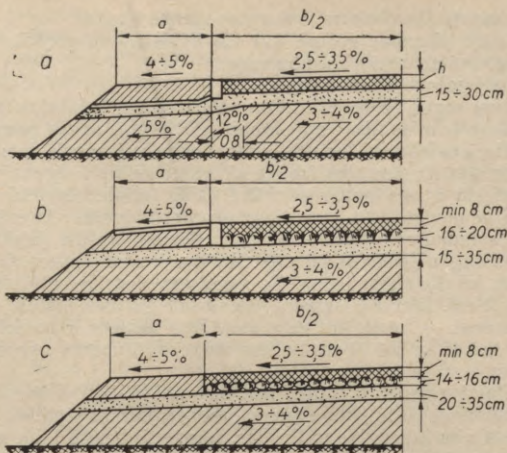
Pēc frakciju izmēriem izšķir ļoti rupjās šķembas (frakciju izmērs $120 \div 70$ mm), rupjās šķembas (frakciju izmērs $70 \div 40$ mm), vidēji rupjās jeb smalkas šķembas (frakciju izmērs $40 \div 20$ mm), ķīlīšus jeb sīkšķembas (frakciju izmērs $20 \div 10$ mm), akmens smalkumus (frakciju izmērs $10 \div 3$ mm) un izsijas (frakciju izmērs mazāks par 3 mm).

Lietojamo šķembu frakciju maksimālie izmēri ir atkarīgi no autoceļa segas konstruktīvo kārtu biezuma. Šķembu segu apakšējai kārtai lieto rupjāku frakciju šķembas, bet augšējai kārtai — smalkāku frakciju šķembas. Izbūvējot šķembu segu, šķembu lielāko frakciju izmērs autoceļa segas augšējā kārtā nedrīkst pārsniegt 0,6, bet apakšējā kārtā — 0,7 no attiecīgās kārtas augstuma blīvā stāvoklī. Nav pieļaujams dažādas sugas un izturības akmens šķembu sajaukums. Tāpat šķembu materiālam jābūt tīram, t. i., tajā nedrīkst atrasties dažādi piemaisījumi, māls vai smilšmāla gabali.

Šķembu segu atsevišķo kārtu biezumu nosaka pēc nestingo segu aprēķina metodes. Ja kārtas kopējais biezums ir $16 \div 18$ cm, šķembu segu izbūvē vienā kārtā. Biezākas segas izbūvē divās kārtās, taču apakšējā kārtā uzbērtā irdenā stāvoklī nedrīkst būt biezāka par 16,0 cm, bet virsējās kārtas biezumam jābūt vismaz 8,0 cm. Segas apakšējā kārtā atļauts iestrādāt mazāk izturīgu iežu šķembas.

Šķembu segu parasti izbūvē virs iepriekš sagatavota smilts pamata. Atsevišķos gadījumos, ja ir sagaidāma liela kustības intensitāte, kā arī tad, ja nav pieejama smilts, kam ir optimāls granulometriskais sastāvs, šķembu segu var izbūvēt uz grants, apgriezta bruģa vai apaļakmeņu bruģa pamata.

Ja šķembu segu izbūvē gultnē uz smilts pamata (153. att. a), tās biezumam atkarībā no zemes klātnes grunts veida jābūt $15 \div 30$ cm. Udens izvadīšanai no gultnes jāierīko drenāžas grāvīši vai



153. att. Šķembu segas šķērsprofili:

a — uz smilts drenāžas slāņa; *b* — uz apgriezta bruģa pamata; *c* — uz apaļakmeņu bruģa

drenējoša smilts starpkārta visā autoceļa klātnes platumā; gultnes šķērskritumam jābūt $3 \div 4\%$ virzienā no ceļa ass, bet šķembu segas šķērskritumam — $2,5 \div 3,0\%$.

Šķembu segu uz apgriezta bruģa (153. att. *b*) izbūvē kā augstākā tipa autoceļa segas pamatu.

Lai uzlabotu transportlīdzekļu kustības apstākļus, uz apaļakmeņu bruģa (153. att. *c*) šķembu segu izbūvē, rekonstruējot autoceļa segu.

Ar organiskajām saistvielām neapstrādātas šķembu segas virsma ir ļoti poraina. Segas pieveļņošanas laikā dobumus daļēji aizpilda sadrupušo šķembu daļiņas un izklidētie akmens smalkumi. Smalkās frakcijas, ar kurām tiek papildīti dobumi starp šķembām, vidēji vajag 25% no šķembu kopējā daudzuma. Tāpēc, lai iegūtu blīvu un labi saķīlētu segas virsmu, rūpīgi jāveic segas pieveļņošana un kustības regulēšana autoceļa ekspluatācijas pirmajās nedēļās.

67. §. Šķembu segas izbūve

Šķembu segu izbūvē vienā vai divās kārtās šādā secībā:

- 1) izbūvē zemes klātņi un gultņi;
- 2) izbūvē smilts vai cita materiāla šķembu segas pamatu;

- 3) piegādā šķembas no to sagatavošanas bāzēm;
- 4) padod šķembas gultnē, kur tās izlīdzina un profilē;
- 5) sablīvē un noķilē šķembru segu;
- 6) kopj gatavo šķembru segu.

Šķembru segas zemes klātni un gultni izbūvē atbilstoši autoceļu būvniecības tehniskajiem noteikumiem. Šķembru segas pamats var būt smilts, apaļakmeņu bruģis, grants sega vai apgrieztais bruģis. Bruģa un grants pamatus izbūvē kā attiecīga tipa segas.

Apgrieztā bruģa pamatu izbūvē šādā secībā. Iepriekš sagatavotā gultnē novieto $14 \div 18$ cm augstus piramīdveida akmeņus, kuru pamatnes laukums ir $120 \div 150$ cm². Akmeņi gultnē jāiebruģē ar smaili uz augšu cieši cits pie cita. Blakus novietojamiem akmeņiem jābūt pēc iespējas vienādiem. To augstums nedrīkst atšķirties vairāk par 2 cm. Lielākie akmeņi jāiestrādā gultnes malās, bet mazākie akmeņi — tuvāk autoceļa asij. Kad akmeņi ir novietoti gultnē, tos noķilē ar $5 \div 10$ cm lieliem akmens atlūzuma gabaliem vai šķembām.

Noķilējot apgriezto bruģi, nedrīkst palikt lieli dobumi. Tāpat arī nedrīkst noskaldīt bruģakmeņu smailes, kurām jāpaliek $3 \div 4$ cm augstumā virs ķīliem, jo tad rodas apgrieztā bruģa laba saiste ar šķembru segu. Virs noķilētā bruģa jānoklāj vismaz $8 \div 10$ cm bieza šķembru kārtā, kuru jāizlīdzina vienmērīgā biežumā, tai izveidojot vajadzīgo šķērskritumu.

Izbūvējot šķembru segas, šķembas var būt sagatavotas jau agrāk un ar pašizgāzējiem automobiļiem savestas krautnēs autoceļa atsavinājuma joslā vai uz nomalēm. Krautnēs šķembas jāsaber tādā daudzumā, lai tās pietiktu noteiktam segas izbūves posmam, ņemot vērā uzirdinājuma koeficientu $k=1,28 \div 1,35$. Segas virsējai un apakšējai kārtai šķembas jānokrauj atsevišķi.

Ja šķembas piedevē tieši segas izbūves laikā, transportlīdzekļu kustība jāorganizē tā, lai nenotiktu pārbraucieni pa sagatavoto smilts pamatu.

Pirms šķembru padeves gultnē jānostiprina gultnes malas. Nostiprinājumu var izveidot pēc diviem paņēmieniem:

a) gultnes malās noliek apmales akmeņus, kas izveidoti no vienas formas pieskaldītiem akmeņiem. Apmales akmeņus uzstāda šķembru segas biežumā, ievērojot segas sablīvējuma koeficientu. Nomales pusē apmales akmeņiem pieber grunti un rūpīgi pieblīvē, lai novērstu šķembru segas akmeņu sānisku izspiešanu segas veļņošanas laikā;

b) gultnes malas nostiprina, uzstādot 5,0 vai 7,5 cm biežus dēļus. Dēļu augšējā šķautne jānovieto tā, lai atbilstu uzberamās apakšējās šķembru kārtas biežumam irdenā stāvoklī. Uzstādītos dēļus nostiprina ar mietiņiem un no nomales puses aizber ar smilti, kas rūpīgi jānoblīvē. Pēc šķembru segas attiecīgās kārtas pieveļņošanas dēļus izņem, bet malu sablīvē ar nomalu grunti.

Ja šķembas gultnē piedevē tieši segas izbūves laikā, tās izlīdzina ar buldozeru pēc paņēmiena «no sevis». Šādā gadījumā, lai šķem-

bas nesajauktos ar smilti, izlīdzināmās šķembu kārtas biezums nedrīkst būt mazāks par 12 cm. Ja šķembu segu izbūvē divās kārtās, šīs nosacījums attiecas uz šķembu segas apakšējo kārtu. Vislabāk šķembas var izlīdzināt ar pašgājējiem vai piekabināmiem sadalītājiem.

Šķembu izlīdzināšanas laikā jāraugās, lai netiktu izjaukta smilts pamata virskārta. Izlīdzināšanu veic ar autogreideriem, bet izveidojumā profila pareizību pārbauda ar koka šablonu. Profilēšanas posma garumu parasti pieņem vienādu ar veltņošanas posma garumu vienas darba maiņas laikā.

Gultnē šķembas jāiekļāj, lai tās pieveltņotu ne vēlāk kā pēc 3÷4 dienām. Ilgāk nepieveltņotā stāvoklī šķembas atstāt nedrīkst, jo tad tās piegružojas. Parasti šķembu padevi gultnē, to izlīdzināšanu un profilēšanu organizē tā, lai šos darbus varētu veikt vienu vai divas dienas pirms segas noblietēšanas.

Šķembu segas sablīvēšana un noķīlēšana ir viens no atbildīgākajiem segas izbūves darba procesiem. Pieveltņošanas laikā šķembas savstarpēji pārvietojas, tuvinās, sablīvējas un saķīlējas, bet šķembu kārtā attīstās lieli vertikālie un horizontālie spēki. Horizontālos spēkus uzņem gultnes malu nostiprinājums, bet vertikālie spēki tiek pārnesti uz segas pamatu, tāpēc sablīvēšanas laikā it īpaši rūpīgi jāsarģā gultnes sānu malas no izspiešanās un šķembas no iespīšanas segas pamata kārtā.

Šķembu segas pilnīgu gatavību neatkarīgi no tā, vai segu izbūvē vienā vai divās kārtās, sasniedz pēc trīs veltņošanas periodiem.

Pirmais veltņošanas periods — šķembu nosēdināšana. Šķembas jānosēdina gan tad, kad segu izbūvē vienā, gan arī tad, kad to izbūvē divās kārtās.

Veltņošanai lieto vieglos 5÷6 t veltņus, kam īpatnējais spiediens ir 25÷45 kG uz valča platuma 1 cm. Veltņošanu sāk no segas malām. Lai neizspiestu gultnes malas, pirmos trīs vai četrus veltņa darba gājienus izdara 10÷15 cm attālumā no gultnes malas. Pēc tam veltņus pakāpeniski pārvieto uz autoceļa vidu simetriski no segas abām malām. Darba gājienā pārsegšanas joslas platumam jābūt $\frac{1}{3}$ no veltņa valča platuma.

Veltņošana jāturpina tik ilgi, kamēr katra šķemba, pārvietodamās vertikālā virzienā, ieņem pilnīgi stabili stāvokli starp pārējām šķembām. Lai šķembas labāk pārvietotos, neaplūztu un nesaberztos, veltņošanas laikā jālaista sega, tādējādi novēršot arī šķembu saberzumu kārtiņas izveidošanos segas virspusē, kura aizkavē segas noķīlēšanas kārtas visā biezumā. Lai šķembas nesaberztu, veltņa braukšanas ātrumam jābūt vienmērīgam; tas nedrīkst pārsniegt 1,5÷1,75 km/st.

Ūdens šķembu laistīšanai jāpieved ar autocisternām, kam ir ūdens izsmidzinātāji, kas labi sadala ūdeni pa segas virsmas laukumumu. Laistīšana jāregulē, jo lieks ūdens daudzums nav pieļaujams. Ja ilgāku laiku līst lietus, veltņošanu var sākt pēc šķembu un segas pamata nožūšanas.

Veltņošanas laikā šķembas ne vienmēr pieveltņojas vienmēri. Uz virsmas rodas izciļņi un iedobumi, kuri nekavējoties jānolīdzina, t. i., izciļņi jānoķirko, bet iedobumi papildus jāpieber ar šķembām. Rūpīgi jāseko arī gultnes malu nostiprinājuma stāvoklim un savlaicīgi jānovērš visi defekti.

Pieveltņojot šķembu segas apakšējo kārtu, veltņa spiediens caur irdeno šķembu kārtu tiek pārnests uz smilts pamatu. Ja uzbērtā šķembu kārtā ir plāna, šķembas var iespieties smiltī un to pieveltņošana vairs nav iespējama. Šādos gadījumos šķembas jānoņem, pamats jāsakārto un smilts slānis jānosedz ar viršiem vai salmiem, kuri neļauj šķembām iespieties smilts pamatā, bet virspusē jāuzber jauna pieveltņojamā šķembu kārtā.

Pirmā veltņošanas periodā veltņa pārbraucienu skaits pa vienu vietu ir atkarīgs no šķembu sugas. Pa mīkstas sugas šķembām jāizdara $7 \div 8$ veltņa pārbraucieni pa vienu vietu, bet pa cietas sugas šķembām — $8 \div 15$ veltņa pārbraucieni pa vienu vietu.

Otrais veltņošanas periods — skeleta sablīvēšana seko tūlīt pēc šķembu apakšējās vai virsējās kārtas nosēdināšanas. Veltņošanu izdara ar vidēja svara veltņiem, kam īpatnējais spiediens ir $45 \div 65$ kG uz valča platuma 1 cm. Veltņo tādā pašā secībā kā pirmajā periodā — sākot no segas malām, lai šķembas netiktu izspiestas uz sāniem.

Šķembu skeletu sablīvē ar šķembu atlūzumiem, nepievienojot jaunu smalko šķembu frakcijas. Segas virsma, lai to nepārkļātu šķembu saberzumu kārtiņa, samērā intensīvi jālaista ar ūdeni, izlejot $8 \div 10$ l/m².

Šķembu segas skeleta vajadzīgo blīvējumu sasniedz, izdarot $25 \div 30$ veltņa pārbraucienus pa vienu vietu.

Segas gatavības pakāpi var noteikt pēc profesora J. Kalužkija ieteiktā veltņa kustības pretestības koeficienta, kas izsaka veltņa vilcējspēka un svara attiecību. Jo mazāk ir sablīvēta šķembu sega, jo lielāka ir tās pretestība veltņa pārbraucienam.

Vilcējspēka lielumu nosaka ar speciālu ierīci, kas uzstādīta uz veltņa. Nesablīvētai šķembu segai veltņa kustības pretestības koeficients ir 0,15; 60% sablīvētai šķembu segai — 0,075, bet labi sablīvētai šķembu segai — $0,03 \div 0,02$.

Veltņošanas otrajā periodā samērā precīzi jānosaka šķembu blīvuma pakāpe, lai nenotiktu segas pārveltņošana. Veltņošanas otrā perioda beigas var noteikt pēc šādām ārējām pazīmēm:

a) veltņa priekšā neveidojas šķembu valnītis un nav novērojama šķembu pārvietošanās;

b) zem veltņa pasviestas apmēram 4 cm lielas tādas pašas sugas šķembas nepiespiežas segā, bet sadrup.

Segas pārveltņošana nav pieļaujama, jo tad rodas daudz smalkumu un šķembu virsmu noapaļošanās, kas samazina segas noturību. Praktiski ir labāk šķembu segu pilnīgi nepieveltņot, jo pār-

veltņošanas gadījumā sega jānojauc un šķembas jāapmaina pret jaunām.

Trešais veltņošanas periods — segas blīvās virsējās kārtas izveidošana. Šķembu segu veltņo ar smagā tipa veltņiem, kuru svars ir $10 \div 15$ t, bet īpatnējais spiediens $65 \div 100$ kG uz valča platuma 1 cm.

Pirms veltņošanas virs segas jāuzkaisa ķīliši un akmens smalkumi. Šim nolūkam lieto izkļiedēšanas ietaises. Uz 100 m^2 jāuzkaisa $2 \div 3 \text{ m}^3$ ķīlišu un akmens smalkumu. Visu veltņošanas laiku segu laista ar ūdeni, lai smalkās frakcijas labi aizpildītu dobumus segā. Veltņa pārbraucienu ātrumam jābūt $2,0 \div 2,5$ km/st.

Šķembu segas virsma vajadzīgo gatavības pakāpi iegūst pēc $10 \div 15$ veltņa pārbraucieniem pa vienu vietu, kad zem veltņa ir izveidojušies cieša, monolīta sega ar viendabīgu, līdzenu virsmu.

Šķembu sega pilnīgi noformējas transportlīdzekļu kustības laikā, tāpēc autoceļa ekspluatācijas sākumperiodā kustība jāregulē tā, lai vienmērīgi tiktu noblīvēta sega visā platumā. Transportlīdzekļu braukšanas ātrums nedrīkst pārsniegt 20 km/st.

Palielinoties kustības intensitātei, šķembu segu var izmantot kā pamatu augstāka tipa autoceļa segas izbūvei.

16. nodaļa

BRUĢI

68. §. Bruģa tipi. Apaļakmeņu un pieskaldīto akmeņu bruģis

Par bruģi sauc ceļa segu, kas izbūvēta no atsevišķiem dabiskajiem apaļiem vai pieskaldītiem akmeņiem, no mākslīgi izgatavotiem neliela izmēra klinkeriem vai no plātnēm, kuri iestrādāti segā blīvi cits pie cita.

Praksē sastopamas vairāku veidu bruģa segas:

- apaļakmeņu un pieskaldīto akmeņu bruģis;
- kalto un mozaikas akmeņu bruģis;
- klinkeru bruģis;
- asfaltbetona un cementbetona plātņu bruģis.

Kalto, mozaikas, klinkeru, asfaltbetona un cementbetona plātņu un bloku bruģi ir augstākā tipa kapitālās autoceļa segas, kuras izbūvē autoceļiem, pa kuriem noris ļoti intensīva transportlīdzekļu kustība. Šāda tipa segas lieto, izbūvējot piebraucamos ceļus pie pilsētām, lieliem rūpniecības uzņēmumiem vai dzelzceļu un upju pietātnēm. Bruģa segu ieteicams izbūvēt vietās, kur novērojama ilga un nevienmērīga grunts nosēšanās, jo gabalakmeņus vai plātnes viegli var izcelt un tāpēc periodiski ir iespējams segu deformāciju vietās atjaunot autoceļam pareizo šķērsprofilu un garenprofilu.

Visu veidu akmens bruģa izgatavošana ir darbietilpīgs process, jo nav mehanizēta akmeņu iestrāde segā.

Plašāk izplatīti ir apaļakmeņu un pieskaldīto akmeņu bruģi. Līdz 12÷20 cm augstus apaļos laukakmeņus bruģa segas izbūvei lieto bez speciālas apstrādes. Šādi bruģi ir nelīdzeni ar lielām saduru spraugām, bet sportlīdzekļu pārbraucieni pa bruģi ir trokšņaini un rada putekļus.

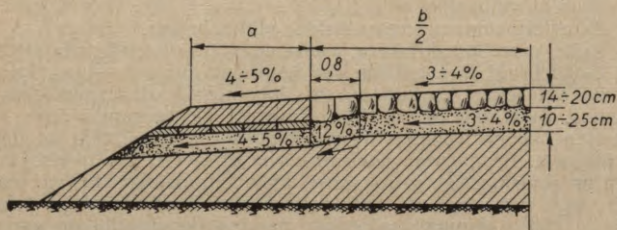
Pieskaldītos akmeņus iegūst no laukakmeņiem, rupji pieskaldot to virsmas, vai akmens karjeros, kas apgādāti ar akmens ieguves un apdares mašīnām. Akmeņiem izveido prizmas vai nošķeltas piramīdas formu. Pieskaldīto akmeņu virsējām un apakšējām skaldnēm jābūt pēc iespējas savstarpēji paralēlām. Pieskaldītos akmeņus pēc to izmēriem iedala trīs šķirās (58. tab.).

58. tabula

Pieskaldīto akmeņu šķiras

Akmens izmēri	Šķira		
	A	B	C
Vidējais augstums (cm)	18	16	14
Augstuma robežas (cm)	16÷18	14÷18	12÷16
Virspuses platums (cm)	10÷20	10÷18	10÷15
Virspuses laukums (cm ²)	100	100	100
Pamata laukums (cm ²)	60	50	50

Apaļakmeņu un pieskaldīto akmeņu bruģi parasti izbūvē vienā kārtā gultnē uz sagatavota smilts pamata. Smilts kārtas biezums ir atkarīgs no zemes klātnes hidrogeoloģiskajiem apstākļiem un tiek noteikts, izdarot segas aprēķinu. Gultnei jābūt ar 3% lielu šķērskritumu virzienā no autoceļa ass. Lai novadītu ūdeni no gultnes, zem nomalēm jāierīko šķērsgrāviši. Bruģakmeņus iestrādā uz iepriekš sagatavota 10÷25 cm bieza smilts pamata, kurā akmeņus iegremdē $\frac{1}{4} \div \frac{1}{3}$ no to augstuma (154. att.). Akmeņi jānovieto blīvi cits pie cita tā, lai nevienā virzienā nebūtu nepārsegta šuvju, bet trīs blakus akmeņi veidotu trīsstūrveida sadurspraugas.



154. att. Apaļakmeņu bruģa šķērsgriezums

Ja kustības apstākļi ir ļoti smagi, III un IV kategorijas autoceļiem bruģi izbūvē divās kārtās. Apakšējās kārtas izbūvei lieto lielākus akmeņus, kuru augstums ir $18 \div 20$ cm un kurus iebraugē uz $15 \div 25$ cm bieza smilts pamata. Bruģa virsējo kārtu izbūvē no mazākiem akmeņiem, kuru augstums ir $14 \div 16$ cm un kurus iebraugē uz $5 \div 10$ cm bieza smilts pamata, kas uzbērts virs iepriekš iestrādātas bruģa apakšējās kārtas.

Bruģa izbūvei atļauts lietot tikai vienādas kvalitātes un izmēru akmeņus. Blakus iestrādāto akmeņu augstums nedrīkst atšķirties vairāk par 2 cm. Gadījumos, kad jālieto dažādas izturības akmeņi, tos nedrīkst sajaukt, bet bruģis jāizbūvē pa atsevišķiem posmiem no vienveida materiāla. Katra šāda posma garumam jābūt vismaz 100 m.

Izbūvējot apaļakmeņu un pieskaldīto akmeņu bruģi, jāveic šādas operācijas:

- 1) gultnes izveidošanas un smilts pamata sagatavošana;
- 2) akmens materiāla šķirošana, transports un izkraušana iestrādes vietā;
- 3) bruģa segas malu virziena nospraušana un apmales akmeņu uzstādīšana pēc projekta augstuma;
- 4) bruģēšana — akmens materiālu novietošana autoceļa segā atbilstoši autoceļa šķērsprofila augstumam;
- 5) nomaļu piebēršana un noblietēšana;
- 6) akmeņu nosēdināšana — bruģa iepriekšējā pieblietēšana;
- 7) iestrādāto bruģakmeņu noķilēšana ar šķembām un noblivēšana;
- 8) gatavās bruģa segas nobēršana ar $1 \div 2$ cm biezu izsiju vai rupjgraudainas smilts kārtu;
- 9) gatavās segas kopšana un kustības regulēšana pirmo $2 \div 3$ nedēļu laikā.

Gultne un smilts pamats jāizbūvē savlaicīgi pirms bruģakmeņu iestrādāšanas. To uzdevums — radīt iestrādājamiem akmeņiem «labu sēžu» jeb «spilvenu», nodrošinot noturīgu un blīvu akmeņu stāvokli segā. Bruģēšanas blīvumam jābūt tādām, lai noblietētā segā nevarētu sagrozīt atsevišķus akmeņus, tie nenosētos zem kājas spiediena un nebūtu izvelkami ar rokām.

Pievestajiem akmens materiāliem jābūt nokrautiem krautnēs izbūvējamā autoceļa malās. Akmens krautņu vietas jāizvēlas tā, lai akmeņi būtu ērti padodami gultnē bruģēšanas laikā un bruģa izbūvei vajadzīgais akmens daudzums autoceļa garenvirzienā būtu izvietots vienmērīgi.

Akmeņus šķiro, tos padodot gultnē. Lielākie akmeņi jānokrauj gultnē autoceļa brauktuves malās, bet sīkākie akmeņi — autoceļa vidū. Neizmantojamie akmeņi jāatsviež uz nomalēm krautnēs, lai tos pārstrādātu šķembās. Sašķirotos akmeņus nokrauj tieši uz sagatavota smilts pamata $60 \div 70$ cm attālumā no izveidota bruģa.

Pirms bruģēšanas sākuma jānosprauž bruģa segas malas virziens. Segas malās $10 \div 15$ m attālumā jāiedzen mietiņi apmales

akmeņu uzstādījuma augstuma. Mietiņu augstums jāpīnīvēlē pec projekta atzīmēm vai jānosaka pēc vizūriem. Gultnes malās starp mietiņiem jānovēlk aukla, pēc kuras nostāda apmales virziena akmeņus 8÷10 m attālumā no bruģēšanas sākuma vietas. Par apmales akmeņiem jāizvēlas lielākie bruģakmeņi, kas jāuzstāda ar garāko malu autoceļa garenvirzienā.

Brūģēšanu veic pēc diviem paņēmīniem:

1) virzienā «uz sevi», kad bruģētājs atrodas uz smilts kārtas;

2) virzienā «no sevis», kad bruģētājs atrodas uz gatavā bruģa.

Pirmā bruģēšanas paņēmīena priekšrocība ir tā, ka bruģētājs vienmēr labi var pārskatīt gatavo, jau izbruģēto segu. Mazāk nogurdinošs ir arī darbs, jo smilts pamats neatspiež kājas un bruģētājs var pareizi iestrādāt akmeņus, ieturot vajadzīgo bruģa līdzenumu un šķērskritumu.

Otrā bruģēšanas paņēmīena priekšrocība ir tā, ka bruģētājam nav jāpagriežas, lai paņemtu akmeņus, jo tie vienmēr atrodas viņam priekšā.

Segu sāk bruģēt, iestrādājot gultnē akmeņus lokveidā starp nostādītājiem apmales akmeņiem un izvīrzoť uz priekšu segas malas. Bruģakmeņa nostādīšanai bruģētājs ar svīedni izrok bedrīti, novieto akmeni un, piesītoť ar bruģētāja āmuru, nosēdīna akmeni vajadzīgajā dziļumā. Lai bruģētājam nebūtu jāmaina darba instrumenti, īeteīcāms lietot speciālu bruģētāja veseri, kas ir āmura un svīednes apvīenots instruments.

Brūģakmeņus autoceļa segā uzstāda apmēram 1÷2 cm augstāk par segas projekta atzīmi, lai pēc bruģa nosēdīnāšanas, noķīlēšanas un noblīvēšanas iegūtu projektā paredzēto segas virsmas līmeni. Pieskaldīto akmeņu garenšuvēm nedrīkst būt sakrītības.

Segas šķērsprofīla un garenprofīla pareīzību pārbauda ar šablonu. Šķērsprofīla pārbaudes šablona apakšmala ir īzveīdota ar vajadzīgo kritumu. Garenprofīlu pārbauda ar 2÷3 m garu latu. Visīem bruģa akmeņīem, kas pārsegti ar šablonu vai latu, jāpieskaras pie šablona vai latas.

Nomales pie apmaļu rīndas jāpieber un rūpīgi jāpieblīvē.

Pēc autoceļa brauktuves nobruģēšanas visā šķērsgrīezuma platumā un nomale jāpieberšanas īzveīdotais bruģis jānoķīlē ar 10÷20 mm frakciju šķembām. Vēlāms, lai šķembu materiāls būtu īzgātavots no bruģēšanai nederīgiem vīenādas sugas īežiem. Šķembu frakcijām labi jāīzīpīlda bruģa akmeņu šuves un spraugas.

Brūģī blietē pa garenvirzīena kārtām, sākoť no bruģa malām. Blietēšanas laikā jāraugās, lai bruģis būtu līdzens. Sadrupušie akmeņi no bruģa jāīzņem un jāapmāina pret jāuniem.

Pēc tam bruģis jānoķlāj ar 5÷15 mm īzmēra akmens smalkumiem un jāpievēltno ar vīdējā un smagā tīpa vēltnīem. Pīrmais vēltna pārbraucīens jāīzdarā tā, lai pakāļējāis vēltnis pārsegtu apmales akmeņus un nomali 10÷15 cm platumā. Turpīnoť vēltnošanu, vēltna katram nākāmājam pārbraucīenam jāpārsedz īepriekšējāis pārbraucīens par $\frac{1}{4} \div \frac{1}{3}$ no valča platumā. Vēltnošanas procesā

jāizdara 4÷6 pārbraucieni pa vienu vietu ar vidējā tipa veltni un 2÷3 pārbraucieni ar smagā tipa veltni.

Gatavais bruģis jāpārbauda ar šķērsprofila pārbaudes šablonu un latu. Jāpārbauda arī akmens iestrādes blīvums bruģī un šuvju pārsegšanās pareizība.

Bruģējuma kvalitāti pārbauda, ar lauzni izlaužot atsevišķus bruģakmeņus. Sādā pārbaudē labi izveidotam bruģim jāizkustas vismaz 1 m² lielā laukumā.

Bruģis pēc tā pieņemšanas jāpārklāj ar 1÷2 cm biezu izsiju vai rupjgraudainas smilts kārtu, kas transportlīdzekļu kustības slodzes iedarbībā aizpilda visas bruģakmeņu sadurvietas.

Parasti transportlīdzekļu kustības slodzes iedarbībā smilts un izsijas no bruģa virsmas tiek nosviestas uz autoceļa brauktuves malām.

Kustības regulēšanas laikā nosviestais materiāls uz bruģa segas malām simetriski no jauna jāizlīdzina autoceļa visā brauktuves platumā.

69. §. Kalto akmeņu un mozaīkas bruģi

Kalto akmeņu bruģi izveido no cietas sugas standartizmēra granīta vai dolomīta akmeņiem, kam ir paralēlskalda forma. Akmeņu apstrāde notiek akmens lauztuvēs, kas apgādātas ar akmens apstrādes mehānismiem.

Pēc malu apstrādes kvalitātes kaltos akmeņus iedala divās šķirās. Pirmās šķiras akmeņiem, tos uzliekot uz gluda dēļa, atstarpe starp dēli un skaldni nav lielāka par 5 mm, bet otrās šķiras akmeņiem šī atstarpe pieļaujama līdz 10 mm.

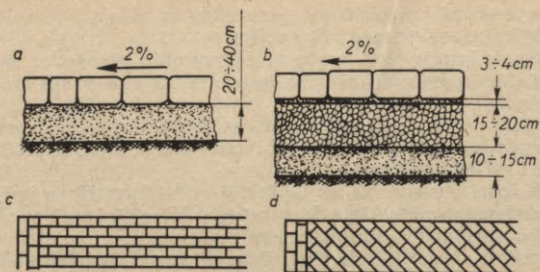
Kaltos akmeņus, kam ir kuba forma, sauc par mozaīkas akmeņiem. Kalto un mozaīkas akmeņu izmēri sniegti 59. tabulā.

59. tabula

Kalto un mozaīkas akmeņu izmēri

Nosaukums	Izmēri (cm)		
	augstums	platums	garums
Augstie kaltie bruģakmeņi	14÷16	12÷15	15÷30
Vidējie kaltie bruģakmeņi	11÷13	12÷15	15÷30
Zemie kaltie bruģakmeņi	9÷11	12÷15	15÷30
Augstie mozaīkas akmeņi	9÷10	8÷11	8÷11
Zemie mozaīkas akmeņi	8÷9	7÷10	9÷10

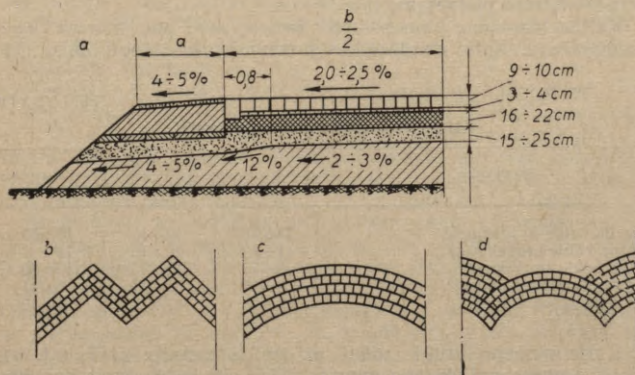
Kalto akmeņu bruģi izbūvē uz smilts pamata (155. att. a), grants pamata vai šķembu pamata (155. att. b). Smagas kustības apstākļos kā pamatu var lietot apgrieztu bruģi vai kādu cita veida speciāli izveidotu pamatu, ko nosaka, izdarot segas aprēķinu.



155. att. Kalto akmeņu bruģis

Mozaikas bruģi izbūvē uz šķembu pamata, ar saistvielām stabilizētas grunts pamata vai cementbetona pamata (156. att. a). Pamata izvēle ir atkarīga no sagaidāmās kustības intensitātes un izbūves vietas hidroloģiskajiem apstākļiem.

Izbūvējot autoceļa segu no kaltiem akmeņiem, brauktuves ārējās malās jāizveido apmale no vislielākiem akmeņiem, kas jāiestrādā 1÷2 garenkārtās. Pārējos bruģakmeņus iestrādā šķērskārtās uz iepriekš sagatavotā un izlīdzinātā pamata. Šuvēm jāpārseždas ne mazāk par $\frac{1}{3}$ no akmens platuma. Kopā salikto akmeņu šuvju platums nedrīkst būt lielāks par 1,0 cm. Šķērskārtu šuvju pārsegšanos sasniedz, lietojot uz pusi pārcirstus bruģakmeņus.



156. att. Mozaikas bruģa sega:

a — šķēršprofils; b, c un d — mozaikas akmeņu novietojums plānā

Ja kalto akmeņus iebruģē uz šķembu pamata, uz tā iepriekš jāuzber 3÷4 cm bieza smilts kārtā, ar kuru izlīdzina virsmu, lai bruģakmeņi labi atbalstītos uz visu apakšējās plaknes laukumu.

Kaltie bruģakmeņi plānā veido taisnas rindas. Visizplatītākais kalto akmeņu bruģējuma veids plānā ir bruģējums šķērsvirziena rindās (sk. 155. att. c) vai 45° leņķi pret autoceļa asi (sk. 155. att. d).

Kalto akmeņu bruģa izbūves secība ir līdzīga pieskaldīto akmeņu bruģa izbūves secībai. Vispirms uzstāda projekta augstumā sānu malas akmeņus un pēc tam bruģē autoceļa segas vidējo daļu. Bruģi sablīvē ar vidējā un smagā tipa valča veltniem, bet šuves piepilda ar šķembu smalkumiem. Suves var piepildīt ar cementa javu vai bitumena mastiku, kas jāiestrādā vismaz 5,0 cm dziļumā.

Mozaikas bruģis plānā veido ļoti dažādas dekoratīvas figūras. Visbiežāk ir sastopams skujiņas (156. att. b), lokveida (156. att. c) vai vēdekļveida (156. att. d) izveidojums. Izbūvējot lokveida vai vēdekļveida rakstu, tā izliekumu veido autoceļa kāpuma virzienā.

Izbūvējot mozaikas bruģi, vispirms rūpīgi jāsapatavo smilts pamats. Izlīdzinošai smilts kārtai jābūt mitrai. Pēc tam vajadzīgais raksts jānosprauž ar mietiņiem, kuriem jābūt 3,0 cm augstāk par segas projekta atzīmi.

Iestrādājot mozaikas akmeņus, tos uzstāda virzienā no segas malas uz tās vidu. Vienā rindā novietotie akmeņi pēc platuma nedrīkst atšķirties vairāk par 0,5 cm, bet pēc augstuma — ne vairāk par 1,0 cm. Mozaikas akmeņus citu pie cita iespējami blīvi piedzen ar vesera piesitieniem. Mozaikas raksta pareizību pārbauda ar šablonu.

Mozaikas bruģis jānoblīvē ar vidēji smagiem veltniem. Pēc pieveltņošanas no šuvēm jāiztīra smilts un tās jāaizlej ar karstu bitumena mastiku. Ja šuves veido blīvu tīklu, ar mastiku jānolej visa segas virsma.

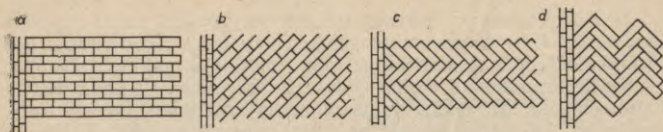
Mozaikas bruģis nodrošina līdzenu un dekoratīvu autoceļa segas virsmu un rada labus apstākļus intensīvai automobiļa kustībai. Taču tā izbūvi ierobežo dārgā akmens apstrāde un mazražīgais roku darbs.

70. §. Klinkera, asfaltbetona un cementbetona plātņu bruģis

Klinkera bruģi izveido no klinkera ķieģeļiem, kas iegūti, apdedzinot māla ķieģeļus 1100÷1300 °C temperatūrā līdz masas pilnīgi saķeššanai, nepieļaujot stiklveida virsmas izveidošanos. Klinkera ķieģeļu izmēri ir 220×110×65 mm vai 220×110×75 mm.

Klinkera ķieģeļus autoceļa segā iestrādā uz sāna vai guļus uz lielākās plaknes. Atkarībā no kustības intensitātes un vajadzīgās segas nestspējas klinkera bruģi var izveidot vienā vai divās kārtās.

Klinkera bruģa izveidojums plānā var būt dažāds: rindās perpendikulāri autoceļa asij (157. att. a), veidojot 45° leņķi pret



157. att. Klinkera bruģa izveidojums plānā

autoceļa asi (157. att. b), šķērsvirziena skujiņā (157. att. c) vai garenvirziena skujiņā (157. att. d).

Izbūvējot klinkera bruģi, autoceļa brauktuves ārējā malā jāuzstāda apmales klinkera ķieģeļi, tos iestrādājot 2÷3 garenvirziena kārtās. Klinkera bruģi vienmēr bruģē pēc paņēmiena «no sevis», lai neizjauktu izlidzināto un sagatavoto smilts kārtu. Klinkera ķieģeļus izbūvējamā segā bruģētājs novieto ar rokām, pārbaudot profiļa pareizību ar šķērsprofila šablonu un latu. Saduršuvju platumam jābūt 3÷5 mm. Segai jābūt ar 2,0÷2,5% lielu šķērskritumu virzienā no autoceļa ass; nomaļu šķērskritumam jābūt 4÷5%.

Izbūvējot klinkera bruģi autoceļa plāna liknēs, atļauts mainīt šuves biezumu. Ja autoceļa brauktuves platums ir 7,0 m un liknes rādiuss lielāks par 100 m, šuvju platums bruģējuma šķērskārtās nedrīkst būt lielāks par 0,5 cm. Pilsētās, kad autoceļam ir mazi plāna liknes rādiusi, atļauts mainīt bruģa rindu secību.

Izveidojot bruģi divās kārtās, apakšējo kārtu parasti izbūvē uz smilts pamata, virs kura uzber 2,0÷3,0 cm biezu smilts kārtu, to izlidzina un pēc tam izbruģē virsējo kārtu. Parasti apakšējā kārtā klinkera ķieģeļus iestrādā guļus, bet virsējā kārtā — uz sāniem.

Intensīvas transportlīdzekļu kustības apstākļos klinkera bruģa pamatu izveido no šķembām, apgriezta bruģa vai cementbetona. Iestrādājot klinkera ķieģeļus uz cementbetona pamata, tos novieto guļus uz svaigas betona kārtas, kas vēl nav sasaistījusies. Šādi izbūvētai klinkera bruģa segai jābūt ar termiskās izplešanās šuvēm. Šādas šuves jāizveido autoceļa garenvirzienā ik pēc katriem 8÷12 m, to platumam jābūt 18÷20 mm. Praktiski to izdara bruģēšanas laikā, šuvju vietā uzstādot dēļus, kurus izvelk pēc 24 st, kad ir pabeigta klinkera ķieģeļu iestrāde. Izplešanās šuves jāaizlej ar bitumena mastiku, bet bruģis pēc šuvju aizliešanas jāpārklāj ar 1,5÷2,0 cm biezu smilts kārtu.

Klinkera bruģis nodrošina autoceļa segai līdzenu virsmu, kurai ir liela nestspēja, tāpēc augstākā tipa kapitālās klinkera bruģa segas izbūvē autoceļiem, pa kuriem noris intensīvas kustības, un tad, kad nav dabisko akmeņu. Klinkera bruģa trūkums ir tas, ka mitrā, lietainā laikā bruģa virsma kļūst slidena un satiksmes drošības interesēs jāierobežo transportlīdzekļu kustības ātrums.

Asfaltbetona plātnes izgatavo no karstas asfaltbetona masas pēc presēšanas vai vibropresēšanas paņēmiena, lietojot saistīgos bitumēnus БНД 60/90 vai БНД 40/60. Asfaltbetona masas sastāvs

neatšķiras no asfaltbetona segas masas sastāva. Izgatavoto asfaltbetona plātņu garums ir līdz 250 mm, platums — līdz 120 mm, bet augstums — $50 \div 80$ mm.

Asfaltbetona plātņu bruģi izveido uz šķembu vai cementbetona pamata. Uz smilts pamata plātnes iestrādā, izbūvējot gājēju un velosipēdistu celiņus. Lai izlīdzinātu sagatavoto plātņu uzstādīšanas pamatu, uz tā noklāj plānu smilts kārtu, kas apstrādāta ar bitumenu, vai pamatu nolej ar bitumena mastiku. Asfaltbetona plātņu bruģi izveido, novietojot plātnes šķērsvirziena kārtās attiecībā pret autoceļa asi tā, lai pārsegtos garenvirziena šuves. Noklātais plātnes pieveltņo ar viegliem valča veltņiem, bet šuves aizpilda ar karstu bitumenu.

Asfaltbetona plātņu bruģi izveido neliela apjoma segas izbūves vietās, kur ir aprūtināta asfaltbetona segas pieveltņošana.

Cementbetona plātņu bruģi izveido no neliela izmēra kvadrāta, taisnstūra vai sešstūra formas plātnēm autoceļa tajos posmos, kuros iespējama nevienmērīga zemes klātnes sēšanās, kā arī caurbrauktuvēs un pagalmos. Kvadrāta un taisnstūra plātņu malu izmēri ir $20 \div 50$ cm, bet biezums $10 \div 20$ cm. Plātnes izgatavo no betona, kura marka ir 400. Tās iestrādā uz iepriekš sagatavota smilts vai šķembu segas pamata, virs kura ir uzbērtā $2 \div 3$ cm bieža izlīdzinošā smilts kārtā.

Cementbetona plātņu bruģa iestrāde ir mazražīga, jo nav mehānizēta, bet attaisnojama vietās, kur bieži jānoņem bruģa plātnes, lai veiktu pazemes komunikāciju ietaišu pārbūvi.

17. nodaļa

GRANTS UN ŠĶEMBU MELNĀS SEGAS

71. §. Melno segu organiskās saistvielas

Organiskās saistvielas ir dabiskas vai mākslīgas vielas, kas sastāv no sarežģītu lielmolekulāro savienojumu un to nemetālisko atvasinājumu maisījuma un stipri maina savas fizikāli mehāniskās īpašības atkarībā no temperatūras.

Organiskās saistvielas iegūst, pārstrādājot dažādus kurināmos materiālus (naftu, koku, kūdru, akmeņogles u. c.) vai tieši no zemes dzilēm.

Organiskām saistvielām piemīt šādas galvenās īpašības:

a) pielīp pie dažādiem cietiem (akmens, koka, metāla u. c.) materiāliem;

b) nešķīst ūdenī;

c) maina konsistenci (vielas daļiņu savstarpējās saistības pakāpi) atkarībā no temperatūras (temperatūrai paaugstinoties, tās kļūst šķidrākas);

d) laika gaitā maina konsistenci (sabiezē) jeb «noveco».

Organisko melno saistvielu materiālus plaši lieto asfaltbetona segu un melno segu virskārtu, kā arī pamatu izbūvei. To uzdevums ir saistīt segas minerālo materiālu daļiņas, tās monolitizēt, palielināt segu pretestību transportlīdzekļu radīto dinamisko slodžu iedarbībai, palielināt minerālo materiālu blīvumu un ūdens necaurlaidību.

Autoceļa segu melnām saistvielām jāatbilst šādām prasībām:

1) jābūt ar labām saistes un pielipšanas īpašībām, kuras neietekmē temperatūras un mitruma maiņa, kā arī segas kalpošanas ilgums;

2) jābūt ērti sagatavojamām un viegli sajaucamām ar minerāliem materiāliem, kā arī jānodrošina tāds maisījums, ko var viegli izlīdzināt, planēt un veltņot segu būves laikā.

Lai apmierinātu pirmo prasību, organiskām saistvielām jābūt ar pietiekami lielu viskozitāti, bet otrā prasība labāk tiek apmierināta, ja viskozitāte ir mazāka, jo vieglāk sagatavot un iestrādāt var tās saistvielas, kam ir mazāka viskozitāte.

Autoceļu segu būvniecībā šo pretējo īpašību ievērošanu nodrošina pēc diviem paņēmieniem:

1) darbu izpildes laikā saistvielas uzkaršē līdz noteiktai temperatūrai; sakarstot to viskozitāte samazinās, bet, gatavai segai atdziestot, viskozitāte atkal palielinās;

2) lietojot šķidrākas saistvielas, jo vieglās frakcijas gatavā segā ar laiku izgaist, to viskozitāte pakāpeniski palielinās un sega kļūst izturīgāka.

Pēc pirmā paņēmiena viss tehnoloģiskais cikls jāveic īsā laikā, kamēr saistviela nav atdzisusi. Pēc atdzišanas sega vai tās atsevišķs slānis ļoti ātri iegūst lielu izturību.

Pēc otrā paņēmiena viss tehnoloģiskais cikls var turpināties samērā ilgu laiku. Sega vajadzīgo stiprību iegūst tikai pēc zināma laika, kas ir atkarīgs no saistvielas viskozitātes palielināšanās ātruma, kuru savukārt stipri ietekmē klimatiskie apstākļi un pārbrāucošo transportlīdzekļu radīto slodžu iedarbība.

Segu būvē lietotās organiskās saistvielas ir bitumēni un darvas.

Bitumēni var būt dabiskie, kas iegūti no zemes dzīlēm, un mākslīgie, kas iegūti, pārstrādājot dabas produktus. Mākslīgie bitumēni savukārt sadalās naftas bitumēnos un slānekļa bitumēnos.

Pēc ieguves veida un izejmateriāliem izšķir akmeņogļu, koka, kūdras un brūnogļu darvu.

Dabiskie bitumēni ir izveidojušies laika gaitā no naftas. Tie atrodas zemes dzīlēs maisījumā ar dažādiem iežiem. Dabiskos bitumēnus izmanto tīrā veidā, tos iepriekš atdalot no iežiem, vai kopā ar iežiem.

Ja dabiskā bitumēna daudzums iežos ir mazs, tos samaļ, iegūstot augstvērtīgu minerālpulveri.

Naftas bitumēnus iegūst, pārstrādājot naftu. Pēc konsistences izšķir šķīdros un viskozos naftas bitumēnus. Šķīdrie bitumēni tem-

peratūrā no -10°C līdz $+50^{\circ}\text{C}$ ir šķidri. Viskozie bitumeni, kad temperatūra ir zemāka par -20°C , ir trausli, ja temperatūra ir no -20°C līdz $+50^{\circ}\text{C}$, ir plastiski, bet, ja temperatūra ir virs $+50^{\circ}\text{C}$, tie ir šķidri.

Šķidros bitumenus iedala vairākās markās pēc viskozitātes, kas ir vienāda ar laiku (s), kādā iztek 50 cm^3 organiskās saistvielas caur noteikta diametra atveri pie noteiktas temperatūras.

Šķidriem naftas bitumeniem ir šādas markas:

ГОСТ 1972-52		ГОСТ 11955-66	
klase A	klase B	klase ЦГ	klase МГ
markas		markas	
A-1	B-1	ЦГ-15/25	МГ-15/25
A-2	B-2	ЦГ-25/40	МГ-25/40
A-3	B-3	ЦГ-40/70	МГ-40/70
A-4	B-4	ЦГ-70/130	МГ-70/130
A-5	B-5	ЦГ-130/200	МГ-130/200
A-6	B-6		

Skaitļi marku ЦГ un МГ apzīmējumā izteic viskozitāti sekundēs. Tā, piemēram, bitumena ЦГ-15/25 viskozitāte ir robežās no 15 līdz 25 sekundēm. A un ЦГ klases bitumeniem ir vidējs cietēšanas ātrums, bet B un МГ klases bitumeniem — lēns cietēšanas ātrums.

Viskozos bitumenus iedala markās pēc standartadatas iegrimes jeb penetrācijas, kas ir vienāda ar standartadatas iegrimes dziļumu bitumenā 5 s laikā pie noteiktas temperatūras, pieliekot 100 G lielu slodzi.

Viskoziem bitumeniem ir šādas markas:

ГОСТ 1544-52	ГОСТ 11954-66
БН-0	БНД-200/300
БН-I	БНД-130/200
БН-II	БНД-90/130
БН-II-Y	БНД-60/90
БН-III	БНД-40/60
БН-III-Y	

Uzlabotiem bitumeniem БН-II-Y un БН-III-Y salīdzinājumā ar bitumeniem БН-II un БН-III ir lielāks temperatūras intervāls, kurā bitumens atrodas plastiskā stāvoklī.

Skaitļi БНД bitumenu markas apzīmējumā ir vienādi ar standartadatas iegrimi, kas izteikta loka grādos.

Autoceļu būvdarbos lietojamā bitumena markas izvēle ir atkarīga no veicamā darba veida un segas izbūves tehnoloģijas.

Lietojot autoceļu būvdarbos bitumenus, tos sakarsē līdz darba temperatūrai, kas ir stingri noteikta katrai bitumena markai, jo bitumens zaudē saistes īpašības, to ilgstoši karsējot virs noteiktās darba temperatūras.

Lai palielinātu bitumena spēju pielipt pie minerālajiem materiāliem, lieto virsmas aktivās vielas un virsmas aktivatorus.

Virsmas aktivās vielas ir tādas lielmolekulārās polārās vielas, kas, nostājoties uz robežvirsmām, maina to īpašības, atrodas bitumenā un nodrošina bitumena pielipšanu pie akmens materiāliem. Ja bitumens slikti pielip pie akmens materiāliem, virsmas aktivās vielas pievieno papildus, tādējādi uzlabojot to pielipšanu. Kā virsmas aktivās vielas visbiežāk lieto dažādas taukskābes un to sāļus.

Virsmas aktivatori ir pulverveida cietas vielas, kas skābo minerālo materiālu virsmu pārvērs bāziskā virsmā. Šādas vielas ir slāpekļa pelni, pulverī saberzts dzēstais kaļķis, cements u. c.

Skābo minerālo materiālu virsmai bitumens pielip sliktāk nekā bāzisko minerālo materiālu virsmai, tāpēc bitumena pielipšanas spēju var palielināt, skābo minerālo materiālu virsmu apstrādājot ar virsmas aktivatoriem.

Slānekļa bitumenus iegūst no degakmens. Izšķir šķidros un viskozos slānekļa bitumenus.

Šķidriem slānekļa bitumeniem ir šādas markas: C-1, C-2, C-3, C-4, C-5 un C-6.

Viskoziem slānekļa bitumeniem ir šādas markas: BC-0, BC-1, BC-II un BC-III. Slānekļa bitumenus autoceļu būvdarbos lieto tāpat kā naftas bitumenus.

Akmeņogļu darvu iegūst kā blakus produktu, koksējot vai gaziificējot akmeņogles. Autoceļu būvdarbos lietojamās darvas iegūst no akmeņogļu darvas ar pārtvaicēšanu, atdalot ūdeni, kā arī vieglās un vidēji smagās eļļas.

Akmeņogļu darvām ievērojami vairāk nekā naftas bitumeniem laika gaitā mainās viskozitāte, jo izgaist vieglās un vidēji smagās eļļas un daļēji oksidējas smagās eļļas. Darvām salīdzinājumā ar naftas bitumeniem ir mazāka siltumnoturība un tās ātrāk noveco, taču darvas spēj labāk aplipināt minerālo materiālu graudiņus.

Akmeņogļu darvas kaitīgi iedarbojas uz cilvēka ādu un elpošanas orgānu gļotādu, tāpēc tās atļauts lietot autoceļu segu izbūvei apdzīvotās vietās tikai tad, ja izbūvēto segu pārklāj ar vismaz 2 cm biezu bitumena saistvielu virsmas apstrādes kārtiņu.

Akmeņogļu darvu galvenās īpašības ir viskozitāte, pēc kuras darvas iedala markās, frakcionārais sastāvs un mikstapšanas temperatūra, no kuras ir atkarīga autoceļa segas noturība karstā laikā. Akmeņogļu darvām ir astoņas markas. Darvas apzīmē ar burtu D un attiecīgu markas skaitli.

Darvai fizikāli mehāniskās īpašības uzlabo, tai pievienojot akmeņogļu piķi. Samaisot jēldarvu ar piķi, iegūst autoceļu sastādītās darvas, kuru galvenā priekšrocība ir tā, ka, mainot jēldarvas un piķa attiecību, var iegūt darvai tādas īpašības, kas vislabāk atbilst autoceļa segas būvdarbu prasībām; tāpēc šādas darvas autoceļu būvniecībā lieto plašāk nekā attīrītās darvas.

72. §. Segas virsmas apstrāde

Apstrādājot segas augšējās kārtas ar organiskajām saistvielām (galvenokārt ar bitumenu), iegūst atvieglotā tipa kapitālo melno ceļa segumu. Melnās segas salīdzinājumā ar šķembu vai grants baltajām segām ir līdzienākas, ūdensnoturīgākas, ar lielāku nestspēju, mazāku nodilumu un lielāku kalpošanas ilgumu. Bez tam melno segu noturību un ekspluatācijas īpašības palielina pareiza un noturīga zemes klātnes izbūve, augstvērtīgi segas izbūves materiāli un pareiza segas izbūves tehnoloģija.

Pēc virsmas apstrādes paņēmiena melno vai balto segu nodiluma kārtiņu izbūvē no šķembām vai grants, ko apstrādā ar saistvielām tieši uz autoceļa. Veicot virsmas apstrādi, iegūst 0,5÷4,0 cm biezu un blīvu segas garozu, kas ir stingi saistīta ar segas apakšējo kārtu. Izveidotā segas garoza iztur slodzi, kas atbilst kustības intensitātei līdz 1500 automobiļu diennakti.

Virsmas apstrādes kārtu segas nestspējas aprēķinā neņem vērā.

Virsmas apstrādi izpilda uz iepriekš izlīdzinātās un labi attīrītas segas virsmas šādos gadījumos:

a) uz pastāvošajām melnām segām — nodiluma kārtiņas atjaunošanai vai segas pastiprināšanai, lai tā varētu uzņemt lielākas kustības slodzes;

b) uz jaunbūvētām melnām segām — lai radītu izturīgu nodiluma kārtiņu un novērstu mitruma iesūkšanos segā;

c) uz pastāvošām vai jaunbūvētām melnajām segām — lai radītu lieliem kustības ātrumiem atbilstoša raupjuma segas virsmu.

Atkarībā no saistvielas izliešanas un minerālo materiālu izkliešanas kārtu skaita izšķir vienreizējo, divreizējo un trīsreizējo virsmas apstrādi. Vienreizējā virsmas apstrādē saistvielu izlej un minerālos materiālus izklie vienā paņēmienā, divreizējā apstrādē — divos paņēmienos, bet trīsreizējā apstrādē — trīs paņēmienos. Virsmas vienreizējā apstrādē izveido 0,5÷2,5 cm biezu nodiluma kārtiņu, divreizējā apstrādē — 1,0÷3,0 cm biezu nodiluma kārtiņu, bet trīsreizējā apstrādē — 2,5÷4,0 cm biezu nodiluma kārtiņu.

Virsmas apstrādes paņēmiena izvēle galvenokārt ir atkarīga no autoceļa segas konstrukcijas un tās tehniskā stāvokļa. Vienreizējo virsmas apstrādi izpilda, atjaunojot melnas segas nodilumu kārtiņu.

Divreizējo virsmas apstrādi izpilda grants vai šķembu baltām segām, tās pārbūvējot par melnām segām, kā arī grunts ceļiem, kas stabilizēti ar organiskām vai neorganiskām saistvielām, un grants vai šķembu melnajām segām, kas izbūvētas pēc samaisīšanas paņēmiena.

Trīsreizējo virsmas apstrādi lieto, pārbūvējot baltās segas, kas izbūvētas no mazāk izturīgiem grunts vai šķembu materiāliem, par melnajām segām.

Virsmas apstrādei lieto viskozos naftas bitumenus БНД-200/300 un БНД-130/200, šķidros naftas bitumenus МГ-40/70, МГ-70/130, МГ-130/200, СГ-40/70, СГ-70/130 un СГ-130/200, slānekļa bitumēnus БС-0 un БС-1, akmeņogļu darvu Д-5 un Д-6, kā arī tiešās bitumēna emulsijas.

Lēni cietējošo šķidro bitumēnu (МГ klase) un akmeņogļu darvu lietošana segas virsmas apstrādē ir ierobežota. Tā, piemēram, МГ klases bitumēnu var lietot tikai IV un V kategoriju autoceļu sega virsmas apstrādei. Darvu aizliegts lietot sega virsējās kārtas virsmas apstrādei apdzīvotās vietās; mūsu republikā praktiski to nelieto segas virsmas apstrādei.

Virsmas apstrādes minerālo materiālu izmērus izvēlas atkarībā no iegūstamās nodiluma kārtiņas biezuma. Visbiežāk lietoto šķembu vai grants frakciju izmēri, kā arī to izlietojuma normatīvi doti 60. tabulā.

60. tabula

Virsmas apstrādes minerālo materiālu un saistvielas aptuvenie izlietojuma normatīvi

Virsmas apstrāde	Nodiluma kārtiņas biezums (cm)	Izlējumu skaits un secība	Materiāli		Saistvielu izlietojums (l/m ² segas)
			frakcijas izmērs (mm)	izlietojums (m ³ /100 m ² segas)	
Vienreizēja	0,5	1	0+5	0,65	0,7÷0,8
	1,0	1	10+15	1,55	1,2÷1,3
	1,5	1	15+25	2,25	1,6÷1,8
	2,0	1	15+25	3,00	2,1+2,4
Divreizēja	2,5	1	15+25	2,25	1,6÷1,8
	3,0	1	15+25	3,00	2,1÷2,4
		2	10+15	1,85	1,4÷1,6
Trīsreizēja	3,0	1	15+25	1,80	1,3÷1,5
		2	15+25	1,80	1,3÷1,5
		3	10+15	1,20	0,9÷1,0
	4,0	1	15+25	3,00	2,1÷2,4
		2	15+25	1,70	1,2÷1,4
		3	10+15	1,50	1,1÷1,3

Saistvielu izlietojums ir atkarīgs no minerālo materiālu iežu sugas un minerālo materiālu izmēriem. Vidēji 5÷15 mm izmēra šķembu frakcijām bitumēna izlietojums ir 6,0÷6,5%, bet 15÷25 mm izmēra frakcijām 5,5÷6,0% no minerālo materiālu svara. Minerālajiem materiāliem jābūt izturīgiem. Sikšķembas pēc formas nedrīkst būt plakanas, tām jābūt tīrām, bez organiskajiem piemaisījumiem. Grants graudiņus nedrīkst pārklāt māla vai putekļu plēvītes, jo tās traucē saistvielas pielipšanu pie graudiņu virsmām.

Virsmas vienreizējās apstrādes tehnoloģiskais process sastāv no šādiem noteiktā secībā izpildāmiem darbiem:

- 1) segas bedrišu remonts vai profila izlabošana;
- 2) segas notīrīšana;

- 3) iepriekšēja saistvielas izliešana;
- 4) pamatsaistvielas izliešana;
- 5) minerālo materiālu izkļiedēšana;
- 6) minerālo materiālu ieveltņošana;
- 7) segas kopšana.

Veicot virsmas divreizējo un trīsreizējo apstrādi, pēc minerāla materiālu pirmās kārtas pieveltņošanas izbūvē otro kārtu un pēc tam trešo kārtu, iestrādājot saistvielas un minerālos materiālus atbilstoši 60. tab. noteiktajiem normatīviem.

Segas bedrišu remontu un profila labošanu veic, atjaunojot pastāvošo un jaunbūvējamo melno segu nodiluma kārtiņu, kā arī tad, ja ekspluatācijā esošo grants vai šķembu segu, izpildot virsmas apstrādi, pārbūvē par melno segu. Melnās segas profila labošanai lieto gatavu melno masu, kuras sastāvs ir radniecīgs labojamās segas sastāvam. Baltās segas uzķirko un profilu izlīdzina ar esošām šķembām vai iestrādājot jaunas šķembas.

Segas virsma jānotīra no dubļiem un putekļiem, kā arī no dažādām organiskajām vielām, kas traucē saistvielas pielipšanu pie segas. Tirot segas virsmu, jānovāc visi vaļējie materiāli, kas atrodas uz segas virsmas. Segu tīra ar speciālām ceļa sukām. Pēc attīrīšanas segai jābūt līdzenai, ar pareizu šķērsprofilu. Segas virsma nedrīkst būt mitra, jo tad, mitriem oļiem vai šķembām saskaroties ar karsto bitumenu, rodas tvaiki, kas traucē bitumena pielipšanu un sagrauj bitumena plēvīti.

Iepriekšējo saistvielu izlej, ja virsmas apstrādes kārtiņu izbūvē uz esošām šķembu vai grants segām, kas grūti notīrāmas. Izlējuma uzdevums ir iepriekš aplipināt ar bitumena plēvītēm segas virsmas putekļainos materiālus, lai pie tiem labi pieliptu virsmas apstrādes saistviela. Iepriekšējam izlījumam lieto zemas viskozitātes šķidrās saistvielas, piemēram, bitumenus ЦГ-15/25, ЦГ-25/40 un МГ-25/40, darvu Д-1, Д-2 vai attiecīgas emulsijas. Saistvielu izlej ar autogudronatoriem 0,7÷0,8 l uz 1 m² segas. Iepriekšējās saistvielas izliešana jāveic 2÷3 dienas pirms virsmas apstrādes.

Pamatsaistviela jāizlej sausā laikā uz pilnīgi sagatavotas segas, kad iepriekšējā izlējuma saistviela ir labi iesūkusies. Saistviela jāizlej ar autogudronatoriem vienmērīgi pa segas virsmu tās visā platumā vai pusplatumā. Pirmo paņēmieni lieto, ja izbūvējamo autoceļa posmu uz laiku var slēgt satiksmei un ja būvorganizācijas rīcībā ir pietiekamas jaudas mehānismi minerālo materiālu ātrai izkļiedēšanai. Ja segu apstrādā pusplatumā, transportlīdzekļu kustību novirza pa segas neapstrādāto pusi. Vienā paņēmienā apstrādājamā posma garums atkarībā no gudronatora tilpuma ir 250÷500 m.

Virsmas apstrādē izlietās saistvielas kārtiņai jābūt plānai un vienmērīgi jāpārklāj segas visa virsma. Izlejot saistvielas, jāraugās, lai darbotos visas autogudronatora sprauslas un lai nepaliktu svītras, kas nav pārklātas ar saistvielu. Atsevišķās vietās

saistvielu nedrīkst noliet arī vairāk, jo tad radīsies segas sabiezējums un sega vairs nebūs līdzena. It īpaša vērība jāvelti salaiduma vietām, kur, gudronatoram uzsākot kustību, parasti nolīst vairāk saistvielas.

Minerālos materiālus izkliedē tūlīt pēc saistvielas izliešanas, kamēr tā nav atdzisusi. Šķembas izkliedē ar izkliedētājiem Д-336, kurus piekabina pie pašizgāzējiem automobiļiem. Materiālu izkliedē, braucot ar automobili atpakaļgaitā pa uzbērtām šķembām. Izklie-dējot minerālos materiālus, jāraugās, lai nepaliktu nepārklātas vietas. Tās nekavējoties jāizlabo, izbārstot materiālus ar lāpstām. Vietās, kur materiāls ir nobērts par daudz, tas jāizlīdzina ar slotām vai ceļa sukām.

Minerālo materiālu ieveltņošana jāsāk nekavējoties, kamēr bitumens nav sastindzis. Veltņošanai lieto vieglos motorvalčū veltņus, kuru svars ir 6÷8 t. Veltņot sāk no segas malām. Sega ir gatava pēc 4÷6 veltņošanas kārtām.

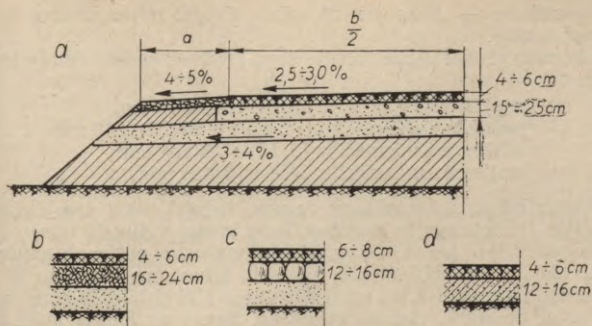
Segas kopšanas periodā transportlīdzekļu kustību pa izbūvēto segas nodiluma kārtiņu atklāj tūlīt pēc šķembiņu ieveltņošanas. Segas galīgā izveidošanās notiek ekspluatācijas pirmajā laikā. Segas veidošanās process atkarībā no gaisa temperatūras ilgst 10÷15 dienas. Šajā laikā transportlīdzekļu kustība jāregulē vienmērīgi pa segas visu platumu. Pirmajās dienās pēc kustības atklāšanas daļa šķembu tiek nosviesta uz segas malām, tādējādi rodas kailas vietas un saistvielas izvīdumi; tāpēc šajā periodā minerālie materiāli sistemātiski jāpieslauka ar ceļa sukām. Ja karstā laikā sega intensīvi svīst, tā jāpārklāj ar izsiju vai smalkas grants kārtu, kas novērš bitumena pielīšanu pie automobiļu riepiem un nodiluma kārtiņas atrašanu no segas pamata.

Melnām segām vai segas nodiluma kārtiņai, kuras izbūvētas pēc virsmas apstrādes paņēmiena, jābūt ne vien līdzēnai, bet arī pietiekami raupjai, lai nodrošinātu automobiļu riteņiem labu saisti ar ceļa segu. Segai jābūt pietiekoši raupjai arī dažādos mitruma un temperatūras apstākļos. Lai, veicot virsmas apstrādi, iegūtu raupju segu, jālieto rupjākas un pēc iespējas vienāda izmēra (15÷20 mm vai 20÷25 mm) šķembiņas. Tām jābūt ar lielu spiedes izturību, mazu nodilumu un lielu salizturību.

Salīdzinājumā ar citām melnām segām virsmas apstrādei ir zināma priekšrocība, proti, to var izbūvēt ātri, bez sarežģītām ceļu būvmašīnām, arī segas izmaksa ir lēta. Segas kalpošanas ilgums atkarībā no kustības intensitātes un materiālu kvalitātes ir 3÷8 gadi.

73. §. Piesūcinātā sega

Piesūcināto segu izveido no sablīvētas frakcionētas šķembu kārtas, kurā daļu dobumus starp šķembām aizpilda ar organiskajām saistvielām. Minerālos materiālus izkliedē 2÷3 paņēmienos. Sa-



158. att. Piesūcinātās ceļu segas konstrukcijas:

a — uz grants segas; b — uz šķembu segas; c — uz apalakmeņu bruģa; d — uz stabilizētas grunts

lidzinājumā ar virsmas apstrādi darbu operācijas izpilda pretējā secībā, proti, vispirms izkļiedē minerālos materiālus, bet pēc tam izlej saistvielu.

Lai saistviela labāk iekļūtu minerālā materiāla kārtā, veic vairākas tehnoloģiskās operācijas: saistvielu uzksē, lai darba laikā samazinātu tās viskozitāti; saistvielas izliešanas brīdī šķembu kārtu pilnīgi nenoblīvē, un pēc iespējas tai jābūt no vienāda izmēra frakcijām. Tas rada lielāku porozitāti saistvielas izliešanas laikā, un labāk veidojas sega.

Izšķir divus piesūcināto segu veidus — dziļo piesūcināšanu un atviegloto piesūcināšanu. Pēc dziļās piesūcināšanas paņēmiena segu izbūvē 6,5÷8,0 cm biezumā, bet pēc atvieglotā paņēmiena — 4,0÷6,0 cm biezumā. Piesūcināto segu konstrukcijas un to pamatu veidi parādītas 158. attēlā.

Piesūcinātās segas ieteicams apstrādāt pēc virsmas vienreizējās apstrādes paņēmiena, tādējādi palielinot segas noturību un samazinot tās nodiluma intensitāti.

Piesūcinātās segas jāizbūvē sausā laikā, kad gaisa temperatūra nav zemāka par +10°C. Rudenī darbi jāpārtrauc 15÷20 dienas pirms gaidāmās temperatūras pazemināšanās zem +10°C, tādējādi nodrošinot minimālo laiku, kāds nepieciešams, lai transportlīdzekļu kustības iedarbībā paspētu izveidoties kvalitatīva un izturīga sega.

Piesūcināto segu izbūvei galvenokārt lieto drupinātus grants vai šķembu materiālus. Maksimālie minerālo materiālu izmēri ir atkarīgi no segas biezuma. Skeleta frakcijas nedrīkst būt lielākas par 0,7÷0,8 no sablīvētas segas biezuma.

Veicot dziļo piesūcināšanu, šķembu materiālus izkļiedē trīs vai četras reizes, neskaitot virsmas apstrādi, bet, veicot atviegloto

piesūcināšanu, — divas vai trīs reizes. Tikpat reizes attiecīgi izlej arī saistvielas.

Šķembas, ko lieto piesūcināto segu izbūvei, sadala četrās frakcijās:

- rupjās frakcijās, kuru izmēri ir $40 \div 70$ mm;
- smalkās frakcijās, kuru izmēri ir $20(25) \div 40$ mm;
- ķīlišos, kuru izmēri ir $10(15) \div 20(25)$ mm;
- izsijās, kuru izmēri ir $3(5) \div 10(15)$ mm.

Atvieglināto piesūcināšanu izdara, lietojot tikai trīs šķembu frakcijas (nelieto rupjās šķembas, kuru izmēri ir $40 \div 70$ mm).

Segas dziļai piesūcināšanai lieto viskozos naftas bitumenus БНД-130/200 un БНД-90/130, slānekļa bitumenus БС-1 un БС-0, akmeņogļu darvu Д-7, kā arī tiešās vidēji ātri cietējošās emulsijas, kas satur $55 \div 60\%$ viskozo bitumenu. Sausā un karstā laikā var lietot arī lēni cietējošās emulsijas. Rudenī lietainā laikā ievērojami palielinās emulsijas lietošanas nepieciešamība.

Tehnoloģiskais process sastāv no šādām atsevišķām darbu operācijām: piesūcinātās segas pamata sagatavošana; nomaļu piebēršana; pirmās kārtas (pamatkārtas) rupjo šķembu pievešana, izliedzināšana un veltņošana; pirmā saistvielu izliešana; otrās kārtas smalko šķembu pievešana, izkļiedēšana un veltņošana; otrā saistvielu izliešana; trešās kārtas ķīlišu pievešana, izkļiedēšana un veltņošana; trešā saistvielu izliešana; ceturtās kārtas izsiju pievešana un izkļiedēšana; segas galīgā veltņošana; segas kopšana tās veidošanas laikā. Pēc tam veic virsmas apstrādi.

Piesūcināto segu izbūvei vajadzīgo minerālo materiālu un saistvielu izlietojuma normatīvi doti 61. tabulā.

61. tabula

Piesūcinātās segas izbūvei vajadzīgo minerālo materiālu un saistvielu izlietojuma normatīvi

Darbu izpildes secība	Izlietojums	
	dziļā piesūcināšana ar četrām šķembu frakcijām	atvieglotā piesūcināšana ar trim šķembu frakcijām
Pamatu sagatavošana un iepriekšējā saistvielu izliešana (l/m^2)	—	$0,5 \div 0,8$
Rupjo šķembu ($40 \div 70$ mm) izkļiedēšana ($m^3/100 m^2$)	$5,0 \div 6,0$	—
Saistvielas izliešana (l/m^2)	$3,0 \div 4,0$	—
Smalko šķembu ($20 \div 40$ mm) izkļiedēšana ($m^3/100 m^2$)	$3,0 \div 4,0$	$3,0 \div 4,5$
Saistvielas izliešana (l/m^2)	$2,5 \div 3,0$	$3,0 \div 4,0$
Ķīlišu ($10 \div 25$ mm) izkļiedēšana ($m^3/100 m^2$)	$1,0 \div 1,1$	$2,0 \div 3,0$
Saistvielas izliešana (l/m^2)	$2,0 \div 2,5$	$2,0 \div 2,5$
Izsiju ($3 \div 10$ mm) izkļiedēšana ($m^3/100 m^2$)	$0,9 \div 1,1$	$0,9 \div 1,1$

Kopējais saistvielas izlietojums, lai iegūtu piesūcināto segu 1 cm biezumā, ir 1,0÷1,2 l/m². Izbūvējot segu pēc piesūcināšanas paņēmiena, saistvielas izlietojums 1 m³ minerālā materiāla apstrādei ir lielāks, nekā veicot darbu pēc cita paņēmiena, jo daļa saistvielas tiek izlietota neracionāli, ar to aizpildot lielās poras. Tāpat netiek nodrošināta pilnīga šķembu virsmas pārklāšana ar saistvielu.

Galīgo blīvumu sega iegūst ekspluatācijas pirmajās divās nedēļās. Šajā laikā jāregulē transportlīdzekļu kustība, pieslaukot šķembiņas tāpat, kā to dara virsmas apstrādē. Ja piesūcināto segu izbūvē uz mīkstām akmens šķembām, tā tūlīt pēc virsmas apstrādes paņēmiena jānosedz ar nodiluma kārtiņu.

Būvdarbu laikā jākontrolē minerālo materiālu kvalitāte, saistvielas viskozitāte, materiālu izlietojuma pareizība, to blīvēšanās un segas blīvuma kvalitāte.

Pieļaujamās novirzes no projekta izmēriem ir šādas: pēc augstuma atzīmēm ±5 cm, pēc segas platuma ±5 cm, pēc biezuma — ne vairāk par 10%, bet pēc šķērskrituma — līdz 0,5%. Zem 3 m garas lates gaismas spraugas nedrīkst būt lielākas par 10 mm.

74. §. Grants un šķembu melno segu izbūve

Grants un šķembu melnās segas izbūvē pēc diviem paņēmieniem:

1) minerālos materiālus un saistvielas samaisot stacionārās vai pārvietojamās bāzēs;

2) minerālos materiālus un saistvielas samaisot uz izbūvējamā autoceļa.

Stacionārās un pārvietojamās bāzēs maisījumu sagatavo maisītājos, kas apgādāti ar žāvētājiem un precīzu dozēšanas iekārtu. Samaisītā minerālo materiālu un saistvielas masa ir viendabīgāka, bitumena plēvītes labāk pārklāj graudu virsmas, bet masa ir augstākas kvalitātes nekā piesūcinātām segām.

Šķembu vai grants melno segu vai pamatu izbūve sastāv no diviem atsevišķiem posmiem:

1) melnās masas sagatavošana;

2) masas iestrādāšana — segas vai pamata izbūve.

Maisītājos sagatavoto šķembu, grants vai šķembu-grants masu uz autoceļa iestrādā karstā vai aukstā stāvoklī. Karsto maisījumu sagatavošanai lieto viskozos bitumenus vai darvas, bet auksto maisījumu sagatavošanai — šķīdros bitumenus, mazāk saistīgas darvas vai bitumenu emulsijas.

Melno šķembu vai grants masa sastāv no noteikta izmēra frakcijām. Autoceļu būvdarbos lieto šādus melno šķembu vai grants sastāvus:

1) vidēji rupjgraudainos sastāvus (frakciju izmēri 25÷40 mm);

- 2) smalkgraudainos sastāvus (frakciju izmēri 15÷25 mm);
- 3) ļoti smalkgraudainos sastāvus (frakcijas izmēri 10÷15 mm);
- 4) rupjo izsiju sastāvus (frakciju izmēri 3÷10 mm).

Melno šķembu vai grants vidēji rupjgraudainos sastāvus galvenokārt lieto segu pamatu izbūvei, bet smalkgraudainos un ļoti smalkgraudainos sastāvus — skeletu noķīlēšanai. Bez tam ļoti smalkgraudainos sastāvus kopā ar izsijām lieto segu nodiluma kārtiņas izbūvei.

Stacionārās vai pārvietojamās bāzēs sakarsētos un izžāvētos minerālos materiālus dozē pēc svara. Saistvielas izlietojums ir atkarīgs no saistvielas markas, minerālo frakciju rupjuma un maisījuma sastāva.

Minerālos materiālus un saistvielu maisa, kamēr visas daļiņas ir vienmērīgi pārklātas ar saistvielas plēvītēm. Maisīšanas ilgums ir atkarīgs no maisītāju konstrukcijas un sagatavojamās masas sastāva.

Pēc samaisīšanas karstās šķembas un granti transportē uz iestrādes vietu ar pašizgāzējiem automobiļiem, bet masu, ko paredzēts iestrādāt aukstā stāvoklī, īpašās atdzesēšanas ietaisēs atdzesē līdz 30÷35 °C temperatūrai.

Šķembu vai grants maisījuma melno segu vai pamatu izbūves process sastāv no šādām operācijām:

- 1) segas pamata sagatavošana;
- 2) masas transports uz tās iestrādes vietu;
- 3) masas iestrāde;
- 4) segas sablīvēšana;
- 5) nodiluma kārtiņas izbūve virs sablīvētās segas.

Sagatavojot pamatu, no tā jānotīra netīrumi, it īpaši putekļi un dubļi. Ja pamats ir izbūvēts no mīkstas sugas minerāliem materiāliem, tas jāpiesūcina ar slānekļa eļļu vai šķidru bitumenu. Ja šķembu vai grants melno segu izbūvē uz esošās melnās segas, jāremontē bedrites, jāpielīdzina segas nelīdzenumi un jāizlīdzina segas šķērsprofils.

Šķembu vai grants melno masu no sagatavošanas bāzes uz iestrādes vietu transportē ar pašizgāzējiem automobiļiem. Auksto maisījumu transportēšanas attālums nav ierobežots, bet karsto maisījumu vešanas attālumu ierobežo temperatūras zudumi maisījuma transporta laikā. Maisījuma temperatūrai, kurš sagatavots no bitumēniem БНД-60/90 vai БНД-90/130, iestrādes vietā jābūt augstākai par 120 °C, jo pretējā gadījumā masa salīp gabalos un to nevar vienmērīgi izklīdēt. Ja masas sagatavošanai lieto mazāk viskozo bitumenu БНД-130/200, masas temperatūra iestrādes laikā nedrīkst būt zemāka par 110 °C. Materiāli, kas apstrādāti ar darvu, jāiestrādā, kamēr to temperatūra nav zemāka par 90 °C.

Melnos maisījumus gultnē ieklāj ar masas ieklājējiem. Masu no pašizgāzēja automobiļa iekrauj tieši ieklājēja bunkurā.

Izklāto šķembu vai grants masu noblīvē ar veltņiem. Karstos maisījumus veltņo ar gludiem valča veltņiem: vispirms ar viegla-

jiem veltniem, kuru svars ir 5÷8 t, bet pēc tam ar smagajiem veltniem, kuru svars ir 10÷12 t. Veltņot sāk no segas malām, pēc katra otrā gājiena pārvietojoties uz segas vidu. Iepriekš veltņotā josla jāpārsedz par $\frac{1}{3}$ no pakalējā valča platuma. Masas temperatūra veltņošanas sākumā nedrīkst būt zemāka par 70÷80 °C. Lai masa nepieliptu pie valčiem, tie jāmitrina ar ūdeni, naftu vai petroleju. Segs, kuras biezums ir 4,0÷6,0 cm, vajadzīgo blīvumu iegūst pēc 10÷12 veltņa pārgājieniem.

Aukstos maisījumus sablīvē ar pašgājēja pneimoveltniem. Segs vajadzīgo blīvumu iegūst pēc 6÷10 pārgājieniem. Ja pneimoveltni segas sablīvēšanai nav pieejami, tā jāveltņo ar parastajiem 5÷6 t smagiem motorvalču veltniem, izdarot 3÷5 pārbraucienus pa vienu vietu. Segs galīgo blīvumu iegūst ekspluatācijas laikā pēc 2÷3 nedēļām.

Segas nodiluma kārtiņu izbūvē pēc virsmas apstrādes paņēmienu no aukstā asfaltbetona, lietojot līdz 15 mm rupjas melno šķembu drumstalas.

Izbūvējot melno segu no šķembu, grants vai šķembu-grants melnā maisījuma masas, tehniskai kontrolei jāpārbauda materiālu kvalitāte, segas izbūves tehnoloģijas pareizība, sablīvēšanas kvalitāte un segas šķērsprofila ģeometrisko izmēru pareizība.

Grants vai šķembu melnās segas izbūvei, minerālos materiālus ar saistvielām sajaucot tieši uz ceļa, ir šādas īpatnības:

a) segas izbūvei var izmantot autoceļa trases apkaimes grants karjerus, netransportējot šos materiālus uz pārstrādes bāzēm;

b) minerālos materiālus segā var iebūvēt aukstā stāvoklī bez īpašas žāvēšanas un karsēšanas, kas vienkāršo segas izbūves tehnoloģiju;

c) vienkārša ir saistvielas sagatavošana, transportēšana un iestrāde; saistvielas jāsakarsē līdz 70÷100 °C temperatūrai;

d) sega nav intensīvi jāveltņo, jo tā vajadzīgo blīvumu iegūst ekspluatācijas laikā;

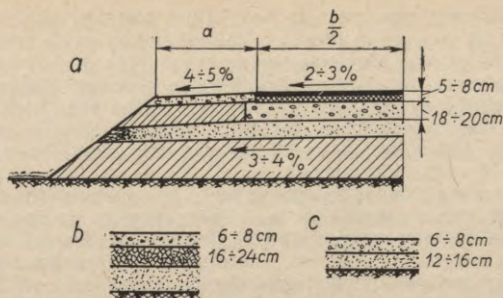
e) segas izbūvei (masas sagatavošanai, ieklāšanai un profilēšanai) var plaši lietot dažādas ceļu būvmašīnas, bet būvdarbus var organizēt pēc plūsmas metodes;

f) segas izbūve ir lēta, paņēmiens ir piemērots autoceļa segas stadiālajai izbūvei, jo šādas segas efektīvi var izmantot kā augstākā tipa segas pamatu.

Grants vai šķembu melnās segas materiālus samaisot tieši uz ceļa, galvenokārt izbūvē uz grants vai šķembu pamata vienā kārtā vai arī vairākās kārtās (159. att.). Segas biezumi īpašos gadījumos ir 12÷16 cm, bet parasti — tikai 5; 6; 7 un 8 cm. Segai jābūt ar 2,0÷3,0% lielu šķērskritumu.

Segas pamats pirms segas izbūves jāizveido ar tam vajadzīgo 3,0÷4,0% lielu šķērskritumu un jānotīra, lai segai būtu pietiekama saiste ar pamatu.

Grants melnās segas ir porainas, ar lielu ūdens uzsūkšanas spēju, tāpēc tās jāpārklāj ar blīvu virsmas nodiluma kārtiņu, kas



159. att. Grants vai šķembu melnās segas konstrukcijas:

a — sega uzbūvēta, samaisot materiālus uz grants pamata; *b* — uz šķembu pamata; *c* — uz stabilizētas grunts pamata

izveidota no šķembu melnās segkārtas vai pēc virsmas apstrādes paņēmiena.

Grants vai šķembu melno segu un pamatu izbūvei pēc paņēmiena, kad materiālus samaisa tieši uz ceļa, lieto dažādas izturības šķembas un granti. To izvēle ir atkarīga no autoceļa kategorijas, kustības intensitātes, segas konstruktīvās kārtas un virsmas apstrādes paņēmiena.

Šo segu izbūvei lietoto granti pēc rupjāko frakciju izmēriem iedala trīs grupās:

- 1) rupjgraudainie sastāvi, kam daļiņu izmēri ir līdz 35 mm;
- 2) vidēji rupjie sastāvi, kam daļiņu izmēri ir līdz 25 mm;
- 3) smalkgraudainie sastāvi, kam daļiņu izmēri ir līdz 15 mm.

Kā saistvielas lieto naftas un slānekļa bitumēnus un darvas, kuru viskozitāte ir piemērota šo saistvielu sajaukšanai uz ceļa ar minerāliem materiāliem aukstā stāvoklī, lietojot greiderus, ceļa frēzes, diska ecēšas u. c. speciālus maisītājus.

Saistvielas izvēle ir atkarīga no minerālo materiālu granulometriskā sastāva, masas samaisīšanas līdzekļiem un gaisa temperatūras.

Saistvielas izlietojums masas sagatavošanai atkarībā no minerālo materiālu sastāva ir 4,5÷6,0%. Saistvielas izlietojumu var samazināt, lietojot virsmas aktīvās vielas un samazinot minerālās masas mitrumu līdz optimālajam mitrumam.

Ja segas izbūvei lieto organiskās saistvielas — šķidros, vidēji ātri vai ātri cietējošos bitumēnus un darvas, sagatavošanas darba procesā šīs saistvielas jāsakarsē līdz noteiktai temperatūrai. To veic bitumena katlos vai bitumena bedru priekšsildītājos.

Melno segu izbūves tehnoloģiskais process, materiālus samaisot tieši uz ceļa, sastāv no šādām operācijām:

- 1) sagatavošanas darbi;
- 2) melnā maisījuma sagatavošana;
- 3) maisījuma iestrāde;
- 4) nodiluma kārtiņas izbūve;
- 5) segas kopšana.

Sagatavošanas darbos ietilpst pamata sagatavošana, minerālo materiālu pievešana un šķidrā bitumena vai darvas sagatavošana.

Segas pamatam jābūt līdzenam un arī pietiekami izturīgam. Grants un šķembu pamata šķērskrituma novirzes nav pieļaujamas lielākas par 1,0%, bet bruģiem līdz 2,0%. Pamata līdzenumu pārbauda ar 3,0 m garu latu. Ieliekumi pamata garenvirzienā nedrīkst būt lielāki par 20,0 mm, bet šķērsvirzienā — 15,0 mm. Ja novirzes ir lielākas, grants pamats jānoplānē ar autogreideri, bet šķembu vai bruģa pamats jāizlabo, iestrādājot izlīdzinošo kārtu.

Minerālos materiālus uz autoceļa izved ar pašizgāzējiem automobiļiem pirms segas izbūves sākuma vai segas izbūves laikā. Materiālus nokrauj segas malā, kur ar greideriem izveido trapecveida valnīti. Jāraugās, lai uz ceļa garuma katra metra būtu vajadzīgais materiālu daudzums, ievērojot uzirdinājuma koeficientu $k = 1,3 \div 1,4$. Materiālu daudzumu kontrolē, pārbaudot valniša lielumu ar kontrolšablonu.

Saistvielas uzksarē bitumena bāzēs un uz izbūvējamā autoceļa izved ar autogudronatoriem.

Melnā maisījuma masas sagatavošanas process ir viens no ietilpīgākajiem darbiem. Vienlaikus šis darba process ir arī viens no nozīmīgākajiem segas kvalitātes faktoriem. Jo vienmērīgāk saistviela ir sadalīta pa minerālās masas granulometriskā sastāva frakciju elementiem, jo kvalitatīvāki ir segas tehniskie rādītāji.

Minerālās masas sagatavošanas darba process sastāv no šādām operācijām:

a) minerālās masas uzlabošanas, to bagātinot ar putekļu frakciju piedevām;

b) saistvielas pieņemšanas;

c) minerālās masas sajaukšanas ar saistvielām.

Minerālo masu bagātina ar trūkstošajām putekļu frakcijām pirms saistvielas pieņemšanas. Putekļu frakcijas pieved ar pašizgāzējiem automobiļiem, nokrauj kaudzītēs vienmērīgi valniša visā garumā un pārmaisa, lai granulometriskās piedevas vienmērīgi sadalītos pa visu grants masu. Maisīšanai lieto autogreiderus, valnīti pārbīdot no ceļa segas malām uz tās vidu. Darbu veic, izdarot ar greideri 6÷8 gājienu.

Saistvielas pieņemšanai valnīti izkliedē ar greideri, veidojot segas vidū 3,6 m platu prizmu. Izkliedēšanu veic, nostādot greidera naža asmeni 90° leņķī pret autoceļa asi un to paceļot 15÷20 cm

virš segas pamata. Pēc tam no cisternas vai autogudronatora izlej saistvielas pirmo devu un veic masas iepriekšējo sajaukšanu ar saistvielu, ko izdara sešos noslēgtos greidera gājienos, pārbīdot valnīti no segas vidus uz segas malām un atpakaļ. Tad izpilda saistvielas pieņemšanas otro un trešo operāciju.

Kad visa saistvielas norma ir pieņemta, sāk minerālās masas un saistvielas galīgo sajaukšanu, ko veic, pārbīdot valnīti no segas vidus uz tās malām un atpakaļ. Maisīšanu turpina tik ilgi, kamēr grants masai ir viendabīga krāsa un masā vairs nav saistvielas piku, bet rokā saspiesta masa neatstāj saistvielas pielipumus.

Autogreideru gājienu skaits ir atkarīgs no saistvielas viskozitātes, materiālu īpašībām un gaisa temperatūras. Vidējos apstākļos masas gatavību var sasniegt pēc $60 \div 70$ greidera gājieniem.

Maisījumu iestrādā ar autogreideru, valnīti izlīdzinot uz segas abām malām. Autogreidera lāpsta nazi, veicot šo operāciju, nostāda $45 \div 60^\circ$ leņķī attiecībā pret autoceļa asi. Pēc masas noprotlēšanas jāizlabo sadurvietas, pēc auklas nogriežot segas malas, un sega jāveltņo ar pneimoveltnēm vai $6 \div 10$ t smagiem motorveltnēm. Veltņošanas laikā jāievēro vispārējie veltņošanas principi: veltņošana jāsāk no segas malām, pārsedzot joslu, kuras platums ir $\frac{1}{3}$ no veltņa iepriekšējā gājiena platuma. Veltņošana jāizdara $2 \div 6$ reizes pa vienu vietu. Ja segu izbūvē divās vai vairākās kārtās, pēc pirmās kārtas sablīvēšanas sāk otrās kārtas izbūvi, kuras tehnoloģija neatšķiras no pirmās kārtas izbūves tehnoloģijas.

Masas samaisīšanai uz ceļa var lietot arī īpašus pašgājēja maisītājus Д-370, Д-371, Д-391 u. c., ar kuriem minerālos materiālus un saistvielas samaisa vienā pārgājienā. Tādējādi nav jāveic atkārtota saistvielas izliešana un masas iepriekšējā samaisīšana. Maisītājā Д-370 minerālos materiālus padod ar iekrāvējiem. Gatavā masa pa tekni izplūst uz ceļa vai ieplūst masas ieklājēja Д-150 bunkurā, kas to izlīdzina pa segu tās pusplatumā.

Melnā sega galīgo blīvumu iegūst ekspluatācijas pirmajās $2 \div 3$ nedēļās. Šajā periodā jāregulē autotransporta kustība, to novirzot pa segas visu platumu.

Kad sega ir izveidojusies, jāizbūvē segas nodiluma kārtiņu.

75. §. Emulsiju lietošana melno segu būvē

Emulsija ir dispersa sistēma, kas sastāv no divām savstarpēji nešķīstošām šķidrām vielām, no kurām viena viela sīku pilienu veidā ir izkliedēta otrajā vielā. Lai emulsija būtu noturīga un to varētu ilgstoši uzglabāt un transportēt, tai pievieno trešo vielu — emulgatoru, kas, novietojoties uz pilienu virsmas, neļauj saplūst vielām.

Bitumena emulsijas sastāv no divām šķidrām vielām — bitumena un ūdens, kurām pievienots emulgators.

Ja minerālos materiālus apstrādā ar bitumena emulsiju, tā sadalās bitumenā un ūdenī, bitumens izveido plēvīti uz minerālo materiālu virsmas, bet ūdens iesūcas zemē vai iztvaiko.

Atkarībā no tā, cik ātri emulsija sadalās pēc saskares ar minerālo materiālu, bitumena emulsijas iedala lēni sadalošās, vidēji ātri sadalošās un ātri sadalošās emulsijās. Emulsijas sadalīšanās ātrums ir atkarīgs no lietotā emulgatora īpašībām.

Atkarībā no tā, kas ir pilienu veidā — bitumens vai ūdens, bitumena emulsijas iedala tiešās un apgrieztās emulsijās. Tiešajās emulsijās bitumens sīku pilienu veidā ir izkliedēts ūdenī, bet apgrieztajās emulsijās ūdens sīku pilienu veidā ir izkliedēts bitumenā.

Tiešās bitumena emulsijas atkarībā no bitumena daudzuma emulsijā iedala koncentrētās emulsijās (bitumena daudzums līdz 74%) un augsti koncentrētās emulsijās (bitumena daudzums vairāk par 74%). Koncentrētajās emulsijās bitumena pilieniem ir lodīšu forma, bet augsti koncentrētajās emulsijās bitumena lodītes deformējas; šajā gadījumā dispersās vides slāņa biezums starp pilieniem ir minimāls.

Bitumena emulsijas izgatavo emulsiju rūpnīcās, kas var būt pagaidu tipa, šim nolūkam piemērojot esošās bitumena bāzes vai stacionāras rūpnīcas. Tā, piemēram, pagaidu tipa ir Tukuma bitumena emulsiju rūpnīca.

Bitumena emulsijas iegūst pēc vairākiem paņēmieniem: pēc mehāniskā, akustiskā vai ķīmiskā, lietojot dažādus agregātus, piemēram, lāpstiņu maisītājus, dispergatorus, homogenizatorus, ultraskaņas iekārtas u. c. Latvijā bitumena emulsijas iegūst pēc mehāniskā paņēmiena, lietojot lāpstiņu maisītājus. Bitumena emulsiju var iegūt pie noteiktas temperatūras, tāpēc maisītājs jāsasilda ar ūdens tvaikiem. Temperatūru maisītājā kontrolē ar termopāri.

Lai varētu iegūt bitumena emulsiju, vispirms jāizstrādā emulsijas sastāvs: jānosaka, cik daudz jāņem emulgatora, ūdens un bitumena, pie kādas emulgatora ūdens šķīduma koncentrācijas jāveic emulsijas iegūšana, kādās robežās jābūt temperatūrai maisītājā. Lāpstiņu maisītājā vispirms iegūst augsti koncentrētu emulsiju, kurā bitumena daudzums ir līdz 96%, pēc tam to atšķaida līdz vajadzīgajai koncentrācijai (parasti līdz 50÷55%). Jānosaka arī ūdens daudzums, kāds vajadzīgs emulsijas atšķaidīšanai. Bitumena emulsiju aptuvenie sastāvi ir šādi.

Lēni sadalošā tiešā emulsija

naftas bitumens (markas БН vai БНД)	50%
ūdens	45,5%
emulgators (sulfīta spirta šķīdēnis)	3,5%
portlandcements М-400	1,0%

Vidēji ātri sadalošā tiešā emulsija

naftas bitumens (marka БН vai БНД)	50,0%
ūdens	47,5%
emulgators (sulfāta ziepes)	2,5%

Apgrieztā emulsija	
slānekļa bitumens (marka C-1 vai C-2)	80,0%
emulgatora ūdens šķīdums	20,0%
tajā skaitā vāramais sāls	4,0%
kodīgais nātrijs	1,0%

Lai iegūtu bitumena emulsiju, sasildītā maisītājā ievieto emulgatoru, kam pielej tādu ūdens daudzumu, kāds vajadzīgs atbilstošas koncentrācijas emulsijas iegūšanai, un ieslēdz maisītāju. Lāpstīnām ļauj izdarīt pāris apgriezīenu un tad atver bitumena krānu. Bitumena strūklai jālist tuvu pie maisītāja sienām un ar tādu ātrumu, lai bitumens nesakrātos uz emulsijas virsmas, veidojot nepārtrauktu slāni. Bitumena padeves ātrumu regulē ar izplūdes krānu. Ja emulgēšanas laikā ir paredzēts mainīt emulsijas koncentrāciju, ūdeni un bitumenu maisītājā ievada pārmaiņus. Arī ūdens padeves ātrumu var regulēt ar krānu tā, lai tas nesakrātos nepārtrauktā slānī virs emulsijas. Kad viss bitumena daudzums ir ievietots maisītājā, pēc 1÷2 min iegūst augstas koncentrācijas emulsiju. Maisīšana jāturpina tik ilgi, kamēr izzūd raksturīgais melnais bitumena spīdums. Pēc tam iegūto augsti koncentrēto emulsiju atšķaida ar ūdeni līdz 50÷55% koncentrācijai un pārskūknē uzglabāšanas tvertnēs, kas hermētiski jānoslēdz. Glabājot emulsiju vaļējā traukā, no emulsijas virsmas iztvaiko ūdens un izveidojas bitumena garoza, kuru var noņemt tikai ar roku darbu.

Emulsiju pārvadā tīri izmazgātos vai tikai emulsijas transportam paredzētos autogudronatoros.

Praktiski emulsiju lieto visu veidu ceļu būvdarbos. Visplašāk to lieto aukstā maisījuma sagatavošanai tieši uz ceļa, segas virsmas apstrādei, grunts nostiprināšanai, melno maisījumu sagatavošanai un nogāžu nostiprināšanai.

Aukstā melnā grants maisījuma sastāvu projektē laboratorijā. Vispirms nosaka optimālos grants-smilšu un minerālpulvera (pildvielas) daudzumus, pēc tam virsmas aktivatora daudzumu, kas ir atkarīgs no aktivitātes un graudu maksimālā izmēra grants-smilšu maisījumā. Aptuvenais aktivatora daudzums ir 1,0÷2,0%. Lai melnais grants maisījums labi samaisītos un būtu viegli iekļājams, ūdens daudzumam masā jābūt 8÷9%. Bitumena optimālo daudzumu, lietojot emulsijas, ņem par 15% mazāku, nekā lietojot karsto bitumenu.

Aukstā melnā grants maisījuma sastāvā ietilpst grants-smilšu maisījums — 82% un minerālpulveris (pildviela) — 10% (minerālo materiālu mitrums — 4%), virsmas aktivators (pulverī sabelzts dzēstais kaļķis) — 2% un bitumena emulsija — 6%.

Auksto melno grants maisījumu iestrādā pēc šādas tehnoloģijas: autoceļa brauktuvē izved minerālo materiālu, no kura izveido valnīti, pēc tam pievieno minerālpulveri, ja nepieciešams, materiālu samitrina un samaisa, izdarot 2÷3 gājienu ar ceļa frēzi vai 5÷10 gājienu ar greideri. Tad izkaisa aktivatoru un turpina

maisīšanu. Pēc tam valnīti daļēji izklienē un, lietojot diska frēzi, izveido vadziņas, lai izlietā emulsija nenotecētu no autoceļa brauktuves. Emulsiju izlej ar autogudronatoru vairākos paņēmienos, pa $2,5 \text{ l/m}^2$ katrā paņēmienā. Pēc katras izliešanas materiālus samaisa, izdarot $2 \div 3$ gājienus ar autogreideri. Maisīšanu turpina tik ilgi, kamēr izveidojas viendabīga pelēki brūna masa. Tas būs apmēram pēc $25 \div 40$ autogreidera gājieniem. Ja darba laikā list lietus un notiek emulsijas izskalošanās, tā jāizlej papildus.

Gatavo masu izklienē vienmērīgā kārtā brauktuves visā platumā, pēc tam to profilē un veltno ar pneimoveltniem, kam veltnošanas sākumā riepās ir $3 \div 4$ atm liels spiediens, bet veltnošanas beigās — $5 \div 6$ atm liels spiediens, veicot desmit gājienus pa vienu vietu. Pēc tam veltno ar $10 \div 12$ t smagu gluodu valču veltni, izdarot $2 \div 3$ gājienus pa vienu vietu. Lai masa nepieliptu pie valčiem, tie jāsamitrina ar $0,1\%$ emulgatora ūdens šķīdumu. Veltnošanas laikā jālikvidē visi segas defekti. Darba frontes garums, maisot materiālus tieši uz ceļa, ir $400 \div 500$ m. Transportlīdzekļu kustību var atklāt pēc 24 stundām. Vismaz desmit dienas kustības ātrums jāierobežo līdz 30 km/st , un kustība jāregulē. Pēc 40 dienām no segas jānoņem paraugizcirtumi un jāpārbauda, vai to fizikāli mehāniskās īpašības atbilst BCH 123-65 prasībām.

Grants aukstā melnā maisījuma segas, kas veidotas, lietojot emulsijas, ieteicams izbūvēt pavasarī vai vasarā, bet to virsmas apstrādi veikt vasaras otrajā pusē. Ja šādu segu izbūvē rudenī, transportlīdzekļu kustību, to attiecīgi ierobežojot un regulējot, ieteicams atklāt tikai nākamajā pavasarī.

Virsmas apstrādes tehnoloģija, lietojot emulsijas, nedaudz atšķiras no tās tehnoloģijas, pēc kuras veic virsmas apstrādi ar sakarsētu bitumenu.

Virsmas vienreizējo apstrādi ar emulsijām veic šādā secībā. No segas virsmas, lietojot mehāniskās sukas, notīra putekļus un netīrumus. Pēc tam ar mehāniskajiem šķembu izklienētājiem izklienē šķembas. Emulsiju izlej ar autogudronatoriem divos paņēmienos. Atkārtoto izliešanu veic, braucot pa svaigi izlieto emulsiju, tādējādi nosedzot ar emulsiju iepriekš nenosegtās vietas. Kad emulsija ir izlieta, jāizkaisa atlikušās šķembas, kuras pēc $1,5 \div 2,0$ st jāpieveltno ar $6 \div 8$ t smagiem valču veltniem, izdarot $3 \div 5$ pārbraucienus pa vienu vietu. Transportlīdzekļu kustību var atklāt pēc $2 \div 6$ stundām, taču pirmo 10 dienu laikā tā jāregulē, kā arī jāierobežo kustības ātrums līdz 40 km/st . Šķembas, kas transportlīdzekļu kustības slodžu iedarbībā tiek nomestas uz malām, jāuzslauka atpakaļ uz autoceļa brauktuves.

Apstrādājot segas virsmu ar emulsijām, iespējams ietaupīt līdz 20% organiskās saistvielas. Virsmas apstrādes kvalitāti mazāk ietekmē arī laika apstākļi; šādi apstrādāta virsma karstā laikā ne svīst. Ja emulsijas lieto grunts nostiprināšanai, pirms darbu izpildes sākuma jāizprojektē stabilizētās grunts sastāvs, līdzīgi, kā to darīja aukstam melnam grants maisījumam.

Grunts stabilizāciju veic pēc tādas pašas tehnoloģijas, kādu lieto, iestrādājot grants melno maisījumu. Liela uzmanība jāvelti stabilizētās grants masas mitrumam, kam jābūt aptuveni vienādam ar optimālo mitrumu, kāds nepieciešams grants standartbrietšanai.

Lietojot emulsijas, vispiemērotākās ir stabilizētās mālainās grantis un grants-smilšu maisījumi, bet mazāk piemērotas — smiltis.

Nogāžu nostiprināšanu, lietojot emulsijas, veic šādā secībā: vispirms nogāzes noplanē, bet pēc tam ar grābekļiem uzirdina grunti 1,5÷2,0 cm dziļumā un izsēj zāļu sēklas. Lai varētu emulsiju izliet pa nogāzi, jāpagarina autogudronatora saistvielas izsmidzinātājs vai tam jāpievieno gumijas caurule, kuras galā ir piemontēts skārda trijstūris ar uzliktām malām. Izsmidzinātā emulsija pēc noteikta laika sadalās, izveidojot bitumena plēvīti, kas nostiprina nogāzi un nodrošina augu sēklām labvēlīgus dīgšanas apstākļus. Nākamajos gados nogāzes nostiprināšanas funkcijas veic augu sakņu sistēma, jo bitumena plēvīte noārdās. Pirmajā gadā pēc nogāzes nostiprināšanas jāraugās, lai pa to nestaigātu un nesabojātu bitumena plēvīti.

18. nodaļa

ASFALTBETONA SEGA

76. §. Asfaltbetona segu klasifikācija un konstrukcija

Asfaltbetona segas ietilpst augstākā tipa kapitālo ceļu segu grupā. Šīm segām ir labas ekspluatācijas īpašības. Asfaltbetona segas ir līdzenas, tās neputekļo un nav trokšņainas, bet segas virsmu var izbūvēt ar dažāda raupjuma pakāpi, kas dod iespēju attīstīt lielus kustības ātrumus. Asfaltbetona sega dilst ļoti lēni (līdz 1 mm gadā), un to samērā viegli var uzturēt un remontēt. Braucot pa ceļiem ar asfaltbetona segu, mazāk bojājas autotransporta ritošais sastāvs un mazāk dilst automobiļu riepas.

Asfaltbetona segas visvairāk ir piemērotas autoceļiem, pa kuriem noris intensīva kustība, kas pārsniedz 3000 automobiļu dienakti, tāpēc galvenokārt tās izbūvē I un II kategorijas autoceļiem. Asfaltbetona segas izbūves specifiskā tehnoloģija ļauj to izbūvēt stadiāli, t. i., palielinoties kustības intensitātei, var izbūvēt biežāku segu.

Asfaltbetona segai piemīt arī vairāki trūkumi. Tā, piemēram, mitra asfaltbetona sega kļūst slidena, bet pārāk lielais segas plastiskums un tās nelielā noturība rada viļņus un nobīdes, un sega ātri kļūst nelīdzena. Ja sega ir trausla (tā cēlonis bitumena pārāk lielā viskozitāte), rodas plaisas, kas, iedarbojoties klimatiskajiem apstākļiem (plaisās ieplūst ūdens), ātri sagrauj segu.

Autoceļu būvniecībā lieto asfaltbetonu, kas noteiktā attiecībā ir sagatavots no dažāda rupjuma graudu minerālmasas un saistvielas maisījuma.

Pēc iestrādes veida izšķir veltņojamo (blīvējamo) asfaltbetonu un lieto asfaltbetonu. Veltņojamo asfaltbetonu sablīvē ar veltņiem, bet lieto asfaltbetonu nogludina ar rokas gludekļiem. Mūsu apstākļos galvenokārt lieto veltņojamo asfaltbetonu. Lieto asfaltbetonu izmanto mazapjoma darbos ietvju, parka celiņu un ražošanas telpu grīdu asfaltēšanai, kad ierobežoto gabarītu dēļ darba vietai nevar piekļūt ar veltņiem. Tomēr pēdējā laikā lieto asfaltbetonu, to iestrādājot pēc speciālas tehnoloģijas, sāk ieviest arī automaģistrāļu būvniecībā.

Lieto asfaltbetonu sagatavo $170 \div 180^\circ\text{C}$ temperatūrā, bet ieklāj, kad tā temperatūra nav zemāka par 120°C . Izšķir vidēji graudainos (minerālo daļiņu maksimālais izmērs līdz 25 mm) lietos asfaltbetonus un smalkgraudainos (minerālo daļiņu maksimālais izmērs līdz 15 mm) lietos asfaltbetonus.

Veltņojamos asfaltbetonus atkarībā no ieklāšanas temperatūras iedala karstajos, siltajos un aukstajos asfaltbetonos.

Karstos asfaltbetonus sagatavo $140 \div 170^\circ\text{C}$ temperatūrā; to ieklāšanas sākumtemperatūrai jābūt vismaz 90°C . Siltos asfaltbetonus sagatavo $110 \div 130^\circ\text{C}$ temperatūrā; to ieklāšanas sākumtemperatūrai, ja lieto šķidros bitumēnus, jābūt augstākai par 40°C ; ja lieto viskozos bitumēnus — augstākai par 50°C . Aukstos asfaltbetonus arī sagatavo $110 \div 130^\circ\text{C}$ temperatūrā, bet ieklāj, lietojot šķidro bitumēnu MF-70/130, kad tā temperatūra ir augstāka 5°C .

Karsto asfaltbetonu segas salīdzinājumā ar silto un auksto asfaltbetonu segām izveidojas ātrāk un tām ir lielāka izturība; arī transportlīdzekļu kustību pa izbūvēto segu var atklāt tūlīt pēc masas atdzišanas. Tomēr jānorāda, ka masa jāiestrādā sausā laikā tūlīt pēc sagatavošanas, kamēr tā vēl nav atdzisusi, jo pretējā gadījumā masa saveļas pikās un praktiski vairs nav iestrādājama. Tāpēc ir ierobežots arī karstā asfaltbetona transportēšanas attālums. Vasarā siltā laikā ar vaļējiem pašizgāzējiem automobiļiem masu var transportēt $60 \div 90$ km lielā attālumā. Masas transportēšanas laikā tās temperatūru ilgāku laiku var saglabāt, ja masu nosedz vai izbūvē apsildāmas pašizgāzēju kravas platformas, šim nolūkam izmantojot automobiļa motora atgāzes.

Auksto asfaltbetonu var sagatavot un uzkrāt pirms būvsezonas sākuma. Trūkums ir tas, ka segai tūlīt pēc asfaltbetona iestrādes nav liela nestspēja, bet tā palielinās pakāpeniski, palielinoties ekspluatācijas slodzei. Šāda veida segu ieteicams izbūvēt būvsezonas pirmajā pusē, lai tā veidotos siltā laika periodā. Kustības apstākļu uzlabošanai segu pārklāj ar virsmas apstrādes kārtiņu.

Siltajiem asfaltbetoniem salīdzinājumā ar karstajiem un aukstajiem asfaltbetoniem daļēji piemīt gan vienu, gan arī otru īpašības. Masa jāiestrādā tūlīt pēc sagatavošanas.

Pēc lietojamo minerālo materiālu veida asfaltbetonus iedala četrās grupās:

1) rupjgraudainos (bindera) asfaltbetonos, kam daļiņu izmērs ir līdz 40 mm;

2) vidēji graudainos asfaltbetonos, kam daļiņu izmērs ir līdz 25 mm;

3) smalkgraudainos asfaltbetonos, kam daļiņu izmērs ir līdz 15 mm;

4) smilts un grunts asfaltbetonos, kam rupjāko frakciju izmērs ir līdz 5 mm.

Rupjgraudaino asfaltbetonu galvenokārt lieto segas apakšējās kārtas izbūvei, bet vidēji graudaino un smalkgraudaino asfaltbetonu — segas virsējās kārtas izbūvei. Smilts asfaltbetonu parasti iekļāj ietvēs, velosipēdistu celiņos un automobiļu stāvvietās, kā arī autoceļos, pa kuriem nenoris intensīva kustība.

Pēc minerālo materiālu sastāva blīvuma asfaltbetonus iedala divās grupās:

1) blīvos asfaltbetonos, kam paliekošo poru tilpums ir mazāks par $3 \div 5\%$;

2) porainos asfaltbetonos, kam paliekošo poru tilpums ir lielāks par $5 \div 10\%$.

Blīvos asfaltbetonus lieto segas virsējās kārtas izbūvei, bet porainos asfaltbetonus — segas apakšējo kārtu izbūvei.

Blīvā asfaltbetona sastāvā ietilpst ne vien šķembas, grants, smilts un bitumens, bet arī minerālpulveris (pildviela). Porainā asfaltbetonā nav pildvielas vai arī tā ir nelielā daudzumā.

Pēc šķembu satura asfaltbetonu (ГОСТ 9128-67) iedala piecās grupās, kuras apzīmē ar krievu alfabēta lielajiem burtiem;

A — daudzšķembota asfaltbetona masa (šķembu saturs $50 \div 65\%$);

B — vidēji šķembota asfaltbetona masa (šķembu saturs $35 \div 50\%$);

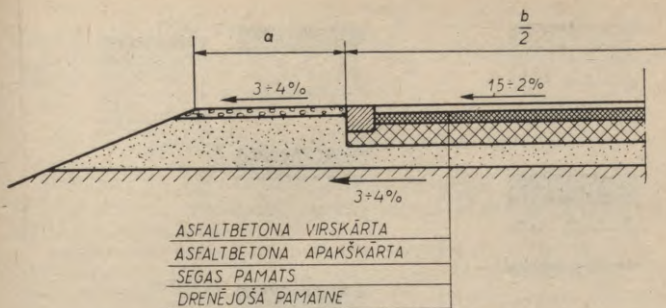
B — mazšķembota asfaltbetona masa (šķembu saturs $20 \div 35\%$);

Г — smilts asfaltbetona masa (daļiņu saturs, kuru lielums pārsniedz 1,25 mm, — vairāk par 33%);

Д — smilts asfaltbetona masa (daļiņu saturs, kuru lielums pārsniedz 1,25 mm, — $14 \div 33\%$).

No A tipa asfaltbetona masas izbūvētai segai ir raupja virsma. Lai iegūtu arī attiecīgu raupjumu segas virsmai, kura izbūvēta no B un Г tipa asfaltbetona masas, dabīgās smilts vietā jālieto drupinātā smilts.

Valsts standarts ГОСТ 9128-67 asfaltbetona masu, ko lieto segas virskārtas vai vienkārtas segas izbūvei, atkarībā no minerālo izejmateriālu kvalitātes iedala divās markās; I un II kategorijas autoceļu segas izbūvē no I markas asfaltbetona masas.



160. att. Asfaltbetona segas šķēršprofilis

Asfaltbetona segas konstrukcija ir atkarīga no autoceļa tehniskās kategorijas, kustības intensitātes un rakstura, vietējiem klimatiskajiem apstākļiem un vietējo būvmateriālu resursiem. Segas konstruktīvo kārtu biežumu aprēķina pēc nestingo segu aprēķina metodes (160. att.).

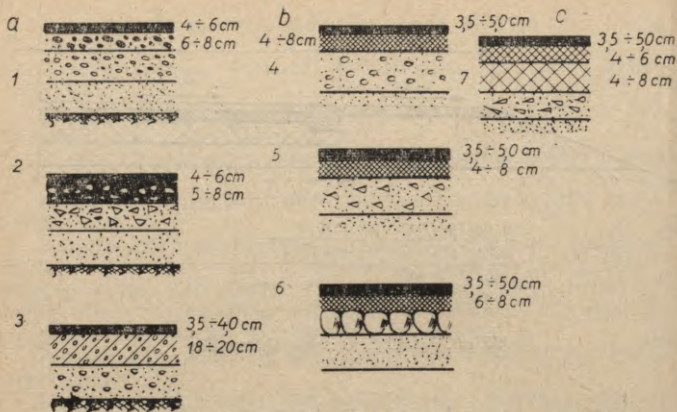
Asfaltbetona segas izbūvē ar 1,5÷2,0% lielu šķērskritumu; atsevišķos gadījumos, piemēram, vienaspusīga šķērskrituma līknēs, atbilstoši projektēšanas gaitā izdarītajiem aprēķiniem, tas var būt arī lielāks. Segai un tās pamatam jābūt ar vienādu kritumu. Ja pamatam ir lielāks šķērskritums, piemēram, kapitālā remonta gadījumos, kad par segas pamatu izmanto esošo segu, tas jāsamazina līdz projektā noteiktajam lielumam, iepriekš ieklājot mainīga biezuma starpkārtu.

Asfaltbetona segas izbūvē autoceļiem, kam maksimālais garenkritums ir līdz 60%. Ja garenkritums ir lielāks par 40%, jāveic pasākumi segas raupjuma palielināšanai.

Asfaltbetona seguma stiprība galvenokārt ir atkarīga no pamata izbūves kvalitātes. Tam jābūt stingram un jānovērš jebkura iespēja pārbīdīties segai. Liela uzmanība jāvelti pamata līdzenumam kā garenprofilā, tā arī šķēršprofilā. Jo līdzīgāks ir pamats, jo kvalitatīvāka būs izbūvētā asfaltbetona sega.

Pamatu salīdzinājumā ar segu parasti izbūvē uz katru pusi par 0,5 m platāku. I un II kategorijas autoceļiem šāds paplašinājums ir jau paredzēts izbūves projektā kā konstruktīvs elements.

Asfaltbetona segas malas, lai tās neaplauztu automobiļu riteņi, vēlams nostiprināt ar betona apmalēm. Augstāko kategoriju autoceļiem nomales nostiprina ar grants, šķembu vai smilts melnā asfaltbetona segumu. Betona apmalēm salīdzinājumā ar segu jābūt gaišākā krāsā, lai uzlabotu kustības drošību naktī. Apmalī var izveidot no saliekamām betona plātnēm vai monolīta betona.



161. att. Asfaltbetona segu konstrukcijas:

a — asfaltbetona segas vienā kārtā; 1 — uz grants melnās segas; 2 — uz piesūcinātas segas; 3 — uz cementbetona segas; *b* — asfaltbetona sega divās kārtās; 4 — uz grants pamata; 5 — uz šķembu pamata; 6 — uz bruģa; *c* — asfaltbetona sega trijās kārtās; 7 — uz šķembu pamata

Apmales virskārtas izbūvei var lietot balto cementu. Ja apmali vispār neizbūvē, tad gaišākā krāsā jābūt ceļa nomales nostiprinājumam, kas jāizbūvē no gaišākas krāsas akmens materiāliem.

Asfaltbetona sega izbūvē vienā, divās vai trijās kārtās. Vienā kārtā izbūvē 40÷60 mm biezu sega uz cementbetona pamata vai uz agrāk izbūvētās grants un šķembu melnās segas. Parasti šādā veidā veic asfaltbetona segas autoceļa vidējo remontu, kad esošajai segai uzklāj jaunu nodiluma kārtu. Taču to var darīt tikai tad, ja esošā sega nav deformējusies vai saplaisājusi un tai ir pietiekama nestspēja. Jāievēro, ka, uzklājot līdz 60 mm biezu nodiluma kārtu uz saplaisājušās asfaltbetona segas, pēc neilga laika plaisas transformējas cauri uzklātai nodiluma kārtai un atjaunotā sega ātri sabojājas. Šādā gadījumā sega jāizbūvē divās kārtās. Divās kārtās sega jāizbūvē arī tajos gadījumos, kad segas aprēķina biezums ir lielāks par 60 mm un sega izbūvē uz grants, šķembu vai bruģa pamata. Šajos gadījumos virskārtas biezums parasti ir 35÷50 mm, bet apakšējās kārtas biezums — 40÷80 mm. Segas virskārtu izbūvē no blīvā asfaltbetona, bet apakšējo kārtu no porainā asfaltbetona. Pēdējā laikā, it īpaši izbūvējot automaģistrāles, sega iekļāj trijās kārtās. So paņēmieni plaši arī lieto, veicot automaģistrāļu asfaltbetona segas kapitālo remontu. Šādā gadījumā apakšējā kārtā kalpo kā izlīdzinošā kārtā, kas likvidē šķērsprofila un garenprofila vietējos defektus.

Smilts asfaltbetonu uz ietvēm, nomalēm, stāvlaukumiem un citās vietās ieklāj 25÷40 mm biezumā.

Raksturīgākie asfaltbetona segas pamatu konstrukciju veidi parādīti 161. attēlā.

77. §. Asfaltbetona masas sagatavošana un iestrāde

Asfaltbetona segas izbūves process sastāv no šādām galvenajām operācijām: asfaltbetona masas sagatavošana, tās transports, ieklāšana un sablīvēšana.

Asfaltbetona masu sagatavo stacionārās vai pārvietojamās asfaltbetona bāzēs vai rūpnīcās. Stacionārās bāzes iekārto ilgākam darba periodam pilsētas vai piepilsētas ceļa tīkla izbūvei, bet pārvietojamās bāzes iekārto konkrētas automaģistrāles izbūvei. Pārvietojamās bāzes darbības ilgums vienā vietā ir 1÷2 gadi. Pēc tam bāzi pārvieto, to tuvinot būvdarbu vietai. Pārvietošanas attālums ir atkarīgs ne vien no asfaltbetona masas iespējamā transportēšanas attāluma, bet arī no dzelzceļa staciju un vietējo būvmateriālu izvietojuma. Izvēloties vietu pārvietojamai bāzei, jāvadās pēc tehniskajiem un ekonomiskajiem apsvērumiem.

Asfaltbetona bāzes iekārta sastāv no bitumena saimniecības, masas sagatavošanas ceha ar asfaltbetona maisītājiem un materiālu transportieriem, noliktavu saimniecības, tvaika un enerģijas saimniecības, laboratorijas, mehāniskās darbnīcas, bāzes kantora un strādnieku atpūtas telpām.

Asfaltbetona masu sagatavo speciālos brīvās vai piespiedu darbības maisītājos.

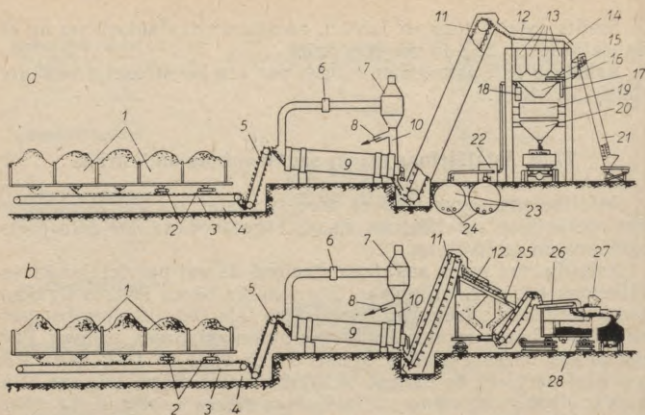
Pēc darbības principa asfaltbetona maisītājus iedala vairākās grupās.

1. Cikliskās un nepārtrauktās darbības maisītāji. Cikliskās darbības maisītāji sagatavo noteiktu masas porciju, bet nepārtrauktās darbības maisītāji dod gatavo masu nepārtraukti. Cikliskās un nepārtrauktās darbības asfaltbetona maisītāju tehnoloģiskās shēmas sniegtas 162. attēlā.

2. Piespiedu un brīvās darbības mašīnas-maisītāji. Pirmajā gadījumā masu sajauc lāpstiņu maisītājos, bet otrajā gadījumā — rotējošā cilindrā.

3. Pēc minerālo materiālu žāvēšanas veida izšķir maisītājus ar tiešās vai pretējās plūsmas žāvēšanas iekārtu. Tiešās plūsmas iekārtā minerālie materiāli un karstā gāze pārvietojas vienā virzienā, bet pretējās plūsmas žāvēšanas iekārtās karstās gāzes plūsmai un minerālo materiālu plūsmai ir pretēji virzieni. Labāki rezultāti darbā ir pretējās plūsmas žāvētājiem.

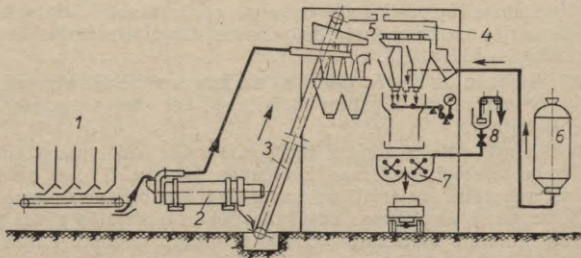
4. Pēc agregātu izvietojuma asfaltbetona maisītājus iedala maisītājos ar horizontālo vai partera tipa izvietojumu, maisītājos ar vertikālo izvietojumu un maisītājos ar kombinēto izvietojumu.



162. att. Asfaltbetona maisītāji:

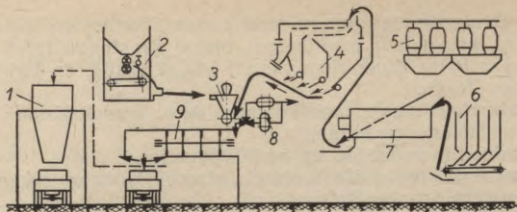
a — cikliskās darbības maisītāja iekārta; *b* — nepārtrauktas darbības maisītāja iekārta; 1 — minerālo materiālu noliktava; 2 — automātiskie barotāji; 3 — transportlenta; 4 — tunelis; 5 — aukstais elevators; 6 — ventilators; 7 — putekļu ciklons; 8 — putekļu izvads; 9 — žāvēšanas cilindrs; 10 — putekļu padeve karstā elevatorā; 11 — karstais elevators; 12 — sieti; 13 — karsto materiālu bunkurs; 14 — rupjo materiālu padeve uz drupinātāju; 15 — gliemeža padevējs; 16 — bunkurs; 17 — minerālo materiālu svāri; 18 — bitumena svāri; 19 — maisītājs; 20 — gatavās masas bunkurs; 21 — pildvielu elevators; 22 — sūknis; 23 — bitumena cisterna; 24 — tvaika radiatori; 25 — minerālo materiālu šķirotājs; 26 — lāpstīņu maisītājs; 27 — minerālpulvera barotājs; 28 — bitumena katls

Ja maisītāja agregāti ir izvietoti vertikāli (163. att.), šķembas un smilti paceļ ar transportieriem noteiktā augstumā vienu reizi, bet pēc tam paceltie materiāli pakāpeniski pārvietojas uz leju bez enerģijas papildu izlietojuma.



163. att. Asfaltbetona maisītāju vertikālais izvietojums:

1 — minerālo materiālu noliktava un barotājs; 2 — žāvēšanas cilindrs; 3 — karstais elevators; 4 — minerālo materiālu šķirošana un padeve; 5 — putekļu ciklons; 6 — minerālpulvera noliktava; 7 — maisītājs; 8 — bitumena padeve



164. att. Asfaltbetona maisītāju horizontālais izvietojums:

1 — gatavās masas uzkrāšanas bunkurs; 2 — minerālpulvera noliktava; 3 — minerālpulvera barotājs; 4 — minerālo materiālu šķirošana un paveve; 5 — putekļu ciklons; 6 — minerālo materiālu noliktava un barotāji; 7 — žāvēšanas cilindrs; 8 — bitumena paveve; 9 — maisītājs

Maisītāja agregātu horizontālā izvietojuma gadījumā (164. att.) šķembas un smilti paceļ uz augšu vairākas reizes, tāpēc lielāks ir arī materiālu pacelšanas summārais augstums, vajadzīgs vairāk iekārtu un enerģijas, bet mazāks — montāžas un demontāžas darbu apjoms, kas ir it īpaši izdevīgi, ierīkojot pārvietojamās asfaltbetona bāzes.

Latvijā asfaltbetona masas sagatavošanai lieto asfaltbetona maisītājus Д-225, Д-325, Г-1М un Д-597. Pēdējā laikā, ieviešot tālvadības principu, ir daudz paveikts atsevišķu darba operāciju tālākā mehanizācijā un visa darba kompleksa automatizācijā.

Jaunāko marku asfaltbetona maisītāju galvenie parametri doti 62. tabulā.

62. tabula

Asfaltbetona maisītāju galvenie parametri

Marka	Ražīgums (t/st)	Maisītāja tilpums (kg)	Maisītāja darbības princips
Д-508-1	25	750	Cikliskās darbības
Д-508-3	25	850	Nepārtrauktās darbības
Д-617-1	50	1500	Cikliskās darbības
Д-617-3	50	1700	Nepārtrauktās darbības
Д-645-3	100	3400	Nepārtrauktās darbības
Д-597А	20÷25	600	Cikliskās darbības
Д-709	100	3400	Nepārtrauktās darbības

Lai labāk varētu organizēt asfaltbetona bāzes darbu gadījumā, kad trūkst vajadzīgais pašizgāzēju automobiļu skaits gatavās masas tūlītējam transportam vai arī pašizgāzēji automobiļi bāzē ierodas neritmiski, ir lietderīgi izbūvēt masas uzkrāšanas bunkurus, kuru kopējais tilpums var būt vienāds ar maisītāja ražīgumu vienā

maiņā. Bunkurus izgatavo no metāla, tiem izveidojot siltumizolācijas slāni, kas neļauj asfaltbetona masai 24 stundu laikā atdzist vairāk par 10 °C. Bunkuriem var arī ierīkot apsildi ar degvielu vai elektrisko strāvu.

Asfaltbetona masas sagatavošanas darba tehnoloģiskais process sastāv no šādām operācijām:

- 1) minerālo materiālu iepriekšējā šķirošana;
- 2) minerālo materiālu žāvēšana, atputekļošana un sakarsēšana;
- 3) minerālo materiālu dozēšana;
- 4) bitumena sagatavošana;
- 5) bitumena dozēšana;
- 6) minerālpulvera (pildvielas) dozēšana;
- 7) minerālo materiālu samaisīšana ar saistvielām un pildvielām;
- 8) gatavās masas iekraušana transportlīdzekļos.

Masas sagatavošanas darba visi procesi jāizpilda rūpīgi, jo no tā ir stipri atkarīga asfaltbetona kvalitāte.

Žāvēšanas cilindrā minerālos materiālus sakarsē un žāvē 160 ÷ 180 °C temperatūrā. Ja maisīšanas kamerā asfaltbetona masai pievieno nesakarsētu minerālpulveri, minerālie materiāli jāsakarsē 200 ÷ 210 °C temperatūrai.

Materiālus dozē pēc svara vai tilpuma. Maisītājā vispirms samaisa sausus minerālos materiālus ar minerālpulveri 10 ÷ 20 s, bet pēc tam pievada līdz 150 ÷ 180 °C sakarsētu bitumenu un turpina maisīšanu. Kopējais maisīšanas ilgums viena maisījuma sagatavošanai, ieskaitot maisīšanas kameras iztukšošanu, apmēram ir 3 min. Asfaltbetona gatavā masa tiek iekrauta transportlīdzekļos vai uzkrāšanas bunkuros.

Samaisītā asfaltbetona gatavās masas temperatūrai jābūt 140 ÷ 180 °C, bet, ja gaisa temperatūra ir zemāka par 10 °C, asfaltbetona masas temperatūrai jābūt augstākai par 160 °C.

Asfaltbetona masas maisītāju, kā arī pārējās tehnoloģiskās iekārtas un citas palīgiekārtas vajadzīgais daudzums ir atkarīgs no asfaltbetona masas plānotā izlietojuma būvniecības vienā sezonā. Ja asfaltbetona bāze apgādā viena autoceļa būvi, asfaltbetona masas daudzumu nosaka atbilstoši plānā paredzētam ceļa garumam, kāds jāpabeidz attiecīgajā būvsezonā. Parasti, kā tas novērojams praksē, viena asfaltbetona bāze apgādā ar asfaltbetonu vairākus objektus viena rajona robežās. Šādā gadījumā bāzes ražīgumam jābūt tādā, lai varētu nodrošināt visu šo objektu izbūvei vajadzīgā asfaltbetona masas daudzuma sagatavošanu. Asfaltbetona maisītāju skaits

$$n = \frac{R_g}{R_m},$$

bet asfaltbetona maisītāja ražīgums gadā (sezonā)

$$R_m = T_{sez} \cdot r_m \cdot T_m \cdot R_{st} [t/gadā],$$

- kur R_g — plānotais (nepieciešamais) gada (sezonas) asfaltbetona masas daudzums (t);
 T_{sez} — darba dienu skaits gadā (sezonā);
 n_m — maiņu skaits diennaktī;
 T_m — stundu skaits maiņā;
 R_{at} — asfaltbetona maisītāja ražīgums (t/st).

Nosakot vajadzīgo maisītāju skaitu, jāņem vērā to ražīguma izmaiņas sezonas laikā un agregātu profilaktiskajam remontam nepieciešamais dienu (maiņu) skaits. Asfaltbetona maisītāja ražīgums ir atkarīgs arī no minerālo materiālu mitruma. Tā, piemēram, materiāls, kas atrodas atklātās krautnēs, ir mitrāks un tāpēc tā sasildīšanai žāvēšanas cilindrā vajadzīgs vairāk laika. Asfaltbetona bāze nestrādā arī lietainā laikā, jo būvobjektā nevar organizēt masas ieklāšanu. Parasti šādās lietainās dienās veic maisītāju un visu pārējo agregātu profilaktisko remontu.

Latvijā asfaltbetona maisītāja Д-597 vidējais ražīgums sezonā ir 30÷40 tūkst. t asfaltbetona masas.

Vienā asfaltbetona bāzē ir lietderīgi uzstādīt vismaz divus maisītājus, tādējādi gūstot šādas priekšrocības:

1) vienlaicīgi var izgatavot divu veidu asfaltbetona masu — segas apakškārtai un virskārtai;

2) gadījumā, ja kādu tehnisku iemeslu dēļ kaut vai uz neilgu laiku jāapstādina viens agregāts, bāzes darbs netiek pārtraukts un nerodas transportlīdzekļu dikstāves.

Sagatavojot asfaltbetona masu, jākontrolē minerālo materiālu kvalitāte, minerālo materiālu un saistvielas dozēšanas pareizība, masas sagatavošanas temperatūras režīms, maisīšanas ilgums un asfaltbetona kvalitāte, ko noteic, izgatavojot kontrolparaugus.

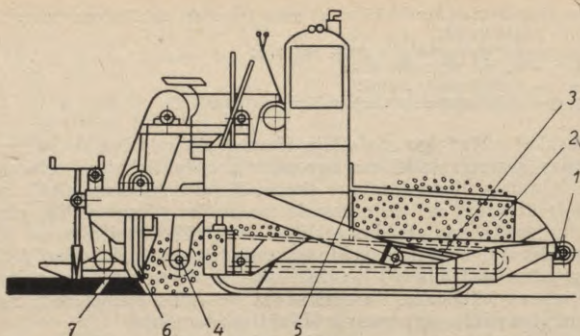
Šķembām jāpārbauda granulometriskais sastāvs. To veic vienu reizi dienā. Asfaltbetona kontrolparaugi jāizgatavo, ja bāze saņem šķembu jaunu sūtījumu.

Smilts granulometriskais sastāvs jāpārbauda vismaz vienu reizi dienā, kā arī tad, ja ir aizdomas, ka tas ir atšķirīgs. Sistemātiski jākontrolē māla saturs smiltī.

Katrai minerālpulvera partijai jāpārbauda granulometriskais sastāvs, mitruma saturs, porainība un hidrofilitāte.

Saņemot jaunu bitumena partiju, jāpārbauda tās atbilstība Valsts standartam.

Minerālmasas maisījuma sastāvs jāpārbauda vienu reizi maiņā. Granulometrisko sastāvu rupjgraudainam asfaltbetonam kontrolē, sijājot caur 35, 25, 15 un 5 mm sietiem, vidēji rupjgraudainam asfaltbetonam, — sijājot caur 25, 15 un 5 mm sietiem, bet smalkgraudainam asfaltbetonam, — sijājot caur 15 un 5 mm sietiem. Grunts un smilts granulometrisko sastāvu pārbauda, sijājot caur 1; 0,5; 0,25; 0,15 un 0,074 mm sietiem. Sastāva nelielas novirzes izlabo, izdarot attiecīgu korektūru, bet, ja sastāva atšķirība ir liela, jāprojektē jauns granulometriskais sastāvs.



165. att. Asfaltbetona ieklājējs ДС-1 (Д-150Б):

1 — aizsargveltnīši; 2 — masas iekraušanas bunkurs; 3 — ķēžu barotāji; 4 — masas sadalītājs; 5 — masas padeves regulētājs; 6 — bļietēšanas brusa; 7 — glu-
dinātājs

Dozēšanas pareizība un materiālu mitrums jāpārbauda vismaz vienu reizi dienā.

Temperatūras režīms jākontrolē nepārtraukti, pārbaudot temperatūru žāvēšanas kamerā un bitumena katlos, kā arī gatavās masas temperatūru pēc masas samaisīšanas.

Divas reizes dienā no katra maisītāja jānoņem kontrolparaugi masas kvalitātes pārbaudei.

Gatavo asfaltbetona masu no bāzes uz iestrādes vietu transportē ar pašizgāzējiem automobiļiem. Lai masa nepieliptu pie automobiļa kravas platformas sienām un grīdas, tās viegli jāieziež ar naftu vai mazutu. Ja gaisa temperatūra ir zemāka par $+10^{\circ}\text{C}$ vai liels ir vešanas attālums, automobiļa kravas platforma jānosedz ar brezentu, dēļu klāju vai dažādiem pītiem klājiem. Darba vietā masu no pašizgāzējiem automobiļiem jāizgāž tieši asfalta ieklājējos.

Pirms asfaltbetona masas noklāšanas rūpīgi jāsaģatavo segas pamats. Tam jābūt pietiekami sablīvētam, virsmai līdzenai un atīrītai no netīrumiem un putekļiem. Lai sega labāk saistītos ar pamatu, ieteicams pamatu apstrādāt ar šķidrām saistvielām — bitumeniem vai emulsijām, izlejot $0,5\text{--}0,8\text{ l}$ saistvielas uz 1 m^2 segas. Ja asfaltbetonu ieklāj ar rokām, segas malā jānostiprina koka brušas, kuru biezums ir vienāds ar asfaltbetona segas biezumu. Zemes klātnes blīvuma koeficients nedrīkst būt mazāks par $0,98$. Asfaltbetona segas jāizbūvē uz nesasalūša pamata, kad gaisa temperatūra nav zemāka par $+5^{\circ}\text{C}$. Pamatam jābūt sausam, tāpēc mitrs pamats iepriekš jānožāvē ar žāvēšanas mašīnām.

Asfaltbetona masu ieklāj ar masas ieklājēju ДС-1 (Д-150Б), kura darba shēma dota 165. attēlā. Tā darba iekārtas komplektā ir

masas pieņemšanas bunkurs, lāpstiņu barotājs un masas sadalīšanas gliemežspirāle. Pie sadalītāja izliektā rāmja ir piestiprinātas blietēšanas un gludināšanas brusas. Ar šādu darba iekārtu masas ieklājēji veic asfaltbetona noklāšanu 3,50÷3,75 m platā joslā, masas izlīdzināšanu projektētā segas biezumā, masas daļēju sablīvēšanu un nolīdzināšanu, izveidojot segai vajadzīgo šķerskritumu. Ar ieklājēju var izbūvēt 1,5÷15 cm biezu asfaltbetona segu. Tā darba ražīgums ir 100 t/st.

Masas noklāšanas laikā ieklājēji virzās gar segas malu un noklāj masu līdz autoceļa nomalei. Ja segu ierobežo apmale, ieklājējs pārvietojas apmēram 10 cm attālumā no segas malas. Atstāto spraugu aizpilda asfaltējāji ar lāpstām.

Darba laikā jāraugās, lai masa nepaliktu ieklājēja bunkurā un nesastingtu, jo šāda masa veido pikas, ko nevar iestrādāt autoceļa segā. It īpaši liela uzmanība jāpievērš asfaltbetona sleju garenšuvju izveidošanas pareizībai. Lai iegūtu blīvu saduršuvi, iepriekš izbūvētā asfaltbetona slejas mala jāpārklāj ar karsto asfaltbetona masu, jāatkausē un monolīti jāsablvē.

Noklāto masu galīgi sablvē ar valču vai vibrācijas veltņiem. Sablīvēšanu sāk, kad masas temperatūra ir pazeminājusies līdz 130 °C. Vēsā laikā veltņošana jāsāk nekavējoties, tūlīt pēc asfaltbetona masas ieklāšanas.

Motorvalču veltņu brigādes rīcībā ir vairāki vieglie veltņi, kuru svars ir 6 t, un smagie veltņi, kuru svars ir 12÷15 t.

Lai nodrošinātu segai vajadzīgo līdzenumu un blīvumu, lieto divasu trīsvalču, divasu divvalču vai trīsasu trijvalču veltņus, kuru galvenie tehniskie dati sniegti 63. tabulā.

63. tabula

Veltņu galvenie tehniskie dati

Marka	ДУ-18	ДУ-11	ДУ-1	ДУ-8	ДУ-9	ДУ-38
Marka pēc iepriekšējās klasifikācijas	Д-211	Д-260	Д-11В	Д-399	Д-400	—
Veltņu tips	Divasu trīsvalču		Divasu divvalču		Trīsasu trīsvalču	
Veltņa svars (t):						
ar balastu	13,0	7,0	10,4	12,2	15,5	18,0
bez balasta	10,0	—	—	8,6	10,8	13,0
Veltņojamās joslas platums (mm)	1800	1800	1800	1300	1300	1400

Seguma noblīvēšanai lieto arī gludo valču vibrācijas veltņus ДУ-25 (Д-317В) un ДУ-34. Veltņus ДУ-18 un ДУ-25 parasti lieto, veicot neliela apjoma asfaltēšanas darbus, piemēram, asfaltējot ietves, stāvlaukumus utt.

Labas kvalitātes segu var izveidot ar pašgājējiem veltniem ДУ-31 un ДУ-29, kuriem ir pneimatiskais apriepojums.

Asfaltbetona segu sāk veltnot no tās malām, lietojot vieglos veltnus, kurus divbraucienū secībā (turp un atpakaļ) pakāpeniski pārvieto virzienā uz segas vidū, pārsēdžot iepriekš veltnoto kārtu 20÷25 cm platā joslā. Veltniem jāpārvietojas ar vienmērīgu 2,0÷2,5 km/st lielu ātrumu. Ja segas platums pieļauj, nākamās kārtas var veltnot šķērsvirzienā un pa diagonāli, bet, lai novērstu iespaidumu rašanos segā, veltnošanas virziens jāmaina pakāpeniski, neizdarot ar veltni asus pagriezienus. Šim nolūkam piemērotāki ir tandēma veltni, kam ir grozāmi valči. Aizliegts veltni apstādināt uz veltnojamās segas, jo tad segā rodas iespaidumi. Veltniem jābūt labā tehniskā stāvoklī — no tiem nedrīkst izplūst eļļa, jo eļļas izplūdes vietās asfaltbetona masa nesaistās un paliek īrdena. Šāda masa jānoņem un tās vietā jāieklāj svaiga masa.

Pēc tam kad sega ir noveltnota ar vieglajiem veltniem, izdarot ar tiem 5÷7 pārbraucienus pa vienu vietu, to veltno ar smagajiem veltniem. Ar smagajiem veltniem segu sāk veltnot no segas malām, pakāpeniski pārvietojoties uz segas vidū. Sega vajadzīgo blīvumu sasniedz pēc 15÷20 smagā veltna pārgājieniem. Vietas, kuras nevar sablīvēt ar veltniem, jāblīvē ar rokas instrumentiem un jānogludina ar karstiem gludekļiem.

Sablīvējot masu, nepārtraukti jākontrolē tās temperatūra, kā arī segas virsmas līdzenums un vienveidība. Segas virsmas līdzenumu pārbauda ar 3 m garu latu pēc katriem 2÷3 vieglā veltna pārgājieniem. Ieplakās papildus jāieklāj karsta asfaltbetona masa, bet paaugstinātās vietas jāuzirdina ar metāla grābekļiem, noņemot lieko asfaltbetona masu. Maiņas beigās segas ieklāšana jāpabeidz, noliekot segas kārtas galā atbalstbrusu, kuras biezums ir vienāds ar ieklājamās segas kārtas biezumu. Atbalstbrusa jāpiestiprina pie segas pamata ar metāla pironiem. Darbu turpinot, šuve jāsaudzē.

Transportlīdzekļu kustību pa izbūvēto segu var atklāt, kad asfaltbetons ir pilnīgi atdzisis.

Izbūvējot asfaltbetona segu, obligāti jāorganizē sistemātiska tehniskā kontrole.

Segas izbūves laikā jākontrolē segas pamata kvalitāte, segas platums, biezums, šķērsprofila pareizība un virsmas līdzenums. Sistemātiski arī jāpārbauda asfaltbetona masas temperatūra pirms masas ieklāšanas un segas veltnošanas laikā.

Veltnošanas kvalitāti kontrolē, salīdzinot nepārformētu un pārformētu paraugu ūdenssūcāmību. Sega ir pietiekami sablīvēta, ja ūdenssūcāmības atšķirība nav lielāka par 5% un nepārformēto paraugu tilpumsvars nav mazāks par 0,97 no pārformēto paraugu tilpumsvara.

Segas virsmas līdzenumu pārbauda ar 3 m garu latu, to noliekot autoceļa šķērsvirzienā un garenvirzienā. Gaismas spraugas nedrīkst būt lielākas par 5 mm.

Segas šķērskrituma un garenkrituma novirzes pieļaujamās līdz 0,5%, novirzes segas platumā — līdz 5,0 cm, bet segas biezumā — līdz 10%. Mērījumi jāizdara vismaz vienā vietā katrā piketā.

Segas saisti ar pamatu, kā arī segas tehniskos rādītājus pārbauda, izcērtot kontrolparaugu un nosakot to fizikāli mehāniskās īpašības. Kontrolparaugi jāņoņem 2÷3 vietās katrā kilometrā.

78. §. Asfaltbetona segas izbūves tehnoloģijas piemērs

Jāizbūvē asfaltbetona segu II kategorijas autoceļam 50 km garā posmā Latvijas PSR teritorijā. Darbi jāveic vienas būvsezonas laikā. Autoceļa segas konstrukcija parādīta 106. attēlā.

Vispirms jānosaka būvniecības perioda ilgums un plūsmas ātrums. Asfaltbetona segu Latvijas klimatiskajos apstākļos var izbūvēt, sākot ar aprīli—maiju. Būvdarbi jāpabeidz līdz oktobrim, kad klimatiskie apstākļi vairs nav piemēroti asfaltbetona segas virskārtas izbūvei. Aprēķinā pieņem, ka segas izbūve jāveic 144 kalendāra dienās, t. i., no 7. maija līdz 27. septembrim, bet brīvdienas un dikstāves sakarā ar meteoroloģiskiem apstākļiem, mehānismu un asfaltbetona maisītāju plānotajiem remontiem un profilaktiskām apskatēm būs 55 dienas. Tātad kopējais darba dienu skaits, kāds paliek segas izbūvei, ir $144 - 55 = 89$ dienas vai, strādājot divās maiņās, — $89 \times 2 = 178$ maiņas.

Plūsmas ātrumu V nosaka pēc šādas formulas:

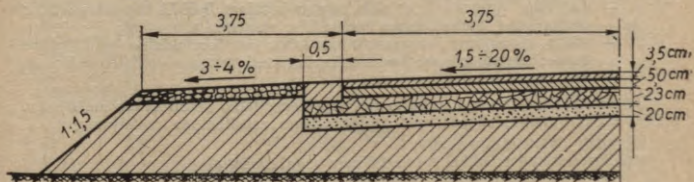
$$V = \frac{l}{n} [\text{m/maiņā}],$$

kur l — trases garums (m);
 n — maiņu skaits;

$$V = \frac{50\,000}{178} = 280 \text{ m/maiņā.}$$

Asfaltbetona segas augšējai kārtai var lietot smalkgraudaino vai vidēji graudaino asfaltbetona maisījumu. Vidēji graudaina asfaltbetona maisījumam salīdzinājumā ar smalkgraudaino asfaltbetona maisījumu vajadzīgs mazāk bitumena un minerālpulvera (pildvielas), bet tam ir lielāka ūdensuzsūcāmība, tāpēc sega ātrāk nolietojas un jāveic bedrīšu remonts. Lai to novērstu, it īpaši, ja kustības intensitāte ir liela, papildus jāveic segas virsmas apstrāde, kas savukārt sadārdzina segas būvi. Tāpēc Latvijā augstāko kategoriju autoceļiem segas virskārtu galvenokārt izbūvē no smalkgraudaina asfaltbetona maisījuma.

Autoceļa segas konstruktīvais izveidojums un atsevišķo kārbu biezums noteikts pēc nestingo segu aprēķina metodes.



166. att. Asfaltbetona segas konstrukcija

Vajadzīgais materiālu daudzums, lai izbūvētu 50 km garu divkārtu asfaltbetona segu, kam brauktuves platums ir 7,5 m, maisījuma blīvums 2,4 t/m³, bet zudumu koeficients 1,03, ir šāds:

rupjgraudainais asfaltbetona maisījums 5 cm biežai segas apakšējai kārtai

$$50\,000 \times 7,5 \times 0,050 \times 2,4 \times 1,03 = 46\,350 \text{ t};$$

smalkgraudainais asfaltbetona maisījums 3,5 cm biežai segas virskārtai

$$50\,000 \times 7,5 \times 0,035 \times 2,4 \times 1,03 = 32\,445 \text{ t}.$$

Minerālo materiālu izlietojuma aprēķins asfaltbetona maisījumu sagatavošanai dots 64. tabulā.

64. tabula

Minerālo materiālu izlietojuma aprēķins

Minerālais materiāls	Rupjgraudainais asfaltbetona maisījums		Smalkgraudainais asfaltbetona maisījums		kopā 50 km garām autoceļa posmam
	100 t	46 350 t	100 t	32 445 t	
Šķembas 3÷15 mm (m ³)	—	—	40	12 978	12 978
Šķembas 3÷40 mm (m ³)	52	24 102	—	—	24 102
Kopā	×	24 102	×	12 978	37 080
Smilts (m ³)	14,3	6 628	19,4	6 294	12 922
Minerālpulveris (t)			12,6	4 088	4 088
Bitumens (t)	4,79	2 220	6,71	2 177	4 397

Ja plūsmas vidējais ātrums ir 280 m/maiņā, maiņā vajadzīgs 441,4 t asfaltbetona maisījuma.

Tehnoloģiskā procesa kompleksās mehanizācijas mehānismu izvēle ir atkarīga no asfaltbetona rūpnīcas ražošanas jaudas, no kuras savukārt ir atkarīgs darbu temps.

Lai sagatavotu 441,4 t masas maiņā, var lietot cikliskās darbības asfaltbetona maisītāju Д-597А, kas strādā pēc piespiedu samaisīšanas principa. Tā darba ražīgums

$$R = \frac{Tqk_1}{t},$$

kur T — maiņas ilgums (min);

q — maisītāja tilpums (t); asfaltbetona maisītājam Д-597А tilpums $q=0,6$ t;

k_1 — darba laika izmantošanas koeficients; pieņem, ka $k_1=0,95$;

t — viena maisījuma sagatavošanas laiks; smalkgraudaina asfaltbetona masas sagatavošanai $t=1,5$ min, bet rupjgraudainā asfaltbetona masas sagatavošanai $t=1$ min.

Tātad $R=182,4$ t/maiņā, sagatavojot smalkgraudaino asfaltbetona maisījumu, un $R=273,6$ t/maiņā, sagatavojot rupjgraudaino asfaltbetona maisījumu.

Vajadzīgais maisītāju skaits:

smalkgraudainā asfaltbetona maisījuma sagatavošanai

$$i_s = \frac{181,8}{182,4} = 0,97;$$

rupjgraudainā asfaltbetona maisījuma sagatavošanai

$$i_r = \frac{259,6}{273,6} = 0,95.$$

Norādītā darba apjoma veikšanai vajadzīga automatizēta asfaltbetona rūpnīca ar diviem maisītājiem Д-597А.

Nosakot asfaltbetona rūpnīcas racionālāko atrašanās vietu, jāņem vērā šādi apsvērumi:

1) minimālai jābūt asfaltbetona maisījuma franko-trases izmaksai. Asfaltbetona rūpnīcas izvietojuma dažādiem variantiem dažāds ir arī materiālu vešanas attālums, atšķirīgas materiālu piegādes shēmas un dažāds iekraušanas-izkraušanas operāciju apjoms; vienlaikus ar to mainās arī asfaltbetona maisījuma sagatavošanas izmaksa.

Asfaltbetona rūpnīcu ir izdevīgi novietot trases vidū. Rūpnīcas izvietojuma laukumam jābūt līdzenam ar nelielu kritumu, kas nodrošina virszemes ūdeņu novadīšanu;

2) lai maisījums neatdzistu, tā transportēšanas ilgums nedrīkst pārsniegt 1,5 stundas, ja gaisa temperatūra ir augstāka par $+10^{\circ}\text{C}$;

3) minimālam jābūt materiālu piegādes iekraušanas-izkraušanas operāciju skaitam;

4) asfaltbetona rūpnīcu vēlams novietot netālu no apdzīvotām vietām, lai varētu izmantot esošos elektroapgādes un ūdens apgādes avotus, ceļus un dzīvojamās telpas. Parasti asfaltbetona rūpnīcu novieto 800+1000 m attālumā no apdzīvotās vietas, kas atbilst sanitārajām prasībām.

Izbūvējot asfaltbetona segu, lai nodrošinātu labu saisti starp segas virskārtu un pamatu, ar mehānisko suku no pamata jānotīra putekļi un netīrumi. Slapji pamati jānosusina; šim nolūkam lieto līdz $250+300^{\circ}\text{C}$ sakarsētu smilti. Pirms maisījuma ieklāšanas atbilstoši projektētam segas platumam un šķērskritumam jāieziņē segas robežas.

Sagatavojot darbam asfaltbetona ieklājēju, mašīnistam jāpārbauda ieklājēja barotājs un regulēšanas skrūve un jāpārlicinās, vai tajos nav palikušas sacietējušas asfaltbetona maisījuma atliekas. Pēc tam jānostāda darba stāvoklī gludināšanas brūsi, tās noregulējot pēc lātas atbilstoši ieklājamās kārtas biezumam.

Pirms ieklāšanas asfaltbetona maisījuma temperatūra nedrīkst būt zemāka par 130°C vai, lietojot virsma aktivās vielas, — $110+115^{\circ}\text{C}$. Asfaltbetona maisījuma temperatūra jāpārbauda pirms tā ieklāšanas. Maisījums jāieklāj ar ieklājējiem Д-150Б divās 3,75 m platās joslās. Asfaltbetona ieklājēja ražīgums

$$R = 60ThB\rho vk_i [t/\text{maiņā}],$$

kur T — maiņas ilgums (st);

h — ieklājamās kārtas biezums (m);

B — ieklājamās joslas platumam (m);

ρ — maisījuma blīvums (t/m^3);

v — ieklājēja pārvietošanās ātrums (m/min);

k_i — darba laika izmantošanas koeficients.

Ieklājot segas apakšējo kārtu, ja $h=0,050$; $B=3,75$; $\rho=2,40$; $v=3,0$ un $k_i=0,8$, asfaltbetona ieklājēja ražīgums $R=519$ t/maiņā.

Ieklājot segas virskārtu, ja $h=0,035$ un $v=4,5$, asfaltbetona ieklājēja ražīgums $R=544$ t/maiņā.

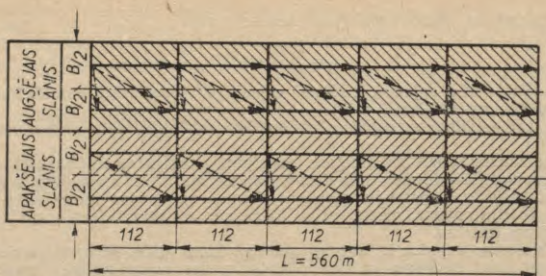
Norādītā darba apjoma veikšanai vajadzīgs šāds asfaltbetona ieklājēju daudzums:

segas apakšējās kārtas ieklāšanai

$$i_m = \frac{259,6}{519,0} = 0,50;$$

segas virskārtas ieklāšanai

$$i_m = \frac{181,8}{544} = 0,33.$$



167. att. Asfaltbetona ieklājēja DC-1 (Д-150Б) kustības shēma, būvējot divslāņu segas

Ja visu darbu apjomu izpilda ar vienu asfaltbetona ieklājēju Д-150Б (DC-1), darbus organizē šādi: vienā maiņā ieklāj tikai smalkgraudaino asfaltbetona maisījumu 560 (280×2) m garā posmā, bet otrā maiņā — tikai rupjgraudaino asfaltbetona maisījumu — arī 560 m garā posmā. Šādā gadījumā katrā maiņā vienlaikus nodarbināta ir tikai viena asfaltbetona ieklājēju brigāde. Tomēr, lai izvairītos no iespējamām dikstāvēm asfaltbetona ieklājēja bojāšanās gadījumā, objektā jābūt arī otram rezerves ieklājējam. Vēl labākus rezultātus var sasniegt, ja abus ieklājējus novieto blakus, jo tad segu var izveidot uzreiz visā platumā, tādējādi nodrošinot arī vidus saduršuves labāku veidošanos, kā arī maiņas laikā ieklājējs nav jāpārvieto atpakaļgaitā. Strādājot ar vienu asfaltbetona ieklājēju, atkarībā no temperatūras jānosaka segas posma garums, kādu var ieklāt vienā joslā (brauktuves pusplatumā), lai pēc tam ieklājējs atgrieztos izejunktā. Ja gaisa vides temperatūra ir +15 °C, šāda posma garums var būt apmēram 100÷120 m.

Asfaltbetona ieklājēja kustības shēma sniegta 167. attēlā.

Ieklāto asfaltbetona maisījumu veltno ar vieglajiem un smagajiem pašgājēju veltniem.

Vispirms ieklāto maisījumu pieveltno ar vieglajiem veltniem, kuru svars ir 5÷7 t, pārbraucot pa vienu vietu 4÷6 reizes ar 1,5÷2,0 km/st lielu ātrumu. Pēc tam veltno ar smagajiem veltniem, kuru svars ir 10 t, pārbraucot pa vienu vietu 10÷20 reizes. Mazākais pārbraucienu skaits attiecas uz segas apakšējo kārtu, bet lielākais pārbraucienu skaits — uz segas virskārtu.

Lietojot vibroveltnus, vispirms vienu vietu pieveltno 2÷4 reizes ar izslēgtu vibratoru, bet galīgo blīvēšanu veic ar ieslēgtu vibratoru, vibroveltni 4÷6 reizes pārvietojot pa vienu vietu.

Lai segas virsma pēc veltnošanas ar vibroveltniem būtu līdzena, ieteicams papildus 3÷4 reizes pārbraukt pa vienu vietu ar smagajiem motorveltniem. Veltnojot iestrādāto segu, darbs jāsāk no segas malas, pakāpeniski pārvietojot veltni uz segas vidu. Veltnošanas laikā nedrīkst strauji pagriezt veltni un mainīt tā kustības ātrumu, kā arī nedrīkst apstādināt veltni segas blīvējamā posmā.

Pietiekamas veltnošanas ārējās pazīmes ir šādas: līdzena un spoža segas virsma, pa kuru izplūst petrolejas piliens, bet pēc veltnošanas ar smagajiem veltniem nav redzamas veltnošanas pēdas.

Veltnošanas laikā maiņas meistaram kopīgi ar IV kategorijas ceļa strādnieku jāapskata segas gatavais posms un jānoskaidro, vai tajā nav defektainas vietas: plaisas, vieteja pārbīdīšanās, kārtu viļņošanās utt. Šādās vietās jāizcērt iestrādātā asfaltbetona masa, bet pamata un izcirtuma malas jānožēv ar karstu bitumenu. Pēc tam izcirstā vieta jāpiepilda ar jaunu maisījumu, jānogludina un jāpieveltno, bet šuves rūpīgi jāaizdarina un jānolīdzina ar karstu gludekli.

CEMENTBETONA SEGA

79. §. Cementbetona segu īpašības un konstrukcija

Augstāka tipa cementbetona segu izbūvē autoceļiem, pa kuriem noris smaga un intensīva kustība. Salīdzinājumā ar citām autoceļu nestingām segām stingai cementbetona segai ir šādas priekšrocības:

1) liela izturība — cementbetona sega spēj uzņemt visu veidu un raksturu transportlīdzekļu slodzes jebkurā gada laikā;

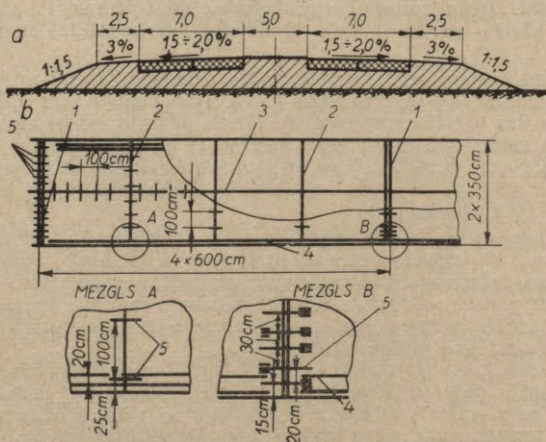
2) ilgs kalpošanas laiks — kapitālais remonts jāizpilda tikai pēc 25÷30 gadiem; nelielas ir arī tekošā remonta un uzturēšanas darbu izmaksas;

3) līdzena un raupja virsma, kas nodrošina starp segu un transportlīdzekļu riteņiem vajadzīgo saisti dažādos mitruma apstākļos;

4) segas izbūves darbus gandrīz pilnīgi var mehanizēt un izpildīt ilgāka gada laika posmā, nekā lietojot organiskās saistvielas;

5) mazs segas nodilums, kas gadā nepārsniedz 0,1÷0,2 mm.

Cementbetona segas var būt monolītas, saliekamas, stiegotas un ar iepriekš saspiestu stiegrojumu. Segas šķēršprofilam ir



168. att. Cementbetona segas konstrukcija:

a — šķēršprofilis; b — virsskats; 1 — izplešanās šuve; 2 — spiedšuve;
3 — garenšuve; 4 — stiegrojums; 5 — enkuri

1,5÷2,0% liels kritums (168. att. a). Plāna liknēs, ja to rādiuss ir mazāks par 2000 m, izveido vienpusīgu šķērsprofilu, kam šķērskritums ir līdz 60^o/₁₀₀.

Cementbetona segas kārtas biezumu nosaka pēc aprēķina. Praktiski I tehniskās kategorijas autoceļu plātņu biezums ir 22÷24 cm, II tehniskās kategorijas autoceļu plātņu biezums — 20÷22 cm, bet III un IV tehniskās kategorijas autoceļu plātņu biezums — 18÷20 cm.

Visizplatītākās ir monolitās cementbetona segas. Tās izbūvē no pievesta vai uz vietas sagatavota betona maisījuma, ko iestrādā vienā vai divās kārtās.

Vienā kārtā izbūvē cementbetona segu visā biezumā no vienvēda betona maisījuma. Izbūvējot segu divās kārtās, katru kārtu iestrādā atsevišķi. Apakšējā kārtā parasti ir 2÷4 cm biežāka par virsējo kārtu. Ja cementbetona segu izbūvē divās kārtās, virsējās kārtas biezums nedrīkst būt mazāks par 6 cm.

Cementbetona segu iestrādā divās kārtās, ja segas biezums pārsniedz betona iekļāvējas mašīnas efektīvā sablīvējuma kārtas dziļumu. Šādā gadījumā katru kārtu iestrādā atsevišķi tā, lai pārtraukums starp virsējās un apakšējās kārtas betonēšanu būtu vismaz 7 dienas.

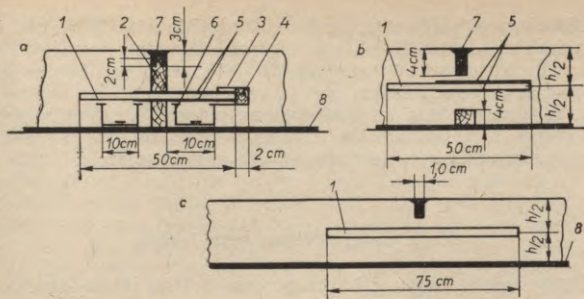
Ja ir iespējams izmantot lētākus akmens materiālus, kas neatbilst segas virsējās kārtas izbūves materiālu prasībām, vai, ja paredzēts iestrādāt stiegrojuma sietu, arī tad katru kārtu iestrādā atsevišķi. Darbu izpildes pārtraukums nedrīkst pārsniegt 1 stundu. Abās kārtās betonu sablīvē vienlaicīgi, lai izveidotos monolīta sega.

Cementbetona segai var būt smilts, grants vai šķembu pamats, kas noklāts 16÷18 cm biežā kārtā. Par pamatu var būt arī grunts, kas 15÷16 cm dziļumā stabilizēta ar neorganiskajām saistvielām vai 14÷15 cm dziļumā apstrādāta ar organiskajām saistvielām. Segas pamata izbūvei lietojamais materiāls un kārtas biezums ir atkarīgs no zemes klātnes grunts hidroloģiskajiem un klimatiskajiem apstākļiem.

Stingai cementbetona segai ir nesošas funkcijas. Tā tieši uzņem slodzi un ir pakļauta lieces deformācijai, kā arī temperatūras un mitruma iedarbībai. Lai nepieļautu monolītā cementbetona segā lūzumu, plaisu, iesēdumu u. c. veida paliekošo deformāciju rašanos, jāizveido šķērsvirziena un garenvirziena šuves, kas plānā segu sadala atsevišķās plātnēs (168. att. b).

Šķērsvirziena izplešanās šuvēm jānodrošina cementbetona plātnei iespēja paplašināties, kas noris, plātnei sasilstot. Izplešanās šuvju savstarpējais attālums ir atkarīgs no plātnes biezuma un gaisa temperatūras segas izbūves laikā. Parasti tās izveido ik pēc 18÷40 m. Izplešanās šuvju platums ir 2,0—2,5 cm.

Izplešanās šuves iebūvē 50 cm garus enkurus, kuru diametrs ir 22÷25 mm. Enkurus uzstāda, tos ievietojot caur koka starplikām



169. att. Cementbetona segas šuves konstrukcija:

a — šķērsvirziena izplešanās šuve; b — šķērsvirziena spiedšuve; c — garenvirziena spiedšuve; 1 — enkuri; 2 — starplika; 3 — uzmava; 4 — korķis; 5 — bitumena ziede; 6 — atbalstrežģis; 7 — mastika; 8 — pape

ik pēc 30 cm. Starpliku novieto 2÷3 cm zemāk par segas virsmu. Metāla enkura vienu galu cieši iebetonē, bet otru galu izolē, pirms betonēšanas to ieziežot ar bitumenu vai ļoti plānu (līdz 0,2 mm) sintētiskās krāsas slāni, lai tas nevarētu saistīties ar betonu. Enkura brīvajā galā novieto 5÷6 cm garu kartona, gumijas vai papes uzmavu ar skaidu pildījumu vai koka korķi (169. att. a). Izplešanās šuves augšējo daļu pēc betonēšanas piepilda ar bitumena mastiku.

Cementbetona segā jāizveido ne vien izplešanās šuves, bet arī šķērsvirziena un garenvirziena spiedšuves, kuras novērš plātnes saplaisāšanu, kas, temperatūrai pazeminoties, var rasties, plātnei atdziestot un saīsnoties.

Šķērsvirziena spiedšuves izveido starp izplešanās šuvēm 5÷6 m attālumā. Suves apakšā pirms betonēšanas jānovieto 4×4 cm izmēra koka latiņa, bet vidusdaļā 50 cm garš metāla enkurs, kura diametrs ir 16÷18 mm (169. att. b). Plānā enkurs izvieto cementbetona plātnes vidū ik pēc 100 cm. Pēc cementbetona plātnes iebetonēšanas spiedšuvju vietās ar šuvju veidošanas mašīnu iegriež 1 cm platu un 4÷6 cm dziļu šuvi un to piepilda ar bitumena mastiku.

Garenvirziena spiedšuvi izveido pa autoceļa asi. Metāla enkuru, kura garums ir 75 cm un diametrs 16÷18 mm, iebetonē cementbetona plātnē nekustīgi un cieši. Pēc plātnes iebetonēšanas ar šuvju veidošanas mašīnu iegriež attiecīgo spiedšuvi un to piepilda ar bitumena mastiku.

Iepriekš saspriegta cementbetona segas izbūvei lieto kvalitatīvā tērauda stiepli (diametrs 5÷7 mm) vai trosu (diametrs 10÷12 mm) kūļus, kurus nospriego pirms plātnes iebetonēšanas. Parasti

priekšspriegumi plātnes garenvirzienā sastāda $10 \div 50$ kG/cm², bet šķērsvirzienā — līdz 20 kG/cm², kas ļauj samazināt cementbetona plātnes konstruktīvo biezumu par 20 ÷ 30% un cementbetona izlietojumu līdz 300 ÷ 400 m³/km.

Saliekamās betona un dzelzsbetona plātnes izgatavo rūpnīcās vai poligonos, no kuriem tās nogādā cementbetona segas izbūves vietā un samontē uz iepriekš sagatavota segas pamata.

80. §. Cementbetona sega izbūve

Cementbetona segas izbūves process sastāv no šādām operācijām:

- 1) segas pamata sagatavošana;
- 2) segas sānu veidņu — betona iestrādes mašīnu sliežu ceļa uzstādīšana;
- 3) šuvju starplikū un enkuru uzstādīšana un nostiprināšana;
- 4) segas stiegrojuma izveidošana;
- 5) betona masas sagatavošana, transportēšana un iestrāde;
- 6) segas apdare;
- 7) gatavās segas kopšana.

Segas pamata sagatavošanas darbos ietilpst pietiekami sablīvētas zemes klātnes izbūve un tehnisko noteikumu prasībām atbilstoša šķembu, grants vai grunts pamata izveidošana.

Zemes klātnes blīvuma koeficientam jābūt lielākam par 0,98, bet izveidotā šķembu, grants vai grunts pamata virsmām līdzenām ar vajadzīgo šķērskritumu virzienā no autoceļa ass. Ja sagatavotā šķembu vai grants pamata virsma nav pietiekami līdzena, virs pamata jāuzber 2 ÷ 4 cm bieža izlīdzinošā smilts kārtā.

Pēc cementbetona segas pamata sagatavošanas jāuzstāda betona iestrādes mašīnu pārvietošanās sliežu ceļi, kas vienlaicīgi ir arī segas veidņi. Parasti sliežu ceļu samontē ar autoceltņiem, to izveidojot no 4,0 m gariem sliežu-veidņu posmiem, kas jāuzstāda un jānostiprina stingri, lai betona ieklājēja pārvietošanās laikā neizmainītos pienivelētā sliežu ceļa novietojums. No sliežu ceļa uzstādījuma pareizības ir atkarīgs izbūvējamās cementbetona segas virsmas līdzenums. Tāpēc sliežu ceļu pēc tā uzstādīšanas noslogo, pārbraucot ar segas pamata profilēšanas mašīnu. Pienivelētā sliežu ceļa augstumu starpība pirms un pēc pārbrauciena ar profilēšanas mašīnu nedrīkst pārsniegt $\pm 3,0$ mm. Lai cementbetona masa nepieliptu pie sliežu veidņiem, to iekšējās malas jāieziež ar nolietotu eļļu.

Cementbetona segai izlīdzinošo smilts kārtu parasti izveido ar pašgājēju profilēšanas mašīnu Д-345, kas pārvietojas pa uzstādīto sliežu ceļu. Segas pamata virsma jānolīdzina tā, lai gaismas sprauga starp 3 m garas latas apakšējo malu un pamata virsmas atsevišķām vietām nepārsniegtu 5,0 mm. Pamata šķērsprofila pa-

reizību pārbauda ar šablonu, ko atbalsta uz sliedēm. Profilēšanas mašīnu Д-345 lieto arī līdz 20 cm dziļa drenējošā smilts slāņa sablīvēšanai, ko veic vienā pārbraucienā.

Kad ir veikta cementbetona segas pamata sablīvēšana un tā profila pārbaude, pamatu pārklāj ar papi vai pergaminu, lai pamats neuzsūktu ūdeni no iestrādājamās betona masas.

Suvju veidošanas koka latīņas, kā arī starplikas ar enkuriem un stiegrojumu nostiprina gultnē projektā paredzētajās vietās.

Betona masu sagatavo stacionārās bāzēs vai pārvietojamos betona maisītājos. Masas sastāvdaļu materiāli jādozē precīzi, ievērojot paredzēto ūdens un cementa attiecību, jo no tās galvenokārt ir atkarīga segas stiprība. Betona masas sagatavošanai jālieto portlandcements, kura marka nav zemāka par M-500. Ūdens un cementa faktors var būt līdz 0,5.

Betona masu, kas sagatavota stacionārā bāzē, uz iestrādes vietu var transportēt ar pašizgāzējiem automobiļiem tikai līdz noteiktam attālumam, lai masa transporta laikā nepaspētu saistīties vai noslāņoties. Ja gaisa temperatūra ir augstāka par 25 °C, transportēšanas ilgums nedrīkst pārsniegt 0,5 st, ja 15 ÷ 25 °C, — 1,0 st., bet, ja gaisa temperatūra ir zemāka par 15 °C, — ne ilgāk par 1,5 st. Ja šos nosacījumus nevar ievērot un cementbetona segas izbūves vieta atrodas tālāk, stacionārā bāzē sagatavo tikai sauso cementbetona masu, minerālos materiālus un cementu samaisot bez ūdens, bet vajadzīgo ūdens daudzumu sausai masai pievieno betona iestrādes vietā.

Betona masu var transportēt arī ar autobetona maisītājiem, kuru konstrukcija ļauj sauso betona masu sajaukt ar ūdeni savlaicīgi tās transportēšanas laikā.

Cementbetona masu autoceļa izbūves vietā sagatavo betona maisītājā, kas pārvietojas pa uzstādīto sliežu ceļu.

Cementbetona masu autoceļa segā iestrādā ar betona masas sadalīšanas mašīnu Д-375 un pēc tam sablīvē ar betona apdares mašīnu Д-376. Šīs mašīnas būvvieta strādā komplektā ar pamata profilēšanas mašīnu Д-345 un šuvju veidošanas mašīnu Д-377.

Betona masas sadalīšanas mašīnas Д-375 masas pieņemšanas bunkura tilpums ir 3,9 m³, bet pārvietošanās ātrums segas šķērsvirzienā — 0,36 m/s. Iestrādājamās betona kārtas biezumu regulē ar regulēšanas brusu, kas nostiprināta pie sadalīšanas bunkura apakšējās daļas. Kad betona masa ir ieklāta autoceļa segas šķērsvirzienā, sadalīšanas mašīna pārvietojas uz priekšu autoceļa garenvirzienā ar 0,45 m/s lielu ātrumu.

Segas gultnē ieklāto masu izlīdzina, sablīvē un nogludina ar apdares mašīnu Д-376, kuras darba iekārta sastāv no masas izlīdzinātājlāpsta, vibrobrusas un virsmas gludināšanas brusas.

Suvju veidošanas mašīna Д-377 segas šķērsvirzienā un garenvirzienā izgriež vajadzīgā dziļuma un platuma šuves, kuras tā arī piepilda ar bitumenu.

Lai nodrošinātu betonam tā cietēšanas laikā vajadzīgos mitruma un temperatūras apstākļus, jāveic cementbetona segas kopšanas darbi. Nav pieļaujama cementa izskalošana vai tā strauja izžūšana, kas noris saules un vēja iedarbībā. Šim nolūkam no bitumena БНД-70/120 vai bitumena emulsijas segas virsmai jāizveido aizsargplēve.

Pēdējā laikā cementbetona segas izbūvei sāk lietot slīdošos veidņus, kas pārvietojas uz priekšu kopā ar pārējām autoceļa segas būvmašīnām.

Saliekamas cementbetona segas samontē no gatavām plātnēm.

20. nodaļa

PASĀKUMI SATIKSMES DROŠĪBAS UZLABOŠANAI UN AUTOCEĻU APRIKOJUMS

81. §. Satiksmes drošība, estētiskās prasības un autoceļu aprikojums

Sodien vairs nevar projektēt modernu autoceļu, stingri neievērojot autovadītāja psiholoģiju, vadot automobili ar lieliem kustības ātrumiem.

Transportlīdzekļu kustības intensitātes un ātrumu straujā augšana, kā arī cilvēku upuru palielināšanās transporta negadījumos un ar tiem saistīto materiālo zaudējumu milzīgie apjomi diktē neatliekamu prasību vēltīt kustības drošībai arvien lielāku uzmanību.

Pēc oficiālajām ANO ziņām, katru gadu pasaulē transporta negadījumos bojā iet vairāk nekā 200 tūkst. cilvēku, bet gandrīz 5 milj. cilvēku iegūst dažāda rakstura traumas. Transporta negadījumos nodarītie zaudējumi sasniedz ļoti lielas summas, kas, piemēram, Amerikas Savienotajās Valstīs sastāda 2,0%, bet Anglijā — 1,6% no visa valsts nacionālā ienākuma.

Mūsdienu modernie vieglie automobiļi pa autostrādēm jau spēj attīstīt līdz 180÷200 km/st lielu ātrumu, bet kravas automobiļi un autobusi — līdz 100÷120 km/st lielu ātrumu. Šis faktors savukārt strauji palielina transporta negadījumus. Mūsdienās kustības ātrumi palielinās visur — gan braucot pa automaģistrālēm, gan arī, kas ir it īpaši bīstami, braucot pa pašreizējiem vietējās nozīmes IV un V kategorijas autoceļiem, kuri (ar retiem izņēmumiem) vispār neatbilst moderno automobiļu lielajiem kustības ātrumiem.

Tomēr mēģinājumi ierobežot automobiļu kustības ātrumus nav devuši redzamus panākumus, jo automobiļu kustības ātrumu palielināšana savukārt dod lielu ekonomisko efektu.

Tāpēc satiksmes drošības problēmas jārisina kompleksi — gan automobiļu, gan arī autoceļu būvētājiem, gan zinātniekiem, gan arī praktiķiem.

Galvenie virzieni norādītās svarīgākās problēmas risināšanā ir šādi:

1) meklēt speciālus risinājumus automobiļu konstrukcijas un to atsevišķu mezglu uzlabošanā, lai palielinātu automobiļu kustības drošību (šim nolūkam automobiļos iebūvē elektroniskus aparātus, kas automātiski reaģē uz dažādiem šķēršļiem ceļā, un speciālus aparātus, kas konstatē alkohola smaku šoferim, kā arī ievieš drošības jostas šoferiem un pasažieriem utt.);

2) meklēt dažādus konstruktīvus risinājumus autoceļu izbūves projektos, lai palielinātu transportlīdzekļu kustības drošību (šim nolūkam veic autoceļu ainavisko projektēšanu, autoceļu un tiltu brauktuvju paplašināšanu, virāžu izbūvi, kritumu un kāpumu samazināšanu, plāna un profila līkņu rādīšus un autoceļa segas raupjuma palielināšanu utt.);

3) veikt dažādus pasākumus kustības drošības uzlabošanai kā esošajos, tā arī rekonstruējamajos autoceļos, izbūvējot vai modernizējot autoceļa aprikojumu (šim nolūkam izbūvē speciālas automobiļu un autobusu stāvvietas un autoceļa brauktuves norobežošanas barjeras, kā arī iezīmē autoceļa ass un kustības joslu līnijas, uzlabo informāciju ceļā utt.);

4) veikt iedzīvotāju un transportlīdzekļu vadītāju audzināšanas darbu satiksmes drošības jautājumos.

Pirmo divu galveno virzienu jautājumu kompleksu īstenošanai vajadzīgi ļoti lieli kapitālieguldījumi un ilgs laiks, jo tos var realizēt tikai pakāpeniski, rekonstruējot vecos autoceļus un izbūvējot jaunus, mūsdienu autotransporta prasībām atbilstošus autoceļus, kā arī ražojot jaunus, pilnīgākas konstrukcijas automobiļus ar speciālām palīgierīcēm, kas palielina kustības drošību.

Tāpēc liela uzmanība jāvelti pārējiem satiksmes drošības pasākumiem, proti, modernam autoceļa aprikojumam, ko izveido, lietojot tādas konstrukcijas un materiālus, kuru izgatavošanai nav vajadzīgi lieli izdevumi, bet kuri kopā ar iedzīvotāju un transportlīdzekļu vadītāju audzināšanas darbu satiksmes drošības jautājumos dod lielu efektu transporta negadījumu samazināšanā.

Mūsdienu autoceļam jāatbilst arī tehniskās estētikas prasībām. Vienmēr jāatceras, ka autoceļa estētiskā uztvere ir cieši saistīta ar kustības drošību.

Mierīga un nenogurdinoša atmosfēra, ko autovadītājs uztver, braucot pa ceļu, vispirms ir atkarīga no tā, kā un kādā cikliskā ātrumā atklājas skats uz apkārtni, citiem vārdiem — kā autoceļš iekļaujas apkārtnes ainavā.

Vienveidīgs ceļš notrulina autovadītāja uzmanību, tāpat kā autovadītāju nogurdina ļoti strauja un stipri atšķirīgu iespaidu maiņa. Abos gadījumos tiek radīti priekšnoteikumi transporta negadījumiem.

Galvenais, ar ko autoceļš atšķiras no citiem inženierdarinājumiem, ir milzīgā informācijas un attēlu dažādība un to maiņa transportlīdzekļa brauciena laikā.

Labi izbūvēts autoceļš, ko papildina moderns un skaists ceļa aprikojums, audzina labu gaumi visiem tā lietotājiem.

Ceļa aprikojums ir viens no galveniem autoceļu estētikas elementiem, jo tas redzams visiem, kas brauc pa ceļu, tāpēc no tā ir atkarīgs arī brauciena kopējais iespaids.

Ceļa aprikojuma galvenais uzdevums ir palielināt kustības drošību un nodrošināt ērtības un komfortu autovadītājiem un pasažieriem — tam jāgarantē ātras un nepārprotamas informācijas saņemšana, pareizi jāorganizē transportlīdzekļu kustība un jānosaka tās iezīmes.

Ceļu aprikojumam jābūt izveidotam tā, lai tas atbilstu cilvēka — transportlīdzekļa vadītāja uztveres īpatnībām kustībā ar tādiem ātrumiem, kādus parasti attīsta, braucot pa attiecīgo autoceļu.

Transportlīdzekļa vadītājs brauciena laikā uztver ceļu telpiski, momentāni novērtē ceļa trasi, segu un marķējošās līnijas, kā arī nolasa ceļa zīmes, t. i., autoceļa aprikojums atvieglo apkārtējo apstākļu uztveri, neļauj autovadītājam šaubīties par kādu tūlīt veicamu transportlīdzekļa manevru, kas saistīts ar apdzīšanu, kustības ātruma palielināšanu vai samazināšanu, pagriezieniem utt.

Visu autoceļa aprikojumu var sadalīt divās grupās:

1) vispārējā aprikojumā, kas ir obligāts visai valstij vai vairākām valstīm; aprikojuma šajā grupā ietilpst ceļa zīmes, autoceļa brauktuves marķēšanas līnijas un apgaismojums, automobiļu apkopes stacijas, degvielu iepildīšanas punkti, pasts, telefons, telegrāfs utt.;

2) vietējā aprikojumā, kas ir atkarīgs no attiecīgā autoceļa specifikas, ģeogrāfiskā izvietojuma un nacionālām iezīmēm; aprikojuma šajā grupā ietilpst atpūtas un skatu laukumi, autobusu paviljoni, ēdnīcas, restorāni utt.

82. §. Ceļa zīmes

Lai uzlabotu transportlīdzekļu kustības drošību, labāk to organizētu un reglamentētu, uzstāda dažādas ceļa zīmes un rādītājus.

Ceļa zīmēm jābūt vienkāršām pēc formas un labi saredzamām, tām jāizraisa transportlīdzekļa vadītājā zināmas emocijas: uzmanības mobilizācija, apdomība vai arī nomierinājums, kad bīstamais ceļa posms jau ir nobraukts.

Ceļa zīmes iedarbība uz transportlīdzekļu vadītāju ir atkarīga no attāluma, kontrastainības, lieluma un apgaismojuma naktī, kā arī no transportlīdzekļa braukšanas ātruma.

Līdz šim Padomju Savienībā ceļa zīmju veids un noformējums bija noteikts ar Valsts standartu ГОСТ 10807-64 un atbilda vecajai starptautiskajai ceļu zīmju sistēmai.

1968. gada novembrī Vinē ANO konferencē pieņēma jaunu starptautisku konvenciju «*Ceļa zīmes un signāli*», kura visām valstīm —

ANO loceklēm, kas parakstījušas konvenciju, uzliek par pienākumu, izstrādājot nacionālos satiksmes noteikumus, ievērot šīs konvencijas pamatprasību, lai visu valstu ceļos būtu uzstādītas vienotas starptautiskās ceļa zīmes un vienoti kustības organizēšanas tehniskie līdzekļi.

Pēc minētās konvencijas izšķir šādu jaunu signalizācijas zīmju klasifikāciju:

a) zīmes, kas brīdina autoceļa lietotājus par iespējamām briesmām ceļā un to raksturu (brīdinājuma zīmes);

b) zīmes, kas dod obligātu rīkojumu un kuru mērķis ir informēt autoceļa lietotājus par saistībām, ierobežojumiem un speciāliem aizliegumiem, kuri viņiem jāievēro. Šīs zīmes iedala trīs grupās:

1) zīmes, kas nodrošina braukšanas priekšrocības;

2) aizlieguma un ierobežojuma zīmes;

3) rīkojuma zīmes;

c) norādījuma zīmes, kas ceļa lietotājiem brauciena laikā sniedz nepieciešamo informāciju un citus vajadzīgos norādījumus. Šīs zīmes iedala septiņās grupās:

1) iepriekšējie virzienu rādītāji;

2) virzienu rādītāji;

3) maršrutu markas;

4) nosaukumu rādītāji;

5) apstiprinājuma zīmes;

6) citas zīmes, kas transportlīdzekļu vadītājiem sniedz derīgus norādījumus;

7) citas zīmes, kas norāda objektus, kuri var būt noderīgi autoceļa lietotājiem.

Saskaņā ar jauno starptautisko standartu ceļa zīmju forma (tāpat kā pēc vecā standarta) ir trīsstūris, aplis, kvadrāts vai taisnstūris. Pēc lieluma ceļa zīmes iedala četrās kategorijās: maza, normāla, liela un ļoti liela izmēra ceļa zīmēs (pēc vecā standarta ceļa zīmes iedalīja trīs kategorijās).

Maza izmēra ceļa zīmes uzstāda, ja nav iespējams uzstādīt normāla izmēra ceļa zīmes vai arī iespējamais kustības ātrums nav liels (pilsētu un apdzīvotu vietu ielās). Tās arī lieto kādas iepriekš uzstādītas ceļa zīmes atkārtotai.

Liela izmēra ceļa zīmes uzstāda ļoti platos autoceļos, pa kuriem kustība noris ar lieliem ātrumiem.

Ļoti liela izmēra ceļa zīmes uzstāda automaģistrālēs, pa kurām kustība noris ar ļoti lieliem ātrumiem.

Jaunā standarta ceļa zīmes, kuras uzstādīs svarīgākajos autoceļos un automaģistrālēs, no vecajām ceļa zīmēm principā atšķiras tikai ar lielākiem izmēriem (šos izmērus atbilstoši aprēķina ātrumiem noteiks attiecīgo valstu standarti) un ar dažiem papildu simboliem.

Padomju Savienībā uzstādīto vecā standarta ceļa zīmju lielākie izmēri (3. kategorija) atbilst jaunā standarta normālā lieluma ceļa zīmju izmēriem.

Jaunais standarts paredz daudz lielāku burtu augstumu ceļa zīmēm, ko uzstāda visu tehnisko kategoriju autoceļos.

PSRS Ministru Padomes Valsts standartu komiteja 1971. gada 26. augustā apstiprināja jaunu Valsts standartu ГОСТ 10807-71 «Ceļa zīmes», kas, sākot ar 1972. gada 1. jūliju, nomainīja valsts standartu ГОСТ 10807-64 «Ceļa zīmes un rādītāji».

Daļu jauno ceļa zīmju ieviesīs, sākot ar 1973. g. 1. jūliju, bet pilnībā uz jaunā standarta ceļa zīmēm pāries pakāpeniski līdz 1975. gada 1. jūlijam. Pārejas periodā atļauts lietot gan vecā, gan arī jaunā standarta ceļa zīmes.

Ja autoceļš ir izbūvēts pēc visiem augstāko kategoriju autoceļu parametriem un tiek uzturēts labā tehniskajā stāvoklī, ceļa zīmes (izņemot norādījuma zīmes un ceļa rādītājus) vispār nav vajadzīgas.

Uzstādītās brīdinājuma, aizlieguma un rīkojuma ceļa zīmes norāda uz attiecīgā autoceļa tehnisko parametru trūkumiem, t. i., jo vairāk ir uzstādīts šo zīmju, jo autoceļš mazāk atbilst mūsdienu transportlīdzekļu kustībai un prasa no autovadītājiem lielāku uzmanību.

Lai transportlīdzekļu vadītāji, braucot lielā ātrumā, varētu labāk atšķirt svarīgākās ceļa zīmes, tās izgatavo dažādas pēc formas un dažādā krāsā.

Nozīmīgākās signalizācijas ceļa zīmes (brīdinājuma un aizlieguma zīmes) krāso spilgtākas — sarkanā un dzeltenā krāsā ar melniem simboliem, bet mazāk nozīmīgās (rīkojuma un norādījuma zīmes) — zilā un baltā krāsā ar melniem simboliem.

Brīdinājuma zīmes izgatavo vienādmalu trīsstūra veidā. Tās krāso dzeltenā krāsā ar sarkanu apmali un melniem simboliem. Zīmes malu garums no $0,7 \div 1,2$ m.

Bridinājuma zīmes uzstāda uz autoceļiem $150 \div 250$ m (pilsētās un apdzīvotās vietās — $40 \div 50$ m) attālumā no bīstamā ceļa posma sākuma (jo lielāks ir kustības ātrums ceļā, jo brīdinājuma zīmes jāuzstāda lielākā attālumā no ceļa bīstamā posma sākuma). Pavisam ir 25 brīdinājuma zīmes.

Aizlieguma zīmes noliedz transportlīdzekļa vadītājam izdarīt tālāku kustību vai nosaka citu aizliegumu. Tās izgatavo apļa veidā, kura diametrs ir vismaz 70 cm, ja zīmi uzstāda autoceļos, vai 55 cm, — ja to uzstāda apdzīvotās vietās. Zīmju pamatkrāsa ir dzeltena, apmale sarkana, bet simboli un uzraksti melnā krāsā.

Aizlieguma zīmes (pavisam ir 25) galvenokārt lieto apdzīvotās vietās, vai autoceļos pilsētu pieejās. Aizlieguma zīmes uzstāda tieši pirms (ne tālāk par 15 m) ielu vai ceļu posmiem, kuros noteikti attiecīgie ierobežojumi.

Rīkojuma zīmes atļauj transportlīdzekļa vadītājiem braukt tikai noteiktos virzienos vai tikai ar noteikta veida transportlīdzekļiem. Rīkojuma zīmes izgatavo apļa veidā. To izmēri neatšķiras no aizlieguma zīmju izmēriem. Rīkojuma zīmju pamatkrāsa ir

zila, bet simboli balti. Rikojuma zīmes uzstāda tieši pirms ielu vai ceļa posmiem un krustojumiem, uz kuriem tās attiecas.

Bez signalizācijas zīmēm uzstāda arī ceļa zīmes transportlīdzekļu vadītāju informācijai un labākai orientācijai ceļā. Šajā zīmju grupā ietilpst norādījumu zīmes un ceļa rādītāji. Norādījuma zīmju ģeometriskā forma ir kvadrāts vai taisnstūris, kuru izmēri attiecīgi ir no $55 \times 55 \div 90 \times 120$ cm. Zīmju pamatkrāsa ir zila, bet simboli vai apzīmējumi — balti vai melni. (Izņēmums — norādījuma zīme ar sarkanu krustu, kuru lieto medicīniskās palīdzības punktu apzīmēšanai, un norādījuma zīmes ar dzeltenu iekšējo kvadrātu, kuras lieto galvenā ceļa un galvenā ceļa beigu apzīmēšanai.)

Norādījuma zīmes uzstāda tieši ielas vai ceļa malā attiecīgo objektu tuvumā vai noteiktā attālumā pirms šiem objektiem, zem zīmes pie staba piestiprinot speciālas attāluma uzraksta plāksnītes.

Ceļa rādītāju pamatkrāsa ir zila, bet uzraksti un virzienu rādītāju simboli — balti. Izšķir nosaukuma, attāluma, iepriekšējā virziena, virziena, kilometru un ceļa maršrutu marku rādītājus. Pilsētu un apdzīvotu vietu nosaukuma rādītājus izvieta šo punktu tiešā tuvumā apmēram 100 m attālumā no apbūves sākuma vai arī tieši uz pilsētas robežas.

Attāluma rādītāji norāda attālumus līdz galvenajiem maršruta punktiem.

Virziena rādītājus uzstāda ceļu krustojumos un sazarojumos; tie norāda braukšanas virzienu uz attiecīgiem maršruta punktiem (ieteicams norādīt arī attālumus kilometros).

Iepriekšējos virziena rādītājus uzstāda pirms lielākajiem autoceļu krustojumiem (uz rādītāja vairoga ar bultām ir norādīts virziens uz svarīgākajiem maršruta punktiem). Uz iepriekšējo virzienu rādītājiem ieteicams norādīt arī attiecīgā maršruta numuru jeb marku.

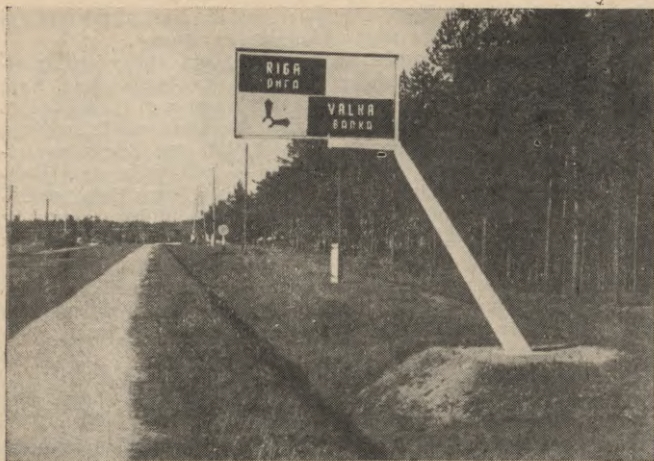
Mūsu republikas galvenajiem autoceļiem ir izgatavoti speciālas konstrukcijas iepriekšējo virzienu un attālumu rādītāji, kurus nostiprina gan uz slīpiem, gan arī uz vertikāliem dzelzsbetona stabiem. Uzrakstu plāksnītes piestiprina pie metāla sieta, kas savukārt ir nostiprināts profiltērauda rāmī (170. att.).

Kilometru rādītāji sniedz informācijas par attālumu kilometros no maršruta (ceļa) sākuma un līdz tā beigām.

Maršruta markas rādītāji norāda galveno Vissavienības nozīmes ceļu vai maršrutu numurus un to emblēmas.

Maršruta markas jeb numurus ieteicams norādīt uz visiem autoceļa rādītājiem, lai transportlīdzekļu vadītāji labāk varētu sekot vajadzīgā maršruta virzienam (it īpaši tas ir svarīgi, šķērsojot pilsētas).

Bez standartizētiem rādītājiem mūsu republikā ir uzstādīti arī īpaši nosaukuma rādītāji vēsturisku, memoriālu u. c. tūrisma



170. att. Iepriekšējais virziena rādītājs uz slīpa dzelzsbetona staba

nozīmīgu objektu apzīmēšanai. Šādus rādītājus izgatavo daudzstūra vai parasta rādītāja veidā, to vairogus nokrāsojot sarkanā krāsā, bet burtus uzrakstot ar baltu krāsu.

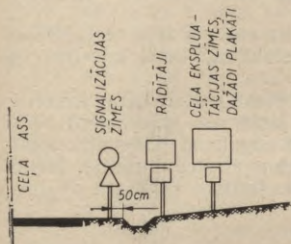
Satiksmes drošības uzlabošanai 1968. gada starptautiskā konvencija turpmāk paredz uzstādīt gaismu atstarojošas ceļa zīmes un rādītājus, kas nodrošina vienlīdz labu zīmju redzamību kā dienā, tā arī naktī.

Gaismu atstarojošās ceļa zīmes un rādītājus (atšķirībā no parastajām zīmēm un rādītājiem) nevis krāso, bet uz to pamatplāksnēm uzlīmē alumīnija foliju, kas noklāta ar epoksīda sveķu lakā iegremdētām stikla mikrolodītēm (to diametrs $60 \div 80 \mu\text{m}$), kuras labi atstaro automobiļu lukturu gaismas staru kūļus.

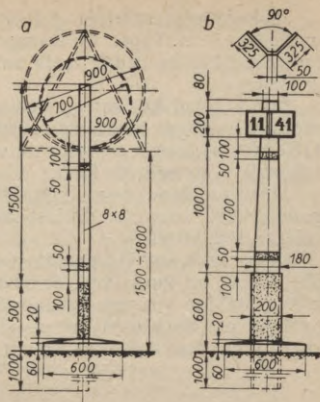
Latvijas PSR Autotransporta un šoseju ministrijas Jelgavas eksperimentālajā uzņēmumā ražotajām stikla mikrolodītēm ir liels gaismas staru laušanas koeficients. Ceļa zīmes un rādītājus, kas izgatavoti, lietojot šīs lodītes, var labi redzēt naktī $150 \div 200 \text{ m}$ attālumā no gaismas avota (automobiļa).

Jau 1973. gadā mūsu republikā visu kategoriju autoceļos būs uzstādītas tikai gaismu atstarojošas ceļa zīmes.

Gaismu atstarojošās virsmas, kas izveidotas no stikla mikrolodītēm, var izmantot arī autobusu pieturvietu apzīmēšanai, kā arī ceļa barjerās remonta vietu iezōgošanai utt.



171. att. Ceļa zīmju, rādītāju un dažādu plakātu izvietošanas shēma



172. att. Dzelzsbetona stabiņu izveidojums:

a — ceļa zīmju uzstādīšanai; b — kilometru rādītājiem

Ceļa zīmes un rādītājus izgatavo centralizēti specializētos uzņēmumos. Mūsu republikā ceļa zīmes un rādītājus izgatavo Jelgavas eksperimentālais uzņēmums.

Ceļa zīmju un rādītāju plāksnes izgatavo no 0,5 ÷ 1,5 mm bieza plākšņu tērauda, skārda vai plāstmasas.

Lai ceļa zīmes un rādītāji būtu viegli ieraugāmi un labi salasāmi, tie jāizvieto gar ceļu stingri noteiktā secībā, ievērojot pamatprasību: mazāk nozīmīgās ceļa zīmes nedrīkst aizsegst nozīmīgākās ceļa zīmes (ceļa zīmes nedrīkst aizsegst arī koki, krūmi, sniegvairu krautnes u. c. priekšmeti vai būves, kas atrodas autoceļa joslā).

Ceļa zīmes, rādītājus un dažādus plakātus gar ceļu izvieto pēc šādas shēmas (171. att.):

1) uz autoceļa nomalēm 0,5 m attālumā no zemes klātnes šķautnes uzstāda brīdinājuma, aizlieguma, rīkojuma un norādījuma zīmes. Ja autoceļa nomaļes platums nav pietiekams, šīs zīmes uzstāda uz zemes klātnes piebēruma tā, lai zīmes mala atrastos 0,5 ÷ 2,5 m attālumā no ceļa segas malas;

2) ceļa rādītājus uzstāda tūlīt aiz grāvja ārējās malas;

3) zīmes, kas attiecas uz ceļu ekspluatācijas dienestu, un dažādus plakātus-reklāmas uzstāda tālāk aiz grāvja autoceļa brīvjoslā.

Uzstādot ceļa rādītājus, jācenšas nodrošināt katra svarīgākā maršruta ansambļa vienveidība, ko var sasniegt, uzstādot ceļa rādītājus, kam ir kopīga forma, krāsa un proporcijas.

Jebkura ceļa rādītāja galvenais elements ir tā vairogš ar uzrakstiem. Tāpēc, lai transportlīdzekļa vadītājs uzmanību koncentrētu tikai uz rādītāju, tā balstam jābūt vienkāršam un neuzkrītošam.

I un II tehniskās kategorijas autoceļiem maršrutu shēmu un ceļa rādītāju vairogus ieteicams veidot telpiskus un ar noteiktu biezumu ($10 \div 30$ cm), kas ir atkarīgs no vairoga lieluma. Šie rādītāji jācenšas izvietot uz neitrāla fona.

Mūsu republikā ceļa zīmju, kilometru u. c. rādītāju uzstādīšanai galvenokārt izmanto dzelzsbetona stabiņus, kuru konstrukcija sniegta 172. attēlā.

Ceļa zīmes stabiņa pamatu veido betona plātne, kuras izmēri ir 60×60 cm un kura kopā ar stabiņu jānokrāso (jānokaļko) baltā krāsā; stabiņa virspamata daļa 50 cm augstumā (kilometra stabiņam 60 cm augstumā) ar asfalta laku jānokrāso melna. Melnā krāsā jānokrāso arī divas 5,0 cm platas josliņas (172. att. a un b).

83. §. Ceļa brauktuves apzīmējumi un aizturietais

Iedarbīgs līdzeklis satiksmes drošības palielināšanai un kustības organizēšanai, kā arī labākai transportlīdzekļu vadītāju un gājēju orientācijai ir ceļa apzīmējumi jeb marķējumi (līnijas, uzraksti un figūras), kas izpildīti ar krāsām, metāla spraudēm, krāsainu betonu vai asfaltu, kā arī iegūti, lietojot dažādus sintētiskos materiālus un plastikas.

Padomju Savienībā kustības joslu atdalīšanas līnijas autoceļa garenvirzienā uz autoceļa seguma iekrāso ar nitrolakas vai eļļas krāsām. Autoceļa ass vai kustības joslu atdalīšanas līniju var iezīmēt ar pārtrauktu vai nepārtrauktu marķējuma līniju. Transportlīdzekļi drīkst šķērsot pārtrauktu garenvirziena līniju, bet nedrīkst šķērsot vai uzbraukt uz nepārtrauktas līnijas. Divas paralēlas līnijas (pārtrauktu un nepārtrauktu) iezīmē intensīvas kustības gadījumos autoceļam ar divām kustības joslām. Šāds apzīmējums ļauj transportlīdzeklim, apzēnot kādu lēnāk braucošu satiksmes līdzekli, šķērsot autoceļa ass līniju tikai no tās puses, kurā atrodas nepārtrauktās līnijas.

Pēc jaunā standarta garenvirziena marķējuma līniju platumam jābūt vismaz 10 cm, bet attālumam starp divām paralēlām līnijām — no 10 līdz 18 cm.

Pārtrauktām līnijām atstarpju un līniju garumi ir vienādi un atkarīgi no kustības aprēķina ātruma. Tā, piemēram, ja kustības aprēķina ātrums ir 120 km/st, — pārtraukto līniju garumam jābūt $8,0 \div 10,0$ m, bet, ja kustības aprēķina ātrums ir 80 km/st, — $4,0 \div 6,0$ m.

Ar šķērsvirziena līnijām norāda gājēju pārejas, automobiļu apstāšanās vietas pirms dzelzceļa pārbrauktuvēm utt.

Bez tam pagriezīnu vietās uz brauktuves iezīmē bultas vai brīdinošos uzrakstus «STOP».

Marķējuma līniju iezīmēšanai ar krāsu vai plastiku lieto speciālas mašīnas.

Pašreiz lietoto krāsu kalpošanas ilgums ir ļoti mazs — marķējuma līnijas jāatjauno vismaz vienu reizi sezonā. Turpretim karsto vai auksto plastiku darbmūžs, kurus marķējuma līniju iezīmēšanai lieto ārzemēs, ir vismaz 5÷7 gadi. Tagad arī padomju ķīmiķi ir izstrādājuši termoplastiku recepti, kuru, sākot ar 1973. gadu, izmantos arī Latvijas autoceļu saimniecībās.

Pēdējos gados, lai uzlabotu redzamību miglā un naktī, marķējuma līniju krāsā vai plastikā iestrādā gaismu atstarojošās mikroskopiskās lodītes, kas atstaro automobiļu lukturu gaismas staru kūļus, tādējādi uzlabojot kustības drošību naktī.

Lai palielinātu satiksmes drošību autoceļa posmos, kuros ir asi pagriezieni, augsti uzbērumi ($h > 2,0$ m) vai tiltu un kustības pārvadu mezglu uzbauktuves, kā arī vietās, kur autoceļš virzās gar stāvām kraujām, kalnu ceļos utt., izbūvē drošības aizturietāises.

Aizturietaišu veids ir atkarīgs no to nozīmes, autoceļa izbūves apstākļiem un kustības intensitātes.

Autoceļos izbūvē vairāku veidu drošības aizturietāises. Izšķir trīs veidu aizturietāises:

a) elastīgās aizturietāises, kas izveidotas no trosēm, gumijas, metāla sieta, speciālu sugu krūmāju stādījumiem u. c.;

b) neelastīgās aizturietāises, kas izveidotas no akmens, betona vai dzelzsbetona aizsargstabiņiem, barjerām, atbalstsienuņām u. c.;

c) puselastīgās aizturietāises, kas izveidotas no dažādu metālu profilētām barjerām u. c.

Viena no vecākajām un izplatītākajām aizturietāisēm ir aizturstabiņi, kas izgatavoti no koka, akmens, dzelzsbetona vai metāla.

Mūsu republikas autoceļos ir sastopami šādu veidu aizturstabiņi: zemāko kategoriju autoceļos — koka aizturstabiņi, kuru diametrs ir 16÷18 cm, pagājušā gadsimta beigās ieviestie dārgie akmens aizturstabiņi, kuru diametrs ir 20÷22 cm, un pēdējā laikā visplašāk lietotie dzelzsbetona aizturstabiņi (šķersgriezums 16×16 cm, garums — 160 cm, bet augstums virs zemes — 60 cm).

Atkarībā no vietējiem apstākļiem aizturstabiņus uzstāda 2÷4 m attālmā citu no cita. Aizturstabiņi galvenokārt kalpo tikai transportlīdzekļu vadītāju orientācijai, jo nespēj noturēt avarējošos automobiļus uz ceļa klātnes. Neērta un darbietilpīga ir arī to izgatavošana un uzstādīšana.

Pēdējā laikā galvenokārt sāk izveidot noturošās neelastīgās aizturietāises (173. att.), kuras izgatavo kā masīvu 35 cm platas izliektas formas saliekamu dzelzsbetona barjeru. Šādas aizturietāises iztur avarējošā automobiļa triecienu. Neelastīgās aiztur-



173. att. Neelastīgās dzelzsbetona barjeras Rīgas-Ogres ceļā

ietais nostiprina ar bultskrūvēm pie dzelzsbetona stabiem, kas ierakti zemē 1,0 m dziļumā. Barjeras augstumam virs autoceļa normas jābūt 50 cm.

Šādas barjeras izbūvē kustības drošībai bīstamos autoceļa posmos un augstos uzbērumos. Tomēr neelastīgo aizturietaišu izbūve ir sarežģīta un darbietilpīga, jo barjeras ir grūti transportējamas un montējamas, bet, nosēžoties (kaut arī nedaudz) dzelzsbetona stabiņiem, barjerām izveidojas lauza virsējā līnija, kas stipri pasliktina autoceļa kopiespaidu. Optisko efektu var uzlabot, iezīmējot uz nobalsinātām barjerām pārtrauktu sarkanu viduslīniju.

Barjeras gan iztur avarējošo automobiļu triecienus un neļauj tiem nobraukt no ceļa klātnes, bet tām ir arī būtisks trūkums, proti, triecoties pret barjeru, automobīlis tiek stipri bojāts un bieži vien arī apgāžas. Bez tam barjeras traucē arī sniega tīrīšanu, veicina autoceļa aizputināšanu utt.

Akmens, mūra vai betona atbalstsienīgas mūsu republikas autoceļos neizbūvē. Tās galvenokārt sastopamas tikai kalnu ceļos.

Trosu elastīgās aizturietaises, kas nodara mazākus bojājumus avarējošiem automobiļiem, lieto samērā maz, jo to izveidojums nav estētisks. Bez tam troses ir deficīts materiāls un apgrūtināta ir to nostiprināšana.

Racionālākas un lētākas ekspluatācijā ir puselastīgās aizturietaises (174. att.), kas izveidotas no profiltērauda izstrādājumiem. Samērā reti šim nolūkam lieto caurules. Ārzemēs šādas

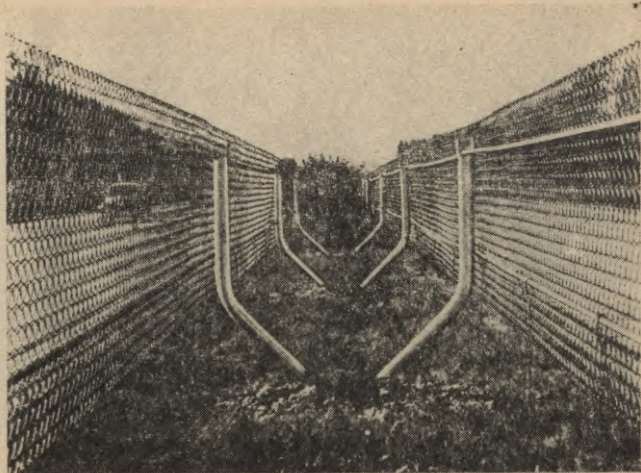


174. att. Puselastīgās profiltērauda barjeras

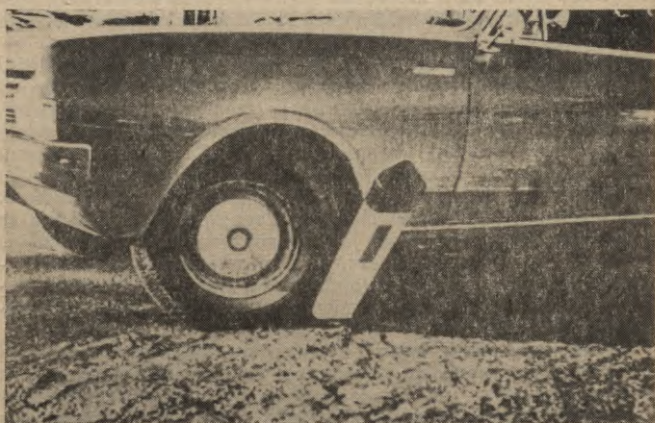
aizturietaises ir izbūvētas ļoti plaši, jo tās var izgatavot rūpniecās, ērti montēt un viegli nokrāsot. Profiltērauda aizturietaises pirmo reizi mūsu republikā ir uzstādītas Rīgas—Jūrmalas kurortceļa kustības mezglu uzbrauktuvēs. Nākotnē šīs ērtās aizturietaises ieviesīs arvien plašāk.

Vairākas ārzemju firmas ir uzsākušas autoceļa aizturietaišu ražošanu, tās izgatavojot no dūralumīnija profilētu margu (stieņu) un stabiņu veidā. Šādas aizturietaises ir ļoti vieglas un nav jākrāso. Stabiņus un stieni, kurā ir ievietots hidraulisks cilindrs, saista lociklveida konstrukcija. Ja pret šādu aizturietaisi triecas automobilis, hidrocilindri mīkstina triecienus, automobilis nekūleņo un bojājumi ir par 70% mazāki salīdzinājumā ar tiem, kādus automobilis iegūtu, triecoties pret metāla nožogojumu, kas izveidots ar parastajiem stabiņiem, nemaz jau nerunājot par bojājumiem, kādus automobilis iegūtu, saskaroties ar neelastīgajām dzelzsbetona barjerām. Šādas konstrukcijas pagaidām vēl ir dārgas, taču tās ir perspektīvas, it īpaši autoceļa posmiem ar sarežģītiem transporta kustības apstākļiem.

Pēdējā laikā sāk ieviest arī sietveida drošības aizturietaises (175. att.). Tās sastāv no vienkāršiem vai V veida stabiņiem, kas iebetonēti pamatnē, un tērauda sietiēm. Sietveida aizturietaises ir elastīgas iekārtas, kas uztver avarējošo automobili un piemērotas sevišķi bīstamiem autoceļa posmiem. Šo aizturietaišu ekspluatācijas pirmie rezultāti ir labi, bet to efektivitāte vēl jāpārbauda.



175. att. Sietveida drošības aizturietais



176. att. Lociklveida plastmasas drošības stabiņš ar gaismas atstarotāju plāksnīti

Rietumeiropas valstīs pēdējos gados plaši lieto pārvietojamās aizzurietais, kas izgatavotas no locīklveida plastmasas stabiņiem, kuriem ir gaismas atstarotāji (176. att.).

Dažreiz ne vien kā orientējošu, bet arī kā noturošu aizzurietais izmanto parastās betona apmales, kas atkalas laikā neļauj automobilim noslidēt no autoceļa brauktuves, bet savukārt apgrūtina ūdens novadišanu no autoceļa segas un teknes attīrīšanu no netīrumiem un putekļiem. Šādas aizzurietais galvenokārt izbūvē tikai uz tiltiem un kustības pārvadu mezglos.

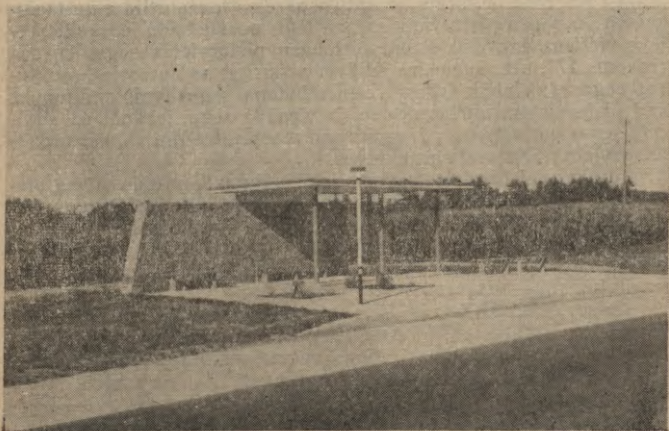
84. §. Autobusu pieturvietas un paviljoni

Latvijā ir ļoti plaši sazarots autobusu līniju tīkls — vidēji uz teritorijas 1 km² ir 1,2 km autobusu līniju.

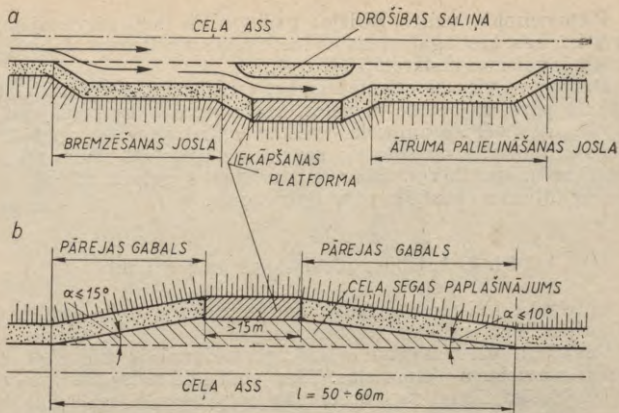
Pasažieru pārvadājumu ērtai organizēšanai ik pēc 2÷4 km jāiekārto autobusu pieturvietas. Tām jābūt labi redzamām no ceļa un izveidotām tā, lai netraucētu pārējo transportlīdzekļu kustību. No autobusu pieturvietas jānodrošina arī laba redzamība garākā ceļa posmā, lai pasažieri savlaicīgi varētu ieraudzīt autobusu.

Visās autobusu pieturvietās pasažieru atpūtai jāizbūvē soli.

Autobusu pieturvietas nedrīkst iekārtot autoceļu krustojumu un dzelzceļa pārbrauktuvju tiešā tuvumā, kā arī maza rādiusa plāna līknēs un vietās, kur nav nodrošināta ceļa pārredzamība.



177. att. Autobusu pieturvieta ar ceļa segas paplašinājumu



178. att. Ceļa segas un zemes klātnes paplašinājumi autobusu pieturvietās:
 a — pieturvieta ar kustības ātruma maiņas joslām un drošības saliņu; b — pieturvieta ar
 autoceļa segas paplašinājumu

I, II un III tehniskās kategorijas autoceļos autobusu pieturvietas parasti iekārto uz autoceļa klātnes un segas paplašinājumiem, izbūvējot bremsēšanas un kustības ātruma palielināšanas joslas, lai pilnīgi atbrīvotu autoceļa brauktuvi pārējo transportlīdzekļu kustībai un autobusu pieturvietu rajonā tiem nevajadzētu iebraukt pretējā virziena kustības joslā. Autobusu pieturvietas segu, kā tas redzams 177. att., ieteicams izbūvēt atšķirīgu no autoceļa brauktuves segas (vislabāk izbūvēt cementbetona segu) vai, gadījumos, kad pieturvietām un brauktuvei ir vienāda sega, iezīmēt uz autoceļa segas pārtrauktas garenvirziena marķējuma līnijas, kas atdala pieturvietu no autoceļa brauktuves.

Autobusu pieturvietas segas paplašinājums jāizveido tā, lai piebraucot pie pieturvietas, pagrieziena leņķis nebūtu lielāks par 10° .

Autobusu stāvvietā pieturvietās, ja pa autoceļu noris sevišķi intensīva kustība, jāatdala ar drošības saliņām (178. att. a). Šādā gadījumā pieturvietas brauktuves platumam jābūt 3,5 m, bet nomaļes platumam — vismaz 1,0 m.

Pieturvietās, kurās ir liels pasažieru pieplūdums, jāizbūvē 18÷20 cm augstas platformas, lai pasažieriem būtu ērtākā iekāpšana un izkāpšana, kā arī ārpus autoceļa klātnes robežām jāizbūvē paviljoni (179. att.), kas pasargā pasažierus no saules, lietus, vēja un sniega.

Pasažieru iekāpšanas un izkāpšanas platformas no brauktuves jāatdala ar parastajām apmalēm un jānoklāj ar saliekamām betona plātnēm, asfaltbetonu, dolomīta akmens plātnēm vai oļiem.



179. att. Erts autopaviljons ar paaugstinātu platformu pasažieru iekāpšanai un izkāpšanai Rīgas-Pleskavas ceļā

Autobusu pieturvietas IV un V tehniskās kategorijas autoceļiem izveido ar segas paplašinājumiem un taisniem pārejas gabaliem. Pieturvietas kopējam garumam jābūt 50÷60 m (sk. 178. att. b.).

Lai palielinātu pasažieru drošību, nav ieteicams autobusu pieturvietas autoceļa abās pusēs izvietot vienu otram pretī, bet tās viena no otras jāatvērza 30÷50 m attālumā.

Autobusu pieturvietas izdaiļo ar koku, krūmu un puķu stādījumiem, kā arī ierīko akmens dārzus utt. Autobusu pieturvietu labiekārtošanai jāizmanto vietējie būvmateriāli un jācenšas pēc iespējas vairāk izcelt apkārtnes raksturīgākās īpatnības. Pat vienkāršs apkārtnes akcents (akmens vai koks) atdzīvina pieturvietu un padara to estētisku un patīkamu.

Autopaviljonus, kas var būt atklāti vai slēgti, izbūvē no koka, mūra vai saliekamā dzelzsbetona konstrukcijām. Tiem var būt dažāda apdare (keramika, dolomīts, apdares ķieģeļi, stikla bloki, stiklaplasti u. c.). Paviljonu arhitektūrā ieteicams parādīt nacionālās arhitektūras īpatnības un tos izbūvēt pēc vairākiem projektiem, lai, braucot pa ceļu un redzot pēc viena vai nedaudz projektiem celtnes vienādus paviljonus, nerastos vienmuļīgs iespaids.

Latvijā jau ir uzcelti vairāk nekā 800 autopaviljonu, kas izbūvēti apmēram pēc 30 dažādiem projektiem.

Tomēr jānorāda, ka svarīgākajos autoceļu maršrutos jāizvēlas tāda autopaviljonu arhitektūra, kas pastiprina maršruta ansambļa kopējo vienveidību.

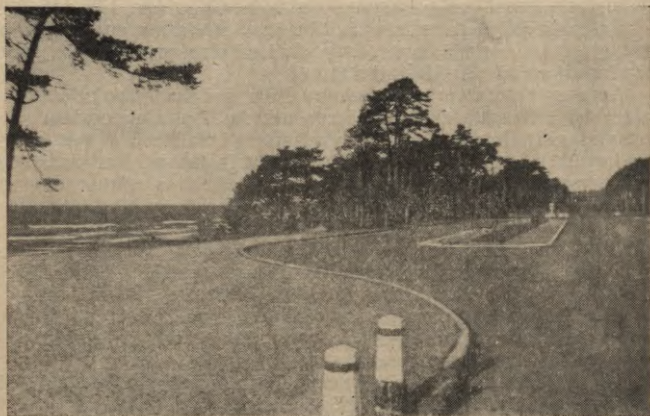
85. §. Automobiļu stāvvietas, atpūtas vietas un skatu laukumi

Braucot ar automobili ilgāku laiku, nogurst gan tā vadītājs, gan arī pasažieri. Tāpēc gluži dabiska ir vēlēšanās apturēt automobili, izkāpt no tā un īsu brīdi atpūsties svaigā gaisā. Tomēr katrs uz autoceļa nomales un daļēji uz autoceļa brauktuves apstādināts automobilis traucē pārējo transportlīdzekļu kustību un var izraisīt transporta negadījumus.

Tāpēc uz visiem I, II un III tehniskās kategorijas autoceļiem jāparedz speciālas automobiļu stāvvietas un atpūtas laukumi, kuri atkarībā no kustības intensitātes un autoceļa specifikas jāizbūvē ik pēc 20÷40 km autoceļa tiešajā tuvumā. Automobiļu stāvvietas un atpūtas vietas izveido pie degvielas iepildes stacijām, automobiļu profilaktiskās apkopes stacijām, viesnīcām vai kempingiem. Bez tam gleznainās vietās jāiekārto atpūtas vietas transportlīdzekļu vadītājiem un pasažieriem, kā arī skatu un atpūtas laukumi ainavu apskatei.

Ceļu ekspluatācijas darbinieku svarīgs uzdevums ir ierīkot un labiekārtot atpūtas vietas un skatu laukumus pie esošajiem autoceļiem (it īpaši tūristu maršrutos), kas agrākajos gados izbūvēti bez šiem mūsdienu autoceļiem nepieciešamajiem elementiem.

Pasažieru un transportlīdzekļu vadītāju atpūtas vietas jāiekārto gleznainākās vietās — pie ezeriem, upēm, jūras, gravām utt. (180. att.).



180. att. Pasažieru un transportlīdzekļu vadītāju atpūtas vieta Rīgas-Tallinas ceļā pie Saulkrastiem

Ieteicams vismaz katrā otrā šādā atpūtas vietā izbūvēt arī estakādi automobiļu sikajiem remontiem, kā arī uzstādīt rokas sūkņus vai ūdens tvertnes automobiļu un roku mazgāšanai.

Automobiļu stāvlaukumi atpūtas vietās jānostiprina ar granti vai oļiem, bet vēl labāk — ar melno segu.

Atpūtas vietās jāiekārto soliņi pasažieriem. Dažreiz izbūvē arī nelielas nojumes vai lapenes. Atpūtas vietu tuvumā jāierīko vienkārši sanitārie mezgli.

Automobiļu stāvvietu iekārtošanai var izmantot vecos autoceļu posmus, kas pieslēdzas pie iztaisnotā autoceļa, tos attiecīgi pilnveidojot un labiekārtojot.

Atpūtas vietu stāvlaukumos tūristu un transportlīdzekļu vadītāju informācijai jāizvieto shēmas ar paskaidrojumiem par attiecīgo maršrutu un tuvāko apkārtni.

Vietās, no kurām atklājas plaša, gleznaina panorāma uz apkārtni, jāizbūvē speciāli skatu laukumi, tajos uzstādot soliņus, izvietojot paskaidrojošus plakātus utt.

Visās atpūtas vietās un skatu laukumos liela vēriba jāveltī apzaļumošanai — atsevišķu koku, kā arī krūmu un puķu stādījumiem.

21. nodaļa

JAUNĀKĀS TENDENCES AUTOCEĻU PROJEKTĒŠANĀ UN BŪVNICIBĀ

86. §. Autoceļu izmeklēšana un projektēšana

Autoceļu izmeklēšanas un projektēšanas darbos arvien plašāk (it īpaši ārzemēs) sāk izmantot fotogrāfmetriskās metodes un elektronu skaitļojamās mašīnas (ESM).

Lai gan, lietojot ESM, jāpārkārto un jāmaina projektēšanas darbu metodika, toties ievērojami tiek kāpināts inženieru projektētāju darba ražīgums un izgatavoto projektu kvalitāte, jo ātri var salīdzināt vairākus variantus un palielināt veikto aprēķinu precizitāti.

Mūsu zemes lielākajās autoceļu projektēšanas organizācijās ir jau ieviestas praksē vairākas ESM programmas, pēc kurām veic projektēšanas darba ietilpīgākos procesus, piemēram, zemes darbu apjomu noteikšanas aprēķinus utt.

Elektronu skaitļojamās mašīnas sāk lietot arī autoceļu garenprofila projektēšanai, mazo mākslīgo būvju hidrauliskajiem aprēķiniem, augstu uzbērumu un dziļu ierakumu nogāžu noturības noteikšanai, automobiļu kustības ātrumu aprēķināšanai pēc dažādiem projektējamā autoceļa variantiem, tāmju sastādīšanai u. c. aprēķiniem.

Aizrobežu projektētāju prakse ir pierādījusi, ka ESM pakalpojumus var izmantot izmeklēšanas un projektēšanas darbu visās stadijās, tādējādi iegūstot lielu laika un projektētāju darba ietaupījumu. Tā, piemēram, Amerikas Savienotajās Valstīs jau 1962. gadā autoceļu projektēšanā bija ieviestas vairāk nekā 1000 ESM programmas. Ar ESM tika veikta projektējamo autoceļu optimālā plāna un profila izvēle, kompleksa un optimāla autoceļu tīkla projektēšana attiecīgajam administratīvajam rajonam, autotransporta kustības plūsmu analīze un perspektīvās kustības intensitātes prognozēšana, kā arī dažādi hidrauliskie, tāmju un finansiālie aprēķini, celtniecības izmaksu analīzes, vajadzīgā darbaspēka noteikšana atbilstoši konkrētās būvorganizācijas, kura veiks darbus, mehānizācijas pakāpei utt.

Lai gan moderna ESM ir dārga iekārta, taču tā atmaksājas ātri — dažu gadu laikā.

Jauninājums autoceļu projektēšanā ir arī Francijā, Itālijā, ASV u. c. ievestā autoceļu automatizētā trasēšana, ko veic pēc krāsainajiem aerofotouzņēmumiem, ar ESM vienlaikus aprēķinot visus autoceļa elementu parametrus un darba apjomus.

Šīs projektēšanas metodes efektivitāti uzskatāmi raksturo franču projektētāju sasniegumi. Autoceļu XIII starptautiskajā kongresā, kas 1967. gadā notika Tokijā, Francijas pārstāvis minēja šādu piemēru. Ieviešot projektēšanā fotogrāfmetriju un lietojot ESM, zemāko kategoriju autoceļu projektu sastādīšanas ātrums ir palielinājies tiktāl, ka viens inženieris projektētājs mēnesī var sastādīt projektu 30÷40 km (!) garam autoceļa posmam.

Daudzās aizrobežu valstīs projektēšanas organizācijas izstrādā tikai vienkāršotu autoceļa tehnisko projektu, kurā doti visi galvenie projekta risinājumi un noteikti darba apjomi, bet izbūvējamā autoceļa atsevišķu kontstruktīvo elementu detalizēšanu, ievērojot vietējos apstākļus, kā arī darba organizācijas projekta izstrādāšanu pēc attiecīgajiem tipveida risinājumiem veic būvorganizācijas — darbu izpildītājas.

Būvorganizāciju ieinteresētība autoceļu būvdarbu izmaksas samazināšanā veicina darba organizācijas visracionālāko metožu un paņēmienu ieviešanu, ievērojot esošos tehnikas resursus.

Autoceļa izbūves summārā ekonomiskā efekta noteikšana vēl arvien ir problemātiska un gandrīz katrā valstī to nosaka savādāk, ievērojot lielāka vai mazāka daudzuma papildfaktoru ietekmi.

Padomju Savienībā kapitālieguldījumu summāro efektivitāti konkrēta autoceļa izbūvei vai rekonstrukcijai nosaka, salīdzinot visu ieinteresēto tautas saimniecības nozaru transporta pārvadājumu izmaksas pirms un pēc attiecīgā autoceļa izbūves vai rekonstrukcijas.

Tomēr šādā veidā noteikt kāda autoceļa izbūves kapitālieguldī-

jumu rentabilitāti jeb ekonomiskās efektivitātes koeficientu

$$k_{\text{et}} = \frac{E}{K},$$

kur E — ekonomiskais efekts no autoceļa ekspluatācijas vienā gadā;
 K — kapitālieguldījumi autoceļa izbūvei vai rekonstrukcijai,

turpmāk būs par maz, jo netiek ievēroti tādi faktori kā regulāras autotransporta kustības iespēja nepārtraukti visu gadu, kravas zudumu un transporta negadījumu (avāriju) skaita samazināšanās iespēja u. c.

Dažās sociālistiskajās valstīs (Polijā, Ungārijā u. c.) jau vairākus gadus kapitālieguldījumu efektivitāti noteic, ievērojot avāriju skaita samazināšanās iespēju jaunbūvētā vai rekonstruētā autoceļā. Pēc ungāru speciālistu datiem, tikai šis rādītājs vien sastāda vidēji 25 ÷ 30% no autoceļa ekonomiskās efektivitātes.

Sākot ar 1970. gada 1. janvāri, Latvijā ir ieviesti Krievijas PFSR pagaidu norādījumi par tautas saimniecības zaudējumu uzskaiti no transportlīdzekļu avārijām, projektējot un rekonstruējot autoceļus (BCH 3-69), pēc kuriem autotransporta kustības drošības apstākļu uzlabošanas efekts var sasniegt līdz 30% no autoceļa būvdarbu izmaksas.

Pēc oficiālajām statistikas ziņām, Amerikas Savienotajās Valstīs zaudējumi no autotransporta avārijām un negadījumiem ik gadus sastāda apmēram 9 mljrd. dolāru. Visās kapitālistiskajās valstīs kopā ik gadus autokatastrofās iet bojā apmēram 150 000 cilvēku.

Pēc Maskavas Autoceļu institūta pētījumiem, 1971. gadā vidēji katra autotransporta avārija (negadījums) mūsu zemes tautas saimniecībai ir izmaksājusi 3200 rubļus. Latvijā 1971. gadā bija reģistrēti 4630 transporta negadījumi. Tas nozīmē, ka republikas tautas saimniecībai tikai vienā gadā ir nodarīti zaudējumi 15 milj. rubļ. apjomā.

Ne mazāk svarīgs rādītājs autoceļu būvniecībā ir ieguldīto kapitālieguldījumu atmaksāšanās laiks

$$l_{\text{atm}} = \frac{K}{E},$$

kur K — kapitālieguldījumi autoceļa izbūvei vai rekonstrukcijai;
 E — ekonomiskais efekts no autoceļa ekspluatācijas vienā gadā.

Autoceļu būvniecība vispār ir viena no visrentablākajām nozarēm, kurai ir īss kapitālieguldījumu atmaksāšanās laiks.

Kapitālieguldījumu atmaksāšanās laika analīze jaunbūvētiem vai rekonstruētiem autoceļiem Padomju Savienībā rāda, ka atkarībā no autoceļa kategorijas $l_{\text{atm}} = 3 \div 10$ gadi. Tā, piemēram, Krievijas PFSR autoceļiem, kas izbūvēti laikā no 1955. gada līdz 1965. gadam, $l_{\text{atm}} = 4 \div 5$ gadi.

Mūsu republikā astotajā piecgadē izbūvētajiem vai rekonstruētajiem autoceļiem $l_{atm} = 4 \div 6$ gadi.

Jānorāda, ka daudziem republikas autoceļiem l_{atm} ir vēl mazāks, piemēram, Rīgas—Pleskavas I kategorijas autoceļa posmam no Rīgas līdz Tallinas autoceļa atzarojumam — nepilni 2 gadi.

Tomēr ne vienmēr minimālais l_{atm} ir noteicošais faktors. Izbūvējot modernus autoceļus ar tālāku perspektīvu vai t. s. parādes jeb ekskursiju ceļus l_{atm} ir daudz lielāks. Tā, piemēram, slavenajam «Saules ceļam» Itālijā (Milāna—Roma—Neapole) l_{atm} ir noteikts 30 gadi, maksas ceļam Japānā (Tokija—Nagoja) — 20 gadi utt.

Rīgas—Jūrmalas kūrortceļa kapitālieguldījumu atmaksāšanās laiks $l_{atm} = 8 \div 9$ gadi, jo 6 kustības joslas ir izbūvētas ar apmēram $10 \div 15$ gadu perspektīvu.

Francijā par normatīvo kapitālieguldījumu atmaksāšanās laiku autoceļu būvniecībā ir noteikti 13 gadi.

87. §. Autoceļu ģeometriskie elementi

Pēc 1950. gadā pieņemtās Ženēvas konvencijas daudzās valstīs autoceļu projektēšanā tika izmantoti vienotajam Eiropas galveno autoceļu tīklam noteiktie parametri. Vienotais Eiropas autoceļu tīkls veidojas no atsevišķu valstu svarīgākajiem autoceļiem, kas galvenokārt domāti lielai kustības intensitātei, tranzītkustībai un tāliem kravu pārvadājumiem. Tomēr jānorāda, ka vairākas Eiropas valstis savās nacionālajās normās augstāko kategoriju autoceļu projektēšanai ir paredzējušas kvalitatīvākus parametrus, nekā to noteica Ženēvas konvencija vienotajam Eiropas autoceļu tīklam.

Pēdējos 20 gados daudzī autoceļu projektēšanas parametri ir izmainījušies, bet dažos gadījumos — pat samazināti.

Kustības aprēķina ātrums arī šodien ir noteicošais faktors autoceļa galveno ģeometrisku elementu aprēķināšanai plānā un profilā. Taču pēdējos gados ir novērojama tendence samazināt ļoti lielos kustības aprēķina ātrumus, kuri, kā to ir pierādījusi prakse, faktiski netiek izmantoti.

Tā, piemēram, Itālijā 1959. gada normās maksimālais kustības aprēķina ātrums bija noteikts 160 km/st, bet 1968. gadā tas tika samazināts līdz 120 km/st! Maksimālie kustības aprēķina ātrumi pēdējos gados ir samazināti arī VFR (no 170 km/st līdz 140 km/st), Francijā (no 160 km/st līdz 140 km/st) un citās valstīs.

Kustības aprēķina ātruma samazināšana izskaidrojama ļoti vienkārši, proti, 160 km/st un lielāki kustības ātrumi reāli ir sasniedzami tikai ideālos kustības apstākļos atsevišķiem automobiļiem. Bez tam transporta negadījumu un avāriju skaits un to smagums strauji palielinās, palielinoties kustības ātrumam.

Pašreiz gandrīz visās Eiropas valstīs, kā arī ASV, Kanādā un Japānā augstākās kategorijas autoceļus projektē galvenokārt

110÷120 km/st (līdzienās vietās) vai 80÷100 km/st (kalnainās vietās) lieliem kustības aprēķina ātrumiem.

Padomju Savienībā, projektējot pirmās kategorijas autoceļus, bieži samazina maksimālo aprēķina ātrumu līdz 120 km/st.

Mūsu republikā pirmās kategorijas kūrortceļš Rīga—Jūrmala, ievērojot tā specifiku (70% vieglie automobiļi), ir projektēts maksimālajam kustības ātrumam 150 km/st ar visiem nepieciešamajiem divlīmeņu krustojumiem, kustības ātruma palielināšanas un bremzēšanas joslām. Turpretim autoceļš Rīga—Daugavpils (posmā Rīga—Ogre) ir projektēts atbilstoši 120 km/st lielam kustības aprēķina ātrumam.

Lai gan kustības aprēķina ātrumi ir vienādi, vairāki autoceļu geometrisko elementu parametri dažādās valstīs ir atšķirīgi. Tā, piemēram, minimālais plāna līkņu rādiuss VFR ir noteikts 800 m (izņēmuma gadījumos — 400 m), Somijā — 1000 m (700 m), Holandē — 2000 m (1000 m), Itālijā — 630 m (475 m) utt. Tas izskaidrojams ar attiecīgās valsts reljefu, klimatiskajiem apstākļiem, līkņu virāžas šķērskritumu u. c. faktoriem.

Autoceļa trases visas pārejas no taisniem posmiem līknēs Eiropā projektē ar klotoidālajām līknēm. Tagad pārejas līknes izmanto ne vien, lai uzlabotu automobiļa kustības dinamiku, iebraucot līknē, bet arī lai autoceļa trase labi iekļautos apkārtnes ainavā.

Dažās valstīs pēdējos gados ir novērojama tendence autoceļa visu trasi plānā projektēt tikai no apla līknēm un klotoidām, t. i., cenšas projektēt tā saucamo klotoido trasi, kurā vispār nav taisno posmu. Norādītās autoceļu trasēšanas metodes tagad bieži vien lieto VFR, Šveicē, Francijā, Anglijā u. c. valstīs, uzskatot, ka, braucot pa šādu ceļu, ievērojami mazāk nogurst autovadītājs.

Profila līkņu rādiusu lielumi visās Eiropas valstīs maz atšķiras, jo šo rādiusu palielināšana ievērojami palielina zemes darbu apjomu. Izlikto profila līkņu minimālais rādiuss $R_{lzl} = 8000 \div 20\,000$ m (visbiežāk $R_{lzl} = 10\,000$ m), bet ielikto profila līkņu minimālais rādiuss $R_{lel} = 3000 \div 8000$ m (visbiežāk $R_{lel} = 5000$ m).

Maksimālais garenkritums augstākās kategorijas autoceļiem nepārsniedz 4,0%. Ja autoceļa garenkritums pārsniedz 3÷4%, tad sakarā ar vieglo un kravas automobiļu dinamikas īpašību dažādību tiek izjaukta transporta plūsmas viendabība un, lai palielinātu kravas pāravadājumu efektivitāti, jāizbūvē papildu kustības josla, pa kuru autoceļa kāpumu pārvar lēni braucošie un mazāk spēcīgie automobiļi.

Vairākās valstīs (Ungārijā, VFR, Čehoslovākijā, ASV u. c.) autoceļu projektēšanas tehniskajos noteikumos ir uzsvērts, ka, noteicot autoceļa plāna un profila elementu lielumu, jāņem vērā ceļa negadījumu un avāriju iespējamība projektējamā trasē.

Pēdējos desmit gados autoceļu projektēšanā arvien plašāk lieto telpisko vai ainavisko metodi, pēc kuras autoceļa trase harmoniski tiek iekļauta apkārtnes ainavā, nodrošinot trasei telpisku plūstamību un to sasaistot ar apkārtnes reljefu.

Līdzšinējā telpiskās autoceļu projektēšanas un būvniecības prakse ir pierādījusi, ka tikai ar telpiski plūstošu trasi vien, kura organiski iekļaujas apkārtnes ainavā, var iegūt ērtu, drošu un ekonomisku autoceļu.

Vairāku valstu (Francijā, Ungārijā, VFR u. c.) autoceļu projektēšanas tehniskajos noteikumos jau ir ietvertas speciālas nodaļas, kurās precīzi reglamentētas attiecības starp saistītiem autoceļa trases elementiem un paredzēti attiecīgi pasākumi autoceļu izdaiļošanai un noformēšanai, tādējādi apmierinot estētiskās prasības.

Lai novērtētu projektētās autoceļa trases estētiku un iekļaušanos apvidū, Francijā, Japānā u. c. valstīs autovadītāja skata līmenī (1,40 ÷ 1,50 m augstumā no segas virsmas) uz oscilogrāfa ekrāna, lietojot ESM, pēc kārtas analizē visus autoceļa posmus un, ja tas nepieciešams, izdara attiecīgus labojumus.

Mūsu tehniskajos noteikumos par autoceļu telpisko projektēšanu ir doti tikai vispārīgi un samērā nepilnīgi norādījumi, tāpēc šajā jautājumā vēl daudz kas ir atkarīgs no projektētāju individuālās pieejas un ieinteresētības.

Izmaiņas ir notikušas arī autoceļu šķērsprofila parametru izvēlē. Augstākās kategorijas autoceļiem kustības joslas platumis visās valstīs ir gandrīz vienāds — 3,5 vai 3,75 m. Dažās valstīs ārējo kustības joslu, kas paredzēta kravas automobiļu kustībai, izbūvē 4,0 m platumā. Gandrīz visur segas ārējo joslu 0,50 ÷ 0,75 m platumā, kura atdala autoceļa brauktuvi no nomales, neierēķina malējās kustības joslas platumā. Japānā, Itālijā, VFR u. c. valstīs svarīgākajās automaģistrālēs (visā to garumā) paredz speciālu 2,5 ÷ 3,0 m platu joslu bojāto automobiļu stāvēšanai.

Pašreiz gandrīz visās valstīs, pārskatot tehniskās normas, paplašina nomales. Tā, piemēram, Anglijā, pēc 1962. g. normatīviem, minimālais nomales platums bija 1,05 m, bet, pēc 1968. g. normatīviem, — jau 3,0 m; Francijā tas sasniedz pat 4,0 m utt.

Novērojama ir arī tendence palielināt autoceļa brauktuves šķērskritumu. Tā, piemēram, Itālijā autoceļu brauktuvsju šķērskritums ir palielināts no 1,6% līdz 2,0%, Anglijā — no 2,1% līdz 2,5% utt. Eiropā gandrīz bez izņēmuma tagad autoceļu brauktuvsju šķērskritumi svārstās no 2,0 līdz 2,5%, kas nodrošina lietuvu ūdeņu novadīšanu no autoceļa segas.

Pārskatot tehniskās normas, arvien vairāk tiek samazināts uzbērums un ierakums nogāžu slīpums, tādējādi garantējot lielāku kustības drošību, samazinot nogāžu izskalošanas iespēju lietussgāžu laikā, kā arī nodrošinot autoceļam labāku iekļaušanos apkārtnes reljefā. Bez tam mazāka slīpuma nogāzes var vieglāk noblīvēt ar mehānismiem, kā arī var vieglāk nostiprināt un uzturēt autoceļa ekspluatācijas laikā.

Pēdējos gados dažādās Eiropas valstīs pieņemtās normās nogāžu slīpums uzbērumos, kuru augstums ir 1,5 ÷ 3,0 m, noteikts 1 : 3 ÷ 1 : 5. Augstākiem uzbērumiem paredz veidot nogāzes ar mai-



181. att. Rīgas-Jūrmalas kūrortceļš ar izbūvētām lēzenām (slīpums 1 : 4) nogāzēm

nīgu slīpumu, to samazinot uzbēruma apakšējā daļā. Amerikas Savienotajās Valstīs automaģistrāļu nogāžu slīpums ir vēl mazāks — tikai $1:4 \div 1:6$. Pēc speciālistu aprēķiniem, pilna drošība avārijas gadījumā, automobilim nobraucot no autoceļa uzbēruma, ir tikai tad, ja uzbēruma nogāžu slīpums nav lielāks par $1:5$.

Lai gan mūsu 1962. gada normās ir paredzēti daudz lielāki uzbērumu un ierakumu slīpumi (parasti $1:1,5$, bet uzbērumiem, kam augstums ir mazāks par $1,5$ m, — līdz $1:3$), vairākos tehniskajos norādījumos, kas izstrādāti pēdējos gados, ir uzsvērtā nepieciešamība veidot uzbērumus ar mazāku nogāžu slīpumu.

Arī mūsu republikā, vadoties no kustības drošības, estētiskiem un būvdarbu mehanizācijas principiem, nogāzes tagad projektē pēc iespējas lēzenākas — no $1:3$ līdz $1:4$ uzbērumos un no $1:6$ līdz $1:8$ ierakumos. Kādreiz dominējošais nogāžu slīpums $1:1,5$ tagad ir attaisnojams tikai augstos uzbērumos, kuru veidošanai jāpieved daudz grunts. Tā, piemēram, Rīgas—Jūrmalas kūrortceļam nogāzes ir izveidotas ar slīpumu $1:4$, kas nodrošina pilnīgu darbu mehanizāciju, kustības drošību un vienlaicīgi autoceļa labāku iekļaušanos apkārtnes ainavā (181. att.).

Ierakumu nogāzes, ja vien tas ir iespējams, veido ar slīpumu $1:6 \div 1:8$, tādējādi nodrošinot autoceļa iekļaušanos apkārtējā reljefā, iegūstot grunti zemes klātnei, pasargājot autoceļu no aizputināšanas un vienlaikus padarot ierakuma nogāzes derīgas izmantošanai lauksaimniecībā.

Parametrs	PSRS		Francija	
	I kategorijas autoceļi	Vietējie ceļi	Ātrgaitas maģistrāles	Vietējie ceļi
Kustības aprēķina ātrums (km/st)	150÷100	80—60	140÷120	100÷80
Kustības joslas platums (m)	3,75÷3,5	3,0	3,75÷3,5	3,0
Nomales platums (m)	3,75÷2,5	2,0÷1,75	4,0÷3,0	2,0
Starpjoslu platums vairākjoslu autoceļiem (m)	5,0÷2,0	—	12÷5	—
Plāna līkņu rādiusi (m) rekomendējamie minimālie	3000 1000÷400	— 250÷125	5000 1500÷400	1500 300÷150
Profila līkņu rādiusi (m): izliektām līknēm	10000	5000÷2500	15000÷5000	5000÷1000
ieliektām līknēm	8000÷3000	2000÷1500	5000÷500	500÷200
Maksimālie garenkritumi (%)	3÷5	5÷7	3÷4	6÷7

Arvien lielāka vēriba sakarā ar kustības intensitātes palielināšanos tiek pievērsta trešās un zemāko kategoriju autoceļu vienlīmeņa krustojumiem. Krustojuma leņķis ir limitēts (ASV — 45°, VFR — 60°, Francijā — 50°). Rietumeiropā krustojumos kustību parasti organizē pēc apļa jeb rotācijas kustības shēmas. Krustojumus izveido tikai pēc individuālajiem projektiem, rūpīgi salīdzinot dažādus variantus.

I, II un III kategorijas ceļiem pirms krustojuma obligāti izveido kustības papildu joslas — t. s. kustības ātruma maiņas joslas.

Pēdējā laikā arvien biežāk tiek izbūvēti autoceļu krustojumi divos un vairākos līmeņos. Vairāklīmeņu krustojumu praksē ir izbūvēti jau apmēram 30 dažāda tipa kustības izkārtojumi, bet krustojuma leņķis vairs netiek limitēts, jo kustības pārvadi bieži vien tiek projektēti liekti.

Rietumeiropas valstīs divlīmeņu krustojumus cenšas izbūvēt pēc iespējas ar mazāku tipu dažādību, lai kustības izkārtojuma shēma krustojumā būtu viegli saprotama autovadītājiem. Tāpēc gandrīz bez izņēmuma izmanto tikai tipveida projektus.

Vislielāko popularitāti Eiropā ir ieguvuši divlīmeņu krustojumi, kas izbūvēti «āboliņa lapiņas» veidā, un divlīmeņu pieslēgumi, kas izbūvēti «trompetes» veidā. Kustības izkārtojums krustojumā pēc nepilnās «āboliņa lapiņas» shēmas ir neskaidrs šoferiem un nav attaisnojies.

Kustības pārvadus arvien biežāk cenšas izbūvēt ar tādu laiduma konstrukciju, lai autoceļa starpjoslā nevajadzētu izvietot starpbalstus, kas samazina kustības drošību.

galvenie parametri

VFR		Anglija		ASV	
Ātrgaitas magistrāles	Vietējie ceļi	Ātrgaitas magis- trāles	Vietējie ceļi	Ātrgaitas magistrāles	Vietējie ceļi
140÷120	100÷80	140÷100	100÷80	180÷120	100÷80
3,75	3,5÷3,0	3,4÷3,0	3,0	3,7÷3,6	3,4÷3,0
3,0÷2,0	2,0	3,0÷1,5	2,0	3,0÷2,0	2,0
4,5	—	8,0÷3,1	—	11÷4,9	—
5000	2000	1500	400	5000	2000
1800÷400	400÷150	300	75	6000	100
16 000÷5000	5000÷1000	—	—	20 000÷5000	2000÷1000
5000÷1000	500÷300	—	—	5000÷200	—
4÷7	6÷9	5	8	3÷5	6÷8

Autoceļu projektēšanas galvenie parametri dažādās valstīs sniegti 65. tabulā. Salīdzinot šos parametrus, jāņem vērā, ka tabulā minētajās ārvalstīs kravas automobiļi kopējā transporta plūsmā sastāda tikai nelielu daļu (10÷30%). Padomju Savienībā to īpatsvars ir daudz lielāks.

88. §. Jaunākās tendences autoceļu būvniecībā

Straujais autotransporta kustības intensitātes pieaugums, bet it īpaši lielas kravnesības automobiļu, smagsvara autovilcienu un liela tilpuma autobusu īpatsvara palielināšanās nosaka galveno virzienu autoceļu būvniecībā, proti, ievērojami palielināt autoceļu segas stiprību un uzlabot citas tās ekspluatācijas īpašības, vienlaikus palielinot segas kalpošanas laiku un nodrošinot netraucētu autotransporta kustību visu gadu jebkuros laika apstākļos.

Lai novērstu autoceļu segu bojājumus, visās valstīs ir noteiktas maksimālās slodzes automobiļa asij vai autovilcienu maksimālais svars. Padomju Savienībā maksimālā slodze uz automobiļa asi ir noteikta 10 t (uz divām sapārotām dzenošām asīm — 18 t). Amerikas Savienotajās Valstīs autovilcienu maksimālais svars nedrīkst pārsniegt 45 t. Rietumeiropas valstīs tas ir noteikts 25÷40 t.

Visās valstīs ir novērojama tendence palielināt maksimālās slodzes, t. i., palielināt autoceļu segu nestspēju jeb stiprību. To var sasniegt pēc diviem paņēmieniem:

- 1) paaugstinot prasības attiecībā pret zemes klātnes sablīvēšanu

un to grunšu īpašībām, kuras iestrādā zemes klātnes augšējās kārtās (segas pamatnē);

2) palielinot autoceļa segas biezumu un pilnveidojot tās konstrukciju.

Ilgāku laiku uzskatīja, ka zemes klātnes nepietiekamo nestspēju var kompensēt, palielinot ceļa segas biezumu. Šis uzskats tomēr tika sagrauts jau pirmajos pēckara gados, kad, strauji pieaugot kustības intensitātei, piemēram, Vācijas Federatīvajā Republikā, masveidā bija jāpārbūvē automaģistrāles, kurām bija cementbetona sega, kas tika izbūvētas laikā no 1933. līdz 1939. g., jo betona plātnes, izbūvētas uz plānas smilts drenējošās kārtas pamatnes, sāka plaisāt un lūzt.

Pašreiz pastāv vienprātīgs uzskats, ka autoceļa zemes klātnei jāatbilst noteiktām prasībām, kuras zemes klātnes izbūves laikā lauka apstākļos stingri jākontrolē un jāpārbauda ar pārbaudes slodzēm, izmantojot liela izmēra spiedes (VFR, Japāna u. c.) vai lietojot citus, vienkāršākus paņēmienus (Kovaļova aparātu u. c.).

Padomju Savienībā zemes klātnes izbūves uzlabošanā pēdējos desmit gados ir gūti zināmi panākumi. Zemes darbu izpildes mehānizācijas līmenis jau ir sasniedzis 98÷99%. Nemehānizēti palikuši tikai dažādi palīgdarbi — augstu uzbērums un dziļu ierakumu apdares darbi, kā arī nogāžu nostiprināšanas darbi.

Autoceļu zemes klātnes noturība pēdējos gados ir stipri palielināta. Tas veikts, palielinot uzbēruma augstumu neapmierinošos grunts ģeoloģiskos apstākļos vai paaugstinot prasības, kādām jāatbilst grunšu īpašībām, no kurām veido zemes klātņi, un, jo sevišķi — paaugstinot prasības grunts sablīvēšanai uzbērumos.

Zemes klātnes augšējās daļas — pamatnes stiprību ievērojami uzlabo drenējošo un salizturīgo kārtu izbūve.

Pašreizējos mūsu normatīvos prasības grunts sablīvēšanai zemes klātnē vēl ir zemākas nekā Rietumeiropas valstīs, ASV un Japānā, jo pārāk maz tiek ražotas autoceļu būvmašīnas, kam ir liela grunts sablīvēšanas efektivitāte.

Autoceļu būvdarbu kompleksā zemes darbu īpatsvars (pēc izmaksas) Padomju Savienībā vidēji ir apmēram 20÷30%, Latvijā — apmēram 30%, bet ārzemēs — līdz pat 40÷50% (lielāki grunts vešanas attālumi, rūpīgāka sablīvēšana, apdares darbi u. c.), tāpēc visās valstīs zemes darbu veikšanas organizācijai un mehānizācijas līmeņa paaugstināšanai veltī lielu uzmanību.

Zemes darbu mehānizācijā pašreiz ir šādas galvenās tendences: zemes rakšanas un blīvēšanas būvmehānismu jaudas, ātruma un manevrēšanas spēju tālāka palielināšana, piekarināmo iekārtu plaša izmantošana un būvmehānismu parka maksimāla izmantošana.

Ārzemēs bieži vien pat līdz 70÷80% no kopējā zemes darbu apjoma izpilda ar pašgājējiem skrēperiem. Japānā, ASV, VFR u. c. valstīs lieto skrēperus, kuru kausu tilpums ir līdz 45,0 m³ un kuru pārvietošanās ātrums ar piepildītu kausu sasniedz 40÷60 km/st.

Pēdējā laikā sāk lietot arī skrēperus ar lentveida elevatoriem, kuri elektropiedziņu saņem no skrēpera motora, samazina motora slodzi kausa piepildīšanas laikā un palielina kausa piepildīšanas ātrumu, kas var sasniegt pat $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Lielu daļu no zemes darbu kopējā apjoma veic ar buldozeriem. Izplatītākie ir universālie buldozeri ar pagriežamām lāpstām. Buldozeru traktorū jauda jau sasniedz 1000 ZS. Pēdējā laikā arvien biežāk autoceļu būvniecības praksē lieto buldozerus, kas izveidoti uz riteņtraktorū bāzes.

Ar katru gadu paplašinās grunts sablīvēšanas mehānismu daudzveidība. It īpaši plaši tiek lietoti pneimoveltņi. Piekabināmo pneimoveltņu svars (ar uzpildīto balastu) jau pārsniedz 100 t. Jaunāko modeļu pneimoveltņiem ir speciāls mehānisms, ar kuru var mainīt gaisa spiedienu riepās, kas dod iespēju, pakāpeniski sablīvējot uzbēruma grunti, palielināt uz to spiedienu. Svaigi uzbērtā grunts jāsāc sablīvēt ar minimālu spiedienu, pēc tam to pakāpeniski palielinot, lai varētu nodrošināt optimālo blīvēšanas režīmu un iegūt uzbēruma virsējās kārtas (pamatnes) maksimālo blīvumu, beidzot veltņošanu.

Pašgājēju sietu un dūru veltņu jaunākās konstrukcijas arī ir raksturīgas ar veltņa svāra un veltņošanas ātruma palielināšanos.

Ārzemēs arvien lielākas prasības izvirza attiecībā uz zemes klātnes augšējo kārtu — segas pamatni, kuras izbūvei lieto noturīgu dabisko materiālu speciālus maisījumus, — smilts-grants vai šķembu-grants maisījumus (šīs kārtas biezums atkarībā no autoceļa nozīmes ir $30 \div 90 \text{ cm}$).

Izbūvējot zemes klātnes virsējo kārtu (pamatni), virs kuras iestrādā segas pamatu, it īpaši uzmanība jāveltī katras kārtas frakciju rupjuma vienveidībai un atsevišķu kārtu virsmas rūpīgai planēšanai, kas nodrošina autoceļa segai vienādu un precīzu, izbūves projektam atbilstošu biezumu un stiprību visā autoceļa garumā neatkarīgi no grunts un hidroloģisko apstākļu izmaiņām autoceļa trasē.

Pamatnes atsevišķas kārtas izlīdzina ar speciālu ieklājēju vai autogreideru un rūpīgi pieveltņo ar daudzriteņu pašgājēju pneimoveltņiem, kam spiedienu uz katru asi ir $15 \div 25$ tonnas.

It īpaši rūpīgi jāveic pamatnes precīzā planēšana pēc tās galīgās pieveltņošanas. Planēšanu ieteicams veikt ar speciāliem planētājiem, uz kuriem ir uzstādīta elektronu iekārta, kas automātiski regulē liekās grunts nogriešanas frēzes un darbina citus planētāja mehānismus tiešā atkarībā no projektā paredzētajām pamatnes augstuma atzīmēm kā ceļa šķērsprofilā, tā arī garenprofilā. Lieko (ar frēzēm nogrieztu) grunti aiz autoceļa nomales nogādā transportlenta, kas iemontēta planētājā.

Daudzu valstu standartos pamatnes un segas pamatu līdzņemam ir noteiktas gandrīz tādas pašas prasības kā segas virsējai kārtai.

Kapitālo segu būve. Pēdējos gados krasi samazinās cementbetona segu būvniecība. Ja 30. gados autoceļu būvniecībā segas ar organiskajām saistvielām (melnās segas) sastādīja tikai aptuveni 20%, tad 60. gados to īpatsvars jau palielinājās līdz 90%. Agrāk, kad masveidā izbūvēja autoceļus ar cementbetona segu, uzskatīja, ka betona plātnes lielā stiprība kompensē iespējamās zemes klātnes defektus. Tomēr šo segu ekspluatācija pierādīja, ka betona segas, kas iestrādātas uz vājām zemes klātnes gruntīm, saplaisā un salūzt un to remonts vai nostiprināšana ir daudz grūtāka nekā melnām segām. Bez tam jāmin vēl viens svarīgs faktors cementbetona segu aizstāšanai ar asfaltbetona segām — betona cietēšana; remontējot cementbetona segu, uz ilgāku laiku slēdz autoceļu transporta kustībai. Asfaltbetona sega izmaksā arī nedaudz lētāk nekā cementbetona sega.

Padomju Savienībā melnās segas sastāda apmēram 70%, bet cementbetona segas — tikai 4% no kopīgā autoceļu kapitālās būvniecības apjoma.

Cementbetona segas izbūvē tikai autoceļiem ar sevišķi smagu autotransporta kustības raksturu. Kopš 1950. gada ārzemēs ir izbūvēti vairāki simti kilometri cementbetona segu, lietojot iepriekš saspriegta dzelzsbetona konstrukcijas. Šādas segas veido bez šķērssūvēm, un to izbūvē kompleksā ar betona ieklājēju strādā speciāls agregāts garenstiegrojuma saspriegošanai.

Iepriekš saspriegto cementbetona segu ekspluatācija ir pierādījusi to lielās priekšrocības salīdzinājumā ar parastajām betona segām, jo tajās sliktākajā gadījumā parādās tikai sikas, matveida plaisiņas, bez jebkādiem plātņu iesēdumiem, lai gan plātņu garums dažkārt sasniedz pat 1000 m. Pēc ilgākas ekspluatācijas šo segu var izmantot kā ideālu pamatu plānas (līdz 5 cm biezas) asfaltbetona segas uzklāšanai.

Cementbetona segu izbūvē ir sasniegta ļoti augsta darbu mehānizācija un ražīgums. Tā, piemēram, dažas amerikāņu būvfirmas diennakti izbūvē līdz 3,5 km (1) četrjoslu autoceļa cementbetona segu, jo tagad ir betona ieklājēji, kas vienlaicīgi ieklāj betonu visās četrās kustības joslās, t. i., 14 m platumā.

Asfaltbetona segas. Jebkura disproporcija starp autoceļa melno segu konstrukciju un kustības intensitāti un slodzēm ir segas deformācijas un bieži vien pat tās sabrukšanas cēlonis. Segas nelīdzenumi, kā arī viļņu un plaisu rašanās palielina automobiļa dinamisko iedarbību uz segu. Tas ir galvenais segas bojāšanās un kalpošanas laika samazināšanās cēlonis, kas vienlaikus palielina arī autoceļa remonta un uzturēšanas izmaksas.

Lai palielinātu asfaltbetona segu stiprību, vairākās valstīs (Anglijā, Francijā, Itālijā, VFR u. c.) uzskata par nepieciešamu palielināt šķembu daudzumu asfaltbetona segas konstruktīvajās kārtās, palielinot to kopējo biežumu līdz 10÷12 cm, un rekomendē to izbūvēt trīs kārtās (divas apakšējās kārtas izbūvē bez minerālpulvera).

Sākot ar 1968. gadu, arī Padomju Savienībā ir ieviests jauns standarts (ГОСТ 9128-67) asfaltbetona masām, kas satur vairāk šķembu, tādējādi samazinot minerālpulvera un bitumena izlietojumu, paaugstinot masas kvalitāti un palielinot segas kalpošanas ilgumu.

Asfaltbetona segu biežumi ir dažādi: sākot no 5,0 cm segām, kas iestrādātas vienā kārtā uz cementbetona pamata, un beidzot ar trīskārtu segu, kuras biežums kopā ar pamatu virsējo kārtu, kas apstrādāta ar organiskajām saistvielām, var sasniegt pat 30,0 cm. Normatīvi paredz asfaltbetona segas izbūvi vienā kārtā 5÷6 cm biežumā, bet divās kārtās — 7÷9,5 cm biežumā.

Ilgus gadus asfaltbetona segas virsējās kārtas izbūvei ārzemēs lietoja rupjgraudainas masas, kurās atsevišķu graudu frakcijas sasniedza pat 30÷40 mm un tika «nopolētas» ar automobiļu riteņiem. Tomēr prakse pierādīja, ka rupjgraudainais asfalts vairāk plaisā un tajā rodas pat grambas, tāpēc, sākot ar 50. gadu beigām, gandrīz visu valstu tehniskajos normatīvos asfaltbetona virsējai kārtai ir paredzēts tikai sīkgraudains asfalts, kam graudu maksimālais rupjums ir līdz 12 mm, otrai (vidējai) kārtai — līdz 19 mm un apakšējai kārtai — līdz 25 mm. Lieto arī smilts asfaltu, kuru izgatavo galvenokārt no mākslīgi drupinātas smilts, kam graudu lielums ir 0,2÷6,0 mm. Smilts asfalta kārtas biežums nepārsniedz 2,5 cm.

Rietumeiropā blīvām asfaltbetona masām rekomendē izmantot 50÷70% minerālos materiālus, kam izmēri ir lielāki par 2,0 mm. Arvien biežāk asfaltbetona masu sagatavošanai izmanto frakcionētu drupināto granti un tikai mazgātu smilti.

Vēl nav vienota uzskata par lietā asfalta izmantošanu. Tomēr Rietumeiropā, bet it īpaši VFR, to izlieto diezgan plaši līdz 4 cm biezas asfaltbetona segas virsējās kārtas izbūvei.

Liekais bitumena daudzums lietajā asfaltā palīdz masai pašai sablīvēties, tādējādi nodrošinot segas virskārtai vislielāko iespējamo blīvumu. Lietā asfalta iestrādāšanai vajadzīgi speciāli būvmehānismi un transportlīdzekļi — autoklāvi masas pārvadāšanai (maisīšanai un uzsildīšanai transportējot), universāli mehānismi masas izkliešanasai, izlīdzināšanai un sīkšķembu iegremdēšanai lietā asfalta virskārtā, palielinot segas rupjumu.

Padomju Savienībā pēdējā laikā autoceļu segas izbūvei samērā plaši sāk lietot siltās asfaltbetona masas, kuras iestrādā 50÷100 °C temperatūrā. Segas, kas izbūvētas no siltā asfaltbetona masām, pēc stiprības un kalpošanas ilguma neatšķiras no karstā asfaltbetona segām, taču asfaltēšanas darbus var veikt daudz zemākā temperatūrā.

Naftas bitumena aizstāšana ar mākslīgajiem saistmateriāliem praksē vēl nav plaši ieviesusies, jo mākslīgo jeb sintētisko saistvielu iegūšana vēl ir pārāk dārgs process, tāpēc šīs saistvielas pagaidām galvenokārt lieto baltās, zaļās, sarkanās, dzeltenās un zilās asfaltbetona masas pagatavošanai, ar kuru iezīmē gājēju

pārejas vai kuru izmanto dekoratīvos nolūkos, noformējot dažādus atpūtas laukumus.

Asfaltbetona segas kvalitāte ir stipri atkarīga no masas iestrādes kvalitātes un mehanizācijas, kā arī no masas sagatavošanas tehnoloģijas ievērošanas.

Ārzemēs bez stacionārām asfaltbetona rūpnīcām, kuru jauda parasti ir 200÷300 t/st, attālāko objektu izbūvei lieto pārvietojamos asfalta maisītājus.

Asfaltbetona iestrādāšanā visur pastāv tendence palielināt asfalta masas ieklāšanas ātrumu un galvenokārt — segas līdzenumu. Praksē sāk lietot asfalta ieklājējus, kuru ražīgums ir līdz 300 t/st. Masas ieklāšanas lielāki ātrumi nav racionāli, jo tad samazinās segas blīvums. Asfalta ieklāšanā parasto kāpurķēžu ieklājēju vietā arvien plašāk sāk lietot pneimoieklājējus. Ieklājēju bunkuru tilpums ir palielinājies līdz 9÷10 tonnām.

Konstruktīvās izmaiņas, kas ieviestas jaunāko modeļu asfaltbetona ieklājējiem, dod iespēju sasniegt lielu segas līdzenumu un efektīvu asfalta iepriekšēju noblīvēšanu, lietojot vibrobrietšanas brucas, kā arī palielināt vienlaicīgi ieklājamās joslas platumu līdz 7 m, t. i., divu kustības joslu platumā.

Ļoti līdzenu segas virsmu var iegūt, lietojot speciālu elektronisko vadīšanas iekārtu, kas precīzi regulē ieklājamās kārtas blīvumu. Ieklājēju vadīšanas iekārtās sāk izmantot pat nelielas jaudas lāzerus, kas dod iespēju tiem strādāt arī naktī.

Asfaltbetona segu pieveļtņo ar samērā lieliem kustības ātrumiem un, lai nodrošinātu segai optimālu blīvumu, veļtņo svaru arvien vairāk palielina.

Asfaltbetona sablīvēšanai piemērotākie mehānismi ir pneimoveļtņi, kas salīdzinājumā ar metāliskajiem valču veļtņiem izveido rupjāku segas virsmu. Pneimoveļtņi, kuru svars ir līdz 25 t un īpatnējais spiediens uz grunti līdz 8 kG/cm², nodrošina labu masas sablīvēšanu un lielu segas līdzenumu, kā arī samazina masas sablīvēšanai vajadzīgo veļtņņu skaitu.

Sādas modernas tehnikas lietošana ļauj uzlabot veikto darbu kvalitātes rādītājus. Tā, piemēram, asfaltbetona segas līdzenumam Japānā, Kanādā, ASV u. c. valstīs jābūt tādām, lai zem 3 m garas latas gaismas sprauga nebūtu lielāka par 3,0 mm (pie mums — 5,0 mm).

Akmens materiālu pieaugošais deficīts un ierobežotie kapitālieguldījumu asignējumi autoceļu būvniecībai diktē nepieciešamību izmantot arvien plašāk autoceļu segu pamatos (arī segas izbūvei) nelielas stiprības akmens materiālus un grunti, tos stabilizējot ar cementu vai organiskajām saistvielām. Izmantojot šo paņēmieni, akmens materiālu izlietojums samazinās uz pusi, bet transporta pārvadājumi — 4—5 reizes. Stabilizācijas paņēmiena plašāku ieviešanu Latvijā pagaidām vēl kavē nelielie cementa fondi, kādi tiek izdalīti autoceļu būvniecībai.

Ārzemēs (it īpaši Francijā, Anglijā, VFR, Itālijā u. c.) daudz plašāk nekā pie mums lieto bitumena un darvas emulsijas, kas stipri atvieglo darbu, strādājot ar mitriem minerālajiem materiāliem un ļauj ievērojami pagarināt būvsezonu, kas ir it īpaši nozīmīgs faktors mūsu republikas klimatiskajos apstākļos.

Ārzemēs arvien vairāk lieto katjonu emulsijas, kas nodrošina labu bitumena saistīšanos ar mitru (it īpaši ar skāba sastāva iežu) minerālo materiālu virsmu.

Jāatzīmē lielais emulsijās izlietotā bitumena īpatsvars ceļu būvniecībā. Tā, piemēram, Francijā emulsijās izlieto 30% no visā autoceļu būvniecībā patērētā bitumena (no tā — 60% katjonu emulsiju veidā), bet Itālijā — pat 40%.

Emulsiju lietošanā mūsu republikā pēc Tukuma emulsiju rūpnīcas (projektētā jauda — 20 000 t emulsijas gadā) nodošanas ekspluatācijā paveras plašas iespējas. Mūsu republikas klimatiskajos apstākļos emulsijas var ekonomiski lietot arī pamatu un segu starpkārtu gruntēšanai, nomaļu nostiprināšanai, dažādu izolācijas kārtu ieklāšanai un akmens materiāla melnās masas sagatavošanai bedrīšu remontam (it īpaši nelabvēlīgajos klimatiskajos apstākļos). Jāturpina arī eksperimentālie darbi emulsiju pastu rūpnieciskās ražošanas apgūšanai, kuras ir ļoti piemērotas asfaltbetona šuvju un plaisu aizpildīšanai.

22. nodaļa

AUTOCEĻU BŪVDARBU IZPILDES ORGANIZATORISKIE PAMATI

89. §. Būvdarbu procesa norise

Autoceļu būvniecība šodien ir sarežģīts dažādu ražošanas procesu komplekss, kas raksturīga ar kapitālieguldījumu nemitīgu palielināšanos, plašu būvmašīnu un būvmehānismu, kā arī materiālo, finanšu un darbaspēku resursu iesaistīšanu būvdarbu procesā. Autoceļu būvdarbu kompleksā izšķir sagatavošanās darbus, transporta darbus un būvniecības-montāžas darbus.

Sagatavošanās darbu kompleksā ietilpst būvmateriālu sagatavošana un pārstrādāšana palīgražošanas uzņēmumos: karjeros, melno saistvielu sagatavošana bitumena bāzēs, asfaltbetona un melno minerālo materiālu sagatavošana asfaltbetona bāzēs, betona, dzelzsbetona u. c. konstruktīvo elementu pusfabrikātu izgatavošana poligonos u. c.

Sagatavošanās darbu apjoms ir atkarīgs no izbūvējamā autoceļa specifikas un var būt ļoti dažāds. Tas var svārstīties no 25 līdz 50% no kopējā autoceļu būvē veicamo darbu apjoma.

Transporta darbu kompleksā jāveic darbi, kas saistīti ar

materiālu un pusfabrikātu piegādi no to izgatavošanas vietām un karjeriem uz iestrādes vietu autoceļa trasē, kā arī būvmateriālu un dažādu detaļu pārvietošana būvlaukuma robežās.

Transporta darbu apjoms ir atkarīgs no dzelzceļa staciju, upju pietātņu un karjeru izvietojuma un attāluma līdz iebūvējamam autoceļam. Transporta darbiem autoceļu būvniecībā raksturīga ir bieža kravu iekraušanas un izkraušanas vietu maiņa un mainīgs nodarbināto automobiļu skaits, kāds piedalās transporta procesā.

Tikai ritmiska un operatīva transporta darbu organizācija var nodrošināt plānotos autoceļu būvdarbu tempus, nodrošinot vajadzīgo darba kvalitāti. Transporta darbi vidēji sastāda 15÷20% no kopējā autoceļu izbūvē veicamo darbu apjoma.

Autoceļu būvniecības un montāžas darbus, kuri vidēji sastāda apmēram 50% no kopējā darba apjoma, veic tieši uz izbūvējamā autoceļa trases. Šie darbi ir saistīti ar mākslīgo būvju, zemes klātnes, līnijēku un autoceļa aprikojuma izbūvi. Autoceļa būvniecības un montāžas darbus var iedalīt divās grupās: līnijdarbos un koncentrētos darbos.

Līnijdarbi ir raksturīgi ar aptuveni vienādiem, atkārtotošiem darba veidiem un apjomiem visā autoceļa trases garumā (zemes klātnes izbūve neliela augstuma uzbērums, neliela dziļuma ierakuma vietās, mazu tiltu un caurteku izbūve, autoceļa segas un pamata būve, apdares darbi, autoceļa labiekārtošana utt.).

Koncentrētie darbi ir raksturīgi ar lielu darba apjomu autoceļa kādā nelielā posmā (tiltu un to pieeju būvdarbi, dziļu ierakumu un lielu uzbērums būve, kad zemes darbu apjoms nav mazāks par 30÷50 tūkst. m³/km autoceļa, zemes darbi purvainās vietās, veicot lielu atkūdrošanas darbu apjomu, autoceļa divlīmeņu krustojumu izbūve u. c.).

Autoceļu būvniecības darbus izpilda specializētas ceļa būvorganizācijas. Latvijā autoceļu izbūvi, rekonstrukciju un kapitālo remontu galvenokārt veic 11 zonālie ceļu būvniecības rajoni (CBR), kas izpilda darbus noteiktā teritorijā vairāku administratīvo rajonu robežās. Nelielus kapitālā remonta darbus, kā arī vietējo un iekšējo saimniecības ceļu izbūvi veic vēl arī 26 ceļu remontu un būvniecības pārvaldes (CRBP) attiecīgu administratīvo rajonu robežās.

Atkarībā no veicamo darbu apjoma katrā ceļu būvniecības rajonā ir 3÷6 vecāko darbu vadītāju iecirkņi. Ikvienā šādā iecirknī strādā 2÷3 darbu vadītāji un 2÷5 meistari. Parasti darbu vadītāji un meistari ir pakļauti tieši iecirkņa priekšniekam (vecākam darbu vadītājam). Vecākā darbu vadītāja iecirkņa robežās darbu vadītājiem uzdod izbūvēt lielākos un atbildīgākos objektus, bet meistariem — mazāk svarīgākos objektus.

Katram darbu vadītājam un meistaram ir pakļautas vairākas strādnieku brigādes.

Autoceļu būvdarbus veic posmos un brigādēs apvienoti dažādu kategoriju un profesiju strādnieki. Strādnieku posms sastāv no vienas profesijas, bet dažādas kvalifikācijas strādniekiem.

Strādnieku posmi organizatoriski ir apvienoti specializētājās brigādēs, kurās ietilpst vienas profesijas strādnieki, vai kompleksajās brigādēs, kurās ir iekļauti dažādu profesiju strādnieki.

Brigādes darbu vada brigadieris — augsti kvalificēts strādnieks, kuram ir labas organizatora spējas un kurš strādā kopā ar pārējiem brigādes locekļiem.

Autoceļu būvdarbu izpildes organizācijas progresīvākā forma ir kompleksās vai specializētās mehanizētās brigādes, kas izpilda noteiktu tehnoloģiski saistītu procesa kompleksu. Šāda darba organizācija veicina darba ražīguma pieaugumu un pirmrindas darba paņēmieni ieviešanu, kā arī paaugstina brigāžu locekļu ieinteresētību gatavās produkcijas ražošanā.

Lai uzlabotu nozīmīgāko būvdarbu procesu organizāciju un paaugstinātu izpildīto darbu kvalitāti, šie būvdarbi jāspecializē. Tāpēc CBR robežās tiek izveidoti specializēti vecāko darbu vadītāju iecirkņi vai vecāko darbu vadītāju iecirkņu robežās specializēti darba vadītāju iecirkņi, kuri izpilda tikai vienu noteiktu darba veidu. Lietderīgi organizēt šādus iecirkņus asfaltbetona segas izbūvei, pakļaujot tā operatīvai vadīšanai arī attiecīgu asfaltbetona rūpnīcu.

Autoceļu būvniecība noris pēc noteiktā kārtībā izstrādātiem un apstiprinātiem projektiem.

Izšķir tehnisko darba projektu (vienstadijas projektēšanas gadījumā), tehnisko projektu un darba rasējumus (divstadiju projektēšanas gadījumā). Tehniskā darba projektā ir risināti visi tehniskie un ekonomiskie jautājumi, kas saistīti ar attiecīgā autoceļa izbūvi noteiktā vietā. Tehniskā darba projektā ir izstrādāti arī visi maksas aprēķini un noteikta būvobjekta kopējā izmaksa. Parasti autoceļu būvniecībā lieto vienstadijas projektēšanas principu. It īpaši sarežģītiem objektiem (ceļa jaunbūvei garākā posmā vai atsevišķai lielākai maksīgai būvei) izstrādā darba rasējumus, kuros ir sīki atainota visa mezgla izbūves tehnoloģija un sniegti visi nepieciešamie detaļu rasējumi.

Lielām būvēm projektēšanas organizācija izstrādā būvdarbu organizācijas projektu, kurā ir ietverts linijdarbu kalendārais plāns vai tīkla grafiks, sagatavošanas perioda darbu kalendārais plāns un galveno darbu naturālie rādītāji, kā arī norādīti būvniecības norisei nepieciešamo strādnieku, mehānismu un materiāli tehnisko resursu daudzumi un pievienots paskaidrojuma raksts, kurā sniegti galvenie tehniski ekonomiskie rādītāji.

Darbu tiešais izpildītājs (vai arī ģenerālais uzņēmējs, ja objektu būvē vairākas specializētas būvorganizācijas) izstrādā būvdarbu organizācijas projektu un atsevišķu darbu tehnoloģiskās kartes.

Tehnoloģiskās kartes ir atsevišķa darba vai darba kompleksa procesu izpildes dokumentācija; tajās ir ietvertas darbu organizēšanas shēmas, norādot darba vietu un darba frontes robežas, strādnieku izvietojumu un pārvietošanās virzienu, kā arī mehānismu, ierīču un materiālu izvietojumu.

90. §. Būvdarbu industrializācija, mehanizācija un automatizācija

Autoceļu būvdarbu industrializācijas, mehanizācijas un automatizācijas galvenais mērķis ir nepārtraukta darba ražīguma kāpināšana, būvdarbu pašizmaksas samazināšana un izpildīto darbu kvalitātes uzlabošana.

Autoceļu būvdarbu industrializācijas uzdevums ir būvdarbu atsevišķu procesu izpildes pārvēršana kompleksi mehanizētā un automatizētā plūsmas procesā, kas saīsina autoceļa būvdarbu izpildes termiņus, uzlabo būvdarbu kvalitāti, samazina darbu apjomus būvlaukumā, tos maksimāli koncentrējot palīgražošanas uzņēmumos, tādējādi ievērojami samazinot strādājošo skaitu uz autoceļa trases un vienlaicīgi uzlabojot strādājošo darba apstākļus un ražošanas kultūru.

Autoceļu būvdarbu mehanizācijas uzdevums ir maksimāli mehanizēt autoceļa izbūves montāžas darbus (vispirms smagos un darbietilpīgos procesus), plaši ieviest komplekso mehanizāciju un apgādāt autoceļa būvniecības palīgražošanas uzņēmumus ar modernu tehniku un iekārtām.

Autoceļu būvdarbu mehanizācijas līmeni raksturo šādi rādītāji:

1) strādnieku mehāniskā apbruņotība; to nosaka, dalot autoceļu būvdarbos lietojamo mašīnu, mehānismu un iekārtu bilances vērtību ar būvdarbos nodarbināto strādnieku skaitu;

2) strādnieku energoapbruņotība; to nosaka būvdarbos izmantojamo mašīnu, mehānismu un iekārtu motoru jauda, kas izteikta kW un attiecināta uz vienu būvdarbos nodarbināto strādnieku;

3) būvdarbu mehāniskā apbruņotība; to nosaka būvdarbos lietojamo mašīnu, mehānismu un iekārtu bilances vērtība, kas attiecināta pret būvniecības un montāžas darbu kopējo apjomu;

4) būvdarbu energoapbruņotība; to nosaka būvobjektā nodarbināto mašīnu, mehānismu un iekārtu motora jauda, kas izteikta kW un attiecināta uz 1 milj. rubļu būvniecības un montāžas darbu izmaksas pēc tāmes.

Ražošanas mehanizācijas vispilnīgākā forma ir automatizācija. Darba procesu automatizācijas galvenā atšķirība no mehanizācijas ir tā, ka visu tehnoloģiskā procesa iestādīšanu, norisi un izpildi kontrolē ar speciāliem aparātiem un vadīšanas ierīcēm.

Atkarībā no tehnoloģiskā procesā izpildāmām funkcijām automātiskās ierīces iedala četros pamattipos:

a) automātiskās kontroles (mērīšanas, signalizācijas, uzskaites) ierīcēs;

b) automātiskās aizsargierīcēs (ierobežotājas ierīces, bloķēšanas ierīces u. c.);

c) automātiskās regulēšanas ierīcēs;

d) automātiskās vadīšanas ierīcēs.

Autoceļu būvniecībā automatizācija var būt daļēja, kad automatizēta ir tikai atsevišķu galveno operāciju, palīgoperāciju un procesu vadīšana, to regulēšana un kontrole, un kompleksa, kad automatizēta ir visu operāciju, palīgoperāciju un procesu kontrole, regulēšana un vadīšana.

Visu ražošanas procesu kompleksa automatizācija ir viens no galvenajiem tehniskā progresa uzdevumiem autoceļu būvniecībā tuvākā nākotnē.

91. §. Būvdarbu organizācija pēc plūsmas metodes

Lai izbūvētu augstas kvalitātes autoceļu ar minimāliem kapitālieguldījumiem, pareizai, pārdomātai un progresīvai jābūt būvdarbu organizācijai.

Autoceļu būvniecības prakse ir pierādījusi, ka visracionālāk autoceļu būvdarbus var organizēt pēc progresīvās plūsmas metodes, pēc kuras visus nozīmīgākos darbus veic specializētas mehanizētās brigādes, virzoties uz priekšu tehnoloģiskā secībā ar vienmērīgu un saskaņotu ātrumu, katru dienu nododot ekspluatācijā noteikta garuma autoceļa posmu, tādējādi nodrošinot nepārtrauktu un ritmisku darba izpildi, vienmērīgu naudas līdzekļu, materiālu un darbaspēka izlietojumu, kā arī vienmērīgu palīgražošanas bāzu, būvmašīnu un iekārtu noslodzi.

Viena no galvenajām plūsmas metodes prasībām ir maksimāla būvdarbu kompleksā mehanizācija, lai visi galvenie būvdarbu procesi tiktu veikti, lietojot dažādus būvmašīnu komplektus.

Autoceļu būvdarbu procesu kompleksās mehanizācijas galvenā būvmašīna jāizvēlas tā, lai būtu nodrošināta visu attiecīgā komplektā ietilpstošo mašīnu nepārtraukta darbība un maksimālais ražīgums.

Izstrādājot autoceļu būvdarbu organizācijas projektu, vēlams vadīties no šāda mašīnu komplektu variantu izvēles principa. Vispirms izraugās iespējamās kompleksās mehanizācijas variantus, paredzot dažādas galvenās būvmašīnas, t. i., tādas būvmašīnas, kuras veic tehnoloģiskā procesa pamatoperācijas un no kurām ir atkarīgs darbu izpildes temps. Pēc tam izraudzītajām galvenajām būvmašīnām izvēlas piemērotas palīgmašīnas un mehānismus, kuriem jānodrošina galveno būvmašīnu optimāla darbība un jāizpilda visas palīgoperācijas.

Būvdarbu procesā darba frontes garums ir atkarīgs no izpildāmā darba veida un tehnoloģijas, kā arī no būvmašīnu un kompleksās brigādes strādnieku skaita. Darba frontes garumam jābūt tādā, lai nepārtraukti tiktu maksimāli izmantotas visas būvmašīnas un mehānismi, bet strādnieki varētu strādāt ērti un savstarpēji netraucēti.

Plūsmas metodei ir šādi galvenie elementi: plūsmas solis,

izvēšanās periods, izbeigšanās periods, garums un specializētās brigādes darba frontes garums.

Plūsmas solis ir ceļa garums, kuru specializētās kompleksās brigādes izbūvē vienā laika vienībā — parasti vienā maiņā.

Plūsmas izvēšanās periods ir laiks, kas vajadzīgs, lai darbā iestātos visas specializētās kompleksās brigādes.

Plūsmas izbeigšanās periods ir laika intervāls no pirmā līdz pēdējam brigādes izstāšanās laikam no darba.

Plūsmas garums ir vienāds ar ceļa posmu, kuru aizņem visas specializētās mehanizētās brigādes.

Autoceļu būvdarbu organizācijas projektā specializētām mehanizētām brigādēm darbu izpildi paredz šādā secībā:

1) trases sagatavošana plūsmas izvēšanai, pagaidu dzīvojamo un ražošanas ēku būve, sakaru līniju izbūve;

2) mākslīgo būvju (tiltu un caurteku) izbūve;

3) koncentrēto zemes darbu veikšana, izbūvējot zemes klātņi;

4) līnijdarbi, izbūvējot zemes klātņi un ūdens novadīšanas sistēmu;

5) ceļa segas pamata izbūve;

6) ceļa seguma izbūve;

7) apdares darbi;

8) ceļa aprikojuma izbūve;

9) labiekārtošanas darbi.

Visi pārējie autoceļa būvdarbi, kas tieši nav saistīti ar plūsmu, jāizpilda paralēli.

Koncentrēto darbu veikšana jāplāno tā, lai tie neaizkavētu līnijdarbu plūsmu.

Līnijdarbos katras specializētās brigādes sastāvu komplektē tā, lai plūsmas soļa garums (pilnīgi izmantojot tajā ietilpstošo būvmašīnu jaudu) vienlaicīgi atbilstu pārējo specializēto brigāžu plūsmas solim un tādējādi ritmiski sagatavotu darba fronti nākošajai specializētajai brigādei.

Visi autoceļa būvdarbi, piemēram, sagatavošanas darbi, transports, līnijdarbi un koncentrētie būvniecības un montāžas darbi, ko veic pēc plūsmas metodes, jāietver plūsmas kopējā kalendārajā grafikā (182. att.).

Organizējot darbu pēc plūsmas metodes, kalendāra grafikā parāda izpildāmā darba daudzumu pa kilometriem, palīgražošanas uzņēmumu izvietojumu, būvdarbu izpildes kalendāros termiņus un specializēto mehanizēto brigāžu plūsmas.

Plūsmas soļa garumu vai plūsmas kustības ātrumu nosaka pēc galvenā būvmehānisma ražīguma vai grūtākā darba veida. Parasti līdzenos apvidos ietilpīgākais darba process ir augstākā tipa ceļa seguma izbūve. Tā, piemēram, ja autoceļam ir paredzēts izbūvēt asfaltbetona segu, tad galvenais būvmehānisms, pēc kura nosaka plūsmas soli, ir asfaltbetona masas ieklājējs un tā darba ražīgums maiņā.

Plūsmas metodes darba organizācijas svarīga sastāvdaļa ir arī mehānizēto brigāžu tehnoloģiskās kartes, kas atbilstoši plūsmas soļa garumam parāda specializētās mehānizētās brigādes sastāvu, izpildāmās darba operācijas un brigādes darba ražīgumu.

Ieviešot autoceļu būvniecībā plūsmas metodi, var sasniegt lielu tehniski ekonomisko efektu. Tā pamatā ir šādi faktori:

1) nepārtraukta un vienmērīga strādnieku nodarbinātība pa specialitātēm, tādējādi ievērojami paaugstinot strādnieku meistarību un darba ražīgumu;

2) būvmašīnu labāka izmantošanas iespēja, tās komplektējot specializētās kompleksās brigādēs, tādējādi ievērojami kāpinot būvmehānismu darba ražīgumu;

3) samazinās būves pašizmaksa, jo samazinās būvdarbu ilgums un palielinās darba ražīgums, kā arī samazinās palīgbūvju celtniecības un ekspluatācijas izmaksas;

4) vienmērīgs materiālo resursu izlietojums, kas savukārt nodrošina vienmērīgāku palīgrāžošanas uzņēmumu un transporta noslogojumu;

5) iespēja ieviest būvdarbu industrializāciju un darba komplekso mehānizāciju un automatizāciju, kas savukārt paaugstina darba kvalitāti;

6) autoceļa atsevišķu posmu būvdarbu pilnīgas pabeigšanas ritmiskums.

Lai ieviestu autoceļu būvdarbos plūsmas metodi, savlaicīgi un rūpīgi jā sastāda būvdarbu organizācijas plāns un ritmiski un savlaicīgi jāapgādā būvobjekts ar visiem materiāli tehniskajiem resursiem.

23. nodaļa

AUTOCEĻU BŪVNICĪBAS UN REMONTU DARBU AUTOMATIZĒTĀ VADĪSANAS SISTĒMA

92. §. Pašreizējais stāvoklis autoceļu būvniecības organizācijā un vadīšanā

Devītajā piecgadē autoceļu būvniecību Padomju Savienībā raksturo milzīgi celtniecības un montāžas darbu apjomi, kas savukārt diktē nepieciešamību ievērojami kāpināt darba ražīgumu, ieviest būvniecībā jaunākos zinātnes un tehnikas sasniegumus un pilnveidot, kā arī krasi uzlabot celtniecības procesa dažādu posmu darba koordinācijas, organizācijas un vadīšanas metodes.

Mūsdienu autoceļu būvniecība ir sarežģīts dažādu ražošanas procesu komplekss, kurā ietilpst projektu un tāmju dokumentācijas sastādīšana, kapitālieguldījumu plānošana, materiāli tehniskā ap-

gāde, būvdarbu procesa organizācija un vadīšana. Šī būvniecības nozare sakarā ar veicamo darbu daudzveidību ir īpatnēja ar to, ka tai ir liela materiālu resursu un darbaspēka ietilpība, kā arī ar ilgu ražošanas ciklu. Tas viss rada lielas grūtības autoceļu būvdarbu operatīvajā vadīšanā.

Sakarā ar ražošanas apjomu straujo pieaugumu un tās organizācijas formu pilnveidošanos esošās plānošanas un vadīšanas metodes autoceļu būvniecībā aizvien jūtāmāk kavē sasniegt optimālo vadīšanas līmeni.

Mūsdienās autoceļu būvniecības process ir augsti mehanizēts, bet tā vadīšanas metodes ir palikušas gandrīz nemainīgas, proti, samērā primitīvā līmenī. Lai vadītu autoceļu būvniecības procesu un pieņemtu optimālus lēmumus, ar katru gadu jāapstrādā arvien plašāks un daudzveidīgāks informācijas apjoms, t. i., sarežģīto ceļu būvniecības vadīšanas uzdevumu (lai iegūtu optimālos rezultātus) šodien veikt ar līdzšinējām, vecajām vadīšanas metodēm ir grūti un neefektīvi, bet bieži vien pat neiespējami.

Šo slēdzienu apstiprina izdarītie pētījumi: sakarā ar vēl sastopamajiem lielajiem trūkumiem celtniecības darbu organizācijā, plānošanā un vadīšanā ikgadus zaudējam 15–18% no iepļānotajiem celtniecības un montāžas darbu apjomiem. Tā, piemēram, 1969. gadā tika zaudēts 10% no celtnieku darba laika, bet apslēptie darba laika zudumi sastādīja vēl papildus 13,0%. Vēl sliktāks stāvoklis ir būvmehānismu izmantošanā — mašīnmaiņā darba laikā zudumi sastādīja pat 25,0%.

Būvdarbu kalendārie plāni, kas sastādīti līnijgrafiku veidā, nav sevišķi piemēroti, lai tajos iekļautu nepieciešamās izmaiņas, kas pastāvīgi rodas būvdarbu procesā. Tie nav arī pietiekami dinamiski, ātri noveco un kļūst formāli. Pašreizējām plānošanas un tradicionālajām vadīšanas metodēm piemīt vēl viens būtisks trūkums, proti, ražošanas plānu sadrumstalotība. Kalendārie līnijgrafiki nedod iespēju ar matemātiskām metodēm noteikt tajos attēloto darbu nozīmīgumu, aptvert visus daudzveidīgos darbus un to savstarpējo atkarību, kā arī neļauj grafiku matemātisko apstrādi veikt ar elektronu skaitļojamām mašīnām. No tā var secināt, ka mūsdienu autoceļu būvniecības procesa vadīšana tikai pēc kalendāriem līnijgrafikiem praktiski vairs nav iespējama, jo nevar risināt būvniecības plānošanas un vadīšanas jautājumus pēc vecajām tradicionālajām metodēm. Līdz šim lietoto vadīšanas metožu trūkumi it īpaši asi kļūva izjūtami periodā, kad ceļu būvniecības rajoni pārgāja uz jauno plānošanas un ekonomiskās stimulēšanas sistēmu.

Tagad sarežģītāki ir kļuvuši gan iekšējie ražošanas, gan arī nozaru un starpnozaru sakari. Pieaugošo informācijas plūsmu, kas cirkulē būvorganizācijas vadīšanas sistēmā, pie pašreizējām tradicionālajām informācijas apstrādes metodēm un līdzekļiem vadīšanas orgāni izmanto tikai daļēji, atbilstoši pārvaldes sistēmas iespējām, tādējādi no daudzām un dažādām ziņām netiek atšķirota

nozīmīgākā informācija un netiek ievērota vajadzīgā secība dažādu saimniecisko jautājumu risināšanā. Tā rezultātā arvien biežāk tiek pieņemti novēloti un nepārdomāti lēmumi. Vienlaikus ar to nevar izstrādāt optimālus būvdarbu organizācijas plānus vai izvēlēties to optimālākos risinājumus. Vairākās būvorganizācijās nesekmīgi ir beigušies mēģinājumi atrisināt šo problēmu, palielinot pārvaldes aparāta skaitlisko sastāvu, kas savukārt tālāk sarežģī pārvaldes sistēmas struktūru. Vēl vairāk sadalot vadīšanas funkcijas starp dažādiem pārvaldes dienestiem un izpildītājiem, vajadzīgā informācija, izejot caur vairākām vadīšanas pakāpēm, zaudē objektivitāti. Modernai autoceļu būvorganizācijai vajadzīga jauna plānošanas un vadīšanas sistēma, kas ļauj vadītājam vienmēr objektīvi un pareizi noteikt, kuru darbu izpilde visvairāk ietekmē celtniecības kopējo ilgumu, lai šo nozīmīgāko darbu izpildīšanai varētu veltīt galveno uzmanību.

Tāpēc ir radusies nepieciešamība pēc vienota un savstarpēji saistīta ekonomisko, organizatorisko un tehnisko pasākumu kompleksa — automatizētās vadīšanas sistēmas (AVS) elektronisko mašīnu grupu un pārvaldes darbinieku kolektīvu apvienības, kas pēc ekonomiski matemātiskām metodēm efektīvi uzlabo ražošanas procesa, uzņēmuma vai veselās nozares vadīšanas kvalitāti. Autoceļu būvniecībā automatizētā vadīšanas sistēma ir administratīvo, ekonomisko un matemātisko metožu, skaitļošanas un organizācijas tehnikas, kā arī sakaru līdzekļu komplekss, kas ļauj ministrijai, ražošanas trestiem un būvniecības pārvaldēm veikt efektīvu celtniecības vadīšanu atbilstoši jaunās ekonomiskās reformas prasībām.

Ceļu būvniecības un remontu darbu AVS ietvaros labākos rezultātus dod tīklveida plānošanas un vadīšanas (TPV) metodes ieviešana, kas ļauj matemātiski aprēķināt darbu nozīmīguma rādītājus, bet tīkla grafiku sastādīšanai un koriģēšanai plaši lietot elektronu skaitļošanas mašīnas.

93. §. Būvdarbu tīklveida plānošana un vadīšana

Tīklveida plānošanas un vadīšanas metode autoceļu būvniecības procesu uzskata kā vienotu, savstarpēji saistītu darbu operāciju kompleksu, kas virzīts uz to, lai sasniegtu vienotu mērķi — nodotu autoceļu ekspluatācijā. Būvdarbu vadīšanas tīklveida modelī ieslēdz visus darbus, kas ietekmē gala rezultātu neatkarīgi no šo darbu rakstura (projektēšana, celtniecības un montāžas darbi, apgāde utt.), darbietilpīguma un komplicētības. Visi ražošanas kolektīvi, kas veic attiecīgā autoceļa būvdarbus, neatkarīgi no to pakļautības, tiek uzskatīti kā vienotas organizatoriskās sistēmas posmi, kurus saista viens kopīgs mērķis. Lai izstrādātu tīkla grafiku, jebkura autoceļa vai tilta būvniecības darbu operā-

ciju kopējo kompleksu sadala atsevišķos darbos — operāciju grupās. Katra darba rādītājus plāno atkarībā no darba spēka, būvmehānismu un materiālu resursiem. Pie tam atsevišķu darba rezultātus un stāvokli nevērtē vairs pēc vecā principa, salīdzinot ar plāna rādītājiem, bet galvenokārt pēc tā, kā šie darbi ietekmē visas ražošanas programmas izpildi. Tiklveida modelis ļauj atlasīt no visu darbu kopuma tos darbus, no kuru izpildes ir atkarīgs visa būvdarbu cikla ilgums. Šādam būvdarbu vadīšanas modelim ir vairākas priekšrocības:

a) manevrējot ar darbaspēka un materiālu resursiem, var regulēt atsevišķu objektu būvniecības termiņus;

b) var paaugstināt būvorganizācijas ražošanas līdzekļu izmantošanas efektivitāti.

Celtniecības darbu plāni vairs nevar būt nemainīgi, tie pastāvīgi jākoriģē. Tiklveida plānošanas un vadīšanas metode nodrošina nepārtrauktu kontroli par ražošanas programmas un visu ieviesto izmaiņu savlaicīgu izpildi.

Tomēr jānorāda, ka tikla grafiku nevar uzskatīt par absolūti universālu jebkura objekta būvei — to lietderīgi un izdevīgi lietot sarežģītu un nozīmīgu objektu celtniecībā, kas sastāv no daudzu darbu operācijām, kuru nodošanai ekspluatācijā noteiktajā termiņā ir izšķiroša nozīme visa objekta izbūvē.

Padomju Savienībā TPV metodi sāka izstrādāt un ieviest 1961. gadā. Tagad 90% no uzņēmumiem un organizācijām, kuri ieviesuši TPV metodi, ir celtniecības un remonta organizācijas.

Celtniecībā tiklveida plānošanas un vadīšanas sistēmas iekļaujas nozares automatizētās vadības sistēmā (NAVS) un kopā ar dispečeru dienestu un skaitļošanas tehniku veido tās pamatu.

Tagad praksē jau ir uzkrāta liela TPV sistēmas lietošanas pieredze civilo un rūpniecības ēku kompleksajā celtniecībā. Problēmas, kas saistītas ar tiklveida plānošanas un vadīšanas projektēšanu, izveidošanu un ieviešanu autoceļu un tiltu būvniecībā, vēl ir jaunas, praksē pilnībā neapgūtas. Šīs problēmas patlaban risina Vis-savienības autoceļu zinātniskās vadības sistēmā (NAVS) un Valsts autotransporta uzņēmumu projektēšanas institūts, kā arī citas zinātniskās pētniecības un projektēšanas organizācijas un vairākas mācību iestādes. Izmantojot iegūto pieredzi, celtniecībā ir sācies pārejas periods no atsevišķu plānošanas un uzskaites darbu mehānizācijas un automatizācijas uz kompleksajām automatizētām uzņēmumu, trestu un visas nozares vadības sistēmām.

Sākot ar 1973. gadu, Latvijas PSR Autotransporta un šoseju ministrijas Smiltenes 8. ceļu būvniecības rajons ieviesis izstrādāto «Ceļu būvniecības rajona automatizētās vadīšanas sistēmu», kas darbosies ministrijas jeb NAVS ietvaros. Šīs sistēmas uzdevums — pilnveidot ražošanas plānošanas un operatīvās vadīšanas metodes

autoceļu būvniecībā šajā rajonā. Sistēmas pamatā ir autoceļu būvdarbu kompleksa tīklveida plānošanas modeļa izmantošana šī kompleksa plānošanai un operatīvajai vadīšanai. Šajā sistēmā informāciju apstrādā elektroniskā skaitļošanas mašina «Minsk-32», bet darba kalendāro plānu sastādīšanai lieto automatizēto resursu un ražošanas uzdevumu sadali starp darbu izpildītājiem.

Autoceļu būvniecības un remontu darbu plānošanas un vadīšanas NAVS galvenās apakšsistēmas «CBR ražošanas darbības operatīvā kalendārā plānošana un vadīšana» (izmantojot TPV metodi) pamatuzdevumi ir šādi:

- 1) būvdarbu operatīvā kalendārā plānošana;
- 2) plānoto ražošanas uzdevumu izpildes uzskaitē;
- 3) plānoto ražošanas uzdevumu prognozēšana;
- 4) operatīva veicamo būvdarbu procesu regulēšana un vadīšana.

Bez šīs apakšsistēmas jau šajā piecgadē nozares NAVS ietvaros CBR veicamo būvdarbu organizācijas un vadīšanas uzlabošanai vēl ieviesīs divas AVS apakšsistēmas:

- 1) CBR materiāli tehniskās apgādes plānošana un vadīšana;
- 2) CBR saimnieciskās darbības tehniski ekonomiskā plānošana.

94. §. Tīkla grafiks

Tīklveida plānošanas un vadīšanas svarīgākais dokuments ir tīkla grafiks, kurā grafiski parādīta autoceļu būvdarbu procesa atsevišķo darbu tehnoloģiskā secība, šo darbu savstarpējā saistība un to veikšanai nepieciešamais laiks (dažreiz arī nepieciešamie resursi un būvdarbu izmaksas).

Tīkla grafiks ir TPV metodes raksturīgākā un galvenā sastāvdaļa, jo atrauti no šīs metodes tas nav efektīvs.

Tīkla grafiki ir dažādi: bez mēroga, kā arī ar laika, attālumu vai izmaksas mērogiem.

Tīkla grafika galvenie elementi ir šādi.

1. Darbs, piemēram, šķembru transports no karjera, autoceļa segas pamatu būve, mākslīgo inženierbūvju aprēķini utt., kāds jāveic jebkura ražošanas procesa galīgā mērķa sasniegšanai. Tas ilgst noteiktu laiku, kurā izlieto darbaspēku, materiālus un mehānismus. Darba parametri ir ilgums un resursu izlietojums. Tīkla grafikā darba simbols ir nepārtraukta līnija ar bultiņu no kreisās puses uz labo. Darba ilgumu (darba dienās vai maiņās) atzīmē ar cipariem virs darba līnijas, bet resursu izlietojumu norāda ar cipariem zem darba līnijas. Darba nosaukumu šifrē ar notikumu numuriem darba sākumā un beigās.

2. Notikums ir faktors, kas apzīmē kāda darba sākumu vai beigas. Notikums ir momentāns, tam nav laika dimensijas — ilguma. Katrs darbs tīkla grafikā sākas ar notikumu, kas rāda, kādai jābūt būvobjekta attiecīgās daļas gatavības pakāpei pirms

katra darba sakšanas. Notikuma simbols ir aplis, kurā ieraksta notikuma numuru.

Operāciju kompleksa pirmo notikumu (ministrijas vai tresta pavēle par autoceļa būvi), kas raksturo stāvokli būvlaukumā pirms darba sākšanas, sauc par sākuma notikumu, bet operāciju kompleksa pēdējo notikumu (jaunbūvējamā autoceļa nodošanu ekspluatācijā), kas raksturo pilnīgi pabeigtu operāciju kompleksu, — par beigu notikumu.

Jebkura darba sākuma notikumu sauc par šī darba iepriekšējo notikumu, beigu notikumu — par sekojošo notikumu.

3. Sakarība (fiktīvais darbs) norāda, ka kāda notikuma iestāšanās ir atkarīga ne tikai no to darbu pabeigšanas, kuri grafikā parādīti pirms šī notikuma, bet arī no kādu citu darbu pabeigšanas, kuri ar šo notikumu nav tieši saistīti. Tā, piemēram, zemes klātnes uzbērums var sākt veidot tikai pēc trases attīrīšanas un sagatavošanas. Sakarībai nav ilguma un resursu izlietojuma, tāpēc to dažkārt sauc par fiktīvo darbu.

4. Pārtraukums ražošanas procesā var būt tehnoloģisks (betona cietēšana) vai organizatorisks (resursu sagāde). Pārtraukumam ir laika dimensija — ilgums, bet atšķirībā no darba nav resursu izlietojuma. Pārtraukuma simbols ir tāds pats kā reālam darbam — nepārtraukta līnija ar bultiņu.

Tikla grafikos par ceļu sauc jebkuru darbu, pārtraukumu un sakarību rindu, kurā katra darba sekojošais notikums ir nākamā darba iepriekšējais notikums.

Ceļa garumu mēra laika jeb ilguma vienībās; tas ir vienāds ar darbu un pārtraukumu ilgumu summu, kuri veido ceļu.

Ilguma ziņā garāko ceļu starp sākuma un beigu notikumiem sauc par kritisko ceļu; tas nosaka būvdarbu ilgumu.

Dažkārt, piemēram, ritmiskas plūsmas tīklos, kritiskie ceļi var būt vairāki vai pat visi ceļi.

Minimālais nepieciešamais laiks ir atkarīgs no garākā, bet nevis no īsākā ceļa, tāpat, kā, piemēram, ceļa brauktuves kustības joslas platums ir atkarīgs nevis no mazāko transportlīdzekļu, piemēram, motociklu, bet gan no lielāko transportlīdzekļu, piemēram, kravas automobiļu, gabarītmēriem.

Kritiskā ceļa un jebkura cita pilna ceļa (ar kopējiem sākuma un beigu notikumiem) garumu starpība ilguma ziņā ir šī ceļa laika rezerve, t. i., attiecīgu ražošanas resursu jaudas rezerve.

Lai pieņemtu konkrētu lēmumu par jaudas rezervju izmantošanu tajos darbos, kas neatrodas kritiskā ceļā, jāzina laika rezerves. Tāpēc katram notikumam, kas neatrodas kritiskajā ceļā, nosaka divus iestāšanās robežtermiņus (visagrāko un visvēlāko), kuri pieļaujami, ievērojot noteikumu par visu darbu nobeigšanu dotajā termiņā. Pēc šiem termiņiem aprēķina attiecīgu darba laika rezervi (dienās vai maiņās), par kuru var palielināt darba ilgumu vai

darbu uzsākt vēlāk, neizmainot citu sekojošo darbu uzsākšanas terminus.

Tikla grafikus sastāda dažādās detalizācijas pakāpēs.

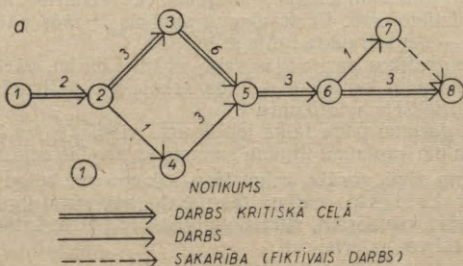
Izstrādājot tikla grafiku autoceļa būvei, vispirms konstruē grafika shēmu ar ierobežotu notikumu skaitu, par atsevišķiem darbiem pieņemot autoceļa dažu sarežģītu posmu, kā arī lielu un vidēju tiltu būvi utt.

Autoceļu būvdarbu organizācijas projektā izstrādā savietoto tikla grafiku, kurā savietoti vairāki darbi un iespējami samazināts grafika elementu skaits. Tā, piemēram, tikla grafiku autoceļa būvei līdzinā apvidū, kur galvenokārt jāveic tikai līnijdarbi, sastāda, sadalot visu ceļu vairākos vienādos posmos, kurus uzskata kā atsevišķus darbus.

Autoceļa atsevišķu posmu projektiem izstrādā detalizētus darba veikšanas tikla grafikus.

Tikla grafika sastādīšanas procesu visuzskatāmāk var parādīt ar konkrētiem piemēriem.

1. piemērs. Jāsastāda detalizēts tikla grafiks autoceļa segas būvei 1 km garam I tehniskās kategorijas autoceļa posmam; segas



b

1	BREMZĒŠANAS JOSLAS BŪVE	1																	
2	BETONA CIETĒŠANA		2	3	4														
3	STĀVVIETAS IZBŪVE					5	6	7	8										
4	VEIDŅU PĀRVIETOŠANA		2																
5	ĀTRUMA PAL. JOSLAS BŪVE			3	4														
6	BRAUKTUVES BŪVE									11	12	13	14						
7	NOMALU PIEBĒRŠANA													15	16	17			
8	ŠUVJU AIZLIEŠANA																		
	DIENAS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

183. att. Ceļa segas būvdarbu tikla grafiks un kalendārais grafiks:

a — tikla grafiks (cipari virs darba līnijas apzīmē darba ilgumu dienās); b — kalendārais grafiks

tips: ceļa brauktuvei un automobiļu stāvvietai — asfaltbetons, bet kustības ātruma maiņas joslām (bremzēšanas un kustības ātruma palielināšanas joslām) — cementbetons; darbi jāveic 17 dienās.

Bezmēroga tikla grafika variants ar galvenajiem darbiem, kas jāveic, izbūvējot segu autoceļa minētajā posmā, parādīts 183. att. a. Salīdzinājumam (183. att. b) parādīts šo darbu kalendārais grafiks.

Lai noteiktu atsevišķu darbu resursu jaudas rezerves ilguma ziņā, pēc tikla grafika jāsastāda speciāla tabula.

Kārtas Nr.	Notikums		Darba nosaukums	Darba ilgums (dienās)	Darba nobeigšanas termiņš		Laika rezerve (dienās)
	iepriekšējais	sekojošais			agrākais	vēlākais	
1	1	2	Bremzēšanas joslas izbūve	2	2	2	—
2	2	3	Betona cietēšana bremzēšanas joslā	3	5	5	—
3	3	5	Stāvvietas izbūve	6	11	11	—
4	2	4	Vadsliežu veidņu pārvietošana un uzstādīšana	1	3	8	5
5	4	5	Ātruma palielināšanas joslas izbūve	3	6	11	5
6	5	6	Brauktuves segas būve	3	14	14	—
7	6	8	Nomaļu piebēršana	3	17	17	—
8	6	7	Suvju aizliešana kustības ātruma maiņas joslās	1	15	17	2
9	7	8	Apdares darbi	—	17	17	—

Kā redzams no tikla grafika, lai visiem darbiem sasniegtu gaidīto mērķi — notikumu 8, ir vairāki ceļi, kas iziet no sākuma notikuma 1: ceļš 1—2, 2—3, 3—5, 5—6, 6—7, 7—8, ceļš 1—2, 2—4, 4—5, 5—6, 6—7, 7—8 un ceļš 1—2, 2—4, 4—5, 5—6, 6—8. Katram šim ceļam ir dažāds ilgums. Garākais ceļš ilguma ziņā (kritiskais ceļš) šajā gadījumā ir ceļš 1—2—3—5—6—8.

Kritiskā ceļa atrašana ir TPV metodes lielās efektivitātes galvenais cēlonis. Atrastais kritiskais ceļš dod iespēju būvorganizāciju vadītājiem koncentrēt galvenos spēkus un uzmanību tiem darbiem, no kuriem ir atkarīga savlaicīga visa darbu kompleksa izpilde. Kāpēc tieši ceļš 1—2—3—5—6—8 ir kritiskais ceļš? Atbildi var rast, uzmanīgi izanalizējot tikla grafika parametru tabulu, pēc kuras redzams, ka darbiem 1—2, 2—3, 3—5 u. c., kam kritiskā ceļā ir sakritība un nav laika rezerves, ir agrāki un vēlāki nobeigšanas termiņi, t. i., šo darbu izpilde jau iepriekš ir noteikta ar stingriem termiņiem. Ja tikai viens no šiem darbiem aizkavējas kaut tikai par vienu dienu, tad arī viss būvdarbu komplekss tiek nobeigts vienu dienu vēlāk un, otrādi, — jebkura kritiskā ceļa darba

izpildes paātrināšana sekmē beigu notikuma ātrāku sasniegšanu.

Tikla grafika visi pārējie darbi: 2—4, 4—5, 6—7 (sk. tabulu) raksturojas ar lielāku vai mazāku laika rezervi, turpretim šādu laika rezervju nekad nav kritiskā ceļa darbiem. Tāpēc no kritiskā ceļa vienmēr ir atkarīgs būvdarbu ilgums.

Šajā gadījumā direktīvajam termiņam T_d (17 dienas) ir sakritība ar aprēķina termiņu T_{apr} , t. i., $T_d = T_{apr}$. Praksē bieži vien $T_d < T_{apr}$. Šādos gadījumos jāizdara tikla grafika optimizācija, t. i., jāatrod iespējas samazināt kritiskā ceļa garumu (ilgumu).

Kritisko ceļu var saīsināt, pārdalot resursus, ko izmanto darbu kompleksa veikšanai, kā arī meklējot iespējas, lai daļu strādnieku un mehānismu pārvietotu no tiem darbiem, kuriem ir laika rezerve, uz kolektīviem — brigādēm, kas veic kritiskā ceļa darbus, lai tos paātrinātu. Bez tam jāmeklē arī iespējas vairākus darbus veikt paralēli. Tikla grafika optimizāciju izdara vairākkārt, kamēr tiek apmierināts nosacījums: $T_d \geq T_{apr}$.

Parasti šādus detalizētus tikla grafikus izstrādā būvdarbu tiešie izpildītāji (CBR vecākā darba vadītāja iecirknis). Praksē ir pierādīts, ka kritiskā ceļa metodes neveiksmīgai lietošanai ir viens cēlonis, proti, daži būvdarbu vadītāji pārāk maz uzmanības velta tikla grafika sastādīšanai un analīzei, jo, konsekventi strādājot pēc novecojušām vadīšanas metodēm (parasti pēc kalendārā grafika), kļūdaini uzskata, ka nav vērts tērēt laiku darbu detalizētai plānošanai.

Arzempju speciālisti tikla grafiku uzskata par darba vadītāja «personīgo instrumentu» darba plānošanai un vadīšanai, jo tieši ceļu būvniecības apstākļos, diendienā pastāvot biežām būvdarbu procesu izmaiņām, efektīvas ir tikai būvdarbu procesu detalizētas un elastīgas plānošanas un attēlošanas metodes tikla grafiku veidā.

2. piemērs. Jāsastāda savietots (vienkāršots) tikla grafiks laika mērogā III tehniskās kategorijas autoceļa būvei pēc plūsmas metodes 2 km garā posmā (līnijdarbu princips).

Kā atsevišķi darbi šajā vienkāršotajā grafikā (184. att. a) pieņemti darbu apjomi divos vienādos 1 km garos posmos:

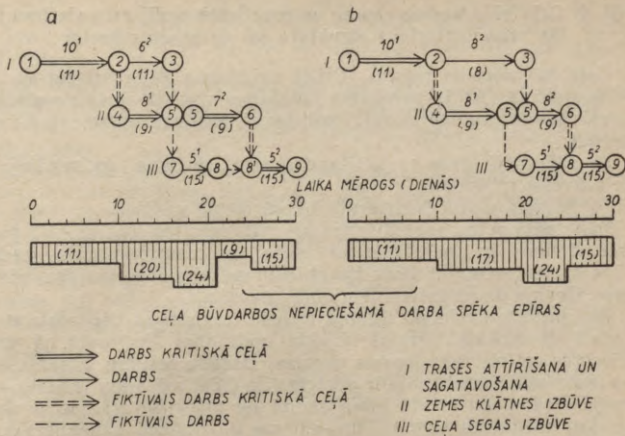
1—2—3 — trases attīrīšana un sagatavošana;

4—5—6 — zemes klātnes būve;

7—8—9 — ceļa segas būve.

Tikla grafikā parādītas arī sakarības (fiktīvie darbi) — 5' un 8', lai raksturotu vienas specializētās plūsmas atkarību no iepriekšējās plūsmas darbu nobeigšanas pakāpes.

Parasti jāzina ne vien būvdarbu veikšanas ilgums, bet arī būvdarbu resursi (cilvēki, mehānismi u. c.), tāpēc tikla grafiku ieteicams zīmēt laika mērogā, kurā grafika katra darba līnijas horizontālā projekcija atbilst zināmam dienu vai maiņu skaitam laika mērogā, un zem darba līnijas (nepārtrauktās) jāieraksta nepiecie-



184. att. Tikla grafiks laika mērogā ceļa posma būvei pēc plūsmas metodes un ar izdevīgāko darbaspēka izlietojumu:

a — pirms optimizācijas; *b* — pēc optimizācijas (cipari virs darba līnijas apzīmē darba ilgumu dienās, bet to indeksi — ceļa kilometru, kurā notiek darbi; cipari iekavās zem darba līnijas apzīmē strādnieku skaitu)

šāmie resursi. Zem laika mēroga epīras veidā var ērti parādīt strādnieku skaitu, kāds katru dienu nodarbināts būvdarbos, un, ja strādnieku skaitam ir lielas svārstības, jāizdara tikla grafika optimizācija (184. att. *b*).

Optimizāciju izdara, izmantojot tās laika rezerves, kādas ir darbiem, kas neatrodas uz kritiskā ceļa, un pārvirzot uz vienu vai otru pusi šo darbu sākumu vai nobeigumu.

Tikla grafika optimizācija, kas parādīta 185. att. *b*, sasniegta, pārbīdot pa labi darbus 2—3 un 7—8, lai notikumiem 8 un 8' būtu sakritība; tādējādi ir sasniegts būvdarbos nodarbināto strādnieku vienmērīgāks skaits.

Ja atsevišķu darbu, kas neatrodas kritiskajā ceļā, uzsākšanas vai nobeigšanas termiņu maiņas (darbu 7—8 uzsāk 4 dienas vēlāk) nedod vajadzīgos rezultātus, jāmeklē citi varianti šo darbu veikšanas termiņu pagarināšanai un tajos nodarbināto strādnieku un mehānismu skaita samazināšanai, lai daļu no tiem varētu pārsviet kritiskā ceļa attiecīgo darbu ātrākai veikšanai. Tā, piemēram, darba 2—3 veikšanai (trases attīrīšana) var samazināt strādnieku skaitu par trīs cilvēkiem (no 11 uz 8), tādējādi pagarinot darba veikšanas termiņu par divām dienām.

95. §. Ceļu būvniecības rajonu automatizētā vadīšanas sistēma, tās organizatoriskā struktūra un darbības principi

Ceļu būvniecības rajonu (CBR) ražošanas automatizētā vadīšanas sistēma (AVS) paredzēta ražošanas operatīvajai kalendārajai plānošanai un operatīvajai vadīšanai. Sistēma funkcionē divās stadijās:

a) sākotnējā plāna sastādīšana un tā uzlabošana (optimizācija) pēc tīklveida grafikiem;

b) būvdarbu procesa operatīvā kontrole un vadīšana.

Sākotnējā plāna sastādīšanas un optimizācijas stadijā AVS pamatuzdevums ir nodrošināt ar esošajiem resursiem CBR gada plāna izpildi, ievērojot atsevišķo objektu maksimāli pieļaujamo būvdarbu ilgumu un resursu izlietojuma intensitāti.

Būvdarbu maksimālo ilgumu nosaka ministrijas vai tresta noteiktais direktīvais termiņš objekta nodošanai ekspluatācijā vai attiecīgas celtniecības ilguma normas. Dažādu resursu izmantošanas maksimālā intensitāte ir atkarīga no CBR reālajām jaudām — kopējā strādnieku skaita (tajā skaitā no atsevišķo vadošo profesiju un strādnieku skaita), mehānismu un mašīnu daudzuma un palīgrāžošanas uzņēmumu jaudām, kā arī no būvdarbiem nepieciešamo materiālu un būvkonstrukciju piegādes iespējām.

Ražošanas plāna optimizācija jāveic, ne vien izstrādājot kopējo tīkla grafiku CBR visu objektu kompleksam, bet arī ražošanas procesa vadīšanas periodā, kad ražošanas norise dažādu apstākļu ietekmē novirzās no iepriekš paredzētajiem rādītājiem.

Ražošanas operatīvā vadīšana sākas pēc sākotnējā plāna sastādīšanas un tā optimizācijas. Sistēmas operatīvās kontroles un ražošanas vadīšanas stadijā ir šādi galvenie uzdevumi:

a) sniegt visiem vadītājiem objektīvu informāciju par veicamo darbu izpildi un šīs informācijas analīzes rezultātus;

b) izstrādāt racionālāko risinājumu resursu sadalīšanai vai operatīvai pārdalīšanai, lai vajadzīgā termiņā izpildītu paredzētos darbus;

c) sastādīt un koriģēt operatīvos kalendāros plānus katram darbu iecirknim, kā arī kontrolēt, vai darbi ir izpildīti paredzētajā laikā;

d) prognozēt ražošanas procesa gaitu.

Ceļu būvniecības rajona automatizētā vadīšanas sistēmā ir trīs vadīšanas līmeņi:

a) pirmais vadīšanas līmenis — CBR priekšnieks, galvenais inženieris, plānu un ražošanas daļas priekšnieks;

b) otrais vadīšanas līmenis — vecākie darbu vadītāji;

c) trešais vadīšanas līmenis — atbildīgie izpildītāji (darbu vadītāji, meistari un brigadierī).

Automatizētās vadīšanas sistēma sastāv no vairākiem tīklveida modeļiem, jo tajā ir ietverti visu objektu būvdarbi. Katra objekta būvniecība atspoguļojas patstāvīgā tīklveida modelī.

Sistēma sadala un uzskaita pamatresursu būvmašīnas un mehānismus, kā arī plānotos un kontrolējamus parametrus — darbu vai to atsevišķo posmu izpildes termiņus, ziņas par resursiem un to izlietojumu.

Ražošanas operatīvā kalendārā plānošana un operatīvā vadīšana parasti aptver divu nedēļu ilgu laika posmu. Tai ir divi laika ziņā vienādi periodi: vadīšanas periods un ražošanas sagatavošanas periods.

Vadīšanas periods ir vienas darba nedēļas laika posms starp diviem kārtējiem tīklveida modeļu atjaunošanas procesiem.

Ražošanas sagatavošanas periods ir laika posms, kurā izdara tīklveida modeļa aprēķinu pārbaudi un atjaunošanu, tos pārrēķinot un optimizējot.

Sistēma funkcionē cikliski. Cikla ilgums atbilst *vadīšanas periodam*. Par cikla sākumu pieņem tīklveida modeļu pārrēķināšanas momentu, kad modelim ir savākta šāda vajadzīgā operatīvā informācija:

- a) ziņas par ražošanas stāvokli pārrēķināšanas momentā;
- b) ziņas par iepriekšējā uzdevuma darbu izpildi;
- c) izmaiņas sākotnējā informācijā par neizpildītajiem darbiem;
- d) ziņas par gatavību nākamā perioda darbiem;
- e) ziņas par esošajiem resursiem paredzēto darbu izpildei utt.

Pārrēķinot tīklveida grafikus, nosaka iecirkņu operatīvos kalendāros darba plānus vadīšanas periodam un *ražošanas sagatavošanas periodam*, noteic plāna uzdevumus izpildītājiem, kā arī citus datus, kas nepieciešami būvdarbu stāvokļa kontrolei un analīzei.

Aprēķinu rezultāti norādīto dokumentu veidā nonāk CBR AVS speciālā TVP nodaļā, kur tos pārbauda un nosūta uz plānu un ražošanas nodaļu, kā arī iecirkņu vecākajiem darbu vadītājiem, kas precizē darbu uzdevumus un tos izsniedz tiešajiem izpildītājiem, kuri savukārt iesniedz pieteikumus darbu nodrošināšanai *vadīšanas periodā* un atklāj novirzes no gada kalendārā plāna.

Pamatojoties uz darbu vadītāju signāliem, plānu un ražošanas daļa operatīvi veic pasākumus, lai likvidētu novirzes no ražošanas kalendārā plāna. Gadījumos, kad jāpārstrādā gada plāns, tiek sagatavota attiecīga informācija ministrijas skaitļošanas centram. Atbilstoši plāna uzdevumiem un izstrādātajiem pasākumiem, kas paredzēti *ražošanas sagatavošanas perioda* kalendārā ražošanas plāna noviržu likvidēšanai, jāveic attiecīgi priekšdarbi to darbu izpildei, kas ietilpst *ražošanas sagatavošanas periodā*. Norādītie priekšdarbi ir šādi:

- a) darbu apjomu iepriekšēja noteikšana;
- b) darbu sastāva (uzdevuma) iepriekšēja noteikšana izpildītājiem;
- c) pieteikumu noformēšana;
- d) esošo resursu un to stāvokļa analīze;
- e) darba frontes nodrošināšana.

Visā *vadišanas procesa* laikā CBR TPV nodaļa ik dienas pa radio vai telefonu kontrolē, kā izpildītāji veic dotos uzdevumus, kā likvidē novirzes no plāna uzdevumu izpildes un kā veic noteiktos papilduzdevumus.

Automatizētās vadišanas sistēmas funkcionēšana noslēdzas ar informācijas nosūtīšanu ministrijas skaitļošanas centram (izmantojot teletaipu) par izmaiņām resursu sadalē, ražošanas ierobežojumiem un darbu parametru izmaiņām, lai maksimāli īsā laikā (vēlākais jau nākamajā dienā) saņemtu darbu izpildītājiem jaunus koriģētus uzdevumus.

Ceļu būvniecības rajona automatizētās vadišanas sistēmas ieviešana saīsina autoceļu, tiltu un citu mākslīgo inženierbūvju būvdarbu laiku, uzlabo būvmašīnu un mehānismu izmantošanu, kā arī CBR darba tehniskos un ekonomiskos rādītājus.

LITERATŪRA

1. J. Lūsis, E. Vikmanis. Automobiļu ceļi. Rīgā LVI, 1964.
2. В. Ф. Бабков. Дорожные условия и безопасность движения. М., «Транспорт», 1970.
3. В. Ф. Бабков, О. В. Андреев, М. С. Замахаев. Проектирование автомобильных дорог. Часть I и II, М., «Транспорт», 1970.
4. В. Ф. Бабков, М. Б. Афанасьев. Дорожные условия и режимы движения автомобилей. М., «Транспорт», 1967.
5. Е. В. Болдаков. Переходы через водотоки. М., «Транспорт», 1965.
6. П. Я. Дзенис, В. Р. Рейнфельд. Пространственное проектирование автомобильных дорог. М., «Транспорт», 1968.
7. Н. Н. Иванов, С. М. Полосин-Никитин, В. М. Могилевич, А. М. Богуславский, В. К. Некрасов. Строительство автомобильных дорог. М., «Транспорт», часть I, 1969; часть II, 1970.
8. А. Я. Калужский, И. В. Бегма, В. М. Кисляков, В. В. Филиппов. Применение теории массового обслуживания в проектировании автомобильных дорог. М., «Транспорт», 1969.
9. Ю. Э. Лусис. Развитие автомобильных дорог Латвийской ССР. Рига, «Звайгзне», 1966.
10. В. М. Могилевич. Основы организации дорожно-строительных работ. М., «Высшая школа», 1966.
11. Г. Э. Парубек. Сетевое планирование и управление. М., «Экономика», 1967.
12. С. М. Полосин-Никитин. Дорожные машины. М., «Высшая школа», 1969.
13. И. А. Романенко. Техничко-экономические основы проектирования сетей автомобильных дорог. М., Высшая школа, 1967.
14. А. В. Седун, Ю. Л. Чумаков, А. У. Кубасов, А. Ф. Гулевский. Автомобильные дороги, М., «Транспорт», 1967.
15. Строительные нормы и правила (СН и П), главы: II-Д, 5-62 и III-Д, 5-69. М., «Госстройиздат».

SATURS

Priekšvārds	3
1. nodaļa. Autoceļu vispārīgs raksturojums	5
1. §. Automobiļu transporta loma tautas saimniecības kopējā transporta sistēmā	5
2. §. Autoceļu ritošā sastāva (transporta līdzekļu) raksturojums	7
3. §. Autoceļu klasifikācija	8
4. §. Autoceļu ekspluatācijas uzdevumi un rādītāji	12
2. nodaļa. Automobiļa kustība ceļā	16
5. §. Automobiļa riteņu saiste ar ceļa segu	16
6. §. Automobiļa kustības pretestības un dinamikas raksturojums	19
7. §. Automobiļa kustība ceļa kāpumos	25
8. §. Automobiļa kustība ceļa kritumos. Bremzēšanas ceļa garums	27
3. nodaļa. Ceļa šķērsprofils	29
9. §. Ceļa šķērsprofila elementi un pamattipi	29
10. §. Ceļa brauktuve	36
11. §. Nomales, ceļa klātne un atsavinājuma josla	42
4. nodaļa. Ceļa izveidojums plānā	45
12. §. Ceļa trasēšana apvidū	45
13. §. Autoceļa taisnie posmi un plāna liknes	48
14. §. Plāna liknes liekuma rādiusa aprēķināšana	50
15. §. Virāža un tās izveidojums	55
16. §. Pārejas liknes	62
17. §. Ceļa redzamība	66
5. nodaļa. Ceļa garenprofils	71
18. §. Ceļa garenprofila elementi un izveidojums	71
19. §. Garenprofila projektēšanas pamati	73
20. §. Autoceļa profila liknes	78

6. nodaļa. Autoceļu mezgli	84
21. §. Krustojumi un pieslēgumi	84
22. §. Vienlīmeņa autoceļu krustojumi un pieslēgumi	85
23. §. Vairāklīmeņu krustojumi un pieslēgumi	90
24. §. Kustības ātruma maiņas joslas	95
25. §. Autoceļu krustojumi ar dzelzceļu un citām komunikācijām	97
7. nodaļa. Zemes klātne	99
26. §. Grunts klasifikācija un raksturojums	99
27. §. Ūdens-siltuma režīma izmaiņu ievērošana zemes klātnes projektēšanā	101
28. §. Zemes klātnes noturība	106
29. §. Zemes klātnes grunts sablīvēšana	110
30. §. Zemes klātnes noturība vājas grunts pamatnēs	112
31. §. Nogāžu noturība un izveidojums	118
8. nodaļa. Ūdens novadišana	123
32. §. Virszemes ūdens noteces aprēķināšana	123
33. §. Sāngrāvju un caurteku hidrauliskie aprēķini	124
34. §. Virszemes ūdens novadišana	132
35. §. Grāvju nostiprinājumi	136
36. §. Drenāža	138
9. nodaļa. Zemes darbu daudzuma aprēķināšana un sadalījums	142
37. §. Zemes masu kubatūras aprēķināšanas paņēmieni	142
38. §. Zemes masas sadale	149
10. nodaļa. Autoceļu segas	152
39. §. Prasības, kādām jāatbilst autoceļu segām	152
40. §. Autoceļu segu konstruktīvā uzbūve	153
41. §. Ceļu segu klasifikācija un ekspluatācijas rādītāji	155
42. §. Autoceļu segu raksturojums un izvēle	157
43. §. Nestingo segu aprēķināšana	159
44. §. Nestingo segu aprēķina piemēri	173
45. §. Stingo segu aprēķināšana	176
11. nodaļa. Zemes klātnes izbūve	185
46. §. Autoceļa trases sagatavošana	185
47. §. Zemes darbu izpildes paņēmieni un lietojamās būvmašīnas	189
48. §. Zemes klātnes izbūves zonas robežu nospraušana	193
49. §. Uzbēruma un ierakuma izstrādes paņēmieni	199
50. §. Augsnes norakšana un grunts uzirdināšana	202
51. §. Zemes klātnes izbūve ar buldozeriem	204
52. §. Zemes klātnes izbūve ar skrāperiem	208
53. §. Zemes klātnes izbūve ar greideriem	212
54. §. Zemes klātnes izbūve ar greiderelevatoriem	215
55. §. Zemes klātnes izbūve ir ekskavatoriem	218

56. §. Zemes klātnes sablīvēšana	225
57. §. Zemes klātnes apdare un nogāžu nostiprināšana	229
<i>12. nodaļa. Autoceļa klātnes sagatavošana segas būvei</i>	<i>236</i>
58. §. Autoceļa klātnes sagatavošana	236
59. §. Gultnes izbūve	238
60. §. Autoceļa segas drenējošās pamatnes izbūve	242
<i>13. nodaļa. Grunts ceļi</i>	<i>244</i>
61. §. Grunts ceļu klasifikācija	244
62. §. Dabisko un profilēto grunts ceļu izbūve	245
63. §. Uzlaboto grunts ceļu izbūve	246
<i>14. nodaļa. Grants sega</i>	<i>259</i>
64. §. Grants materiāls un segu konstrukcija	259
65. §. Grants segas izbūve	262
<i>15. nodaļa. Šķembu sega</i>	<i>265</i>
66. §. Šķembu materiāls un segu konstrukcija	265
67. §. Šķembu segas izbūve	267
<i>16. nodaļa. Bruģi</i>	<i>271</i>
68. §. Bruģu tipi. Apaļo un pieskaldīto akmeņu bruģis	271
69. §. Kaito akmeņu un mozaikas bruģi	275
70. §. Klinkera, asfaltbetona un cementbetona plātņu bruģis	277
<i>17. nodaļa. Grants un šķembu melnās segas</i>	<i>279</i>
71. §. Melno segu organiskās saistvielas	279
72. §. Segas virsmas apstrāde	283
73. §. Piesūcinātā sega	286
74. §. Grants un šķembu melno segu izbūve	289
75. §. Emulsiju lietošana melno segu būvē	294
<i>18. nodaļa. Asfaltbetona sega</i>	<i>298</i>
76. §. Asfaltbetona segu klasifikācija un konstrukcija	298
77. §. Asfaltbetona masas sagatavošana un iestrāde	303
78. §. Asfaltbetona segas izbūves tehnoloģijas piemērs	311
<i>19. nodaļa. Cementbetona sega</i>	<i>315</i>
79. §. Cementbetona segu īpašības un konstrukcija	315
80. §. Cementbetona segu izbūve	318
<i>20. nodaļa. Pasākumi satiksmes drošības uzlabošanai un autoceļu aprikojums</i>	<i>320</i>
81. §. Satiksmes drošība, estētiskās prasības un autoceļu apriko- jums	320
82. §. Ceļa zīmes	322

83. §. Ceļa brauktuves apzīmējumi un aizturietais	328
84. §. Autobusa pieturvietas un paviljoni	333
85. §. Automobiļu stāvvietas, atpūtas vietas un skatu laukumi	336
21. nodaļa. Jaunākās tendences autoceļu projektēšanā un būvniecībā	337
86. §. Autoceļu izmeklēšana un projektēšana	337
87. §. Autoceļu ģeometriskie elementi	340
88. §. Jaunākās tendences autoceļu būvniecībā	345
22. nodaļa. Autoceļu būvdarbu izpildes organizatoriskie pamati	351
89. §. Būvdarbu procesa norise	351
90. §. Būvdarbu industrializācija, mehanizācija un automatizācija	354
91. §. Būvdarbu organizācija pēc plūsmas metodes	355
23. nodaļa. Autoceļu būvniecības un remontu darbu automatizētā vadīšanas sistēma	358
92. §. Pašreizējais stāvoklis autoceļu būvniecības organizācijā un vadīšanā	358
93. §. Būvdarbu tīklveida plānošana un vadīšana	360
94. §. Tīkla grafiks	362
95. §. Ceļu būvniecības rajonu automatizētā vadīšanas sistēma, tās organizatoriskā struktūra un darbības principi	368
Literatūra	371

*Лусис Юрий Эдуардович,
Следе Эгон Эдгарович, Менгот Ян Янович*

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ

Издательство «Лиезма»

Рига — 1972

На латышском языке

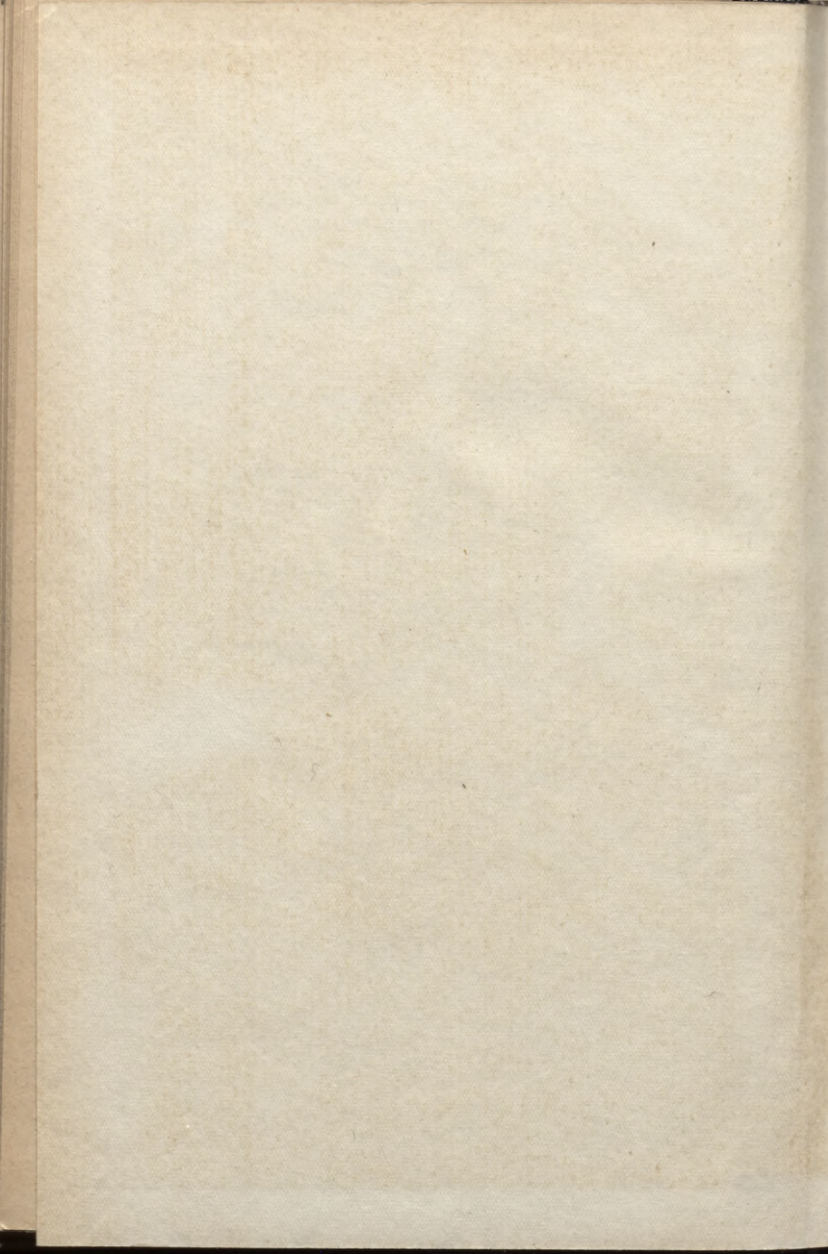
Обложка художника К. Голдманиса

*Lūsis Juris Eduarda d., Slēde Egons Edgara d.,
Mengots Jānis Jāņa d.*

AUTOCEĻI

Redaktors E. Avdejevs. Māksl. redaktors A. Lipins.
Tehn. redaktore D. Pastare. Korektore M. Starka.
Nodota salikšanai 1972. g. 13. jūnijā. Parakstīta
iespiešanai 1972. g. 13. decembrī. Tipogrāfijas pa-
pīrs Nr. 3, formāts 60×90¹/₁₆. 23,75 fiz. iespiedl.;
23,75 uzsk. iespiedl.; 26,10 izdevn. l. Metiens 2500
eks. JT 27612. Maksā 1 rbl. 26 kap. Izdevniecība
«Liesma» Rīgā, Padomju bulv. 24. Izdevn. Nr.
25342-R1739. Iespiesta Latvijas PSR Ministru Pado-
mes Valsts izdevniecību, poligrāfijas un grāmatu
tirdzniecības lietu komitejas tipogrāfijā «Sovet-
skaja Latvija» Rīgā, Dzirnavu ielā 57. Pasūt. Nr.
1753.





LATVIJAS NACIONĀLĀ BIBLIOTĒKA



0311016573

1 rbl. 26 kop.