

ПРАДМОВА

Сучасны інжынер павінен мець добрую тэарэтычную падрыхтоўку па грамадскіх, агульнанавуковых, агульнапрафесійных дысцыплінах, дасканала валодаць сваёй спецыяльнасцю, мець практычныя ўменні вытворчай работы і выкарыстання ЭВМ.

Падрыхтоўка высокакваліфікаваных спецыялістаў цесна звязана з удасканаленнем вучэбнага працэсу, развіццём навукі ў ВНУ, паляпшэннем вытворчага навучання і самастойнай работы студэнтаў.

Ад першага выдання падручніка да цяперашняга часу прайшло 15 гадоў. За гэты час у лесанарыхтоўчай галіне адбыліся значныя змены. На нарыхтоўцы шырокае распаўсюджванне знайшлі колавыя трактары, харвестары і фарвадары. Значнае месца займае сартыментная вывозка лесу. У сувязі з гэтым на вывозцы лесу з'явіліся новыя аўтамабілі і пры гэтым айчынай вытворчасці. Напрыклад, аўталесавозы МАЗ-5435, МАЗ-64255, сартыментавоз МАЗ-6303-26, прычэп-ропуск-МАЗ-9008, прычэп-сартыментавоз МАЗ-83781-20, МАЗ-8925-02 і іншыя.

Распрацаваны новыя канструкцыі дарожнага адзення. Пры будаўніцтве лесавозных дарог прымяняюцца новыя дарожна-будаўнічыя матэрыялы. За гэты час значныя поспехі дасягнуты і ў вобласці тэорыі лесатранспарту, зроблены новыя падыходы да транспартнага асваення лясных масіваў.

Усе ўказаныя змяненні, а таксама і тое, што здзейснены пераход на навучанне студэнтаў па новых вучэбных планах і праграмах у адпаведнасці з адукацыйным стандартам, узнікае неабходнасць выдання новага падручніка.

Падручнік напісаны ў адпаведнасці з вучэбнай праграмай курса “Сушапутны транспарт лесу” для студэнтаў спецыяльнасці “Лесаінжынерная справа” і “Лясная гаспадарка”. Ён складаецца з трох раздзелаў.

У першым раздзеле разглядаюцца агульныя пытанні сушапутнага транспарту лесу, паказана яго асаблівасць, роля і значэнне ў сферы лесанарыхтоўчага працэсу. Разгледжаны агульныя пытанні праектавання плана і падоўжанага профілю лесавозных дарог, прымянення ЭВМ для гэтых мэт. Дадзены цягава-эксплуатацыйныя разлікі. Прыведзены машыны і механізмы, якія выкарыстоўваюцца на вывозцы лесу, пры будаўніцтве і эксплуатацыі лесавозных дарог, пры будаўніцтве штучных збудаванняў. Паказаны асаблівасці транспартнага асвойвання лясных масіваў у лясх II-ой групы.

У другім раззеле разглядаюцца пытанні праектавання, будаўніцтва і эксплуатацыі аўтамабільных лесавозных і часовых дарог.

У трэцім раззеле коратка разгледжаны некаторыя пытанні праектавання, будаўніцтва і эксплуатацыі лесавозных чыгунак вузкай каляі.

Улічваючы тое, што ў Рэспубліцы Беларусь вывозка лесу выконваецца аўтамабільным транспартам, таму ў падручніку больш увагі нададзена аўтамабільным дарогам.

Пры напісанні падручніка мы ўлічвалі, што студэнт вывучаў інжынерную геадэзію, тэарэтычную механіку, супраціўленне матэрыялаў, асновы будаўнічай справы, інжынерныя канструкцыі, лясныя машыны і іншыя дысцыпліны.

У цяперашні час у Рэспубліцы Беларусь распрацоўкай праектаў лясных аўтамабільных дарог займаецца “Белдзяржлес”, а іх будаўніцтва выконваюць лесагаспадарчыя прадпрыемствы, таму праектаванню і будаўніцтву аўтамабільных лесавозных дарог, а таксама эксплуатацыі ў падручніку ўдзеляецца значнае месца. Але пытанням будаўніцтва надаецца больш увагі, таму што інжынер-тэхнолаг лесанарыхтоўчай прамысловасці, інжынер лясной гаспадаркі ў сваёй практычнай рабоце ў асноўным звязаны з рашэннем гэтых пытанняў.

Аднак абмежаваны аб’ём падручніка не дазволіў аўтару ў роўнай ступені паказаць усе праблемы сухапутнага транспарту лесу. Некаторыя пытанні не дэталізаваны, таму напрыканцы падручніка прыведзена неабходная літаратура. За асноўную сістэму вымярэнняў прынята Міжнародная сістэма адзінак вымярэння фізічных велічынь.

Аўтар выказвае глыбокую ўдзячнасць калектывам кафедраў.

УВОДЗІНЫ

Лясны комплекс Беларусі мае вялікае эканамічнае, сацыяльнае і стратэгічнае значэнне. Ён забяспечвае не толькі патрабаванне народнай гаспадаркі ў драўняных рэсурсах, але і ў значнай ступені садзейнічае міжнароднай інтэграцыі. Паспяхова работа ляснога комплексу залежыць ад мноства фактараў і ў першую чаргу ад бесперапыннай (рытмічнай) работы яго лесапрамысловых і лесагаспадарчых прадпрыемстваў. Адным з фактараў, якія забяспечваюць рытмічную работу прадпрыемстваў, з'яўляецца круглагадавая работа аўтатранспарту на вывазцы лесу.

Вывазка лесу ў Рэспубліцы Беларусь выконваецца ў асноўным аўтамабільным транспартам, які ўяўляе адну з фазаў вытворчага працэсу лесанарыхтовак. На яго долю прыходзіцца больш за 90% аб'ёму вывезенага лесу, яго працаёмкасць у цыкле вытворчых аперацый лесанарыхтовак складае 20-25%, а доля ў сабекошце лесапрадукцыі 30% і больш у залежнасці ад адлегласці вывазкі лесу, якое ў цяперашні час у сярэднім складае 56...60 км. На вывазцы лесу з'явіліся новыя аўтапоезды. Вывазка лесу выконваецца ў выглядзе хлыстоў, сартыментаў, шчапы.

Эфектыўнасць работы лесавознага аўтатранспарту ў значнай ступені вызначаецца эксплуатацыйным становішчам транспартных шляхоў.

Агульная працягласць дарог, якая выкарыстоўваецца для вывазкі лесу ў Рэспубліцы Беларусь, складае 113000 км, у тым ліку дарог круглагадавога дзеяння 9320 км (7860 км дарог агульнага карыстання і 1460 км – лесагаспадарчых і лесапрамысловых дарог) і 104000 км (91,7%) – грунтовых.

Такім чынам, на сучасным этапе развіцця лясной прамысловасці і лясной гаспадаркі на вывазцы лесу выкарыстоўваюцца грунтовыя дарогі, якія не забяспечваюць рытмічную работу лесавознага аўтатранспарту. У сувязі з гэтым існуе праблема забеспячэння круглагадавой работы транспарту на вывазцы лесу, якая вельмі актуальная не толькі для ляснога комплексу, але і для аграпрамысловага і для народнай гаспадаркі і цалкам.

Эксплуатацыйнае становішча (трываласць і ўстойлівасць) транспартных шляхоў фарміруецца пры іх праектаванні і будаўніцтве, якасцю праектных рашэнняў і прымяняемых дарожна-будаўнічых матэрыялаў і г.д. У сувязі з гэтым вялікую актуальнасць набываюць пытанні выкарыстання ў дарожным будаўніцтве мясцовых

матэрыялаў, адходаў хімічнай, лесанарыхтоўчай і іншых галін прамысловасці.

Значны ўклад у рашэнне праблем лесатранспарту зрабілі вядомыя вучоныя лесатэхнічных ВНУ і навукова-даследчых інстытутаў. Асабліва прафесары Д.А.Папоў, В.В.Буверт, Б.А.Ільін, Б.І.Кувалдзін, М.М.Каруноў, В.К.Кур'яноў, І.І.Леановіч, Э.О.Салмінэн, В.І.Аляб'еў, А.В.Жукаў, Ю.Д.Сілукоў, В.В.Шчалкуноў, Ю.Л.Шаўчэнка і інш.

Лесатранспартная навука шырока і творча выкарыстоўвае дасягненні вучоных дарожнікаў, якія працуюць у вобласці праектавання, будаўніцтва і эксплуатацыі дарог агульнага карыстання, асабліва – прафесараў А.К.Бірулі, В.Я.Бабкова, А.П.Васільева, І.Е.Яўгеньева, М.М.Іванова, У.Д.Казарноўскага, Б.І.Ладыгіна, І.І.Леановіча, У.М.Сідэнкі, В.В.Сільянава, В.М.Яромкі і інш.

У цяперашні час перад лясным комплексам пастаўлена задача па рацыянальным выкарыстанні драўніны, укараненні новых машын і абсталявання на нарыхтоўцы і вывазцы лесу, удасканалванне структуры вытворчасці і г.д.

У вобласці сухапатнага транспарту лесу неабходна ісці па шляху ўдасканалвання дарожных канструкцый і дарожнага будаўніцтва, стварэння высокапрадукцыйных дарожна-будаўнічых і лесатранспартных машын, а таксама правядзення неабходных інжынерных мерапрыемстваў па паляпшэнні тэхнічнага становішча лесавозных дарог у працэсе эксплуатацыі.

I. АГУЛЬНАЯ ЧАСТКА

1. ТРАНСПАРТ ЛЕСУ Ў ЛЕСАНАРЫХТОЎЧАЙ ПРАМЫСЛОВАСЦІ

1.1. Месца і роля сухапутнага транспарту лесу ў вытворчым працэсе лесанарыхтовак

У сістэме лесанарыхтоўчай прамысловасці важная роля належыць транспарту лесу і ў асобнасці сухапутнаму, які забяспечвае бесперапынную работу ўсяго лесанарыхтоўчага працэсу.

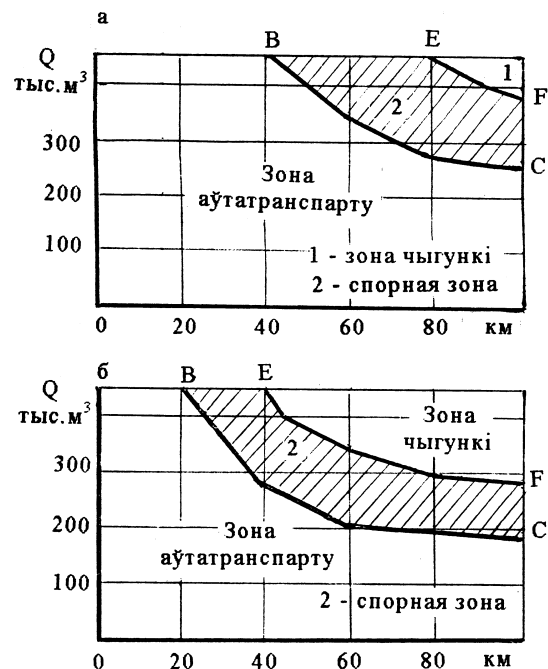
Сухапутным транспартам лесу называюць перамяшчэнне нарыхтаванага лесу (дрэў, хлыстоў, сартыментаў) ад пагрузачнага пункта да месца складзіравання ці апрацоўкі. Пры будоўлі новых лесанарыхтоўчых прадпрыемстваў 45...50% капіталаўкладанняў расходуюцца на сухапутны транспарт лесу. У сувязі з гэтым для паспяховай і рэнтабельнай работы лесанарыхтоўчых прадпрыемстваў вельмі важна правільна выбраць від транспарту і аснасціць яго сучаснай тэхнікай, якая забяспечвае высокую прадукцыйнасць працы.

Для вывазкі нарыхтаванага лесу могуць прымяняцца розныя віды транспарту: сухапутны, водны, паветраны, трубаправодны. Найбольшае распаўсюджванне ў нашай краіне атрымаў сухапутны транспарт, асабліва аўтамабільны і вузкакалейны чыгуначны. Як паказваюць даследаванні праф.Б.І. Кувалдзіна, А.Д. Кірسانова, абодва гэтыя віды транспарту маюць свае зоны мэтазгоднага прымянення (рыс. 1.1.).

У зоне ВЕФС можа мець перавагу як аўтамабільны, так і вузка-

Рыс. 1.1. Зоны пераважнасці эканамічнай эфектыўнасці аўтамабільнага і вузкакалейнага чыгуначнага транспарту лесу:

а - для гравійных аўтадарог (адлегласць падвозкі гравійнага матэрыялу 6...10 км); б - таксама пры адлегласці падвозкі 16...20 км. (У зоне ВЕФС можа мець перавагу як аўтамабільны, так і чыгуначны транспарт – “спрэчная зона”, якая залежыць ад розных фактараў)



калейны чыгуначны транспарт розных фактараў).

Сушапутны транспарт лесу цесна звязаны з аховай, комплексным і рацыянальным выкарыстаннем, аднаўленнем і ўзнаўленнем лясных багаццяў. Лесавозныя дарогі шырока выкарыстоўваюцца для правядзення лесааднаўленчых работ і догляду за лесам на тэрыторыі іх былой сыравіннай базы. У гэтым выпадку яны становяцца лесагаспадарчымі дарогамі і ўключаюцца ў агульную сетку дарог лягаса.

Такім чынам, сухапутны транспарт мае вялікае значэнне не толькі для лясной прамысловасці, але і для агульнага комплекснага развіцця лясных раёнаў нашай краіны.

1.2. Сувязь сухапутнага транспарту лесу с сумежнымі фазамі вытворчасці

Сушапутны транспарт лесу мае цесную сувязь с сумежнымі фазамі вытворчасці і дапаможнымі службамі – рамонтна-механічнымі майстэрнямі, заправачнымі станцыямі, гаражамі і інш. Сувязь з лесасечнымі работамі выражаецца ў выбары пагрузачных пунктаў, выгадных ў тэхналагічных і транспартных адносінах, у размяшчэнні пад'язных транспартных шляхоў, у арганізацыі першаснага і магістральнага транспарту, у тэхналогіі пагрузкі загатоўленага лесу і інш.

Сушапутны транспарт лесу на ніжнем складзе ўзаімадзеічае з выгрузачнымі прыладамі, апрацоўчымі пляцоўкамі, сартавальнымі транспарцёрамі, аўтаматычнымі лініямі і цэхамі на пераапрацоўцы драўніны. Раўнамернае прыбыванне лесавозных цягнікоў у пункты выгрузкі забяспечвае зладжаную работу вытворчых брыгад ніжняга складу і ўсяго лесанарыхтоўчага прадпрыемства.

Сувязь сухапутнага транспарту лесу з работай транспарту агульнага карыстання заключаецца ў вывазцы нарыхтаванага лесу па дарогам агульнага карыстання. Гэтая сувязь таксама мае месца ў пунктах перагрузкі лесу, у месцах далучэння лесавозных дарог да шляхоў агульнага карыстання. Гэтую ўзаемасувязь неабходна ўлічваць пры пошуку, праектаванні, будаўніцтве і эксплуатацыі лесавозных дарог, а таксама пры арганізацыі вывазкі нарыхтаванага лесу.

1.3. Асноўныя паняцці аб сухапутным транспарту лесу.

Транспартам называюць галіну матэрыяльнай вытворчасці, занятую перамяшчэннем грузаў і пасажыраў.

Адрозніваюць транспарт *агульнага карыстання і прамысловы*. Транспарт агульнага карыстання ўваходзіць у склад спецыялізаваных транспартных прадпрыемстваў, якія займаюцца арганізацыяй перавозкі пасажыраў і грузаў агульнага карыстання. Прамысловы транспарт уваходзіць у склад прамысловых прадпрыемстваў і непасрэдна прымае ўдзел у вытворчым працэсе. Класіфікацыя асноўных відаў прамысловага транспарту ў залежнасці ад устройства дарогі прыведзена на рыс. 1.2. Як відаць з рысунка, да прамысловага транспарту адносяцца і сухапутны транспарт лесу.

Асноўнымі тэхнічнымі элементамі прамысловага транспарту з'яўляюцца: дарога і рухомы састаў.

Рухомым саставам называюць рухомыя транспартныя сродкі, пры дапамозе якіх ажыццяўляюцца перавозкі грузаў і пасажыраў. Рухомы састаў складаецца з цягавых машын (аўтамабіляў, лакаматываў і г.д.), прычэпнага саставу (ропускаў, паўпрычэпаў, прычэпаў, счэпаў, платформаў і вагонаў).

Від цягі можна класіфікаваць па выкарыстоўваемай энергіі (цеплавая, электрычная і г.д.); хадавой сістэме аўтамабіля (колавая, гусянічная, санная); спосабу перамяшчэння грузаў і г.д.

Прычэпны састаў, як правіла класіфікуюць у залежнасці ад віду хадавай сістэмы (колавая, гусенічная).

Асноўным і найбольш важным элементам прамысловага транспарту з'яўляецца дарога.

Дарога – гэта інжынернае збудаванне, якое служыць для перамяшчэння па яму цягавых машын і прычэпнага саставу ў працэсе транспартавання грузаў ці пасажыраў. Дарога складаецца з наступных асноўных элементаў: землянога палатна са збудаваннямі водаадвода, штучных (водапрапускных) збудаванняў, дарожнага адзення (на аўтамабільных дарогах) ці верхняга збудавання на чыгунках.

Земляным палатном называюць прыродную ці штучна створаную аснову, на якой устаткоўваюць дарожнае адзенне ці верхняе збудаванне.

Штучнымі (водапрапускнымі) збудаваннямі называюць інжынерныя збудаванні, якія служаць для пропуску вады з аднаго боку дарогі на другі.

Дарожным адзеннем называюць праезную частку аўтамабільнай дарогі, выкананую ў выглядзе аднаго ці некалькіх слаёў з розных

дарожна-будаўнічых матэрыялаў.

Верхняе збудаванне чыгункі – гэта праезная частка, якая складаецца з двух рэйкавых нітак, якія прымацоўваюцца да шпалаў пры дапамозе кастылёў (балтоў) на некаторай адлегласці адзін ад другога. Шпалы размяшчаюцца на баластнай прызме, адсыпанай на паверхні землянога палатна з буйназярністага пяску, гравію (жвіру) ці шчэбню (друзу).

Земляное палатно сумесна са штучнымі збудаваннямі называюць ніжнім збудаваннем дарогі.

У некаторых відаў транспарту цягавыя машыны і прычэпы састаў могуць сумяшчацца (напрыклад, грузавы аўтамабіль, аўтапагрузчык), а іншы раз адсутнічаць навогул (напрыклад, водны транспарт лесу – сплаў лесу молам). Паветраны транспарт не патрабуе збудаванняў, калі не лічыць узлётна-пасадачных палосаў і дарог на аэрадроме.

Водны транспарт лесу – від транспарту, які дастаўляе нарыхтаваны лес з ніжніх складаў па водным пуцям у пункт спажывання, пераапрацоўкі або перавалкі.

Паветраны транспарт лесу – від транспарту, які з дапамогай паветраплавальных сродкаў (верталётаў, вертастатаў, аэростатаў, дырыжабляў) забяспечвае дастаўку лесу з раёна нарыхтоўкі ў пункт спажывання ці перавалкі. З усіх лятальных апаратаў на вывазцы нарыхтаванага лесу перспектыўнымі з’яўляюцца вертастаты.



Рис. 1.2. Класіфікацыя асноўных відаў прамысловага транспарту

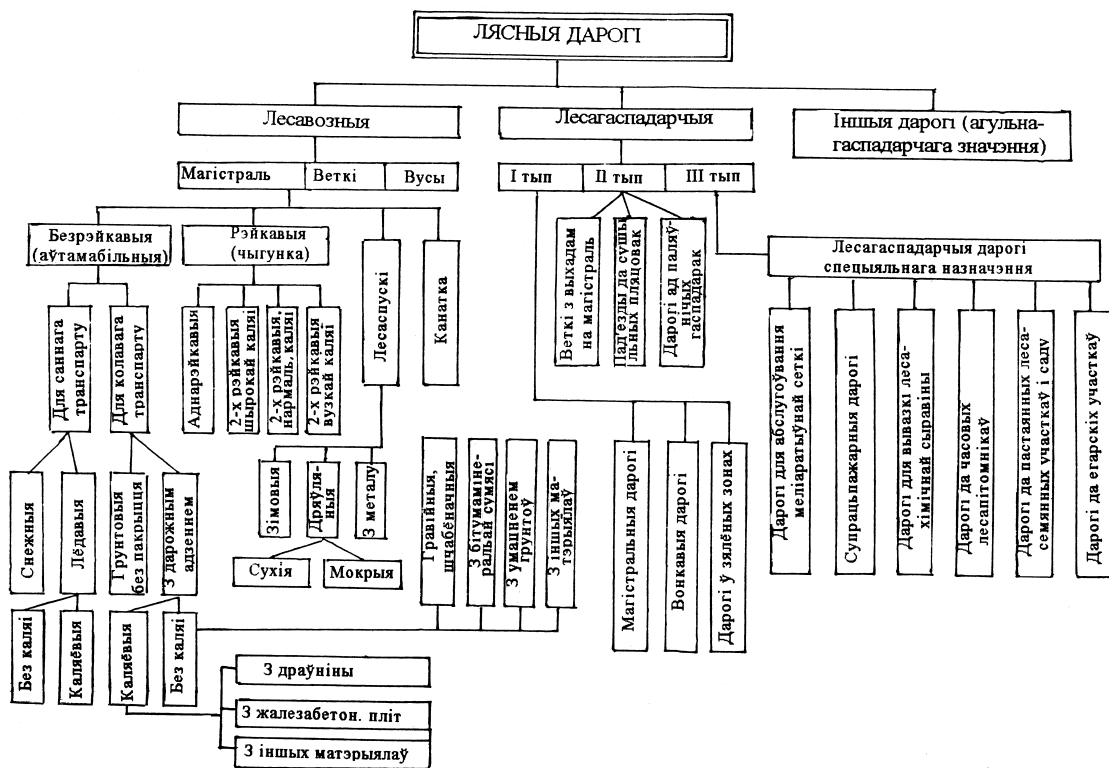
Трубаправодны транспарт для транспарціроўкі лесу практычна яшчэ не выкарыстоўваецца, хаця у краінах СНД і Канадзе вядуцца даследаванні тэхнічнай магчымасці і эканамічнай мэтазгоднасці транспарціроўкі здробленай у трэскі драўніны па трубах у выглядзе пульпы (да 20% трэскі, а рэштка вада) і ў капсулах . Першыя доследы далі вынікі, якія абнадзейваюць.

1.4. Класіфікацыя лесавозных дарог і ўмовы іх прымянення

Класіфікацыя лесавозных і лесагаспадарчых дарог ў залежнасці ад іх канструкцыі прыведзена на рыс. 1.3, а.

Новыя лесанарыхтоўчыя прадпрыемства павінны праектавацца, як правіла, з вывазкай лесу па аўтамабільным дарогам, а ва ўмовах раўніннай і слабаўзгоркавай мясцовасці пры адсутнасці мясцовых каменных дарожна-будаўнічых матэрыялаў – па чыгунках вузкай каляі (750 м).

Чыгункі шырокай каляі (1520 мм) праектуюць у якасці піянерных для асваення буйных лясных масіваў, якія адарваны ад транзітных шляхоў транспарту.



Рыс. 1.3. Класіфікацыя лясных дарог

Зімовыя дарогі праектуюць для асваення дзялянак ляснога масіву з няўстойлівымі і забалочанымі грунтамі, якія выдзяляюць у зону зімовай вывазкі.

Канаткі, лесаспускі з'яўляюцца спеціфічным відам лесатранспарту. Яны прымяняюцца для асваення горных лясных масіваў.

Выбар тыпу лесатранспарту прадстаўляе сабою тэхніка-эканамічную задачу, пры рашэнні якой улічваюцца мясцовыя ўмовы, размер грузаабароту, адлегласць вывазкі і г.д.

1.5. Асаблівасці сухапутнага транспарту лесу і элементы транспартнай сеткі

Да асаблівасцяў сухапутнага транспарту лесу адносяць:

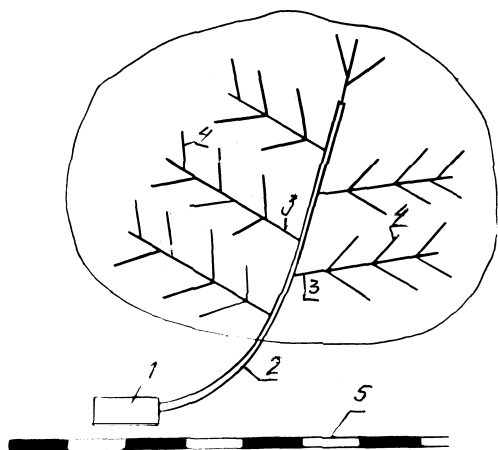
- працяглы час аднаўлення драўніны на пні. На вырошчванне хваёвых пародаў патрэбна 100...200 гадоў, а лісцявых 60-80 гадоў;
- распыленасць ляснога грузапатоку па плошчы;
- нераўнамернасць грузапатоку па напрамку, даўжыні дарогі і часу;
- паступовы і няўхільны рост сярэдняй адлегласці вывазкі нарыхтованага лесу пакуль дзейнічае лесанарыхтоўчае прадпрыемства;
- прымяненне спецыяльнага рухомага саставу ў сувязі з вялікай даўжынёй перавозімых грузаў (хлысты, дрэвы);
- часовы характар работы асобных участкаў лесавозных дарог (веткі, вусы), а іншы раз і ўсёй дарогі;
- зборны характар грузапатоку;
- вялікая колькасць пнёў і каранёў на дарожнай паласе;
- недастатковае праветрыванне і асвечанасць дарожнай паласы і кепская бачнасць ва ўмовах лясных прасекаў.

Гэтыя асаблівасці сухапутнага транспарту лесу ускладняюць умовы пошуку, пабудовы і эксплуатацыі лесавозных дарог, а таксама адбываюцца на эфектыўнасці работы транспартных сродкаў і сабекошту перавозак.

Зборны характар работы лесавознага транспарту, які перавозіць нарыхтаваны лес са шмат невялікіх па памеру лесасек на ніжні склад, патрабуе пабудовы ў межах лесасыравіннай базы густой дарожнай сеткі (рыс.1.4.).

Лесавозныя дарогі праектуюцца як тэхналагічныя і раздзяляюцца на наступныя віды: а) *магістраль* – галоўны ўчастак лесавознай дарогі, эксплуатаемы на працягу ўсяго ці значнай часткі тэрміну дзеяння

прадпрыемства, якая звязвае лясны масіў з ніжнім складам, дарогай агульнага карыстання ці пунктам спажывання; б) *веткі* – дарогі, якія прымыкаюць да магістраляў і выкарыстоўваюцца для вывазкі лесу з асобных участкаў ляснога масіву, з тэрмінам эксплуатацыі больш аднаго года; в) *вусы* – часовыя лесавозныя дарогі, якія далучаюцца, як правіла, да ветак і выкарыстоўваюцца для вывазкі лесу з лесасек з тэрмінам эксплуатацыі да аднаго года; г) *станцыйныя дарогі* і дарогі на складах.



У цяперашні час на тралёўцы нарыхтаванага лесу прымяняюць колавыя трактары, якія дазваляюць значна павялічыць адлегласць тралёўкі ў сухой мясцовасці і ў зімні час. У гэтым выпадку лесавозныя вусы, як правіла, не будуць, а на-

Рыс. 1.4. Схема лесатранспартнай сеткі ў лясным масіве:

1 – ніжні склад; 2 – магістраль; 3 – веткі;
4 – вусы; 5 – чыгунка

рыхтаваны лес тралююць непасрэдна да веткаў лесавозных дарог.

У сувязі з тым, што амаль увесь нарыхтаваны лес вывозіцца па магістральнаму шляху, ён павінен быць пабудаваны больш капітальна, чым веткі, па якіх праходзіць частка груза. Найбольш спрощанымі па сваёй канструкцыі і таннымі па кошту з'яўляюцца лесавозныя вусы.

1.6. Асноўныя вымяральнікі лесатранспарту

Для ацэнкі і параўнання ўмоў і эфектыўнасці работы лесатранспарту, параўнанне розных відаў лясных дарог прымяняюць сістэму паказчыкаў, якія называюцца вымяральнікі лесатранспарту. Выдзяляюць тры групы паказчыкаў: паказчыкі прыродных умоў, вытворчатаэхнічныя і тэхніка-эканамічныя паказчыкі.

Да прыродных паказчыкаў адносяцца: клімат, рэльеф мясцовасці, глеба-грунтовыя ўмовы і таксацыйныя паказчыкі дрэвастою (вышыня, дыяметр, запас на га і іншыя).

Вытворчатаэхнічныя паказчыкі характарызуюць эксплуатацыйныя магчымасці лесатранспартных сістэм і аб'ём выконваючых імі

перавозак. У гэтую групу ўваходзяць наступныя паказчыкі:

Поўная даўжыня дарогі

$$L_{\Pi} = L_{\text{м}} + L_{\text{в}} + L_{\text{вус}} , \quad (1.1)$$

дзе $L_{\text{м}}$ - даўжыня магістралі, км; $L_{\text{в}}$ - даўжыня ветак, км; $L_{\text{вус}}$ - даўжыня вусоў, км.

Эксплуатацыйная даўжыня дарог

$$L_{\text{экс}} = L_{\text{м}} + 0,75L_{\text{в}} + 0,5L_{\text{вус}} . \quad (1.2)$$

Па гэтаму паказчыку вызначаюць патрэбнасць у рабочых на ўтрыманне і рамонт дарогі

Каэфіцыент падаўжэння трасы

$$1 + m = \frac{L_{\text{д}}}{L_{\text{в}}} , \quad (1.3)$$

дзе $m = (L_{\text{д}} - L_{\text{в}})/L_{\text{в}}$ - каэфіцыент адноснага ўвелічэння сапраўднай даўжыні дарогі (0,1...0,4); $L_{\text{д}}$ - сапраўдная даўжыня дарогі, км; $L_{\text{в}}$ - даўжыня дарогі па паветру, км.

Каэфіцыент падаўжэння трасы залежыць ад тыпу дарогі, яе катэгорыі, рэльефа мясцовасці і г.д.

Грузаабарот дарогі – аб'ём нарыхтаванага лесу, які вывозіцца па дадзенай дарозе за разліковы перыяд часу (змену, суткі, месяц, год).

$$Q_{\text{год}} = \frac{M}{T} , \quad (1.4)$$

дзе M - ліквідны запас ляснога масіву, м³ ; T - тэрмін эксплуатацыі ляснога масіву, год.

Грузаабарот дарогі важнейшы паказчык, па якому вызначаюць катэгорыю дарогі, а значыць канструктыўныя параметры дарогі, а таксама колькасць транспартных сродкаў.

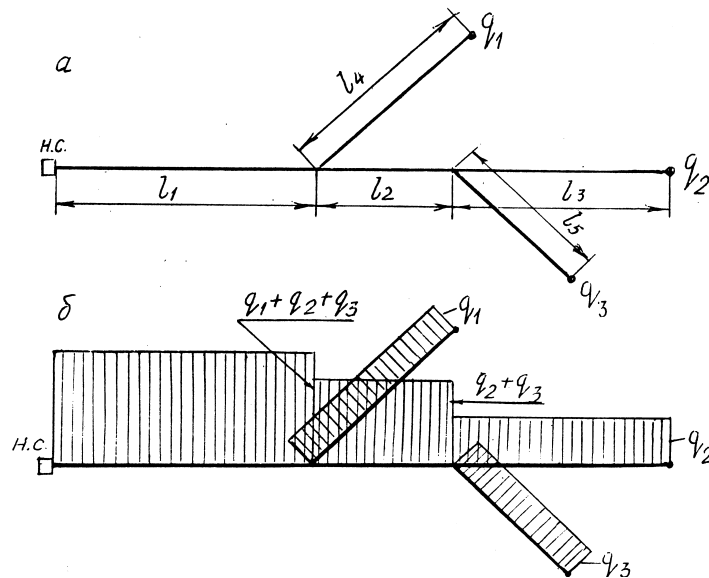
Грузапаток (грузанпружанне) дарогі – аб'ём нарыхтаванага лесу, які вывозіцца па данаму участку дарогі ў разліковы перыяд (змену, суткі, месяц, год). Гэты паказчык паказвае загрузанасць кожнага ўчастка дарогі (рыс. 1.5.).

$$Q_{\text{г.п.}} = \sum_{i=1}^n q_i , \quad (1.5)$$

дзе n - колькасць пагрузачных пунктаў ($i = 1, 2, 3 \dots n$); q_i - аб'ём драўніны, які перавозіцца з i -га пагрузачнага пункта.

У практыцы лесатранспарту грузаабарот дарогі і асобных яе

ўчасткаў адлюстроўваюць схематычна ў выглядзе графіка грузапатокаў (рыс. 1.5.). Пры пабудове графіка маштаб адлегласці і грузаабароту выбіраюць так, каб чарчэж быў дастаткова зразумелым.



Рыс. 1.5. Схема лесавознай дарогі:
а – схема размяшчэння пагрузачных пунктаў; б – графік грузапатокаў

Выбраўшы маштаб вычэрчваюць схему лесатранспартных дарог. Затым перпендыкулярна да восі дарогі ў прынятым маштабе на кожным участку адкладваюць велічыню грузаабароту.

Па меры прыбліжэння да ніжняга складу грузаабарот павялічваецца, а значыць, і ардынаты, якія характарызуюць яго, будуць павялічвацца. Графік грузапатокаў паказвае, як загрузаны асобныя ўчасткі дарогі, гэта дазваляе разважаць аб важнасці розных участкаў транспартнай сеткі.

У сувязі з тым, што характар лесанарыхтовак ахоплівае шмат транспартных аперацый, звязаных з перамяшчэннем драўніны з лесасек на пагрузачныя пункты, ніжнія склады і далей да спажываўца. Таму, для эфектыўнай арганізацыі працэсу цалкам важным з'яўляецца аптымізацыя грузапатокаў драўніны, г. зн. выбар найбольш рацыянальнага аб'ёму перавозак драўніны паміж рознымі вытворчымі аб'ектамі.

Пры асваенні разгрупаваных лесасек (асабліва для лясоў II групы) з абмежаванымі размерамі і запасамі драўніны і калі драўніна вывозіцца на некалькі складоў з абмежаванай зменнай умяшчальнасцю, узнікае задача вызначэння аптымальнага грузапатоку. Гэтую задачу можна сфармуляваць так.

Няхай ёсць M лесасек $L_1, L_2, L_3 \dots L_m$, на кожнай з іх трэба нарыхтаваць па $Q_1, Q_2, Q_3 \dots Q_m$, м³ драўніны, якую патрэбна вывезці на n ніжніх складоў $G_1, G_2, G_3 \dots G_n$ з абмяжаванай умяшчальнасцю $V_1, V_2, V_3 \dots V_n$, м³ / змену.

Патрабуецца арганізаваць грузапатокі паміж лесасекамі і складамі такім чынам, каб агульны кошт вывазкі быў мінімальны.

Абзначым праз G_{ij} шукаемы грузапатока з i -й лесасека на j -й склад, а кошт перавозкі праз C_{ij} . Тады матэматычная фармуліроўка задачы будзе адпаведаць транспартнай задачы лінейнага праграмавання.

Тады цэлявую функцыю можна запісаць наступным чынам

$$Ц = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot q_{ij}$$

Або

$$Ц = c_1 q_1 + c_2 q_2 + c_3 q_3 + K + c_n q_n \rightarrow \min$$

Агульны аб'ём драўніны, які неабходна перавесці з лесасека Q_i павінен быць роўны зменнаму аб'ёму вытворчасці на кожнай лесасецы q_{ij} , а агульны аб'ём драўніны, якая паступае да кожнага канечнага пункта, павінен быць роўны яго ўмяшчальнасці V_j , гэта значыць

$$\sum_{i=1}^m q_{ij} = Q_i; \quad \sum_{j=1}^n q_{ij} = V_j.$$

Умова балансу наступная

$$\sum_{i=1}^m Q_i = \sum_{j=1}^n V_j$$

Звычайна кошт перавозкі C_{ij} запісваюць у выглядзе матрыцы тарафаў

$$C = \begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} & K & C_{1n} \\ \cdot & \cdot & \Lambda & \cdot \\ C_{m1} & C_{m2} & K & C_{mn} \end{pmatrix}$$

Аб'ёмы перавозак q_{ij} запісваюць у выглядзе перавозак

$$q = \begin{pmatrix} q_{11} & q_{12} & K & q_{1n} \\ \cdot & \cdot & \Lambda & \cdot \\ q_{m1} & q_{m2} & K & q_{mn} \end{pmatrix}$$

Матрыца тарафаў і перавозак аб'ядноўваюцца ў адну, якую

называюць матрыцай планавання.

Даная транспартная задача лінейнага праграмавання магчыма быць рашана на ЭВМ па алгарытму сімплекс-метада.

Грузавая работа – колькасць кубакіламетраў, выкананых на дадзенай дарозе ці на яе ўчастку у адзінку часу. Яна вызначаецца як здабытак грузаабароту на яго прабег.

У лесатранспарце грузавую работу выражаюць у кубакіламетрах, а на дарогах агульнага карыстання – у тонакіламетрах.

Грузавая работа транспартнай сеткі роўна суме грузавых работ па асабным участкам дарогі (рыс. 1.5, а):

$$R = q_1(L_1 + L_5) + q_2(L_1 + L_2 + L_3) + q_3(L_1 + L_2 + L_3) = \sum q_i \cdot L_i$$

Сярэдняя адлегласць вывазкі (км) – гэта адносіны грузавой работы дарогі да яе грузаабароту:

$$L_c = R / Q_z \quad (1.8)$$

У залежнасці ад гэтага паказчыка вызначаецца колькасць перавозачных сродкаў і іх прадукцыйнасць, сабекошт перавозкі драўніны, расход паліва.

Каэфіцыент прабегу – гэта адносіны сярэдняй адлегласці вывазкі да эксплуатацыйнай даўжыні дарогі:

$$\alpha = L_{cp} / L_{экс} \quad (1.9)$$

Каэфіцыент прабегу паказвае, які ўчастак эксплуатацыйнай даўжыні дарогі прабягае ў сярэднім кожны кубаметр вывезенай драўніны; ён таксама характарызуе ступень прыбліжэння транспартных шляхоў да лесасекі і транспартную загрузанасць дарогі. Значэнне каэфіцыента прабегу знаходзіцца ў межах 0,3-0,85.

Каэфіцыент разгалінавання дарожнай сеткі – гэта адносіны эксплуатацыйнай даўжыні дарогі да сярэдняй адлегласці вывазкі:

$$\beta = L_{экс} / L_c \quad (1.10)$$

Ён характарызуе зборны характар лесатранспартных дарог, гэта значыць разгалінаванне сеткі. Каэфіцыент β для лесавозных дарог знаходзіцца ў межах 1,2...3,3.

Гушчыня дарожнай сеткі – ступень транспартнага асваення лясной тэрыторыі. Для яе характарыстыкі служыць паказчык – удзельная працягласць дарог.

Удзельная працягласць дарог – колькасць дарог, якія прыходзяцца на адзінку плошчы ляснога масіву (км на 1 км² або км на 100 га)

$$l_{yn} = L_n / S_a, \quad (1.11)$$

дзе S_a - агульная плошча лесасыравіннай базы, км².

Гушчыня дарожнай сеткі па даным Камітэта лясной гаспадаркі Рэспублікі Беларусь прыведзена ў табл 1.6.

Прапускная здольнасць дарогі – максімальная колькасць транспартных сродкаў, якое магчыма прапусціць дарога ў адзінку часу (суткі, час) пры зададзенай скорасці руху.

Прапускная здольнасць аўтамабільнай дарогі з адной паласою (аўт.)

$$N_{a.n.} = \frac{3600V_{cp}}{2l_p + V_{cp} \sum t_{p.z.}}; \quad (1.12)$$

З двума паласамі

$$N_{d.n.} = \frac{3600V_{cp}}{S_{a\dot{m}.} + S_e}, \quad (1.13)$$

дзе V_{cp} - сярэдняя скорасць руху, м/с; l_p - адлегласць паміж раз'ездамі, м; $\sum t_{p.z.}$ - час на разгон і запавольванне руху, чаканне аўтапоезда на раз'ездзе, с; $S_{a\dot{m}.}$ - даўжыня аўтамабіля; S_e - адлегласць бачнасці, м.

Тэхніка-эканамічныя паказчыкі служаць для ацэнкі арганізацыі і работы лесатранспартных сістэм. Да іх адносяцца: капітальныя і эксплуатацыйныя затраты; працягласць пагрузкі і разгрузкі лесатранспартных сродкаў; прадукцыйнасць лесатранспарту на вывазцы лесу і прадукцыйнасць працы.

Працягласць пагрузкі і разгрузкі вызначаецца паводле формулы

$$t_{n.p.} = \frac{Q_{n.n.}}{Q_{z.n.} k_{z.n.}} t_{ц}, \quad (1.14)$$

дзе $Q_{n.n.}$ - намінальная грузапад'ёмнасць аўтапоезда; $Q_{z.n.}$ - намінальная грузапад'ёмнасць пагрузачна-разгрузачнай машыны; $t_{ц}$ - працягласць цыкла.

1.7. Цягавы і прычэпны састаў на вывазцы лесу

1.7.1. Сістэма машын для транспарту лесу. Па лесавозным дарогам лес можна вывазіць у выглядзе сартыментаў, хлыстоў, дрэваў, даўжыня якіх бывае ад 6 да 24 м. Да сродкаў вывазкі лесу ў першую

чаргу адносяць аўтамабільныя лесавозныя паязда, а таксама цягавы і рухомы састаў чыгункі (шырокай і вузкай каляі).

Арганізацыя работы на сучасным этапе развіцця лесанарыхтовак (аддзяленне тралёўкі ад пагрузкі, стварэнне міжсезоннага запасу дрэва, пераход на сартыментную вывазку дрэва і г.д.), тэратыяльная раз'яднанасць лесасек, пунктаў спажывання дрэва, зменлівасць прыродна-кліматыхных, грунтова-гідралагічных і вытворчых умоў, патрабуе стварэння некалькі груп сістэм машын і, у першую чаргу, сістэмы для лесасечных, лесатранспартных і лесасклацкіх работ з спалучэннем машыны ў кожнай пафазнай сістэме. У сувязі з гэтым у цяперашні час шмат ўвагі ўдзяляецца ўкарачэнню не адзіночных машын, а сістэмы машын, каб яны ахоплівалі ўвесь тэхналагічны працэс.

Стварэнне сістэмы лесанарыхтоўчых машын праводзіцца ў тры этапы. Першы этап улічвае прыродна-кліматыхныя, грунтова-гідралагічныя і вытворчыя фактары, другі – ўдакладнанне, трэці – аптымізацыя сістэмы машын у адносінах да кожнай фазы лесанарыхтоўчай вытворчасці. Для лесатранспартных работ гэта аб'ём вытворчасці, від дрэва, якое вывозіцца, канцэнтрацыя лесасечнага фонду, адлегласць вывазкі, рэльеф мясцовасці і іншыя ўмовы. Для выканання лесатранспартных работ рэкамендуюцца наступныя сістэмы машын: пагрузка, вывазка і выгрузка дрэва; пагрузка, вывазка і выгрузка хлыстоў; пагрузка, вывазка і выгрузка сартыментаў; пагрузка, вывазка і выгрузка шчэпкі.

У Беларусі вывазка нарыхтаванага лесу выконваецца пераважна аўтапаяздамі, якія складаюцца з аўтамабіля і прычэпа, паўпрычэпа або прычэпа-ропуска.

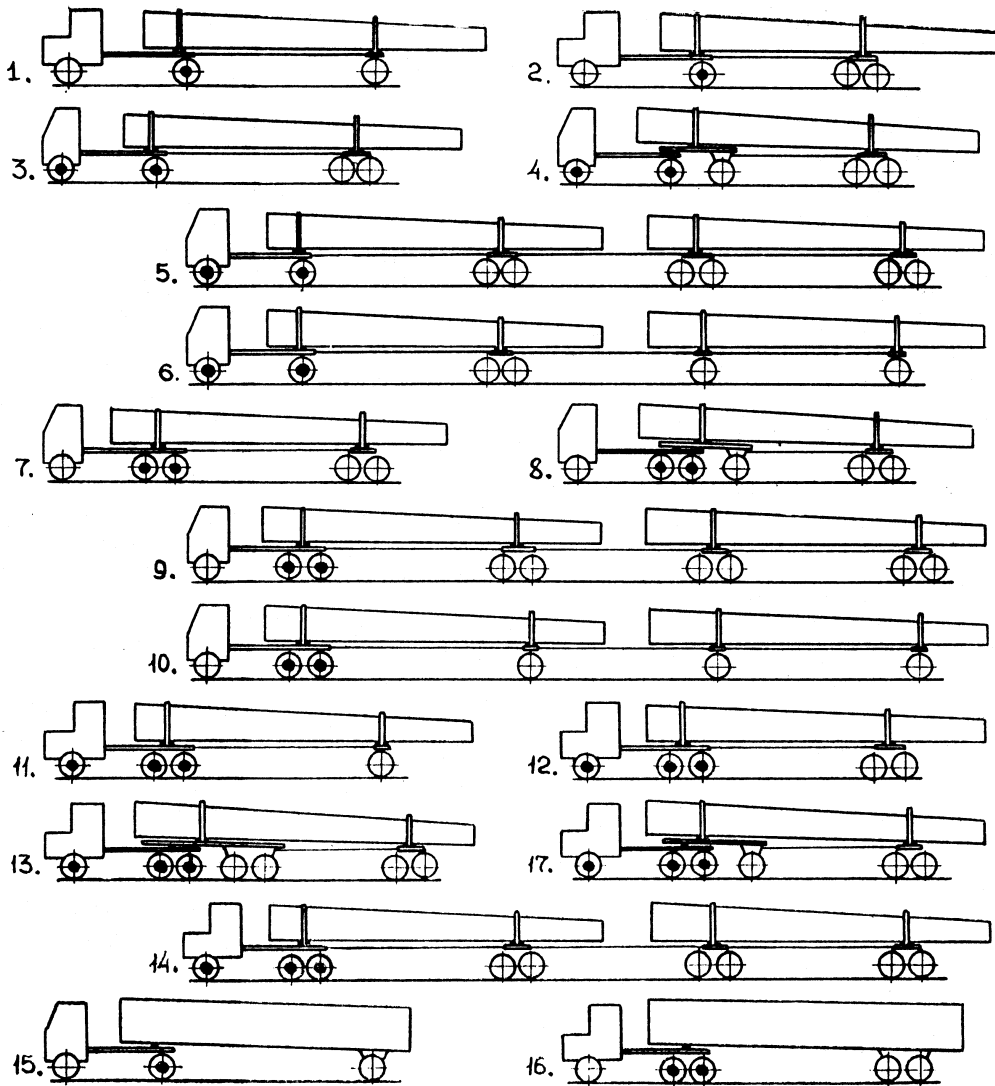
Прынцыповыя схемы магчымага камплектавання аўтапаяздоў на базе аўтамабіляў для вывазкі хлыстоў і шчэпкі паказаны на рыс. 1.6., а сартыментаў – рыс. 1.7.

Пры фарміраванні лесавозных аўтапаяздоў прытрымліваюцца наступных асноўных прынцыпаў: дасягненне максімальнай грузапад'ёмнасці пры абмяжаванні нарузкі на вось і ціск на дарогу; забеспячэнне аптымальнай энергаўзброеннасці, праходнасці, манеўранасці і кіруемасці.

1.7.2. Лесавозныя аўтамабілі, прычэпы і пагрузачна-транспартныя машыны. Лесавозныя аўтамабілі. Для вывазкі лесу выпускаюцца спецыяльныя лесавозныя аўтамабілі: ЗІЛ-130, ЗІЛ-131, КаМАЗ-5320, КаМАЗ-5410, КрАЗ-255Л, КрАЗ-260Л, КрАЗ-6437, МАЗ-509, МАЗ-5434, МАЗ-6303-26, МАЗ-64255, Урал-375 Н, ТМ-33,

ТМ-39, які ўтвараюць аўтапоезд з прычэпамі, паўпрычэпамі, прычэпамі-ропускамі.

У залежнасці ад восевай нагрукі і поўнай масы, аўтамабілі і аўтапаязда падраздзяляюцца на групы *A* і *B*.

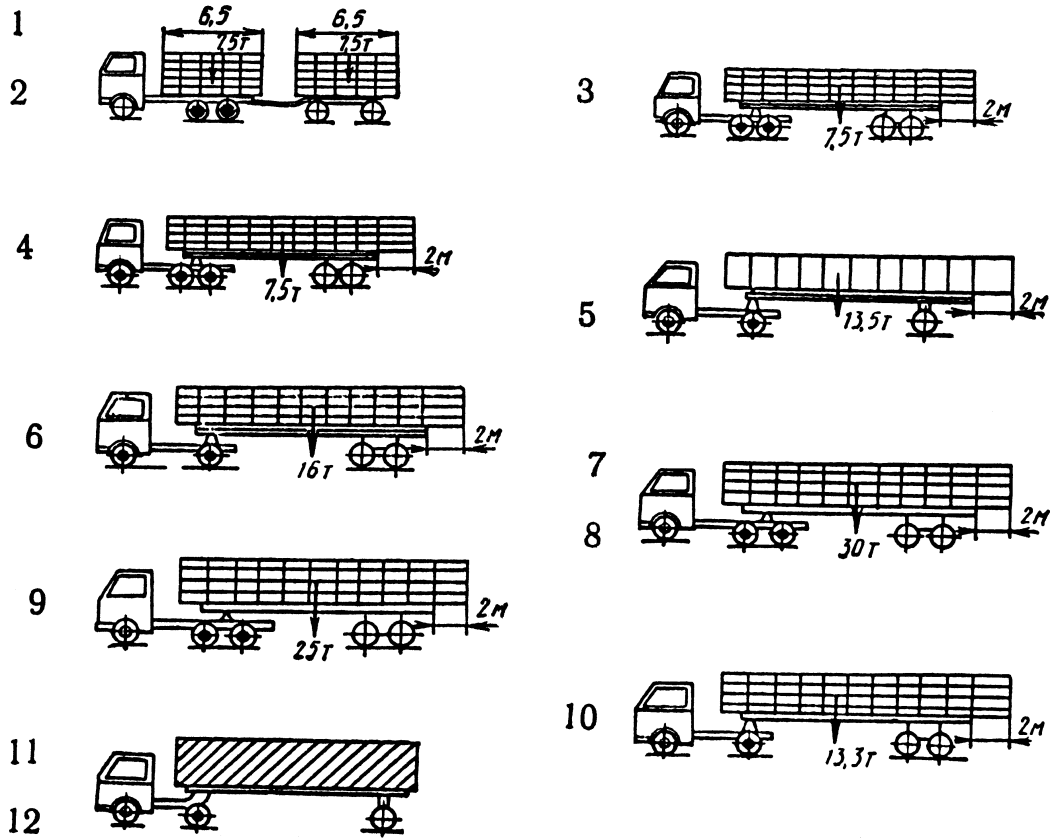


Рыс. 1.6. Прынцыповыя схемы магчымага камплектавання аўтапаяздоў для вывазкі хлыстоў і шчэпкі на базе аўтамабіляў:

1,2 – ЗІЛ-130; 3,4,5,6 – МАЗ-509, МАЗ-5434; 7,8,9,10 – КамАЗ-5320, КамАЗ-5410; 11,12,13,14,17 – ЗІЛ-131, Урал-375Н, Урал-43204, КрАЗ-255Л, КрАЗ-6437, КрАЗ-260; 15 – ЗІЛ-130В, МАЗ-504 (шчэпка-воз); 16 – КрАЗ-25651 (шчэпкавоз)

Група *A* – аўтамабілі і аўтапаязда, якія прызначаны для эксплуатацыі на аўтамабільных дарогах I і II катэгорый агульнай сеткі, а таксама на другіх дарогах, праезная частка якіх разлічана на

пропуск аўтамабіляў гэтай групы. Нарматыўная нагрузка на адзіночную вось 100 кН, а пры спараных восях – 180 кН. Ціск калёс на паверхню дарогі не павінен перавышаць 0,65 МПа.



Рыс. 1.7. Прынцыповыя схемы аўтапаяздоў для перавозкі сартыментаў, кароткай драўніны, шчэпкі на базе аўтамабіляў і прычэпаў:
 для перавозкі сартыментаў: 1,2 – ЗІЛ-133Г1 + 5310, КамАЗ -5320 + 5310; 3 - КамАЗ-5410 + КАЗ-717; 4 – ЗІЛ-131В+КАЗ-717; 5 – МАЗ-504В + МАЗ-5245; 6 – МАЗ-509С+МАЗ-941; 7,8 – КрАЗ-258 + МАЗ-5205А, МАЗ-515Б + МАЗ-941; для перавозкі кароткіх дрэваў: 9-АК-2(КрАЗ-255Л + ГКБ-9383-010), 10 – ЛТ-43(МАЗ+ГКБ-9383-011); для перавозкі шчэпкі: 11,12 – ЛТ-7(МАЗ-504-Г), ЛТ-58(КАЗ-608+ОдАЗ-885).

Група *Б* – аўтамабілі і аўтапаязда, якія прызначаны, для эксплуатацыі на ўсіх аўтамабільных дарогах. Нарматыўная нагрузка на адзіночную вось роўна 60 кН, а пры спараных восях – 100 кН. Ціск калёс на паверхню дарогі не павінен перавышаць 0,55 МПа.

Устаноўлены гранічныя параметры аўтамабіляў і аўтапаяздоў на аўтамабільных дарогах агульнага карыстання: шырыня 2,5 м, вышыня 3,8 м. Агульная даўжыня аўтапаяздоў ці аўтамабіля не павінна перавышаць: 12 м у аўтамабіля з любою колькасцю восяў (без прычэпа); 20 м у аўтапоезда ў складзе цягача з паўпрычэпам або

аўтамабіля з адным прычэпам; 24 м у аўтапоезда ў складзе аўтамабіля з двума і больш прычэпамі. На аўтамабільных лесавозных дарогах агульная даўжыня аўтапоезда не абмяжоўваецца, а шырыня не павінна перавышаць 3...3,2 м. Усе аўтамабілі па агульнай колькасці колаў і колькасці вядучых колаў умоўна абазначаюць колавай формулай, дзе першая лічба азначае колькасць колаў аўтамабіля, а другая – колькасць вядучых колаў. Напрыклад, 6х6 трохвосны аўтамабіль з усімі вядучымі восямі (КрАЗ-255Л), 6х4 – трохвосны аўтамабіль з двума вядучымі восямі (КаМАЗ-5320), 4х4 – двухвосны аўтамабіль з усімі вядучымі восямі (МАЗ-509).

Сістэма індэксацыі (абазначэння) падвіжнага саставу наступная. Кожнай новай мадэлі аўтамабіля (прычэпага саставу) прысвойваецца індэкс, які складаецца з чатырох лічбаў, дзе першыя дзве абазначаюць клас аўтамабіля: па рабочаму аб'ёму рухавіка для легкавых, па даўжыні для аўтобусаў і па поўнай масе для грузавых аўтамабіляў (табл. 1.1); другія дзве лічбы абазначаюць мадэль.

Табліца 1.1

Сістэма абазначэння грузавых аўтамабіляў (дзве першыя лічбы)

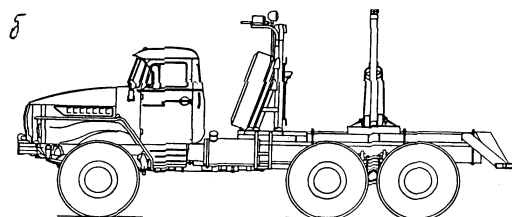
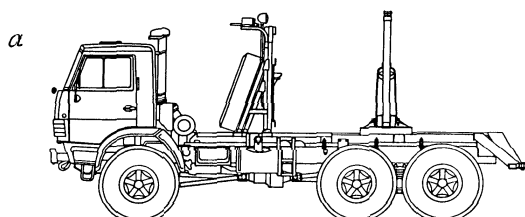
Поўная маса	Індэксы					
	3 бартавую платформай	Сядзельны цягнік	Самазва- лы	Цыстэрны	Фургоны	Спецыяльныя
Да 1,2	13	14	15	16	17	19
1,2...2	23	24	25	26	27	29
1	2	3	4	5	6	7
2...8	33	34	35	36	37	39
8...14	43	44	45	46	47	49
14...20	53	54	55	56	57	59
20...40	63	64	65	66	67	69
Больш 40	73	74	75	76	77	79

Мадыфікацыі мадэляў маюць дадатковую пятую лічбу, якая абазначае парадкавы нумар мадыфікацыі. Перад лічбавым індэксам ставяцца літарныя абазначэнні завода. Напрыклад, грузавы сядзельны аўтамабіль поўнай масай 16000 кг, які выпускаецца Мінскім аўтазаводам, абазначаецца МАЗ-5434.

Агульны від некаторых лесавозных аўтамабіляў з гідраманіпулятарамі, сартыментавозаў прыведзены на рыс. 1.8, 1.9, 1.10 і 1.11, а тэхнічная характарыстыка лесавозных аўтамабіляў, сартыментавозаў і шчэпкавозаў прыведзена адпаведна ў табл. 1.2 і 1.3.

Лесавозныя аўтамабільныя прычэпы. На вывазц нарыхтаванага

лесу па аўтамабільным лесавозным дарогам прымяняюцца прычэпы, паўпрычэпы і прычэпы - роспускі (рыс. 1.12, МАЗ-8295-02, МАЗ-8926-02, МАЗ-83781-20, МАЗ-99864, 2-ПП-8, 1-П-73, 2-ПП-18, ГКБ-9851, ГКБ-9362, ГКБ-9871, ГКБ-9883, МАЗ-9008, ТМЗ-802, ТМЗ-804.



Тэхнічная характарыстыка некаторых з іх прыведзена ў табл.1.4.

Рыс. 1.8. Лесавозныя аўтамабілі:
а – ТМ-39; б – ТМ-39-01

Кароткая тэхнічная характарыстыка лесавозных аўтамабіляў

	ТМ-39	ТМ-39-01
1. Назначэнне	Для вывазкі лесу ў хлыстах і сартыментах даўжынёю больш 5 м	
2. Базавы цягач	КамАЗ-4310	Урал-4320
3. Рухавік	КамАЗ-740 (162кВт)	ЯМЗ-238 (175кВт)
4. Колава формула	6х6	6х6
5. Пагрузачная вышыня, мм	1500	1650
6. Маса тэхналагічнага абсталявання, кг	1520	1400
7. Дапушчальная нагрузка на конік тэхналагічнага абсталявання цягача, кг	6900	6000
8. Грузапад'ёмнасць аўтапоезда, кг	14500	13600
9. Рэкамендуемы прычэп-роспуск	ГКБ-9383 (ГКБ-9362)	

Прычэпам называюць павозку з дзвюма ці трыма восямі, якая мае пнеўматычныя шыны і нясе ўвесь груз на сабе. Прычэпы ў час руху буксіруюцца аўтамабілем – цягачом, які загружае баластам ці лесам. Яны прымяняюцца галоўным чынам, для перавозкі сартыментаў.

Прычэпам-роспускам называюць павозку, якая мае адну альбо дзве восі і нясе на сабе толькі частку груза. Другая частка груза ўкладваецца на аўтамабіль. Прычэп – роспуск адрозніваецца ад паўпрычэпа тым, што счэпная прылада роспуска з аўтамабілем дазваляе змяняць адлегласць паміж імі ў залежнасці ад даўжыні перавозімага груза.

Пры перавозцы хлыстоў, даўжынёю больш 8 м прымяняецца крыжа-падобная счэпка цягача з прычэпам-роспускам.

Табліца 1.2

Кароткая тэхнічная характарыстыка лесавозных аўтамабіляў

Паказчыкі	ЗІЛ-130	ЗІЛ-131	УРАЛ-375Н	УРАЛ-43204	КаМАЗ-5410	КаМАЗ-5320	МАЗ-509	МАЗ-6303-26	МАЗ-5434	МАЗ-64255	КрАЗ-255Л	КрАЗ-6437	КрАЗ-260Л
Грузапад'ёмнасць, кН	50	35	70	65	81	80	55	132	68	250	80	115	92
Маса падрыхтаванага аўтамабіля (без груза), т	4,3	6,46	7,7	8,35	6,8	7,08	8,8	11,3	9,05	13	11,67	11,94	13,54
Колава формула	4x2	6x6	6x6	6x6	6x4	6x4	4x4	6x4	4x4	4x6	6x6	6x6	6x6
Счэпная маса наружнага аўтамабіля, т	6,95	10,19	14,93	14,56	10,96	10,93	14,45	24,5	16,00	24	20,26	23,32	22,6
Максімальная магутнасць рухавіка, кВт	110,3	110,3	132,5	154,4	154,4	154,4	132,4	243	176,5	243	176,5	236,5	220,8
Датычная сіла цягі пры V=0-10 км/ч, Н	14541	32508	33028	30984	25889	25889	31473	-	52677	-	55696	82347	74112
Расход паліва (адзіночнага аўтамабіля) на 100 км прабегу, л	28	40	45	40	35	35	48	32	54	65	50	60	60
Максімальная скорасць руху, км/ч	90	80	75	65	80	80	60	75	70	76	40	60	60
Габарытная шырыня, мм	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2790	2500	2500	2500	3000	3200	3200
Адлегласць паміж пярэднім бамперам і задняй воссю	-	5,0	5,5	-	5,0	-	5,0	7,35	-	6,58	6,5	-	6,5
Шырыня каляі, мм: пярэдніх колаў	1800	1820	2020	2020	2025	2025	1950	2032	2017	2017	2160	2070	2160
Задніх колаў	1790	1820	2020	2020	1850	1850	1900	-	1792	-	2160	1830	2160

Крыжападобную счэпку ўстанавіваюць паміж распускам і леса-
возным аўтамабілем. Яна забяспечвае ўпісанне распуска ў крывыя і

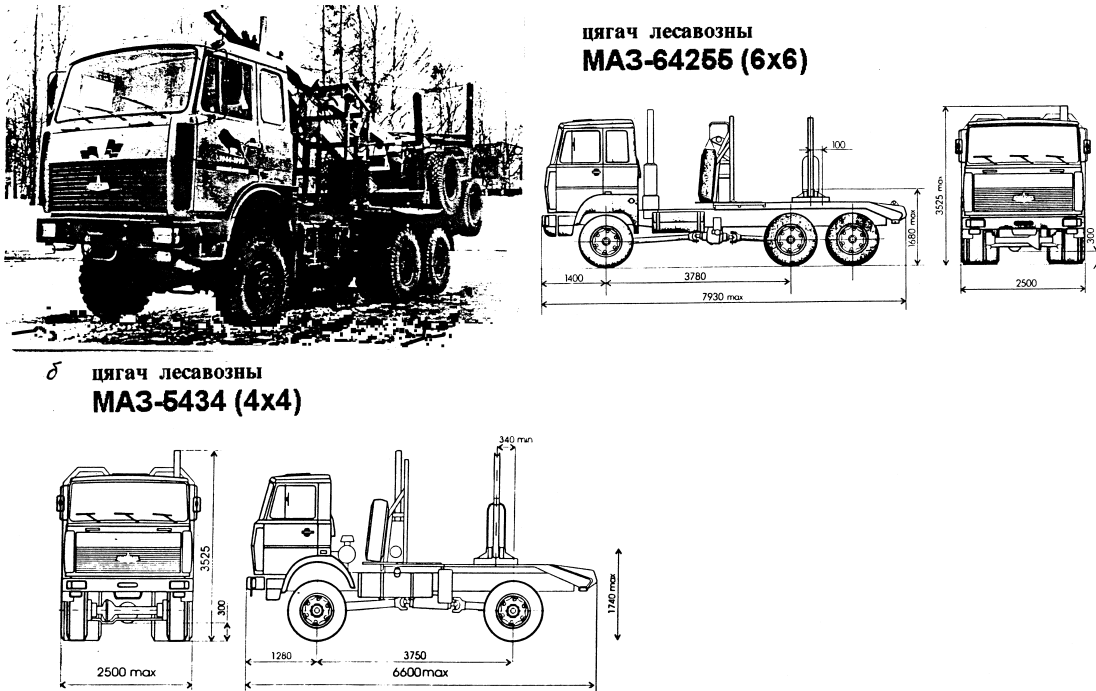
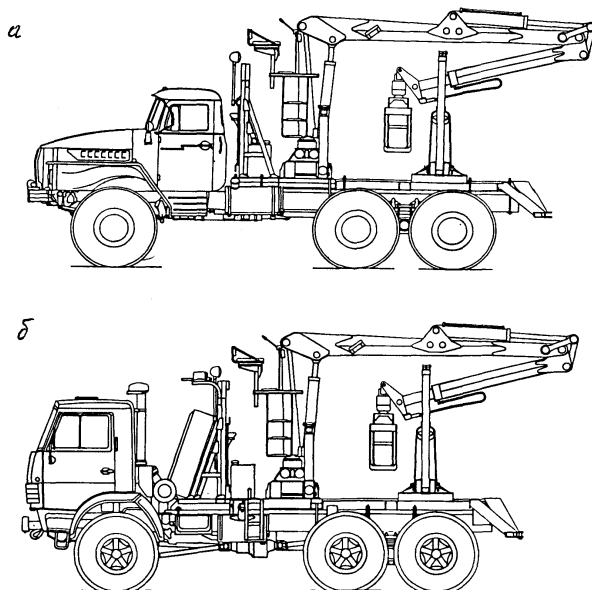


Рис. 1.9. Аўтамабільныя лесавозныя цягачы:
а – МАЗ-64255 (6x6); б – -5434 (4x4)

рух колаў распуска па каляіне аўтамабіля. Нязначная змена адлегласці
паміж конікамі распуска і аўтамабіля дасягаецца шляхам рэгулявання
даўжыні тросаў заціскамі (клямарамі).



Грузапад'ёмнасць аўтама-
біляў і прычапнага саставу лі-
мітуецца ў асноўным груза-
пад'ёмнасцю шынаў колаў
аўтапоезда.

Для ацэнкі эксплуатацый-
ных якасцяў аўтапоезда такса-
ма выкарыстоўваюцца каэфі-
цыенты счэпнай масы, карыс-
най нагрукі і тары.

Рис. 1.10. Лесавозныя аўтамабілі
ТМ-39-02 і ТМ-39-03 з гідрамані-
пулятарам

Кароткая тэхнічная характарыстыка лесавозных аўтамабіляў

	ТМ-39-02	ТМ-39-03
1. Назначэнне	Для вывазкі лесу ў хлыстах і сартыментах даўжынею больш 5 м	
2. Базавы цягач	Урал-4320	КамАЗ-4310
3. Рухавік	ЯМЗ-238 (175 кВт)	КамАЗ-740 (162кВт)
4. Колава формула	6х6	6х6
5. Пагрузачная вышыня, мм	1650	1500
6. Маса тэхналагічнага абсталявання, кг	3800	3900
7. Дапушчальная нагрузка на конік тэхналагічнага абсталявання цягача, кг	4500	4800
8. Грузапад'ёмнасць аўтапоезда, кг	12400	13300
9. Рэкамендуемы прычэп-ропуск	ГКБ-9383 (ГКБ-9362)	
10. Гідраманіпулятар	ПЛ-70-01	ПЛ-70-01
11. Грузавы момант, кНм	70	70
12. Максімальны вылет стралы, м	7,3	7,3
13. Намінальны ціск у гідрасістэме, МПа	20	20

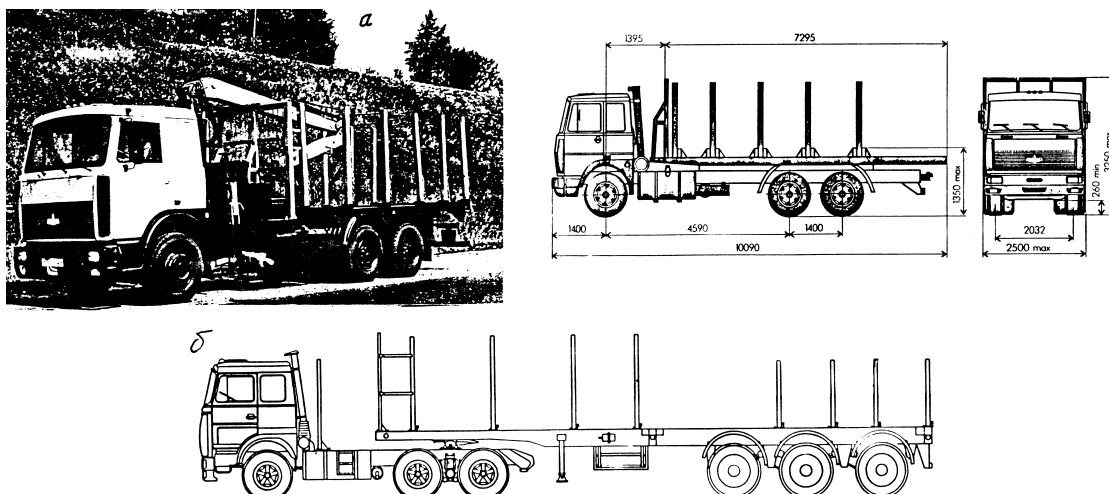


Рис. 1.11. Аўтапоезда-сартыментавозы:
а – МАЗ-6303-26 (6х4); б – ТМ-48

Каэфіцыент счэпнай масы – адносіны счэпнай масы аўтамабіля да поўнай масы аўтапоезда.

Каэфіцыент карыснай нагрузкі – адносіны карыснай нагрузкі да поўнай масы аўтапоезда.

Каэфіцыент тары – адносіны масы аўтапоезда (без грузу) да яго грузапад'ёмнасці, якая выражаецца ў адзінках масы.

Пагрузачна-транспартныя машыны. У апошні час у Беларусі пачалі шырока прымяняць пагрузачна-транспартныя машыны на вы-

Кароткая тэхнічная характарыстыка ТМ-48

1. Базавы цягач	МАЗ-64229 (КрАЗ-6437)
2. Базавы прычэп	МАЗ-93892
3. Грузапад'ёмнасць, кг	30500
4. Поўная маса аўтапоезда, кг	48000
5. Даўжыня перавазімых сартыментаў, м:	
2 пакета	па 6 м
3 пакета	па 4 м
6. Размеркаванне поўнай масы аўтапоезда па восям, кг:	6000
пярэдняя вось цягача	18000
задняя каляска цягача	24000
каляска паўпрычэпа	
7. Габарытныя размеры аўтапоезда, мм:	
даўжыня	15400
шырыня	2500
вышыня	15400
даўжыня платформы	12325

вазцы сартыментаў, як айчыннай вытворчасці (на базе трактара “Беларусь”), так і замежнай. Напрыклад, МЛПТ-354, МЛ-74А, ЛТ-189, Valmet-871, Timberjack-1410/1710, Valmet-840С, Valmet-860/890, ТВМ-80/81 і іншыя.

Кароткая тэхнічная характарыстыка пагрузачна-транспартных машын (сартыментавозаў) у варыянце фарвадэра прыведзена ў табл. 1.5.

Цягавы састаў вузкакалейных чыгунак.

Цягавыя машыны на чыгунках называюцца лакаматывамі, да іх адносяцца цеплавозы і электравозы.

У цяперашні час на вывазцы нарыхтаванага лесу прымяняюцца цеплавозы ТУ-7 на магістральных дарогах і цеплавозы ТУ-6 на ветках і вусах для манеўравых работ. Акрамя гэтага, на вывазцы нарыхтаванага лесу па часовым дарогам і на манеўравых работах прымяняюць матавозы (цеплавозы з магутнасцю рухавіка менш 110 кВт).

Цеплавоз ТУ-7 выпускаецца ў двух мадыфікацыях: са службовай масай 20т для дарогаў са слабым верхнім збудаваннем і 24т для дарогаў з вялікімі аб'ёмам перавозак і верхнім збудаваннем, якія адпавядаюць правілам тэхнічнай эксплуатацыі. Магутнасць рухавіка цеплавоза ТУ-7 складае 396 кВт, а ТУ-6А-93,5 кВт, нагрузка ад колавай пары на рэйкі адпаведна 600 і 350 кН.

Прычэпны рухомы састаў вузкакалейных чыгунак. Ён складаецца з вагонаў агульнага назначэння (крытых вагонаў, платформ і інш.),

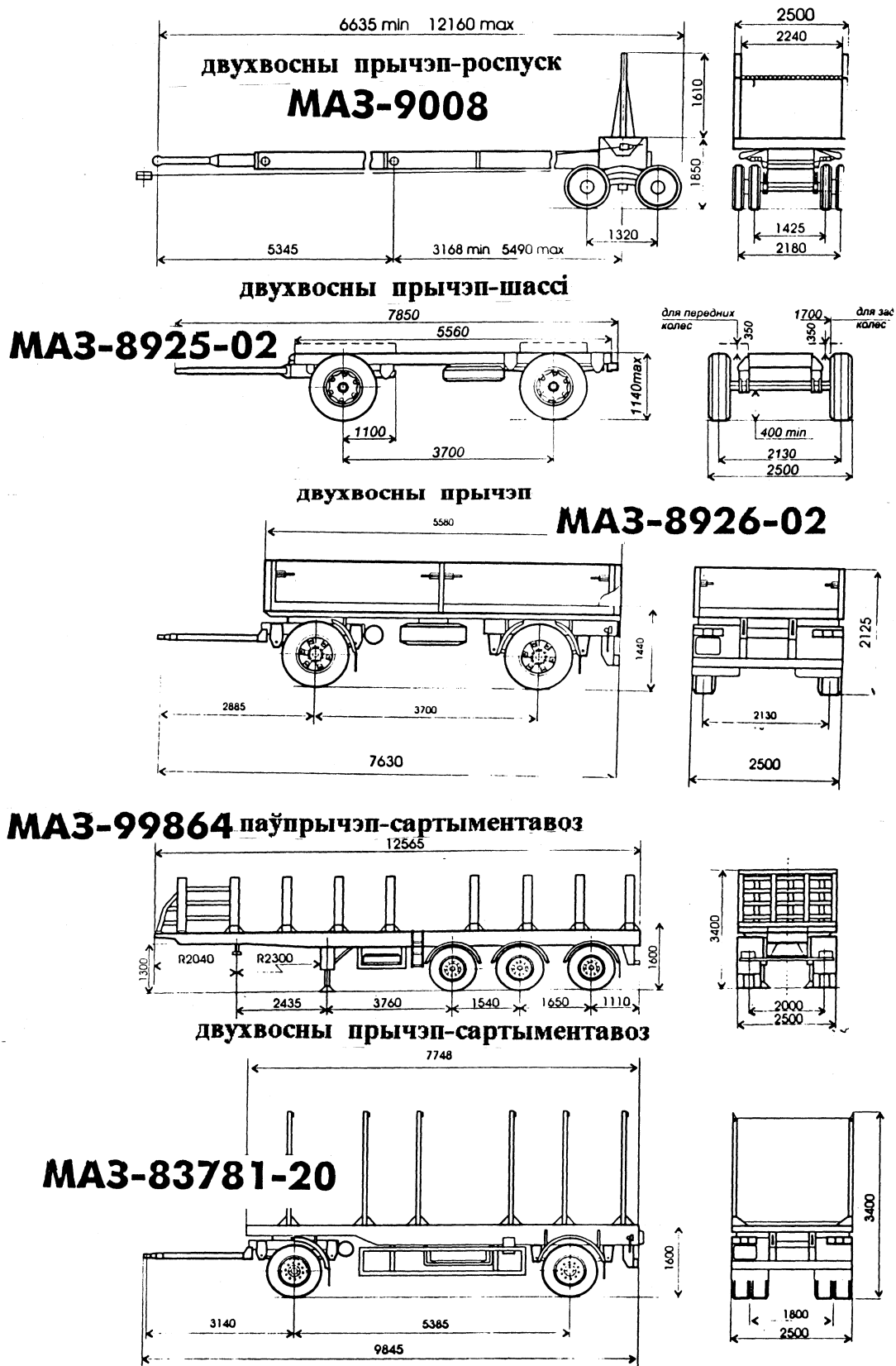


Рис. 1.12. Аўтамабільныя прычэпы

Табліца 1.3

Аўтапаязда для перавозкі сартыментаў, кароткай драўніны і шчэпкі

№ схемы аўтапо- езда на рыс.1.2	Назва аўта- поез- да	Склад аўтапоезда		Умовы прымянення			Адлег- ласць вывазкі, км
		Цягач	Прычэп або паў-прычэп	Максімальная даўжыня сартыментаў, м	Максімальны ўхіл, з гру- зам без груза		
Для вывазкі сартыментаў							
1	-	ЗІЛ-133Г1	5310	-	70	65	да 70
2	-	КаМАЗ-5320	5310	-	70	65	да 100
3	-	КаМа3-5410	КА3-717	9,5	90	70	да 100
4	-	ЗІЛ-131В	КА3-717	9,5	90	70	да 90
5	-	МАЗ-504В	МАЗ-5245	10,0	70	70	да 100
6	-	МАЗ-509С	МАЗ-5205А	12,0	80	100	да 70
7	-	КрАЗ-258	МАЗ-5205А	12,0	90	90	да 100
8	-	МАЗ-515Б	МАЗ-941	15,0	70	80	да 100
Для перавозкі кароткай драўніны							
9	ЛК-2	КрАЗ-255Л	ГКБ-9383-010	9,4	90	110	да 80
10	ЛТ-43	МАЗ-509	ГКБ-9383-011	8,2	80	100	да 70
Для перавозкі шчэпкі							
11	ЛТ-7	МАЗ-504Г	-	-	70	70	да 50
12	ЛТ-58	КА3-608	ОдАЗ-885	-	80	100	да 50

спецыяльнага лесавознага рухомага саставу, пасажырскіх і спецыяльных вагонаў рознага назначэння. Платформы прызначаны для перавозкі сартыментаў, піламатэрыялаў і дроў, баластных і будаўнічых матэрыялаў, розных гаспадарчых грузаў і г.д. Крытыя вагоны выкарыстоўваюцца для перавозкі пасажыраў, спецыяльнага абсталявання і розных грузаў (прадуктовых і гаспадарчых). Спецыяльныя лесавозныя вагоны створаны для перавозкі хлыстоў, паўхлыстоў і дрэваў. Для перавозкі аднаго грузавага пакета яны камплектуюцца парамі, і такі камплект называецца вагонам-счэпам. На вывазцы нарыхтаванага лесу па вузкакалейным чыгункам прымяняюць вагоны - счэпы: ЦНІМЭ-ДВЗ, ЛТ-24, лесавозная платформа Л-14. Вагоны счэпы ЦНІМЭ-ДВЗ у цяперашні час не выпускаюцца.

Вагон - счэп ЛТ-24 (рыс. 1.13) складаецца з чатырох двухвосных калясак, на якія абапіраюцца дзве хрыбтовыя бэлькі выпукласцю ўніз, злучаныя тэлескапічнаю ўстаноўкаю. На хрыбтовых бэльках устаноўлены два паваротныя рамныя конікі, кожны з якіх можа перамяшчацца ўздоўж восі вагона-счэпа. На канцах хрыбтовых бэляк устаноўлены ўдарна-цягавыя прыборы. Грузапад'ёмнасць вагона-счэпа ЛТ-24-280 кН, грузаёмнасць – 35 м³.

Лесавозная платформа ЛТ-14 прызначана для вывазкі сартымен-

Табліца 1.4

Кароткая тэхнічная характарыстыка лесавознага прычапнага саставу

Паказчыкі	Прычэпы-ропускі				Паўпрычэпы		Паўпрычэп-сартыментавоз МАЗ-99864	Прычэп-сартыментавоз МАЗ-83781-20	Прычэп МАЗ-8926-02	Прычэп шасі МАЗ 8925-02
	ТМЗ-802	ГКБ-9883	ГКБ-9362	МАЗ-9008	2-ПП-8	1-ПП-73				
Грузапад'ёмнасць, кН	80	150	140	135	80	130	30	150	82	90
Уласная маса, т	2,47	4,15	4,15	4,5	1,89	3,25	8,0	5,0	3,8	3,0
База, мм	1200	1350	1400	1320	1200	-	3190	5385	3700	3700
Шырыня паміж стойкамі коніка, мм	2700	2278	2278	2240	2390	2680	2240	2240	2130	-
Пагрузачная вышыня, мм	1530	1670	1750	1610	1630	1646	3400	3400	1440	1140
Базавы аўтамабіль	ЗІЛ-130 ЗІЛ-131	Аўтамабіль тыпа МАЗ КрАЗ КаМАЗ	МАЗ-5434 КрАЗ-6437	Аўтамабіль тыпа ЗІЛ	Аўтамабіль тыпа МАЗ КаМАЗ УРАЛ	Для ўсіх тыпаў				

Табліца 1.5

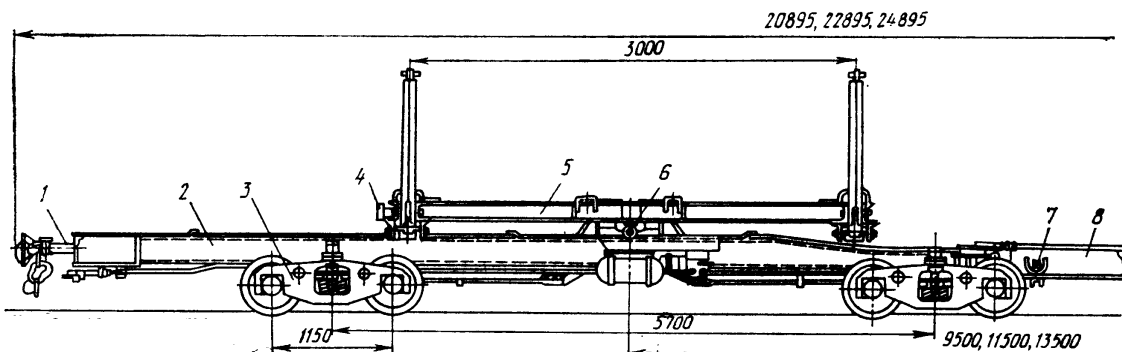
Кароткая тэхнічная характарыстыка пагрузачна-транспартных машын (сартыментавозаў) у варыянце фарвардэра

Паказчыкі	Фірма – мадэль – дзяржава						
	Sisu Valmet 871 Фінляндыя	FMG Timberjeck 230 AS Фінляндыя	МЛ-74А РФ	МЛПТ 354 Беларусь	АО “Дормаш” ЛТ-189 РФ	ТВМ 80/81 Германія	Logset 504F Германія
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Колава формула	4К4	4К4	4К4	4К4	6К6	8К8	8К8
2. Эксплуатацыйная маса, т	10,5	9,72	13,8	-	9,5	9	9,6
3. Грузапад’ёмнасць, т	8	5	6	6	5	9	9,5
4. Сіла цягі, кН	-	-	-	-	-	130	120
5. Скорасць руху, км/г	2,3...23,2	1,3...24,0	да 29	1,5...36	1,9...18	да 25	да 22
6. Магутнасць рухавіка, кВт	75	70	121,4	60	Д-240 55	BF4M 64/88	Perkins 1004-T 84
7. База, мм	4500	3836	5300	-	4250	3500	4320
8. Габарытныя размеры, мм (даўжыня, шырыня, вышыня)	7850x2500x x3100	6845x2752x 3531	9300x3200x x3800	-	9600x2500x x3800	7300x2550x x3330	8125x2520x x3410
9. Марка гідраманіпулятара	-	-	-	-	ЛВ-184	Granab 450/580	Granab 580
10. Максімальны вылет стралы, м	5,36	5,3	7,1	7	5,2	7,6/9,2	6,8...9,2
11. Пад’ёмны момант, кН·м	64,7	50	60	35	30	35	35
12. Рабочы ціск у гідрасістэ- ме, МПа	-	-	-	-	16	19	20

Працяг табліцы 1.5

Паказчыкі	Фірма – мадэль - дзяржава						
	Partek Valmet 840С Фінляндыя	Partek Valmet 860/890 Фінляндыя	Ponsse Caribou Фінляндыя	Ponsse Buffalo Фінляндыя	FGM Timberjeck 810/1010 Фінляндыя	FGM Timberjeck 1410/1710 Фінляндыя	Pottne Rapid 6 WD Швецыя
1	9	10	11	12	13	14	15
1. Колава формула	6К6/8К8	6К6/8К8	8К8	6К6/8К8	8К8/6К6	8К8	6К6
2. Эксплуатацыйная маса, т	11,4/12,3	12/14,8	12,8	14,9/16,9	8,5/10	14/17	10,2
3. Грузапад'ёмнасць, т	13	12/18	10	12/14	10,4/12,1	16/18	10
4. Сіла цягі, кН	123	148/180	130	160/180	110/140	170/200	-
5. Скорасць руху, км/г	да 25	3,6...30	да 33	4,2...34	3,6...25/да23	да23	-
6. Магутнасць рухавіка, кВт	Valmet 420 DW 84	Valmet 420 DWI 90	MB OM 904 LA 125	MB OM 125/180	Perkins 1004/1006-6T 82	Perkins 1006-6T 129/160	Ford BSD 444T 72
7. База, мм	4587/4807	4500/-	-	4650/4750	4543/4800	5165/5900	4770
8. Габарытныя разме- ры, м (даўжыня, шы- рыня, вышыня)	8637/8807х х2500/2600х х3800	8420/ -х2710/ -х х3470/ -	9810х2600х х3640	9000/11250х х2780/2960х х3650	8624/9050х х2660/2880х х3700	8990/10850х х2570/3040х х3900	8810х2550х х3360
9. Марка гідраманіпу- лятара	Granab 660	Loglift F60	Ponsse K70	Ponsse K70/K90	TJ 51F/61F	TJ 71/111F	Rottne RG-83
10. Максімальны вы- лет стралы, м	-	6,7...10,3	-	-	6,5...10,2	7,2...10,3	6,1...7,5
11. Пад'ёмны момант, кН·м	-	72	-	-	64/91	100/151	60
12. Рабочы ціск у гідрасістэме, МПа	19	17,5	24	17,5/20	21,5	23	14,7

таў, для перавозкі гаспадарчых грузаў і лесанарыхтоўчай тэхнікі.
 Для вывазкі хлыстоў па чыгункам шырокай каляі прымяняюць



Рыс. 1.13. Лесавозны поезд-счэп ЛТ-24:

1 – цягавы прыбор; 2 – хрыбтовая бэлька; 3- каляска; 4 – фіксатар; 5 – рамны конік; 6 – пятнік; 7 – спружынны амартызатар; 8 – тэлескапічная ўстаўка

спецыяльную платформу, якая мае раму зварнай канструкцыі, металічную падлогу і шэсць пар пастаянных металічных стаяк, хадавую частку з двух цялежак, аўтаматычны і стаяначны тармазы, ударна-цягавыя прылады з аўтасчэпкамі тыпу СА-3.

1.8. Гісторыя і перспектывы развіцця сухапутнага транспарту лесу

Да 20-х гадоў ХХ стагоддзя лесанарыхтоўкі насілі сезонны характар і выконваліся толькі зімою, у асноўным, сялянамі, а вывазка – гужавым транспартам. Гэты была цяжкая і знясільваючая праца.

Паляпшэнню ўмоў працы, выкарыстання лесу, рэканструкцыі існуючых, будаўніцтву новых шляхоў транспарту, размеркаванню лесанарыхтовак, стварэнню сістэмы падрыхтоўкі рабочых і інжынерна-тэхнічных кадраў было зроблена з прыняццем дэкрэта Усерайскага Цэнтральнага Выканкама ад 28 мая 1918 года. У 1922 годзе была зроблена першая спроба механізаваць транспартныя работы, а ў зіму 1927/1928 г.г. на вывазцы лесу па снежна-ледзяным дарогам пачалі прымяняць гусянічныя трактары “Камунар”.

27 жніўня 1929 г. Урадам была прынята Пастанова пераўтварэння лесанарыхтовачных кантор у леспрамгасы, а сезон лесанарыхтовак павялічыўся да 8...9 месяцаў. У 1932 годзе ствараецца Народны Камісарыят лясной прамысловасці СССР.

18 января 1935 г. былі створаны прадпрыемствы новага тыпу – механізаваныя лесапункты, а 16 января 1937 г. у механізаваных лесапунктах уведзаны дзве асноўныя службы: лесанарыхтовак і транспарту.

У 1940 г. лесанарыхтоўчыя прадпрыемствы мелі 10 тысяч транспартных машын. Працяг механізаваных дарог павялічыўся на 14,2 тыс.км. Аб’ём механізаванай вывазкі склаў 26,3 млн. м³, або 31,6 % да агульнага аб’ёму (супраць 3,5 млн. м³ у 1932 г), у тым ліку трактарамі – 10,4 млн.м³, аўтамабілямі – 9,6 млн.м³ і па чыгункам – 5,3 млн.м³.

Да пачатку Вялікай Айчыннай вайны лесная прамысловасць ператварылася ў індустрыяльную, тэхнічна аснашчонную галіну з пастаяннымі кадрамі рабочых і круглагадавой работай.

У пасляваенны перыяд адбываецца інтэнсіўнае будаўніцтва лесавозных дарог; комплексная механізацыя дарожных, транспартных і пагрузачна-разгрузачных работ.

У 1959 г. у лясной галіне працуюць больш 2500 аўтамабільных і 600 вузкакалейных чыгунак, а доля механізаванай вывазкі дасягнула 90%.

У 1966 г. Урад прыняў рашэнне аб святкаванні Дня работніка лесу.

У 1970 г. сухапутны транспарт быў на 100% механізаваны. Гадавая выпрацоўка ў 1950 г. на адзін аўтамабіль у сярэднім складала 2,7 тыс.м³, у 1960 г. – 4,0 тыс.м³, у 1970 – 8,2 тыс., у 1990 – 10 тыс., у 2000 – каля 8 тыс.м³.

У структуры лесавознага парка паступова павялічваецца колькасць аўтамабіляў айчыннай вытворчасці: МАЗ-5434, МАЗ-6303-26, МАЗ-64255; лесавозныя прычэпы МАЗ-8925-02, МАЗ-8926-02, МАЗ-9008, МАЗ-99864.

У сувязі з пераходам на сартыментную вывазку лесу ў Беларусі на базе трактара “Беларусь” выпускаюцца пагрузачна-транспартныя машыны МЛПТ-354.

На вывазцы лесу шырока выкарыстоўваюцца аўтамабілі, якія аснашчаны гідраманіпулятарамі, а таксама пагрузачна-транспартныя машыны замежных фірмаў: Valmet, Timberjack і іншыя.

Рытмічнасць і эфектыўнасць сухапутнага транспарту лесу ў асноўным вызначаецца становішчам лесавозных дарог. Асноўным пакрыццём аўтамабільных лесавозных дарог будуць гравійныя.

Вялікая праблема стаіць перад лясным комплексам Беларусі – асваенне забалочаных лесасек, якія складаюць больш 66% ад агульнай плошчы пакрытай лесам. У сувзі с гэтым будуць прымяняцца

часавыя пакрыцці тыпу ЛВ-11, ЛП-2, якія распрацаваны ў БГТУ і іншыя.

Пэўнае месца ў дарожным будаўніцтве і рамонце аўтадарог займаць геатэкстылі. Гэта новы накірунак у дарожным будаўніцтве, якое атрымлівае шырокае распаўсюджванне. Выкарыстоўванне геатэкстыля дазваляе значна скараціць матэрыяльныя і працоўныя страты, павысіць нясучую здольнасць асновы землянога палатна, палепшыць яго водна-цеплавы рэжым.

У цяперашні час усе лесанарыхтоўчыя прадпрыемствы Беларусі працуюць на базе аўтамабільных дарог.

Агульная плошча занятая лесам, складае каля 6800 тыс.га, або 35,2% ад ўсёй плошчы рэспублікі з запасам драўніны каля 1,1 млрд.м³.

У лесах Беларусі пераважна маладняк і сярэдняўзроставыя насаджэнні. Лесапакрытая плошча размяркоўваецца па групам узроста насаджэнняў наступным чынам: маладнякі – 34,9%, сярэдняўзроставыя – 45,2%, падаспяваючыя – 15,5%. Спелыя і перастойныя – 4,4%.

Па народнагаспадарчаму значэнню лясы рэспублікі падзелены на дзве групы. Першая група займае 39,8% плошчы, другая – 60,2%. Па прагнозу да 2005 г. гэтыя суадносіны будуць адпаведна 44 і 56%. Гэта значыць, што ў Беларусі пераважнай групаю лясоў х’яўляецца другая.

Планам сацыяльна-эканамічнага развіцця Рэспублікі Беларусь прадугледжваецца змяненне разліковай лесасекі ў лесах 2-й групы з 5600 тыс.м³ у 1995 г. да 7000 тыс.м³ у 2005 г. Для выканання гэтага аб’ёму нарыхтоўкі дрэва, дастаўцы яго лесаспажыўцам важную ролю іграе транспарт. Развіццю аўтамабільнага транспарту ў Беларусі садзейнічае наяўнасць разгалінаванай сеткі аўтамабільных дарог: агульнага карыстання, ведамасных і спецыяльных лясных (лесавозных дарог).

У цяперашні час гушчыня дарожнай сеткі груглагадавога дзеяння з улікам дарог агульнага карыстання на 100 га агульнай лесапакрытай плошчы складае 0,257 км, што недастаткова для інтэнсіўнага вядзення лясной гаспадаркі.

Для нармальнай работы лесанарыхтоўчых і лесагаспадарчых прадпрыемстваў аптымальная гушчыня дарожнай сеткі павінна быць 0,432 км на 100 га агульнай лесапакрытай плошчы.

Агульная працягласць аўтамабільных лясных (лесавозных) дарог, па дадзеным Камітэта лясной гаспадаркі Рэспублікі Беларусь, складае болей 113 тыс.км, з якіх 17400 км (15,7%) – круглагадавога дзеяння (табл. 1.6).

Табліца 1.6

Працяг аўтамабільных дарог, якія выкарыстоўваюцца на вывазцы лесу

Назва вытворчага лесагаспа- дарчага аб'яднання (ВЛГА)	Існуючыя аўтадарогі, км						Агуль- ная пло- шча, тыс.га	Гушчыня да- рожнай сет- кі, км/100га	
	Агул- ь- нага ка- рыс- тан- ня	Ляс- ныя і ле- са- воз- ныя	Грунтковыя		Агульны працяг			Агуль- ная	У тым ліку кру- глага- даво- га дзе- яння
			Усяго	У тым ліку кругла-	Усяго	У тым ліку кругла-			
Брэсцкае	734	175	7838	1029	8747	2125	876	0,998	0,242
Віцебскае	1427	325	13651	1029	15403	2775	1141	1,350	0,243
Гомельскае	2111	213	31034	1959	33358	4283	1668	2,000	0,257
Гродзенскае	966	149	12179	1153	13294	2258	768	1,731	0,296
Мінскае	1242	489	20523	1605	22254	3336	1351	1,647	0,247
Магілёўскае	1378	111	18752	1125	20241	2614	991	2,042	0,246
Усяго	7858	1462	103977	8079	113297	17399	6795	1,667	0,256
Усяго, %	6,9	1,3	91,8	7,8	100	15,7	-	-	-

Для гэтага неабходна пабудавать до 2015 г. 11800 км аўтамабільных лясных дарог, у тым ліку каля 2100 км з пераходным тыпам і 9700 км з ніжэйшым тыпам пакрыцця.

1.9. Лесавозны транспарт і ахова навакольнага асяроддзя

1.9.1. Траспарт і яго ўплыў на навакольнае асяроддзе. *Навакольнае асяроддзе* – ўсе элементы прыроды, у тым ліку, якія змяніліся ў выніку дзейнасці чалавека, якія акружаюць чалалавечае грамадства. Гарада, сёла, вёскі, леса – пасадкі, водасховішча і г.д. – уваходзяць у навакольнае асяроддзе, таму што яны ствараюць асяроддзе грамадства. І наадварот, будынкі, аўтамабілі і г.д. не ўваходзяць у паняцце навакольнага асяроддзя, таму што яны акружаюць толькі асобных людзей.

Кожны чалавек мае права на неабходны ўзровень жыцця і здаровае навакольнае асяроддзе. Але ён ў той жа момант нясе адказнасць за ахову і паляпшэнне навакольнага асяроддзя для сваіх нашчадкаў. Многіе вучоныя міра сцвярджаюць, што палітыка землярарыстання і лесакарарыстання павінна ўлічаць весь комплекс навучна-тэхнічных і сацыяльна-палітычных фактараў. Аднак, у выніку нерацыянальных

адносін да прыродных рэсурсаў лес высыкаюць на велізарных плошчах (з хуткасцю каля 20 га ў хвіліну), змываецца ўрадлівы слой глебы, утварая равы і г.д. Ідзе працэс апустыньвання нашай планеты з хуткасцю каля 600 тыс.га ў год. Вось чаму ахове і рацыянальнаму выкарыстанню прыродных рэсурсаў надаецца вялікая ўвага. Меры па ахове прыроды ў нашай дзяржаве з'яўляюцца вельмі важнымі пры рашэнні задач эканамічнага і сацыяльнага развіцця грамадства.

Транспарт – адзін з важных элементаў матэрыяльна-тэхнічнай базы і неабходная ўмова функцыянавання грамадскай вытворчасці. У той жа час транспарт адмоўна ўдзейнічае на навакольнае асяроддзе, уключаючы сушу, атмасферу і водны басейн.

Лічыцца, што каля 60% забруджвання атмасферы прыходзіцца на транспарт. Пры тым больш усяго адмоўных уздзеянняў аказвае аўтамабільны транспарт.

Крыніцамі забруджвання навакольнага асяроддзя транспартам можна лічыць: зняцце ўрадлівых зямель пад дарожна-транспартныя збудаванні; забруджванне зямлі і вадаёмаў, якія знаходзяцца побач з дарожна-транспартнымі аб'ектамі; забруджванне паветра выхлапнымі газамі транспартных сродкаў і стацыянарных устаноў прадпрыемстваў транспарту.

Пры пабудове аўтамабільнай дарогі патрабуецца паласа адводу шырынёй 25...60 м, а для чыгункі шырокай каляі – 100...150 м, гэта значыць, што для пабудовы толькі аднаго кіламетра дарогі патрабуецца зняцце ўрадлівай зямлі ад 2,5 да 15 га. З другога боку, адсутнасць дарог вядзе да парушэння глебы і да пачатку эрозіі на больш значнай плошчы.

Сур'ёзную праблему пры будаўніцтве дарог прадстаўляе рэкультывацыя земляў. Вельмі часта па баках пабудаванай дарогі застаюцца горы пнёў, знятага расліннага грунту, незпланавыя рэзервы і г. д. Выкарыстаныя гравійныя і грунтовыя кар'еры не прыведзены ў парадак і часта з'яўляюцца крыніцамі эрозіі глебы. У выніку эрозіі адбываецца размыў глебы ў глыбіню з утварэннем глыбокіх равоў.

Забруджванне глебы і вадаёмаў адбываецца ў выніку дзейнасці асфальтавых і бетонных заводаў, гаражоў, дэпо, складоў ПЗМ і заправачных станцыяў, рамонтных прадпрыемстваў і пунктаў тэхнічнага абслуговаўвання і г. д. Найбольш значнымі забруджвальнікамі паветра з'яўляюцца выкіды, якія ўтвараюцца пры рабоце розных відаў транспарту, асабліва аўтамабіляў. Забруджваюць паветра выпарэнні паліва і пыл з-пад колаў транспартных сродкаў.

Пры праектаванні, будаўніцтве і эксплуатацыі лесавозных дарог

неабходна ўстанавіць:

-склад і характар уздзеяння дарогі на асноўныя кампаненты навакольнага асяроддзя (зняцце земляў, раздзяленне ландшафту на часткі, уздзеянне на арэала пражывання жывёлы, уздзеянне на гідрагеалагічны рэжым, мікраклімат мясцовасці і г.д.;

-віды забруджвання навакольнага асяроддзя і змяненне рэльефу пры будаўніцтве дарог;

-віды забруджвання асяроддзя пры рамонце і ўтрыманні дарог, колькасная характарыстыка фактараў уздзеяння і гранічныя значэнні ўзроўня ўздзеяння на навакольнае асяроддзе;

даць адзнаку праектным і тэхналагічным рашэнням па ступені уздзеяння на навакольнае асяроддзе (праляжэнне трасы, у тым ліку вызначэнне неабходных радыусаў гарызантальных крывых, назначэнне параметраў падоўжанага і папярочных профіляў, праектаванне аптымальных канструкцый землянога палатна і штучных збудаванняў, аўтазаправачных станцыяў, станцыяў тэхнічнага абслугоўвання, распрацоўка тэхналагічных працэсаў будаўніцтва, рамонта і бягучага ўтрымання дарог пры мінімальным уздзеянні на навакольнае асяроддзе і іншыя);

распрацаваць мерапрыемства і канструкцыі ахоўных збудаванняў (рэкульцівацыя парушанай зямлі, пабудова ачышчальных і шумаахоўных збудаванняў, супрацьэразійныя збудаванні, праектаванне санітарных зон вытворчых прадпрыемстваў дарожнага будаўніцтва і іншыя).

У лесагаспадарчых і лесанарыхтоўчых прадпрыемствах на вывазцы лесу працуюць тысячы аўтамабіляў, трактароў, а для нармальнага вядзення лясной гаспадаркі і лесанарыхтовак патрабуецца кожны год будаваць 700...800 км. Такім чынам, пытанням аховы навакольнага асяроддзя на лесатранспарце павінна аказвацца вялікая ўвага пры праектаванні, будаўніцтве і эксплуатацыі лясных дарог.

1.9.2. Ахова навакольнага асяроддзя пры праектаванні дарог.

У цяперашні час пры праектаванні дарог асаблівая ўвага павінна ўдзяляцца даследаванню забруджвання навакольнага асяроддзя траспартнымі сродкамі і распрацоўцы метадаў засцярогі ад яго.

Пры праектаванні лесавозных дарог або дарожнай сеткі магчыма быць разгледжаны наступныя пытанні:

-абгрунтаванне шырынi дарожнай паласы;

-абгрунтаванне варыянта праектавання дарогі па менш ўрадлівых землях. Пры параўнанні варыянтаў трасы дарогі неабходна ўлічваць

адмоўнае уздзеянне яе на навакольныя прыродныя элементы: рэльеф мясцовасці, гідралогію, раслінны і жывёльны свет і інш. Дарожная сетка ў лесе павінна мець аптымальную гушчынню, але пракладваць яе трэба так, каб менш занімаць урадлівыя землі пад дарожныя канструкцыі. Траса дарогі павінна гарманічна спалучацца з формамі рэльефу мясцовасці. У той жа час павінны быць створаны бяспечныя аптымальныя ўмовы для працы вадзіцеляў і людзей;

-абаснаванне праекта сумеснага будаўніцтва дарогі і міліратыўных збудаванняў па квартальным прасекам;

-праектаванне рэзерваў з мінімальным выключэннем урадлівых зямель;

-праектаванне штучных і водаадводных збудаванняў неабходна прадугледжваць ухілы і тыпы ўмацавання адкосаў і дна іх;

-у праектах рэканструкцыі дарог павінны быць распрацаваны мерапрыемствы, якія забяспечваюць паўторнае выкарыстанне будаўнічых матэрыялаў і рэкульцівацыю выпрамлених участкаў.

1.9.3. Ахова навакольнага асяроддзя пры будаўніцтве дарог.

Пры выбары спосабаў будаўніцтва і сродкаў механізацыі неабходна прытрымлівацца адпаведных санітарных дапушчальных гранічных нормаў забруджвання глебы, вады, атмасферы і абмежаванне іншых відаў шкодных уздзеянняў на прыроднае асяроддзе. У сувязі з гэтым тэхналагічныя карты на будаўніцтва дарог павінны прадугледжваць прадаўхіленне пашкоджвання навакольнага асяроддзя.

Не дапускаць пашкоджванне расліннага покрыва, выкананне планіровачных і мелірацыйных работ за межамі тэрыторыі, якая адведзена для будаўніцтва дарогі. Усе пашкоджванні, якія нанесены прыроднаму асяроддзю ў зоне часовага адводу ў выніку будаўніцтва дарог для праезду будаўнічага транспарту, прыпынку машын, плошчаў для складвання матэрыялаў і г. д., павінны быць ліквідаваны да пачатку здачы дарогі ў эксплуатацыю.

Усе дрэвы, пні і карані, якія засталіся пасля расчысткі паласы адводу павінны быць сабраны і вывезены да месца перапрацоўкі.

Раслінны покрыў, які атрымліваецца пасля расчысткі паласы атводу, паверхні кар'ераў і рэзерваў, павінны быць сабраны і складзены ў спецыяльныя месцы з мэтай выкарыстання яго для рэкульцівацыі земляў на плошчах, якія часова выкарыстоўваліся пры будаўніцтве дарогі.

У праекце па арганізацыі будаўніцтва, рэканструкцыі і рамонту лесавозных дарог павінна быць разглежаны наступныя пытанні:

-мерапрыемства па прадухіленню эрозіі глебы каля водаадводных і водапрапускных збудаванняў, рэзерваў і кар'ераў;

-рэкульцівацыі зямель на плошчы быўшых кар'ераў, рэзерваў, ліквідаваных будаўнічых баз, палігонаў і г.д.;

-мерапрыемства па ахове вадаёмаў рэк, ад забруджвання сцёкамі вады і іншыя.

Пры прыёме выкананых дарожна-будаўнічых работ выкананне патрабаванняў аховы навакольнага асяроддзя і якасці аднаўлення часова адведзанных зямель ацэньваецца па наступным паказчыкам:

-уборка астаткаў расчысткі паласы адводу (драўніны, камянёў і г.д.);

-аднаўленне месц з пашкоджанай або забруджанай паверхняй слоя глебы;

-захоўванне межаў тэрыторыі пастаяннага і часовага адводу;

-адпаведнасць выкананай рэкульцівацыі часова адведзанных зямель праекту.

1.9.4. Ахова навакольнага асяроддзя пры эксплуатацыі транспарту. Пры эксплуатацыі транспарту ў прыдарожнай паласе забруджваецца паветра, зямля і вада.

Выхлапныя газы ад працуючага рухавіка і пыл, які ўтвараецца пры руху транспарту, адмоўна ўздзейнічае на атмасферу. Прыгнечваецца раслінны і жывёльны свет, павышаецца захворванне людзей, паменьшаецца даўгавечнасць дарожна-транспартных збудаванняў.

Розныя паліва-змазачныя матэрыялы і іх адходы забруджваюць глебу на тэрыторыі складаў ПЗМ, аўтазаправачных станцыях, пунктах тэхнічнага абслуговання транспарту і прыпынках машын. Потым гэтыя хімічныя рэчыва змываюцца дажджавымі і снежавымі водамі, якія цякуць у вадаёмы і забруджваюць іх. У выніку гіне ўсё жывое на гэтай зямлі і ў тых вадаёмах.

Забруджваюць глебу і вадаёмы ў прыдарожнай паласе хімічнымі рэчывамі, якія вымываюцца вадой з дарожна-будаўнічых матэрыялаў (асфальтабетона, бітума-мінеральнай сумесі і іншых), а таксама бязладнай мойцы машын па-за абсталяванымі месцамі.

Да асноўных накірункаў, памяншэння шкоднага ўздзеяння транспарту на навакольнае асяроддзе, можна аднесці:

-павышэнне якасці тэхнічнага абслуговання і рамонту транспартных машын, якія забяспечваюць памяншэнне колькасці ядавітых рэчываў у выхлапных газах;

-сістэматычны дагляд за дарожным пакрыццём (барацьба з

пылаўтварэннем);

-павышэнне эфектыўнасці работы ачышчальных збудаванняў транспартных прадпрыемстваў;

-павышэнне адказнасці інжынерна-тэхнічных работнікаў транспартных цэхоў і прадпрыемстваў у пытаннях выканання нормаў і нарматываў, якія дзейнічаюць па ахове навакольнага асяроддзя і рацыянальнаму выкарыстанню прыродных рэсурсаў.

Кантрольныя пытанні: 1. Што называюць транспартам, транспартам агульнага назначэння, прамысловым транспартам і сухапутным транспартам лесу? 2. Якое месца займае і якую ролю іграе сухапутны транспарт лесу ў вытворчым працэсе лесанарыхтовак? 3. Якія віды цягі вы ведаеце? 4. Дайце класіфікацыю лесавозных дарог і ўмовы іх ужывання? 5. Якія асаблівасці сухапутнага транспарту лесанарыхтоўчых прадпрыемстваў? 6. Якія тыпы лесавозных дарог складаюць леса-транспартную сетку? 7. Пералічыце асноўныя вымяральнікі лесатранспарту і дайце іх вызначэнне? 8. У чым сутнасць аптымізацыі грузапатокаў? 9. Пералічыце і дайце вызначэнне тыпаў рухомага са-ставу аўтамабільных дарог. 10. Якое тэхналагічнае абсталяванне да аўтамабіляў выкарыстоўваюць для перавозкі драўніны, хлыстоў і сарты-ментаў? 11. Пералічыце тыпы машын, якія прымяняюцца для пагрузкі і разгрузкі драўніны з лесатранспартных сродкаў. 12. Як уплывае лесавозны транспарт на навакольнае асяроддзе? 13. Ахова навакольнага асяроддзя ад уздзеяння транспарту і пры праектаванні дарог, будаўніцтве і эксплуатацыі дарог.

2. АСНОВЫ ДАРОЖНОЙ СПРАВЫ

2.1. Асноўныя элементы і тэхнічная характарыстыка дарогі

Асноўнымі тэхнічнымі элементамі лесавознай дарогі з'яўляюцца: земляное палатно, верхняе збудаванне (на чыгунках), дарожнае адзенне (на аўтамабільных дарогах) і штучныя збудаванні.

Дарога як інжынернае збудаванне тэхнічна характарызуецца трыма праекцыямі, выкананымі ў пэўных маштабах: на гарызантальную плоскасць – план дарогі, на разгорнутую вертыкальную плоскасць уздоўж восі дарогі – падоўжны профіль дарогі і на вертыкальную плоскасць, перпендыкулярную да восі дарогі, – папярочны профіль дарогі. Тры праекцыі дазваляюць поўнасьцю ўявіць устройства дарогі як геаметрычнага цела. З прычыны таго, што папярочныя размеры дарогі ў адносінах да яе даўжыні вельмі малыя, праекцыю дарогі на гарызантальную плоскасць паказваюць у выглядзе адной лініі – восі. Вось дарогі – лінія, якая праходзіць уздоўж дарогі па яе ся-рэдзіне.

Трасай дарогі называюць вось дарогі, размешчаную ў прасторы. Траса дарогі ўяўляе сабой прасторавую гібкую лінію, якая мае павароты ў плане і ўхілы ў падоўжным профілі. З дапамогай ухілаў і паваротаў трасу дарогі ўпісваюць у рэльеф мясцовасці, а таксама абыходзяць розныя перашкоды. Становішча трасы азначае напрамак дарогі, а сам працэс размяшчэння трасы ў прасторы з разметкай на мясцовасці называецца *трасіраваннем*.

2.2. План дарогі

Графічны паказ праекцыі трасы на гарызантальную плоскасць, выкананы ў адзначаным маштабе, называюць *планам дарогі* (рыс. 2.1).

Для дарог, якія дзейнічаюць круглы год, а ў летні перыяд выкарыстоўваюцца для патрэб лясной гаспадаркі ці падсочкі пры раўнінным і ўзгорыстым рэльефе мясцовасці, прыняты маштаб 1:2000; для такога тыпу дарог, якія дзейнічаюць толькі зімой і не выкарыстоўваюцца ў летні перыяд, – 1:5000.

На плане дарогі адлюстроўваюцца сітуацыя і рэльеф мясцовасці на паласе, якая размешчана ўздоўж трасы дарогі шырынёй 100 м.

Сячэнне рэльефу гарызанталямі пры маштабе плана 1:2000 пры-

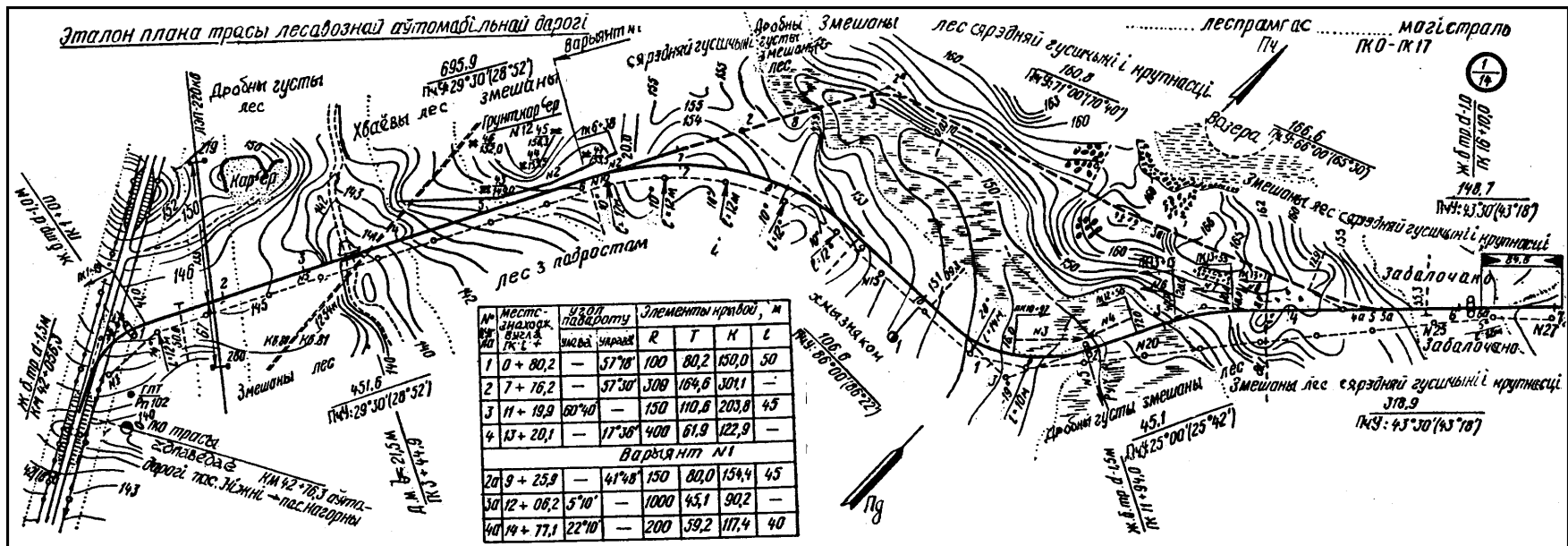
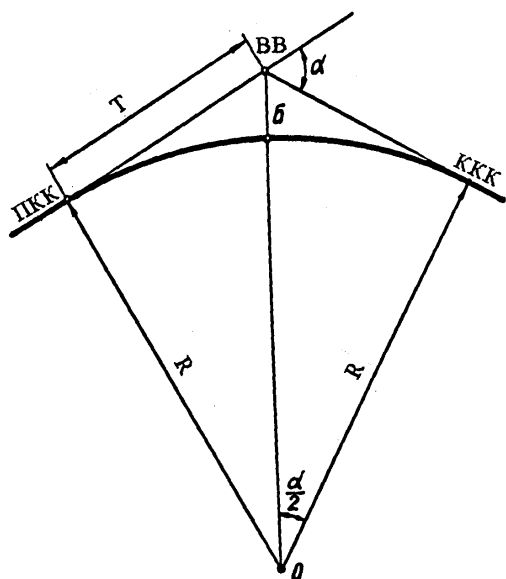


Рис. 2.1. План трасы лесавознай дарогі

маюць праз 1,0 м, а пры 1:1000 – праз 0,5 ... 1,0 м.

Для перавозкі грузаў і пасажыраў з мінімальнай затратай энергіі і сродкаў дарога павінна быць праложана па найкарацейшай адлегласці паміж зададзенымі пунктамі. Аднак не заўсёды ёсць магчымасць пабудаваць такую дарогу, таму што на яе шляху сустракаюцца рэльефныя перашкоды (яры, горы), водныя перашкоды (балоты, азёры, рэкі), населеныя пункты, запаведнікі і г. д. У сувязі з гэтым пры пракладванні дарогі на мясцовасці прыходзіцца ў шэрагу выпадкаў адхіляцца ад найкарацейшай адлегласці (паветранай лініі) і абходзіць гэтыя перашкоды. Таму дарога звычайна складаецца з прамых і крывых участкаў і ўяўляе сабой ламаную лінію. Для зручнасці і бяспечнасці руху заломы дарогі змякчаюць, упісваючы ў іх вуглы дугі акружнасці ці крывыя радыусам крывізны, якая паступова мяняюцца (пераходныя крывыя).

Асноўнымі элементамі вугла павароту (рыс. 2.2) з’яўляюцца: вяршыня вугла (ВУ) і вугал павароту α . Вуглы павароту паслядоўна нумаруюць уздоўж дарогі па ходу трасы. Каб праектаваную трасу можна было дакладна ўзнавіць на мясцовасці, яе арыентуюць адносна бакоў свету. Для гэтага вылічваюць румбы ці азімуты прамых участкаў дарогі.



Важнейшим питанням пры праектаванні плана дарогі з’яўляецца правільнае назначэнне радыуса кругавых крывых R , якія ў нармальных (неабмежаваных) умовах прымаюцца не менш за 600 м. Для другіх умоў праектавання радыусы кругавых крывых прымаюць у адпаведнасці з нормамі праектавання (гл. табл. 8.1. і 8.2).

Рыс. 2.2. Элементы і галоўныя пункты кругавой крывой

Пры вядомых значэннях радыуса кругавой крывой R і вугла павароту α (рыс. 2.2) можна вызначыць:

$$\text{даўжыню кругавой крывой } K = \frac{\pi R \alpha}{180} = R \alpha_1;$$

велічыню дарожнага тангенса $T = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$;

бісектрысу $B = R(\sec \frac{\alpha}{2} - 1)$;

дамер $D = 2T - K$,

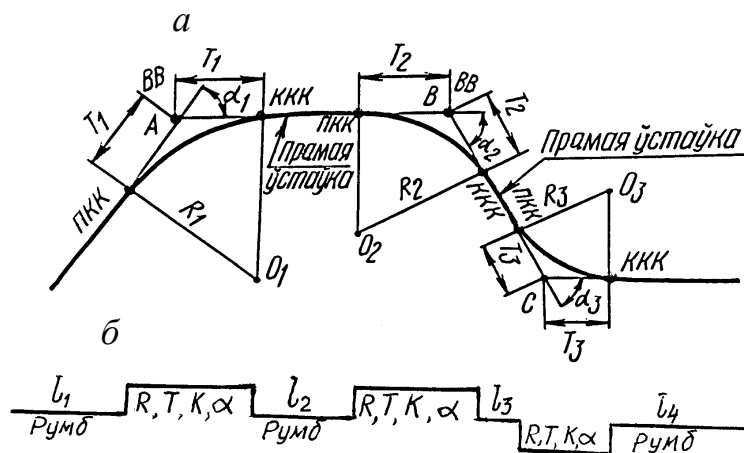
дзе α_1 - вугал павароту ў радыянах.

Агульная сапраўдная даўжыня дарогі меншая за даўжыню ходу па ламанай лініі на суму дамераў усіх крывых у плане.

Пытанні тэорыі і практыкі разбіўкі кругавых крывых і вядзення пікетажу падрабязна разглядаюцца ў курсе інжынернай геадэзіі.

План трасы з'яўляецца адным з галоўных тэхнічных дакументаў праекта дарогі.

На практыцы прымяняюцца два спосабы паказу плана лесавозных дарог: разгорнуты і ўмоўны (рыс. 2.3).



Рыс. 2.3. План участка дарогі:
а – разгорнуты; б – умоўны

Разгорнуты план дарогі (рыс. 2.1, 2.3, а) вычэрчваецца на спецыяльных лістах паперы і выкарыстоўваецца пры рабочым праектаванні. На трасе ўмоўнымі знакамі адзначаюць пікеты і кіламетры. Нумарацыя пікетаў і кіламетраў павінна ісці ад пункта прымыкання (ніжняга склада) у лес. Вяршыні вуглоў (ВВ) таксама нумаруюць, і ў свабодным месцы чарцяжа змяшчаюць табліцу, у якой указваюць значэнне і напрамак (управа, улева), а таксама элементы прамых і крывых. Прамыя ўчасткі ад крывых аддзяляюць рыскамі, якія

показваюць напрамак да цэнтра крывой па пачатковаму і канчатковаму радыусах. Тангенсы наносяць тонкім пункцірам. Напрамак трасы вызначаецца румбам. У пачатку і ў канцы трасы пункцірам перпендыкулярна да трасы наносяць лініі спалучэння трас на суседніх лістах, надпісваюць назвы пункта, якія злучаюць трасу. Напрамак існуючых дарог, якія выходзяць за межы ліста, указваюць надпісам назву пункта, куды ідзе дарога. На план наносяць схемы замацавання вяршыні вуглоў павароту, рэпераў, па абодвух баках трасы ўмоўнымі знакамі, якія павінны строга адпавядаць умоўным знакам для тапаграфічных планаў, наносяцца сітуацыя з такой падрабязнасцю, каб можна было правільна выбраць размяшчэнне вяршыні вугла павароту, радыус крывой і г. д. План дарогі звычайна вычэрчваюць на лісце размерам 280×800 мм, прычым чарцёж арыентуюць так, каб зверху была поўнач. Калі неабходна змяніць арыенціроўку чарцяжа, то ў верхнім яго вугле размяшчаюць лінію напрамку мерыдыяна з указаннем полюсаў. У правым ніжнім вугле чарцяжа змяшчаюць штамп па ўстаноўленай форме. Заключнай аперацыяй пры афармленні плана дарогі з'яўляецца пра-верка правільнасці назначэння і вызначэння ўсіх элементаў плана. Для гэтага вызначаюць суму даўжынь усіх крывых і прамых участкаў дарогі, якая павінна быць роўнай яе агульнай даўжыні, а таксама алгебра-ічную суму ўсіх вуглоў павароту, якая роўна вуглу паміж напрамкам першай і апошняй прамой, узятым па іх румбах.

На плане лесанасаджэнняў наносяць схематычны план трасы. Прыняты варыянт трасы вычэрчваюць суцэльнай тоўстай лініяй, а адхіленыя пратрасіраваныя варыянты паказваюць пункцірнай лініяй.

Умоўны план (гл. рыс. 2.3, б) размяшчаюць на падоўжным профілі наступным чынам: усе прамыя ўчасткі паказваюць на адной лініі, а крывыя – умоўнымі знакамі (выпукласць уверх пры павароце трасы направа і выпукласць уніз пры павароце налева) і надпісамі, якія абазначаюць асноўныя элементы.

Зыходнымі дакументамі для вычэрчвання разгорнутага і ўмоўнага плана служаць пікетажныя кніжкі, якія вядуцца пры пошуку, ведамасці вуглоў павароту трасы і ведамасці прамых і крывых.

Для ацэнкі эксплуатацыйна-будаўнічай якасці плана дарогі прымяняюцца наступныя тэхнічныя паказчыкі:

поўная будаўнічая даўжыня дарогі L , м;

каэфіцыент падаўжэння дарогі $1+m$;

мінімальны радыус кругавой крывой $R_{\min} = \frac{V^2}{g(i_g + \mu)}$,

дзе V – скорасць руху, м/с; g – паскарэнне свабоднага падзення, м/с²;
 i_e – ухіл віражу; μ – каэфіцыент папярочнай сілы;

сярэдні радыус $R_{сяр} = \sum K / \sum \alpha_1$ (дзе $\sum K$ – сума даўжынь усіх крывых, м; $\sum \alpha_1$ – сума радыянаў усіх вуглоў павароту);

адносіны сярэдняга радыуса да мінімальнага $Z = \frac{R_{сяр}}{R_{\min}}$;

каэфіцыент, які характарызуе крывізну дарогі, $\beta = \sum K / L$;

колькасць вуглоў павароту на 1 км;

колькасць градусаў вуглоў павароту на 1 км;

мінімальная даўжыня прамой устаўкі паміж адваротнымі крывымі L_{\min} .

Канчатковая ацэнка плана дарогі даецца з сумесным вывучэннем падоўжнага профілю, г. зн. яна павінна быць комплекснай характарыстыкай плана і падоўжнага профілю дарогі (трасы ў цэлым).

2.3. Падоўжны профіль лесавознай дарогі

Падоўжным профілем дарогі называюць графічнае адлюстраванне разрэзу дарогі на вертыкальную плоскасць, якая праходзіць праз яе вось (рыс. 2.4).

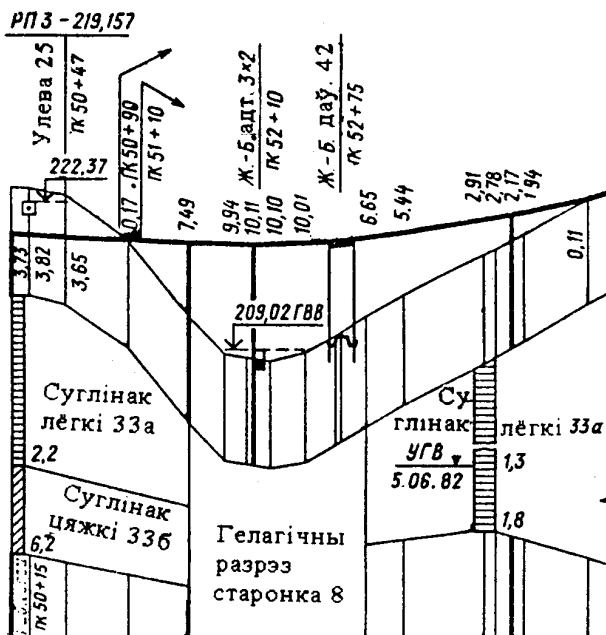
Для аўтамабільных лесавозных дарог падоўжны профіль у нармальным умовах вычэрчваецца ў маштабах: вертыкальным 1:500 і гарызантальным 1:5000, а для вузкакалейных чыгунак адпаведна 1:1000 і 1:10000. Вертыкальны маштаб грунтавога профілю прымаюць 1:50.

Розніца ў вертыкальным і гарызантальным маштабах падоўжнага профілю дарогі дазваляе больш наглядна ўявіць рэльеф мясцовасці па трасе дарогі. Пад падоўжным профілем унізе вычэрчваецца ўмоўны план дарогі з указаннем румбаў, даўжыні лініі, вуглоў павароту, элементаў крывых і г. д, што прыдае яму высокую насычанасць тэхнічнымі данымі, якія характарызуюць дарогу ў падоўжным напрамку. У сувязі з гэтым падоўжны профіль з'яўляецца галоўнай і індывідуальнай характарыстыкай дарогі.

Падоўжны профіль праектуемай дарогі вызначаецца праектнай лініяй. Калі лінія паверхні зямлі характарызуе рэльеф мясцовасці па трасе дарогі, то праектная лінія характарызуе падоўжны профіль дарогі па броўцы землянога палатна. Праектная лінія вычэрчваецца па вылічаных праектных адзнаках.

Пікет, плюс	Адлегласць, м	Адзнака, м		Рабочая	
		Фактычная	Праектная	Насыпка	Выемка
73+00	50	221,34	224,03	2,69	-
73+50		221,30	224,03	2,73	-
73+60	10	221,00	224,03	3,03	-
73+76	16	220,98	224,03	3,05	-
74+00	24	219,68	224,03	4,35	-

М 1:5000 па гарызанталі
 М 1:500 па вертыкалі
 М 1:50 па вертыкалі - грунты



Разгорнуты план дарогі		1		3		1	
Тып мясцовасці па ўвільгочван		1		3		1	
Тып папярочнага профілю		5		2		3	
Праектныя дадзеныя	Левы кювет	Умацаванне	Засеў траў				
		Ухіл,‰	5		90		
		Даўжыня, м	90				
Праектныя дадзеныя	Правы кювет	Умацаванне	Засеў траў				
		Ухіл,‰	110		10		
		Даўжыня, м	218,23		217,68		
Ухіл і вертыкальная крывая		160		5		R-10000 K-270	
Адзнака броўкі землянога палатна, м		219,42		218,93		220,30	
Фактычныя дадзеныя	Адзнака зямлі, м	223,15		218,76		217,39	
		223,17		218,76		217,10	
Адлегласць, м		38		80		71	
Пікет		50		1		4	
Прамая і крывая ў плане		514		99		B - 6°00' R-3000 T-157,23 K-314,16	
Паказальнік кіламетраў		49		5		60	

Рис. 2.4. Падоўжны профіль лесавознай аўтамабільнай дарогі дарогі

Адзнакі паверхні зямлі па восі дарогі называюцца *чорнымі*, а адзнакі праектнай лініі, якія адносяцца да броўкі землянога палатна, – *праектнымі*. Рознасць праектных і чорных адзнак на адным папярочніку і ёсць *рабочая адзнака*. Яна вызначае вышыню насыпу ці глыбіню выемкі на дадзеным папярочніку.

Пры праходжанні праектнай лініі вышэй за лінію паверхні зямлі земляное палатно будуецца у насыпе, рабочыя адзнакі пішуцца над праектнай лініяй. Калі праектная лінія ідзе ніжэй за паверхню зямлі, земляное палатно ўзводзяць у выемцы, рабочыя адзнакі пішуцца пад праектнай лініяй. Пункт пераходу насыпу ў выемку і наадварот, г. зн. пункт перасячэння праектнай лініі і лініі паверхні зямлі, называецца нулявой адзнакай.

2.4. Асноўныя характэрныя ўхілы падоўжнага профілю, іх уплыў на будаўнічы кошт і эксплуатацыйныя паказчыкі работы дарогі

Праектная лінія падоўжнага профілю складаецца з асобных элементаў, якія ўтвараюць ламаную лінію ў вертыкальнай плоскасці. Элементарам падоўжнага профілю называецца ўчастак праектнай лініі, які размешчаны паміж яго сумежнымі пераломамі і мае аднолькавы ўхіл.

Кожны элемент падоўжнага профілю характарызуецца даўжынёй і ўхілам. Ухіл – адхіленне паверхні (лініі) ад гарызантальнай плоскасці, якое вызначае адносіны перавышэння паміж гэтымі пунктамі.

Ухіл абазначаюць літарай i . Ён выражаецца адным з трох спосабаў: $i = 0,020 = 2\% = 20\text{‰}$.

На падоўжным профілі дарог часцей за ўсё ўхіл выражаецца ў праміле (‰).

З прычыны аднабаковасці грузапатоку на лесавозных дарогах ухілы падзяляюцца на спускі, пад'ёмы і гарызантальныя ўчасткі ($i = 0$). Пры праектаванні падоўжнага профілю ў залежнасці ад рэльефу мясцовасці і катэгорыі дарогі прыходзіцца назначаць розныя ўхілы праектнай лініі. Да іх адносяцца: кіруючы пад'ём і максімальны спуск (ураўнаважаны ўхіл), ухілы: хуткасны, расчэпачны, кратнай цягі, шкодны, няшкодны, эквівалентны і фіктыўны. Аднак сярод ухілаў ёсць некалькі найбольш характэрных, якія ўплываюць на эксплуатацыйную якасць дарогі, і ў прыватнасці на яе будаўнічы кошт.

Для лесавозных дарог найбольш важнымі ўхіламі з'яўляюцца кіруючы пад'ём і максімальны спуск у грузавым напрамку.

Кіруючы пад'ём (i_k) – максімальны пад'ём у грузавым напрамку на прамым участку дарогі, які можа пераадолець аўтапоезд з раўнамернай скорасцю з адзіночнай цягай, без расчэпкі саставу на часткі. Працягласць кіруючага пад'ёму павінна быць большая за даўжыню аўтапоезда.

Пры ўстанаўленні велічыні кіруючага пад'ёму неабходна забяспечыць поўнае выкарыстанне грузапад'ёмнасці лесавозных аўтапаяздоў.

$$i_k \leq \frac{1}{g} \left(\frac{F_\delta}{Q_{\delta p}} - \omega \right), \quad (2.1)$$

дзе F_δ – датычная сіла (прымаецца на 2-й перадачы каробкі скорасці), Н; $Q_{\delta p}$ – маса аўтапоезда з грузам, т; ω – удзельнае супраціўленне руху, Н/т; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

З няроўнасці (2.1) мы бачым, што пытанне аб вызначэнні велічыні i_k неабходна вырашаць адначасова з выбарам тыпу аўтамабіля і прычапнага саставу.

Максімальны спуск (i_{cn}) – максімальны пад'ём у парожнім напрамку, які пераадольваецца аўтапоездам з пастаяннай скорасцю. Яго таксама называюць ураўнаважаным ухілам. Ад велічыні спуску на дарозе залежаць: бяспечнасць руху, скорасць, велічыня затрат на пабудову дарогі. У адпаведнасці з БНіП 2.05.07-85, велічыня максімальнага спуску прымаецца ў межах $i_{cn} \leq i_k + 20\%$ і павінна правярацца па ўмове бяспечнасці руху пры тармажэнні аўтапоезда разліковай масы паводле формулы

$$i_{cn} \leq \frac{1}{g} \left(b + \omega_m - \frac{10^3 k V_p^2}{2(S_\delta - t_n V_p)} \right), \quad (2.2)$$

дзе b – удзельная тармазная сіла, Н/т; ω_m – удзельнае супраціўленне руху, якое прымаюць на 50% большым за нарматыўнае (вызначанае эксперыментальна), Н/т; k – каэфіцыент, які ўлічвае эксплуатацыйнае становішча тармазоў ($k = 1,4$); V_p – разліковая скорасць руху, м/с; S_δ – разліковая адлегласць бачнасці паверхні дарогі, м; t_n – час на падрыхтоўку да тармажэння ($t_n=2 \text{ с}$).

На зацяжным спуску мэтазгодна прадугледжваць у горнай мясцовасці супрацьаварыйныя з'езды ў выглядзе кароткіх тупікоў (да 100 м з пад'ёмам да 100%), на якіх аўтамабіль мог бы спыніцца.

Пры назначэнні праектнай лініі ўхілы i_k і i_{cn} неабходна выкарыстоўваць усюды, дзе гэта дае скарачэнне аб'ёму земляных работ.

Скарасны ўхіл – пад'ём, які пераадольваецца адзіночнай цягай з

выкарыстаннем кінетычнай энергіі аўтапоезда (поезда на чыгунцы).

Ён вызначаецца паводле формулы

$$i_{ск} = i_k + \Delta i_{ск}, \quad (2.3)$$

дзе $\Delta i_{ск}$ – ухіл, які пераадольваюць за кошт страты скорасці:

$$\Delta i_{ск} = \frac{1 + \gamma}{2g} \cdot \frac{V_n^2 - V_k^2}{l_{ск}}, \quad (2.4)$$

γ – каэфіцыент, які ўлічвае ўплыў вярчальных мас ($\gamma=0,06$); V_n , V_k – скорасці ў пачатку і напрыканцы скараснога ўхілу, м/с; $l_{ск}$ – даўжыня элемента, які мае скарасны ўхіл, м.

Расчэпны ўхіл ($i_{расч}$) – пад'ём, для пераадолення, якога цягнік (чыгуначны лесавозны поезд) раздзяляецца і вывозіцца па частках. Ён вызначаецца паводле формулы

$$i_{расч} = \left(F_{\partial} - \frac{P_{н.э} \omega_0''}{k} - P_l \omega_0' \right) / \left(P_l + \frac{P_{н.э}}{k} \right) g, \quad (2.5)$$

дзе F_{∂} – датычная сіла цягі, Н; $P_{н.э}$, P_l – адпаведна маса прычэпа з грузам і маса лакаматыва, т; k – каэфіцыент, роўны колькасці частак, на якія дзеляць цягнік; ω_0'' , ω_0' – адпаведна ўдзельнае супраціўленне руху лакаматыва і счэпаў, Н/т.

Ухіл кратнай цягі ($i_{кр}$) – пад'ём, які пераадоляецца двума лакаматывамі аднолькавай або рознай магутнасці. Ён вызначаецца паводле формулы

$$i_{кр} = \frac{(F_1 + 0,9F_2) - [P_{н.э} \omega_0'' + (P_l' + P_l'') \omega_0']}{(P_{н.э} + P_l' + P_l'') g}, \quad (2.6)$$

дзе F_1 , F_2 – адпаведна разліковая датычная сіла цягі першага і другога лакаматыва, Н; P_l' і P_l'' – маса першага і другога лакаматываў, т.

Расчэпны ўхіл і ўхіл кратнай цягі выкарыстоўваюцца ў асноўным пры праектаванні чыгунак.

Шкодны ўхіл ($i_{ш}$) – спуск, на якім неабходна ўжываць тармазы, а *няшкодны* – дзе не патрэбна ўжываць тармазы.

Пры руху па крывой поезд зведвае дадатковае супраціўленне, якое прымаюць за *эквівалентны ўхіл* ($i_{экв}$).

Пры супадзенні кіруючага пад'ёму з крывой яго значэнне памяншаецца на значэнне эквівалентнага ўхілу:

для аўтамабільных лесавозных дарог

$$i_{\text{экв}} = 30 \frac{100 - R}{R}; \quad (2.7)$$

для чыгункі

$$i_{\text{экв}} = 30 \frac{425}{gR}; \quad (2.8)$$

пры даўжыні крывой меншай за даўжыню пезда

$$i_{\text{экв}} = 30 \frac{7,5\alpha}{L_n}, \quad (2.9)$$

дзе R – радыус кругавой крывой, м; α – вугал павароту дарогі ў плане, рад.; L_n – даўжыня пезда, м.

Сума геаметрычнага і эквівалентнага ўхілаў называецца *фіктыўным ухілам* (i_{ϕ}).

Пры праектаванні лесавозных дарог асноўным ухілам з’яўляецца кіруючы пад’ём, ад якога залежаць: карысная нагрузка на аўтапезд; размер капіталаўкладанняў на будаўніцтва дарогі; эксплуатацыйныя паказчыкі (прадукцыйнасць лесавозных паяздоў; расход паліва і змазачных матэрыялаў, сабекошт вывазкі нарыхтаванага лесу і г.д.). Такім чынам, дарога, запраектаваная з вялікім кіруючым пад’ёмам, характарызуецца меншым будаўнічым коштам (у выніку скарачэння яе даўжыні, змяншэння аб’ёму земляных работ), але вялікімі эксплуатацыйнымі расходамі (за кошт памяншэння прадукцыйнасці, скорасці руху, павелічэння расхода паліва і г. д.) і, наадварот, пры малым кіруючым пад’ёме – вялікім будаўнічым коштам і меншымі эксплуатацыйнымі расходамі.

Змяненне прадукцыйнасці лесавозных аўтапаяздоў на вывазцы нарыхтаванага лесу (хлыстамі) пры сярэдняй яе адлегласці 50 км у залежнасці ад кіруючага пад’ёму прыведзена ў табл. 2.1.

З табліцы 2.1 відаць, што памяншэнне кіруючага пад’ёму на аўтадарогах з 80 да 30‰ дазваляе павысіць зменную прадукцыйнасць аўтапаяздоў на вывазцы нарыхтаванага лесу на 10...23‰.

Аптымальным кіруючым пад’ёмам лічыцца такі пад’ём, пры якім сумарныя будаўнічыя і эксплуатацыйныя расходы будуць мінімальнымі.

Для вызначэння аптымальнага значэння кіруючага пад’ёму будуць сумарную крывую будаўнічых і эксплуатацыйных расходаў (рыс. 2.5, а). Крывая сумарных будаўнічых і эксплуатацыйных расходаў мае мінімум, які адпавядае аптымальнаму значэнню i_k (рыс. 2.5, а). Для пабудовы ўсёй крывой сумарных будаўніча-эксплуатацыйных

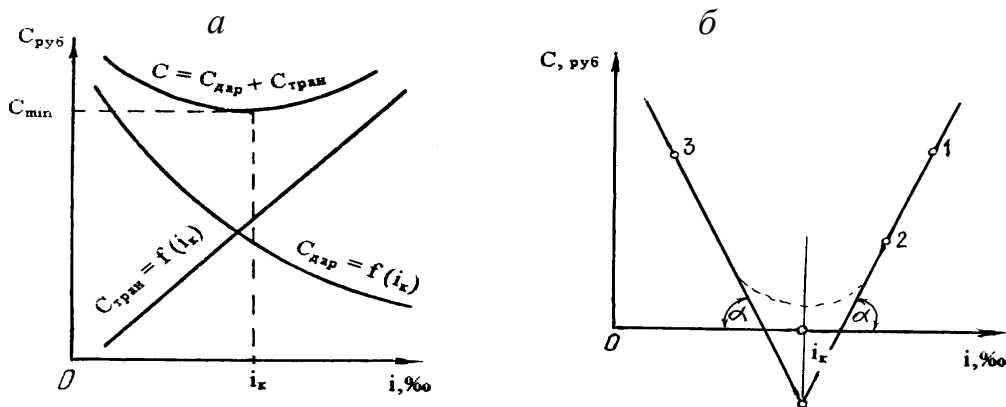
расходаў патрабуецца вялікая колькасць даных; для гэтага неабходна пракладваць некалькі пробных трас, безліч праектных ліній, якія наносяцца на падоўжны профіль з рознымі кіруючымі пад'ёмам. Значэнне аптымальнага кіруючага пад'ёму можна вызначыць прапанаваным прафесарам А.В. Горынавым графічным метадам трох пробных трас, за аснову якога прынята ўласцівасць сіметрыі сумарнай крывой. У гэтым метадазе значэнні прыведзеных будаўніча-эксплуатацыйных расходаў вызначаюцца толькі для трох пробных трас. Таму на карце з гарызанталямі пракладваюць тры пробныя трасы з рознымі кіруючымі

Табліца 2.1

Зменная прадукцыйнасць аўтапаездаў у залежнасці ад кіруючага пад'ёму (тып пакрыцця – пераходны)

Састаў аўтапоезда	Паказчыкі пры кіруючых пад'ёмах, %		
	30	50	80
МАЗ-509+ГКБ-9383-011	32	29	26
	123,2	111,5	100
МАЗ-5434+ГКБ-9383-011	40	37	34
	117,6	108,8	100
КрАЗ-255Л+ГКБ-9383-010	44	40	37
	119,0	108,0	100
КрАЗ-260Л+ЛТ-56	57	53	48
	119,8	110,5	100

Заўвага. У лічніку – прадукцыйнасць у м^3 , у назоўніку – %.



Рыс. 2.5. Вызначэнне аптымальнага значэння кіруючага пад'ёму графічным спосабам:

a – метада прафесара І.І. Леановіча (вызначэнне i_k у залежнасці ад будаўнічых і эксплуатацыйных расходаў); *б* – метада прафесара А.У. Горынава (метада трох пробных трас)

пад'ёмамі. Спачатку пракладваюць дзве пробныя трасы, для кожнай трасы вызначаюць сумарныя будаўніча-эксплуатацыйныя расходы і атрымліваюць два пункты. Пры параўнанні атрыманых даных вызначаюць, які кіруючы пад'ём неабходна прыняць для трэцяй трасы, каб пункт, што адпавядае значэнню сумарнага будаўніча-эксплуатацыйнага расхода, знаходзілася на другім баку ад мінімума (рыс. 2.5, б).

Атрымаўшы тры пункты 1, 2 і 3 (рыс. 2.5, б), злучаюць два – 1 і 2, што ляжаць на адной ветцы сумарнай крывой будаўніча-эксплуатацыйных расходаў, прамой лініяй, якую прадаўжаюць да восі абсцыс.

Вымяраюць вугал α паміж воссю абсцыс і прамой лініяй і пад гэтым вуглом α да восі абсцыс, але з ухілам, накіраваным у адваротны бок (рыс. 2.5, б), праз трэці пункт праводзяць прамую лінію да перасячэння з прамой лініяй, якая злучае пункты 1 і 2. Вертыкаль, праведзеная праз пункт перасячэння абедзвюх нахіленых прамых, адсякае на восі абсцыс значэнне кіруючага пад'ёму, які адпавядае мінімуму будаўніча-эксплуатацыйных расходаў.

Пры назначэнні кіруючага пад'ёму без дэталёвых тэхніка-эканамічных разлікаў неабходна карыстацца інструкцыяй па праектаванню лесанарыхтоўчых прадпрыемстваў.

Асноўнымі характарыстыкамі падоўжнага профілю з'яўляюцца:

- даўжыня дарогі L , км;
- кіруючы пад'ём i_k , ‰;
- максімальны спуск i_{cn} , ‰;
- працягласць гарызантальных участкаў L_0 , км;
- працягласць спускаў L_{cn} і пад'ёмаў L_n , км;
- працягласць участкаў дарогі з кіруючым i_k і максімальным i_{cn} пад'ё-мамі, ‰;
- шаг праектавання $t_{шаг}$, м;
- агульны аб'ём земляных работ на 1 км дарогі;
- колькасць штучных збудаванняў на 1 км дарогі і даўжыня іх па насціле.

2.5. Папярочныя профілі землянога палатна лесавознай дарогі

Папярочным профілем землянога палатна называюць праекцыю землянога палатна на вертыкальную плоскасць, перпендыкулярную да восі дарогі.

Земляное палатно з'яўляецца асновай для дарожнага адзення ці

верхняга збудавання чыгункі і ў залежнасці ад становішча праектнай лініі падоўжнага профілю можа мець форму насыпу, выемкі, паўнасыпу ці паўвыемкі, г. зн. форма землянога палатна вызначаецца папярочным профілем дарогі.

Асноўнымі формамі землянога палатна з'яўляюцца насып, выемка, паўнасып-паўвыемка і нулявое месца (рыс. 2.6).

Насып – земляное збудаванне, штучна паднятае над паверхняй зямлі.

Выемка – штучнае паніжэнне дарогі ў адносінах да паверхні зямлі.

Нулявое месца – участкі дарогі, на якіх земляное палатно пераходзіць з насыпу ў выемку ці наадварот. У гэтых месцах рабочыя адзнакі роўны нулю.

Паўнасып-паўвыемка будуюцца на спадістых участках. Па форме насып уяўляе адсыпаны з грунту прызматоід пераменнага сячэння.

Нахіленыя плоскасці, якія абмяжоўваюць з бакоў насып ці выемку, называюцца *адкосамі землянога палатна*. Крутасць адкосу характарызуецца адносінамі вышыні насыпу ці глыбіні выемкі да яго залажэння. Гэтыя адносіны запісваюць так: $1:m$, дзе m – каэфіцыент залажэння адкосу. Каэфіцыент залажэння адкосу ёсць дзель ад дзялення залажэння (г. зн. гарызантальнай праекцыі) адкосу на вышыню насыпу ці глыбіню выемкі. Значэнне $m = 1,0 \dots 3,0$ прымаецца па інструкцыі ІЗЛП-82 у залежнасці ад тыпу грунту выкарыстоўваемых дарожных машын, кліматычных і гідралагічных умоў.

Апрача адкосаў, насып землянога палатна і выемка маюць наступныя элементы (гл. рыс. 2.6).

Броўка землянога палатна – лінія перасячэння плоскасці адкосу з паверхняй землянога палатна.

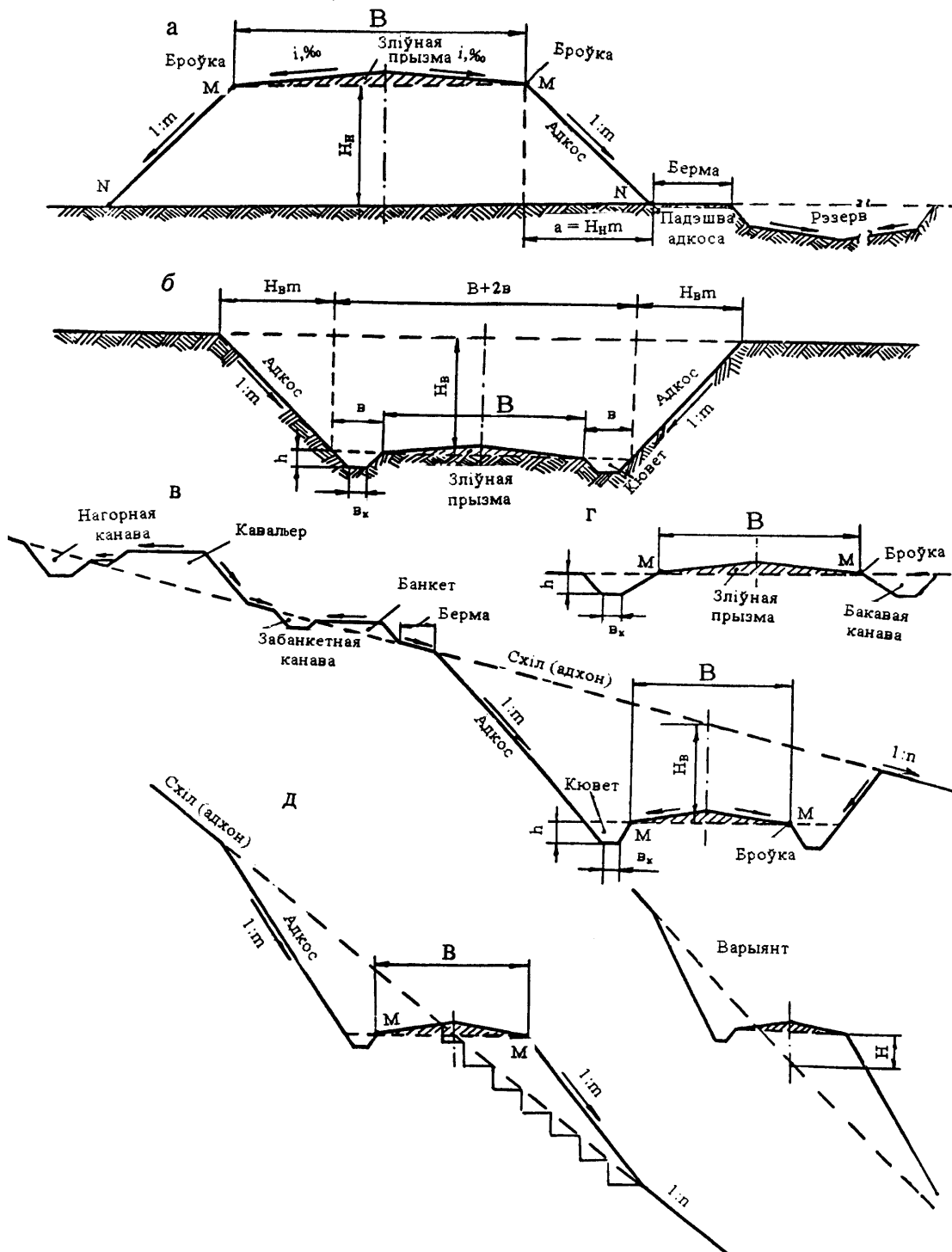
Падэшка насыпу (адкосу) – лінія перасячэння паверхні зямлі з плоскасцю адкосу.

Зліўная прызма – частка землянога палатна, размешчаная вышэй за лінію, якая злучае броўкі. Яна служыць для адводу вады, якая падае на паверхню дарогі, і можа мець форму трапецыі (на чыгунках), трохвугольную ці крывалінейную (на аўтамабільных дарогах). На снежных і ледзяных дарогах зліўная прызма адсутнічае, і паверхня землянога палатна плоская.

Рэзерв – вырабатка ўздоўж землянога палатна глыбінёй не больш за 1,5 м, грунт якога выкарыстоўваецца для ўзвядзення насыпу.

Бакавыя каналы – штучныя збудаванні, прызначаныя для падоўжнага адводу вады ад землянога палатна дарогі. Яны маюць трапецаідальнае, трохвугольнае і крывалінейнае сячэнні. У залежнасці ад па-

прячнага ўхілу мясцовасці іх закладваюць з аднаго ці двух бакоў насыпу.



Рыс. 2.6. Асноўныя папярочныя профілі землянога палатна аўтамабільных лесавозных дарог:

a – насып; *б* – выемка; *в* – выемка на схіле; *г* – нулявое месца; *д* – паўнасып-паўвыемка

Берма – паласа зямной паверхні, якая ўстройваецца паміж падэшвай насыпу і бакавой водаадводнай канавай (рэзервам), а для выемкі – паміж адкосам выемкі і падэшвай банкета.

Для аховы выемак ад вады, якая сцякае па спадзе, устройваюць: банкет, забанкетную канаву, кавальер і нагорную канаву (гл. рыс. 2.6). Яны з’яўляюцца элементамі землянога палатна выемкі. Астатнія элементы такія, як і для насыпу.

Банкет – невялікі насып паміж броўкай выемкі (калі няма бермы) і кавальерам з нагорнага боку.

Забанкетная канава ўстройваецца непасрэдна за банкетам.

Кавальер – насып з нагорнага боку, які адсыпаны з грунту, атрымліваемага пры апрацоўцы выемкі і нявыкарыстанага для адсыпкі насыпу. Яго ўстройваюць з нагорнага боку з банкетам і забанкетнай канавай. Кавальеру і банкету (паверхні) прыдаецца папярочны ўхіл у нагорны бок для адводу вады.

Для паляпшэння навакольнай мясцовасці грунт, які атрымліваецца пасля ўстройвання выемкі, можна таксама выкарыстоўваць для засыпкі равоў, паніжаных месцаў.

Нагорная канава размяшчаецца ўздоўж выемкі з нагорнага боку. Прызначэнне яе – не дапускаць да землянога палатна ваду, якая паступае з нагорнага боку.

Асноўнымі параметрамі землянога палатна дарогі з’яўляюцца шырыня і вышыня насыпу ці глыбіня выемкі (гл. рыс. 2.6).

Шырыня землянога палатна – адлегласць паміж броўкамі землянога палатна.

Вышыня насыпу (глыбіня выемкі) – адлегласць ад паверхні зямлі (чорнай адзнакі зямлі) да лініі, якая злучае броўкі землянога палатна вымераная па восі дарогі. Гэтае правіла вызначэння рабочых адзнак асабліва важнае пры разліку земляных работ на спадах.

2.6. Земляное палатно на спадах і забеспячэнне яго ўстойлівасці

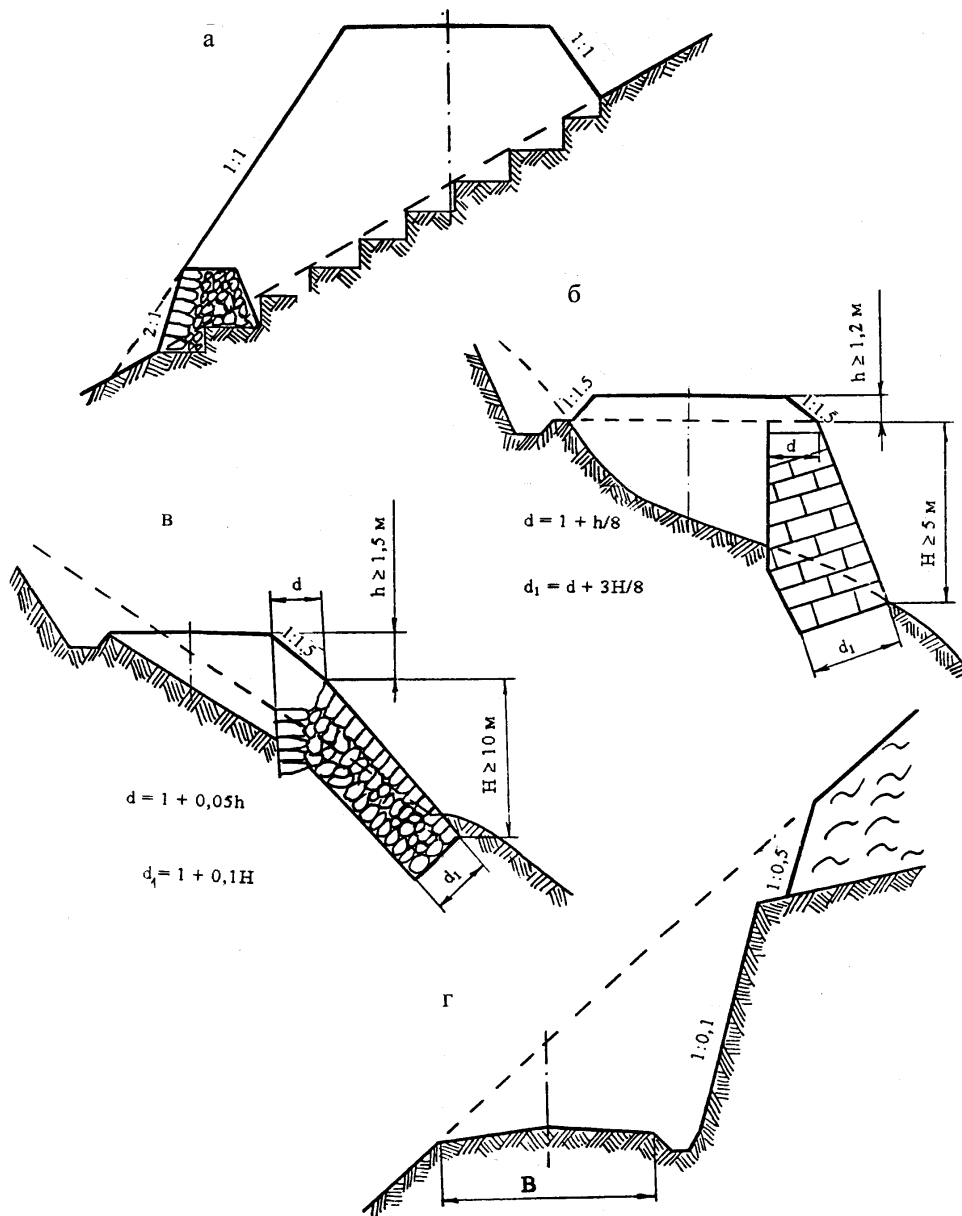
На спадзе палатно праектуюць у выглядзе паўнасыпу-паўвыемкі (рыс. 2.6, д) ці ўрэзваюць паліцу ў скале (рыс. 2.7, з), акрамя ўчасткаў перасячэння папярочных лагоў, дзе дарогу праектуюць у насыпе.

Папярочныя профілі землянога палатна на крутых спадах прыведзены на рыс. 2.7.

Асноўным пытаннем праектавання землянога палатна з’яўляецца забеспячэнне ўстойлівасці, што асабліва важна ўлічваць пры яго

ўзвядзенні.

У залежнасці ад папярочнага ўхілу мясцовасці i_n прымяняюць розныя спосабы забеспячэння ўстойлівасці землянога палатна на спадах. Так, пры $i_n=1:10$ падрыхтоўка асновы насыпу заключаецца ў зняцці расліннага слоя, карчаванні пнёў пры $H_n < 0,5$ м і зразанні іх роўна з зямлёй пры H_n ад 0,5 да 1 м. Пры i_n ад 1:10 да 1:5 таксама неабходна зняць раслінны слой, выкарчаваць пні пад насыпамі вышынёй да 1 м і разрыхліць аснову пры $H_n > 1$ м. Пры i_n ад 1:5 да 1:3 па ўсёй падэшве



Рыс. 2.7. Папярочныя профілі землянога палатна на крутых схілах:
а – насып з каменным банкетам; **б** – насып з падпорнай сценкай; **в** – паўнасып-паўвыемка з умацаваннем адкосу каменнай накідкай; **г** – выемка на паліцы

насыпу (рыс. 2.7) устроиваюць уступы шырынёй не менш за 2 м з ухіламі 10...20% у бок схілу, а на больш крутых схілах – упорныя банкеты і падпорныя сценкі (гл. рыс. 2.7).

На спадах i_n больш за 1:3, а таксама на скальных грунтах падрыхтоўка асновы насыпу выконваецца па індывідуальных праектах.

На ўстойлівых спадах земляное палатно праектуюць у выглядзе паўвыемкі ці паліцы, цалкам урэзанай у спад (гл. рыс. 2.7).

На лесавозных дарогах шырыня ўрэзкі ў спад павінна складаць ад 50...65% шырыні землянога палатна пры сярэдняй крутасці спаду 15...20° і даходзіць да 100% шырыні землянога палатна пры крутасці спаду 35° і больш. Для павышэння ўстойлівасці адкосы ўмацоўваюць сяўбой розных траў, дзернаваннем, укладваннем фашын, спецыяльных жалезабетонных пліт, каменнымі матэрыяламі і інш.

Адкосы насыпаў і конуса пад мастамі ўмацоўваюць пасля канчатковай асадкі грунту прыкладна праз год пасля ўзвядзення насыпу. Адкосы выемкі ўмацоўваюць адразу пасля іх распрацоўкі.

2.7. Вызначэнне аб'ёму дарожных земляных работ

Дарожныя земляныя работы раздзяляюць на асноўныя і дадатковыя. Да асноўных работ адносяць узвядзенне насыпу і выемкі, да дадатковых – работы па ўстройванню водаадвода, дрэнажу, пераездаў, адсыпцы конусаў каля мастоў, зняцце расліннага слоя, ўстройванне дамбаў, выпростванне рэчышчаў і інш. У раўніннай і перасечанай мясцовасці аб'ём дабавачных дарожных земляных работ у сярэднім складае 6...10% ад асноўных (ўстройванне насыпу і выемак).

Аб'ёмы земляных работ можна вызначыць рознымі спосабамі: аналітычным, графічным, па табліцах, з дапамогай ЭВМ. Аб'ём насыпу ці выемкі на кожным участку дарогі вызначаюць як здабытак плошчы папярочнага сячэння землянога палатна і яго даўжыні.

Земляное палатно (участак), заключанае паміж сумежнымі рабочымі адзнакамі H_1 і H_2 (рыс. 2.8, а), уяўляе сабой прызматойд. Адзнакі H_1 і H_2 мяняюцца па даўжыні дарогі, таму будзе мяняцца і плошча папярочнага сячэння землянога палатна дарогі.

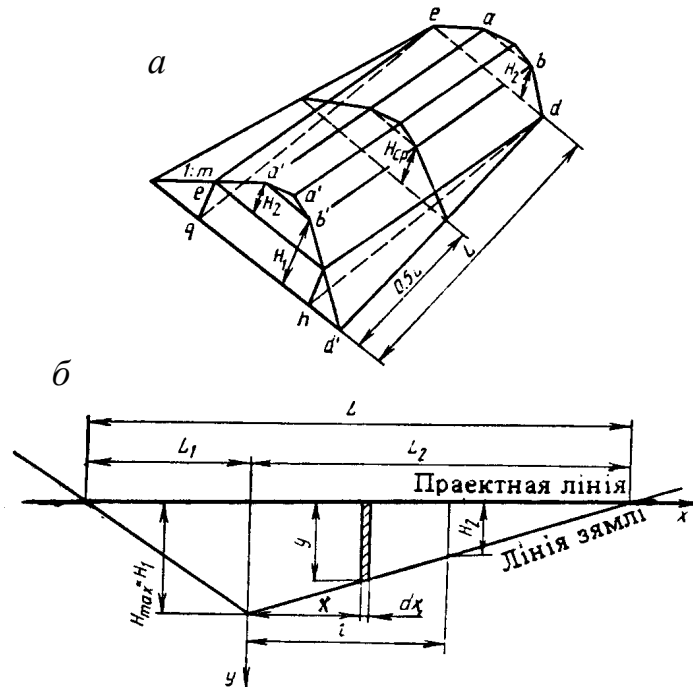
Аналітычна падлік аб'ёмаў земляных работ можа ажыццяўляцца двума спосабамі:

па сярэдняй рабочай адзнацы

$$H_{\text{ср}} = (H_1 + H_2) / 2; \quad (2.10)$$

па сярэдняй плошчы

$$\omega_{\text{сяр}} = (\omega_1 + \omega_2) / 2. \quad (2.11)$$



Рыс. 2.8. Схемы для разліку аб'ёму земляных работ:
 а – участка насыпу землянога палатна (прызматоід); б – разліковая схема

Папярочная плошча для насыпу з адзнакай H будзе роўна

$$\omega_{1,2} = a + BH + mH^2; \quad (2.12)$$

для выемкі

$$\omega_{1,2} = 2k - a + (B + 2b)H + mH^2, \quad (2.13)$$

дзе a – плошча зліўной прызмы, m^2 ($a = iB^2/4$); i – папярочны ўхіл паверхні землянога палатна (0,01...0,05); B – шырыня землянога палатна, м; b – шырыня кювета па паверхні, м; k – плошча папярочнага сячэння кювета, m^2 ; m – каэфіцыент залажэння адкосу.

Для вызначэння аб'ёмаў земляных работ выдзелім на падоўжным профілі ўчастак насыпу даўжынёй L з рабочымі адзнакамі H_1 і H_2 яго на канцах (рыс. 2.8, б).

Пераменнае значэнне рабочай адзнакі

$$y = H_1 - \frac{H_1 - H_2}{L} x. \quad (2.14)$$

Аб'ём грунту разглядаемага ўчастка насыпу

$$V = \int_0^l \omega dx = \int_0^l (a + By + my^2) dx. \quad (2.15)$$

Падставім у формулу (2.15) значэнне з формулы (2.14) і, выканаўшы інтэграванне, атрымаем

$$V = \left[a + B(H_1 + H_2)/2 + \frac{1}{3}m(H_1^2 + H_1H_2 + H_2^2) \right] l. \quad (2.16)$$

У формуле (2.16) член $(H_1+H_2)/2$ ёсць $H_{сяр}$. Падставіўшы ў формулу (2.14) замест $(H_1+H_2)/2$ значэнне $H_{сяр}$ і выканаўшы некаторыя пераўтварэнні, атрымаем вядомую *формулу Мурзо* для вызначэння аб'ёмаў насыпу па сярэдніх адзнаках:

$$V_n = \left[a + BH_{сяр} + mH_{сяр}^2 \right] L_n + \frac{m(H_1 - H_2)^2}{12} L_n. \quad (2.17)$$

Для выемкі формула мае выгляд

$$V_в = \left[(2k - a) + (B + 2b)H_{сяр} + mH_{сяр}^2 \right] L_в + \frac{m(H_1 - H_2)^2}{12} L_в, \quad (2.18)$$

дзе $L_n, L_в$ – даўжыня ўчасткаў насыпу або выемкі, м.

У формулах (2.17) і (2.18) апошні член ёсць папраўка, якая ўлічваецца пры вышыні насыпу больш за 1 м, на рознасць рабочых адзнак.

Для вызначэння аб'ёмаў земляных работ па сярэдніх плошчах формула таксама можа быць атрымана з ураўнення (2.16), калі ў ёй дадаць і адняць значэнне $\frac{m}{6}(H_1^2 - H_2^2)$ і перагрупаваць члены так, каб было магчыма зрабіць падстаноўкі: $a + BH_1 + mH_1^2 = \omega_1$ і $a + BH_2 + mH_2^2 = \omega_2$. Тады формула (2.16) прыме выгляд як для насыпу, так і для выемкі.

$$V_n = \left[(\omega_1\omega_2)/2 - m(H_1 - H_2)^2/6 \right] L_{n(в)}. \quad (2.19)$$

Выраз (2.16) называецца *формулай Вінклера*.

Для хуткага разліку аб'ёмаў земляных работ іншы раз выкарыстоўваюць графічныя спосабы. Адзін з іх прыведзены на рыс. 2.9.

У цяперашні час аб'ём земляных работ разлічваюць на ЭВМ па спецыяльна распрацаваных праграмах, у аснову якіх пакладзены формулы (2.17 і 2.18).

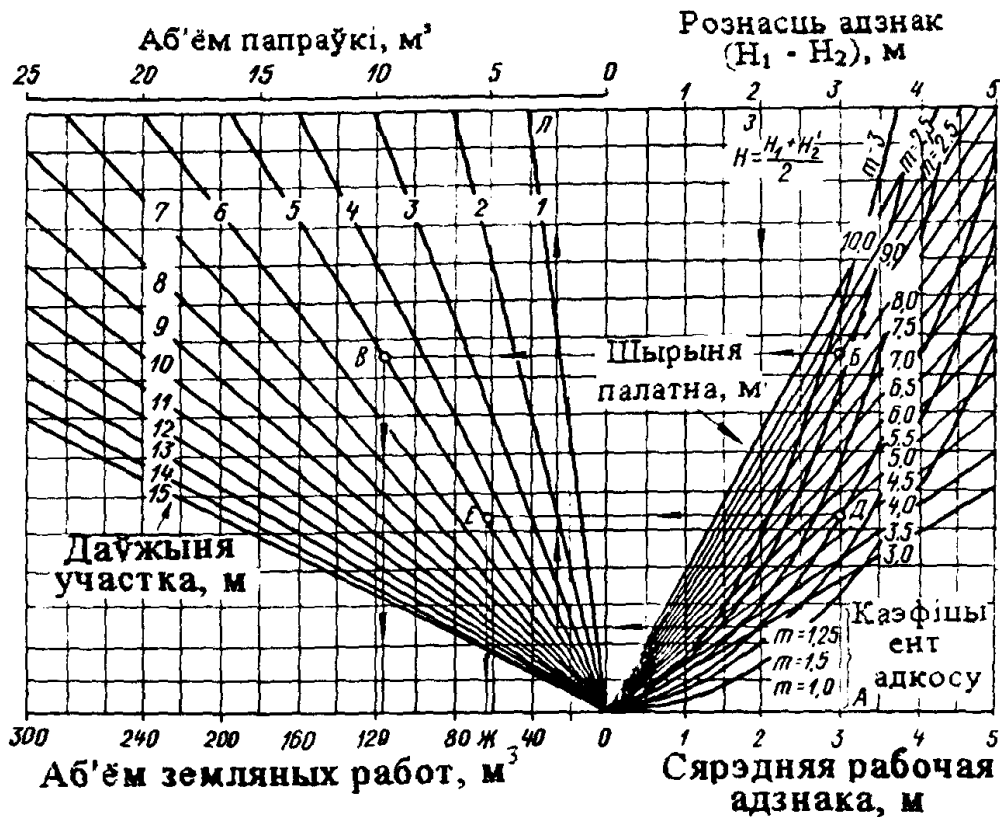
На балотах I і II тыпаў улічваюць асадку насыпу, якую вызначаюць па спецыяльных табліцах. Дадатковы аб'ём земляных работ, m^3 , на асадку насыпу на балотце можна вызначыць паводле формулы

$$V_{\sigma} = (B + 2mH_{\text{сяр}})SL_{\sigma}, \quad (2.20)$$

дзе S – асадка насыпу на балотце, прымаюць $(0,25 \dots 0,3)H_{\sigma}$, м; H_{σ} – глыбіня балота, м; L_{σ} – працягласць участка дарогі па балотце паміж прынятымі для разліку рабочымі адзнакамі, м.

Адрозніваюць профільны і вытворчы аб'ёмы земляных работ.

Профільны – сума аб'ёмаў насыпаў і выемак. *Вытворчы* – аб'ём ґрунту, вынуты з выемкі, які адсыпаюць у кавальер, у насып з рэзер-



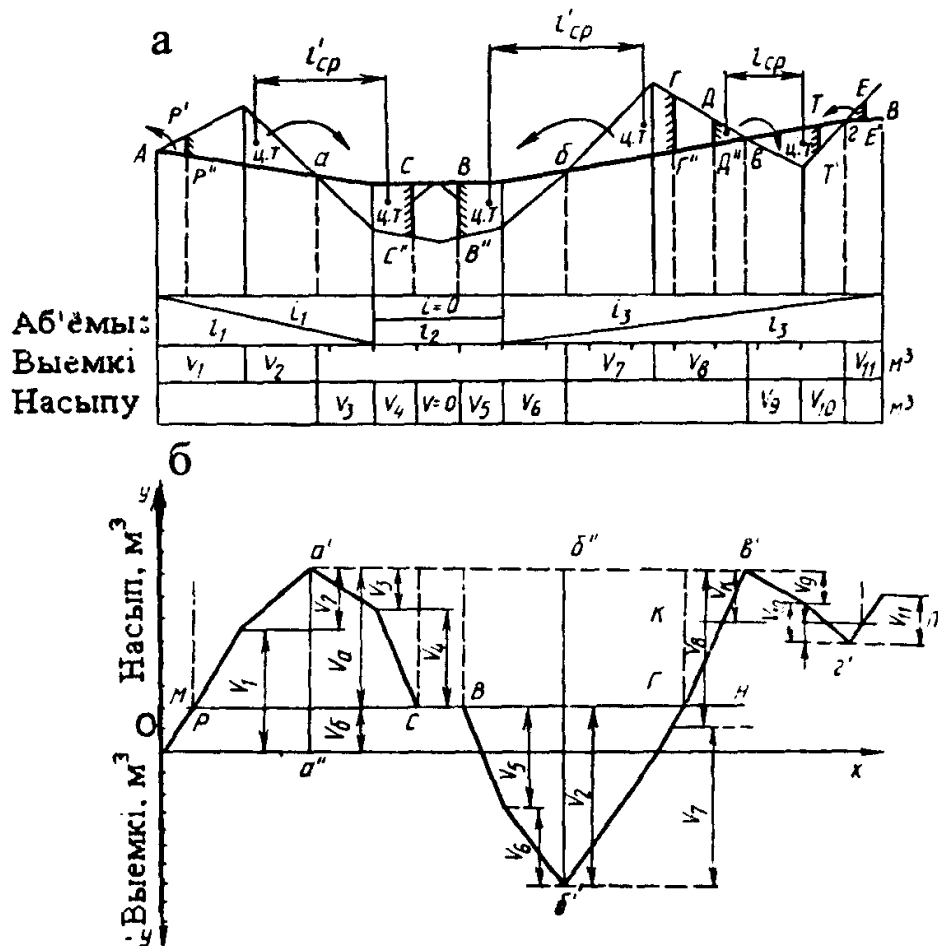
Рыс. 2.9. Графічны спосаб вызначэння аб'ёму земляных работ

ваў ці кар'ераў. Наогул ён роўны профільнаму аб'ёму за вылікам аб'ёму ґрунту, які перамешчаны з выемкі ў насып. Дадатковыя аб'ёмы земляных работ з'яўляюцца вытворчымі. Пры вызначэнні кошту

земляных работ улічваюць вытворчы аб'ём.

Пры распрацоўцы праекта, правядзенні работ, вызначэнні кошту іх выканання неабходна ведаць не толькі аб'ём земляных работ, але і адлегласць перамяшчэння грунту як у падоўжным, так і папярочным напрамку.

Для атрымання аптымальнай адлегласці перамяшчэння грунту з выемкі ў суседні насып пры перасечаным рэльефе мясцовасці (пілападобны падоўжны профіль), г. зн. на ўчастках, дзе ёсць блізка размешчаны насып і выемка, будуець крывую аб'ёму земляных работ (рыс. 2.10). Пры пабудове крывой аб'ём выемкі разглядаюць як запасы грунту для ўзвядзення насыпу, і таму яны падсумоўваюцца, аб'ёмы насыпу аднімаюцца ад аб'ёму выемкі ў сувязі з тым, што з павелічэннем аб'ёму насыпу ардынаты крывой змяншаюцца і могуць прымаць адмоўныя значэнні.



Рыс. 2.10. Крывая аб'ёмаў земляных работ:
а – падоўжны профіль; б – крывая аб'ёмаў

Кривая аб'ёму мае наступныя характэрныя асаблівасці:
усякая ардыната ўяўляе сабой аб'ём грунту ў прынятым маштабе;
рознасць дзвюх ардынат, што абмяжоўваюць які-небудзь участак,
ёсць аб'ём земляных работ на дадзеным участку;

узыходныя веткі крывой $O\dots a'$; $b'\dots B'$ адносяцца да ўчасткаў дарог, на якіх размяшчаюцца выемкі, а сыходныя – $a'\dots b'$, $b'\dots \Gamma'$ – да насыпу;

найвышэйшыя пункты крывой a' і b' супадаюць з месцамі пераходу выемкі ў насып, а найніжэйшыя b' і Γ' – з насыпу ў выемку;

гарызантальная лінія, праведзеная на крывой аб'ёмаў, якая адсякае роўныя аб'ёмы насыпу і выемкі і называецца *размеркавальнай*.

З дапамогай крывой аб'ёмаў пры ўзвядзенні насыпу з выемкі (падоўжанае перамяшчэнне) сярэдняя адлегласць перамяшчэння грунту роўна суме адлегласці перамяшчэння грунту з выемкі ў насып. Значэнні L_n і L_v вызначаюць паводле формул:

$$L_n = \frac{F_n}{Q_{n \max}} ; L_v = \frac{F_v}{Q_{v \max}} ,$$

дзе F_n і F_v – плошчы замкнутых многавугольнікаў, утвораных крывой аб'ёмаў з нулявой восьсю, m^4 ; $Q_{n \max}$, $Q_{v \max}$ – адпаведныя ім найбольшыя аб'ёмы насыпу і выемкі, m^3 .

Самае выгаднае становішча крывой (пры хвалепадобнай яе форме), якое адпавядае мінімуму транспартнай работы, будзе ў тым выпадку, калі сума хордаў, якія сцягваюць ўчасткі крывой, роўна суме даўжынь хордаў, якія сцягваюць увагнутыя ўчасткі крывой.

2.8. Водна-цеплавы рэжым землянога палатна лесавознай дарогі і спосабы яго рэгулявання.

Водна-цеплавым рэжымам землянога палатна называюць заканамерныя змяненні з часам вільготнасці і тэмпературы ў розных пунктах землянога палатна.

Даследаванні паказваюць, што паміж змяненнямі вільготнасці і тэмпературы грунту землянога палатна існуе цесная сувязь. Гэтыя змяненні адбываюцца з часам і падпарадкоўваюцца пэўнай заканамернасці, якая паўтараецца з года ў год.

Важнейшымі кліматычнымі фактарамі, якія ўплываюць на водна-цеплавы рэжым, з'яўляюцца атмасферныя ападкаі, выпарэнне, ваганне тэмпературы паветра і грунту, скорасць і напрамак ветру, працягласць марознага перыяду, глыбіня прамярзання грунту і г. д.

Разнастайнасць кліматычных і гідралагічных умоў на тэрыторыі Беларусі не дазваляе праектаваць дарожныя канструкцыі па адзіных правілах. Таму тэрыторыя Беларусі раздзелена на тры дарожна-кліматычныя раёны [...Дапаможнік 3.03.01-96 да БНіП 2.05.02-85] (рыс. 2.11). Характарыстыка прыродна-кліматычных і грунтава-гідралагічных умоў раёнаў прыведзена ў табл. 2.2.

Неспрыяльныя прыродна-кліматычныя ўмовы Беларусі садзейнічаюць накапленню лішняй вільгаці ў земляным палатне пры яго прамярзанні. Найбольшая вільготнасць землянога палатна назіраецца ў разліковы год, які паўтараецца праз кожныя 14 гадоў.

Прыметамі разліковага года для Беларусі з'яўляюцца:

– колькасць ападкаў, якія выпалі ў месяц, што папярэднічае пачатку

Табліца 2.2

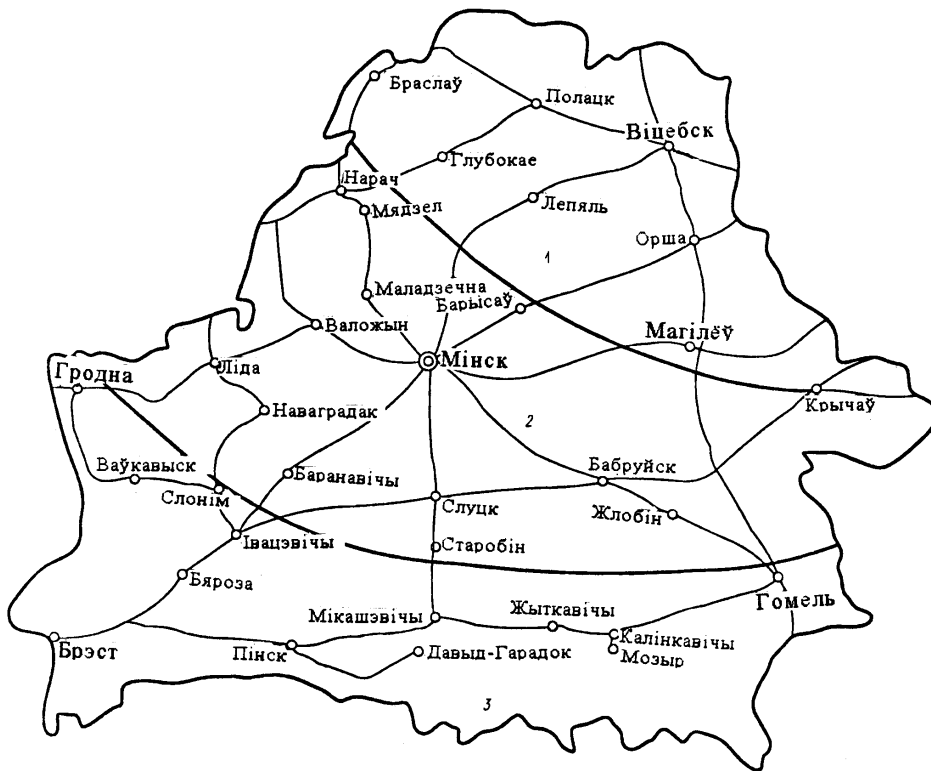
Характарыстыка дарожна-кліматычных раёнаў

Дарожна-кліматычны раён	Прыблізныя геаграфічныя межы	Кароткая характарыстыка дарожна-кліматычнага раёна
1. Паўночны, вільготны	На поўнач ад лініі Паставы–Барысаў–Крычаў	Распаўсюджваецца ў межах Валдайскага аб'едзянення, характарызуецца ўзгорыста - марэнным рэльефам, адносна халаднаватым кліматам з сумай градуса-дзён марозу 614...808, сярэдняя гадавая тэмпература паветра 4,4...5,3°C з гадавой колькасцю ападкаў 750...860 мм і магчымасцю выпарэння, якое перавышае 600 мм у год.
2. Цэнтральны	Ад лініі першага ледзянення, займае Беларускую граду і да лініі Шчучын–Старобін–Гомель	Распаўсюджваецца у межах Маскоўскага аб'едзянення, займае Беларускую граду і раёна на поўдзень прылеглае да яе ўзвышанае плато, раўнінны клімат мяккі, з сумай градуса-дзён марозу 387...740, $t_{сяр} = 5,3...6,5^{\circ}\text{C}$ гадавая, ападкаў 650...750 мм у год.
3. Паўднёвы, няўстойліва вільготны	Ад мяжы другога раёна на поўдзень	Распаўсюджваецца ў межах Дняпроўскага аб'едзянення, займае Палескую нізіну, характарызуецца раўнінным, значна паніжаным забалочаным рэльефам, клімат цёплы з сумай градуса-дзён марозу 319...646, $t_{сяр} = 6,5...7,4^{\circ}\text{C}$ гадавая, колькасць ападкаў 600...650 мм у год.

прамярзання грунту – устойліваму пераходу сярэдняй сутачнай тэмпературы паветра праз мінус 5°C, не менш за 50...80 мм;

– сума градуса-дзён марозу ў пачатковы перыяд прамярзання грунту да надыходу працяглых адліг 80...270;

- сума градуса-дзён цяпла за час працяглых адліг не менш за 20;
- сума градуса-дзён марозу ў паўторны перыяд прамярзання, пасля адлігі дастатковая, каб грунт прамёрз;
- сума градуса-дзён цяпла ў перыяд адлігі (за месяц пасля пераходу сярэдняй сутачнай тэмпературы паветра вясной праз 0°C) не менш за 130.



Рыс. 2.11. Раздзяленне тэрыторыі Беларусі на дарожна-кліматычныя раёны:
1 – паўночны, вільготны; 2 – цэнтральны; 3 – паўднёвы, няўстойліва вільготны

Унутры кожнай зоны адрозніваюць тры тыпы мясцовасці ў залежнасці ад увільгатнення:

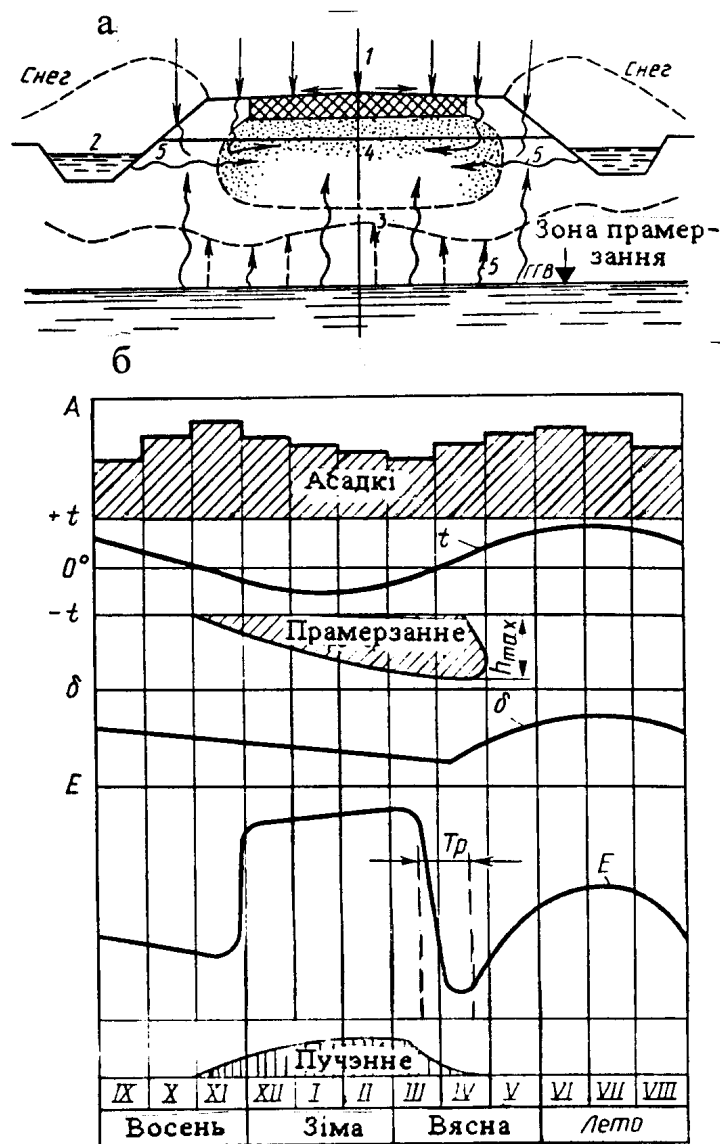
I тып – сухія месцы, на якіх паверхневы сцёк вады забяспечаны і грунтавая вада не робіць істотнага ўплыву;

II тып – сухія месцы, дзе назіраецца лішак вільгаці ў асобныя перыяды года; паверхневы сцёк вады не забяспечаны, але грунтавая вада не робіць уплыву на вільготнасць грунту; глебы з прыметамі паверхневага забалочвання; вясной і восенню з’яўляецца застоі вады на паверхні;

III тып – мокрыя месцы; пастаяннае залішняе ўвільгатненне; вада стаіць на паверхні больш за 30 сут; глебы тарфяныя з прыметамі забалочвання. Грунтавая вада не робіць уплыву на ўвільгатненне

грунтоў землянога палатна, калі яны восенню залягаюць ніжэй за паверхню зямлі на 2 м і больш у гліністых, сугліністых, цяжкіх і пылаватых грунтах; на 1,5 м і больш у суглінках лёгкіх і лёгкіх пылаватых, супесках цяжкіх і пылаватых; на 1 м і больш – у супесках лёгкіх, пясках.

У розныя перыяды года колькасць вільгаці ў грунце не з'яўляецца пастаяннай, а змяняецца за пэўны прамежак часу згодна з ураўненнем воднага балансу (рыс. 2.12, а).



Рыс. 2.12. Водна-цеплавы рэжым землянога палатна:

а – крыніцы ўвільгатнення: 1 – атмасферныя ападка; 2 – сцёк вады з паверхні; 3 – капілярная вада; 4 – зона назапашвання вільгаці ў выніку міграцыі; 5 – плёначная і парападобная вада; б – характэрныя змяненні водна-цеплавога рэжыму землянога палатна на працягу года: А – ападка; t – тэмпература; б – шчыльнасць грунту; E – модуль пругкасці; Т – перыяд бездарожжа

$$W = A + B + B + \Gamma - (D + E + Ж), \quad (2.21)$$

дзе A – атмасферныя ападкі, мм; B – капілярная вада, мм; B – плёначная вада, якая паступае ад грунтовай вады, мм; Γ – прыток вады з павышаных участкаў рэльефу мясцовасці, мм; $D, E, Ж$ – расход вады, мм (D – сцёк вады па адкосе і водаадводных збудаваннях, мм; E – выпарэнне вільгаці з паверхні грунту, мм; $Ж$ – прасочванне вады ў больш глыбокія слаі грунту, мм).

У гадавым цыкле змянення вільготнасці грунту ў Беларусі можна выдзеліць пяць характэрных перыядаў назаплення і размеркавання вільготнасці: I – першапачатковае назапленне – восенню ў выніку прасочвання дажджавых ападкаў; II – прамярзанне грунтоў і зімовае перамеркаванне вільготнасці; III – вымярзанне вады з пясконага падсілаючага слоя і ўстанаўленне раўнавагі ў працэсе змянення вільготнасці ў верхняй частцы землянога палатна. У гэты перыяд глыбіня прамярзання і велічыня марознага ўспучвання дасягаюць максімуму; IV – адтаванне грунтоў і веснавое пераўвільгатненне грунту; V – летняе прасыханне грунту (рыс. 2.12, б).

Зіменная міграцыя вільгаці адбываецца інтэнсіўна ў пачатковы перыяд прамярзання грунту пры тэмпературы ад 0 до -3°C і залежыць ад устойлівасці дадзенай тэмпературы і колькасці пылаватых часцінак у грунце.

Заканамернасць змянення вільготнасці назіраецца толькі ў верхняй частцы землянога палатна да глыбіні (лічачы ад паверхні праезнай часткі) $(2,5 \dots 3,0)D$, дзе D – дыяметр круга, роўнавялікі адбітку следу кола (м). На глыбіні 1,2...1,5 м вільготнасць амаль пастаянная (некалькі павышаецца ў IV перыядзе).

Для забеспячэння ўстойлівага водна-цеплавога рэжыму грунту землянога палатна на працягу года прымяняюць наступныя інжынерныя мерапрыемствы па яго рэгуляванню: праектаванне аўтамабільных лесавозных дарог у комплексе з лесамеліярацыйнай сеткай; забеспячэнне належнага водаадвода; узвышэнне броўкі землянога палатна над узроўнем грунтовай вады; ушчыльненне і пераўшчыльненне грунту землянога палатна ў адпаведнасці з патрабаваннямі нормаў; устраванне капілярна-перарывістых і цеплаізаляцыйных слаёў; будаўніцтва дрэнажных канструкцый; замена успучанага грунту грунтам, які дрэнажуецца, і інш.

2.9. Праектаванне водапрапускных і водаадводных збудаванняў

Водапрапускныя збудаванні і разлік сцёку. Сярод водапрапускных збудаванняў на лесавозных дарогах найбольшае распаўсюджванне атрымалі масты і трубы.

Для вызначэння асноўных размераў водапрапускнога збудавання неабходна ведаць размеры вадазборнай плошчы і разліковы расход вады, якая паступае да збудавання ў адзінку часу.

Тэрыторыя, з якой паверхневыя воды сцякаюць да дадзенага збудавання, называецца *вадазборнай* ці *басейнам вадацёку*. Мяжа басейнаў праходзіць па найвышэйшых пунктах мясцовасці, якія называюцца *водападзельнымі лініямі* ці *водападзеламі*. Лінія, якая злучае паніжаныя пункты басейна, называецца *логам* ці *тальвегам*.

Папярочным сячэннем русла называюць сячэнне русла вертыкальнай плоскасцю, перпендыкулярнай да напрамку цячэння. *Жывое сячэнне* – папярочнае сячэнне, абмежаванае гарызонтам вады.

Разліковым гарызонтам высокай вады называюць гарызонт, па якому выконваецца разлік збудавання. *Рабочай плошчай* называюць плошчу жывога сячэння ў збудаванні.

Колькасць вады, якая сцякае да штучнага збудавання ў адзінку часу праз жывое сячэнне, называецца *расходам* $Q(\text{м}^3/\text{с})$ ці *сцёкам*, а колькасць вады, якая працякае за перыяд выпадання дажджу праз жывое сячэнне, – *аб'ёмам сцёку* $W(\text{м}^3)$. Сцёк вады падраздзяляюць на паверхневы і падземны, ці грунтавы.

Паверхневы сцёк залежыць ад кліматычных умоў, плошчы вадазборнага басейна, ухілу логу і схілаў, наяўнасці расліннасці, убіральнасці глебы і інш.

Масты ў залежнасці ад даўжыні і вадазборнай плошчы падраздзяляюцца на малыя (даўжынёй да 25 м уключна і вадазборнай плошчай да 25 км²); сярэднія (ад 25 да 100 м даўжынёй і ад 25 да 100 км² вадазборнай плошчай) і вялікія (даўжынёй і вадазборнай плошчай больш за 100 м і 100 км²). Для другіх штучных збудаванняў такога дзялення не ўстаноўлена.

Мост характарызуецца даўжынёй, велічынёй адтуліны і вышынёй. *Даўжынёй моста* называюць адлегласць паміж знешнімі (заднімі) гранямі апор. *Адтуліна моста* – гэта сумарная даўжыня на святле паміж усімі апорамі на ўзроўні разліковага гарызонту вадацёку, а *вышыня моста* – узвышэнне дарогі над абрэзам фундамента апор.

Для малых вадацёкаў з расходам да 10 м³/с і перыядычных (пры выпаданні дажджоў, таянні снегу і г. д.) замест мастоў будууюць

дарожныя трубы. Трубы бываюць жалезабетонныя, бетонныя, каменныя, металічныя, драўляныя. Найбольшае распаўсюджванне атрымалі жалезабетонныя круглыя трубы з адтулінамі 0,5; 0,75; 1; 1,25; 1,5; 2 м. Дыяметр адтулін і вышыня ў святле труб павінны быць, як правіла, не менш за 1 м, пры дажыні трубы да 15 м – не менш за 0,75, а на з’ездах і перасячэннях – не менш за 0,5 м. У сціслых умовах для пропуску вады па кюветах дапускаецца пабудова круглых труб.

Вызначэнне разліковага расходу вады. Для малога водапрапускнога збудавання (моста) на карце з гарызанталямі вызначаюць плошчу водазбора (басейна), межамі якога з’яўляюцца водапаздзельныя лініі і дарога, даўжыню і ўхіл басейна, ухіл логу ў збудавання і інш.

Максімальны расход вады ў збудаванні можа ўзнікнуць летам у час інтэнсіўных ліўняў, такі расход называюць *ліўневым* Q_l , або вясной у выніку снегараставання, гэты расход называюць – *расходам талай вады* Q_m .

Велічыні Q_l і Q_m вызначаюць па эмпірычных формулах, параўноўваюць паміж сабой і найбольшую прымаюць у якасці разліковай.

На лесавозных дарогах водапрапускныя збудаванні праектуюць з імавернасцю перавышэння (ІП) разліковага расходу для капітальных малых і сярэдніх 2%, г. зн. 1 раз у 50 гадоў, вялікіх 1%, для труб 2%; для малых мастоў з драўніны 3% (1 раз у 33 гады), сярэдніх і вялікіх 2%, а пры праектаванні нагорных канаў 5% на магістралі і 10% на ветках і іншых дарогах.

Ліўневы расход вызначаюць паводле формулы МТУ (МАДІ)

$$Q_l = 16,7 a_p F \alpha \varphi, \quad (2.22)$$

дзе $a_p = a_r k_m$ – разліковая інтэнсіўнасць ліўню пры прынятай ІП (імавернасці перавышэння), мм/мін; a_r – інтэнсіўнасць ліўню на працягу гадзіны, мм/мін (прымаць па табл. 2.3 і ліўневага раёна). Нумар раёна вызначаюць па карце-схеме; k_m – каэфіцыент пераходу ад інтэнсіўнасці гадзіннага ліўню да яго разліковай інтэнсіўнасці па табл. 2.4; F – вадазборная плошча, км²; α – каэфіцыент сцёку які залежыць ад віду грунту (табл. 2.5); φ – каэфіцыент рэдукцыі, які ўлічвае ўзрастанне няпоўнасці сцёку з павелічэннем плошчы: $\varphi = 1/\sqrt[4]{10F}$ пры $F < 100$ км²; $\varphi = 1$ пры $F < 0,1$ км²; 16,7 – каэфіцыент, які ўлічвае размернасць розных значэнняў ($1 \cdot 10^6 / 60 \cdot 10^3$).

Малыя масты звычайна разлічваюць на пропуск, толькі часткі ліўневага сцёку, значэнне α прымаюць па табл. 2.5. Калі з’яўляецца магчымасць поўнага сцёку (пры $k_m = 5,24$, табл. 2.4), прымаюць $\alpha = 1$.

Формулу для вызначэння расходу пры поўным сцёку можна

Табліца 2.3

Значэнне інтэнсіўнасці ліўню на працягу гадзіны

Ліўневы раён	Інтэнсіўнасць ліўню a_r , мм/мін, пры імавернасці перавышэння, %					
	10	5	4	3	2	1
5	0,46	0,62	0,69	0,75	0,82	0,97
6	0,49	0,65	0,73	0,81	0,80	1,01
8	0,79	0,98	1,07	1,15	1,24	1,1

Заўвага. Для Беларусі вышэй за лінію Бяроза – Старобін – Жлобін раён нумар 5, ніжэй – 6 і для раёна паміж лініяй Ваўкавыск – Пінск і мяжой рэспублікі – 8.

Табліца 2.4

Значэнне каэфіцыента k_m

Даўжыня басейна, км	Значэнне k_m пры ўхале басейна							
	0,0001	0,001	0,01	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7
0,15	4,21							
0,30	2,57	3,86						
0,50	1,84	2,76	3,93					
0,75	1,41	2,08	2,97	4,50	5,05			
1,0	1,16	1,71	2,53	3,74	4,18	4,50	4,90	5,18
1,5	0,88	1,30	1,93	2,82	3,15	3,40	3,70	3,90
2	0,73	1,07	1,59	2,35	2,64	2,85	3,09	3,27
3	0,56	0,82	1,21	1,79	1,79	2,00	2,34	2,49
4	0,46	0,68	1,00	1,48	1,48	1,65	1,94	2,11
5	0,40	0,58	0,86	1,27	1,27	1,42	1,67	1,82
6	0,35	0,52	0,76	1,13	1,13	1,26	1,48	1,61
7	0,32	0,47	0,69	1,02	1,02	1,14	1,33	1,45
8	0,29	0,43	0,63	0,93	1,04	1,12	1,22	1,33
9	0,27	0,39	0,58	0,86	0,96	1,07	1,13	1,23
10	0,25	0,37	0,54	0,80	0,90	0,97	1,05	1,14
12	0,22	0,32	0,48	0,71	0,79	0,86	0,93	0,98
14	0,20	0,29	0,43	0,64	0,72	0,79	0,84	0,91
20	0,16	0,23	0,34	0,50	0,56	0,61	0,66	0,72

Заўвага. Даўжыня басейна l_b вызначаецца па карце з гарызанталямі, а скорасць дабягання $V_{даб}$ паводле формулы Л.Л. Сакалоўскага $V_{даб} = 3,5i_b^{1/4}$ м/с, або $V_{даб} = 0,2i_b^{1/4}$ км/мін, дзе i_b – ухал басейна.

атрымаць з формулы (2.22), у якой прымаюць $a_p = 5,24a_r$, $\alpha=1$ і $\varphi=1$.

$$Q_{n.c} = 87,5a_r F. \quad (2.23)$$

Разлік на поўны ліўневы сцёк паводле формулы (2.23) выконваецца толькі пры вельмі кароткіх басейнах з невялікімі плошчамі.

Аб'ём ліўневага сцёку (m^3) – здабытак слоя сцёку h_n і плошчы

басейна F , які вызначаецца паводле формулы

$$W = 60000a_r \frac{F}{\sqrt{k_m}} \alpha \varphi. \quad (2.24)$$

Табліца 2.5

Значэнне каэфіцыента сцёку α

Тып і характар паверхні	Каэфіцыент α пры F , км ²		
	0...1	1...10	10...100
Скала без трэшчын, асфальт, бетон	1	1	1
Гліна	0,7...0,95	0,6...0,95	0,65...0,90
Суглінак, падзолістыя і балотныя глебы	0,60...0,90	0,55...0,80	0,50...0,75
Каштанавыя і карбанатныя глебы	0,55...0,75	0,45...0,70	0,35...0,65
Супесак	0,30...0,55	0,20...0,50	0,20...0,45
Пясчаныя, гравелістыя	0,20	0,15	0,10

Заўвага. Большыя значэнні адпавядаюць ападкам больш за 200 мм, а меншыя – менш за 80 мм.

Разлік расходу талых вод рэкамендуецца вызначаць паводле формулы Дзяржаўнага гідралагічнага інстытута (ДГІ)

$$Q_{n.c} = \frac{k_0 h_p F}{(F + 1)^n} \delta_1 \delta_2, \quad (2.25)$$

дзе k_0 – каэфіцыент дружнасці паводкі, для Беларусі ён роўны 0,02; h_p – разліковы слой сумарнага сцёку, мм; n – паказчык ступені, роўны 0,17; δ_1 і δ_2 – каэфіцыенты, што ўлічваюць паніжэнне расходу ў басейнах, на тэрыторыі якіх ёсць азёры (каэфіцыент $\delta_1 = 0,9$ пры азёрнасці 2...5%; $\delta_1 = 0,8$ пры азёрнасці 5...10% ; $\delta_1 = 0,75$ пры азёрнасці 10...15% і $\delta_1 = 0,7$ пры азёрнасці больш за 15%); δ_2 – каэфіцыент, які ўлічвае плошчу лясоў F_l і плошчу балот F_b , прымаецца ў залежнасці ад каэфіцыента β .

Каэфіцыент β	1	2	3	4	5	6	7	8
Каэфіцыент δ_2	1	0,75	0,62	0,52	0,44	0,38	0,32	0,27

Каэфіцыент β вызначаюць паводле формулы

$$\beta = 5 \frac{F_l}{F} + 10 \frac{F_b}{F} + 1. \quad (2.26)$$

Для малых вадазбораў (басейнаў) каэфіцыенты δ_1 і δ_2 прымаюць

роўнымі 1.

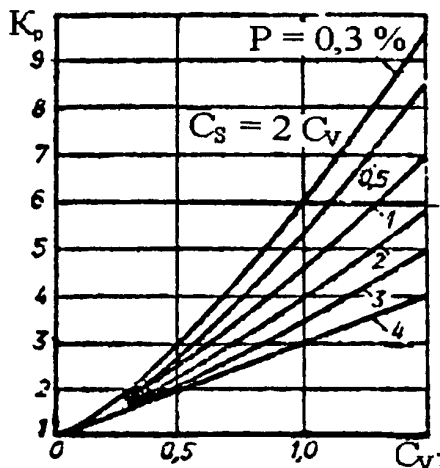
Разлік слоя сцёку выконваецца па трох паказчыках: сярэдняму шматгадоваму слою h ; каэфіцыентах варыяцыі C_v і асіметрыі C_s . Значэнні $h_{сяр}$ і C_v вызначаюць па спецыяльных картах. Каэфіцыент асіметрыі для раўнінных раёнаў $C_s = 2C_v$. Для басейнаў $F < 200$ км² значэнне каэфіцыента варыяцыі, узятае па карце, павялічваюць на 1,25 пры $F = 0 \dots 50$ км²; 1,2 пры $F = 51 \dots 100$; 1,15 пры $F = 101 \dots 150$; 1,05 пры $F = 151 \dots 200$ км².

Разліковы слой сцёку вызначаюць паводле формулы

$$h_p = k_m h_{сяр} \quad (2.27)$$

дзе k_m – модульны каэфіцыент, які вызначаюць у залежнасці ад прынятай імавернасці і перавышэння (П) (паказаны на крывых рыс. 2.13).

Для басейна менш за 100 км² велічыню $h_{сяр}$ прымаюць з каэфіцыентам 1,1 пры ўзгорыстым рэльефе і 0,9 пры раўнінным.



Вызначэнне разліковага расходу з улікам акумуляцыі сцёку. Калі велічыню адтуліны малога моста, якая неабходная для пропуску разліковага расходу, паменшыць, тады праз яе праходзіць

Рыс. 2.13. Графік крывых модульных каэфіцыентаў слаёў сцёку пры $C_s = 2C_v$

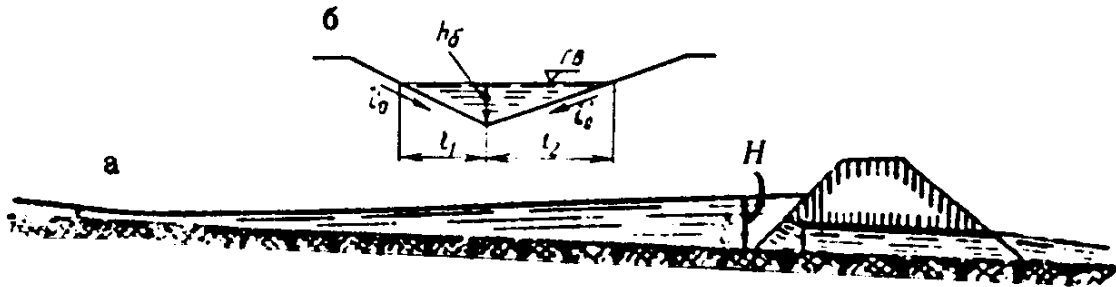
толькі частка расходу Q_c , якая называецца *скідным расходам*. Астатняя частка сцёку будзе накоплівацца перад мостам (г. зн. акумулявацца), утвараючы сажалку глыбінёй H (рыс. 2.14, а).

Гэтая вада пройдзе праз адтуліну збудавання у напрыканцы ліўню, калі ападкі паменшацца або спыняцца. Такое інжынернае рашэнне дазваляе значна паменшыць кошт збудавання. Акумуляцыя сцёку прадугледжваецца пры перасячэнні дарогай адносна палогіх лагоў з малымі падоўжнымі ўхіламі, пры ўмове, калі сажалка, якая ўтварылася перад збудаваннем, не выклікае затапленне дарогі, пабудоў і інш.

Велічыню скіднога расходу вызначаюць паводле формулы, м³/с.

$$Q_c = Q_l \left(1 - \frac{W_{саж}}{0,7W} \right), \quad (2.28)$$

дзе $W_{саж} = \frac{m_1 + m_2}{6i_l} H^3$ – аб’ём сажалкі перад збудаваннем, м³; W – аб’ём поўнага сцёку з басейна, м³ (гл. формулу 2.24); i_l – ухіл логу; m_1 і m_2 – залажэнні адхонаў логу (рыс. 2.14, б); H – глыбіня вады перад збудаваннем, м.



Рыс. 2.14. Схемы:
а – сажалкі перад збудаваннем; б – папярочнага сячэння логу

Глыбінёй вады H задаюцца зыходзячы з магчымага затаплення ці вызначаюць яе па скорасці цячэння вады V_0 у залежнасці ад практуемага тыпу ўмацавання русла $H = 1,43V_0^2/g$.

Акумуляцыю сцёку не ўлічваюць, калі ўхіл логу больш за 5‰, русла вадацёку вузкае, схілы крутыя, трубы дыяметрам 0,75 м, а масты даўжынёй больш за 25 м.

Атрыманыя разліковыя значэнні расходу пры сцёку талай і ліўневай вады параўноўваюць, і для разліку водапрапускных збудаванняў выбіраюць найбольшае з іх. Але ў шэрагу выпадкаў можа выявіцца, што найбольшы прыток талай вады менш за прыток ліўневай $Q_m < Q_l$. Больш небяспечным і таму разліковым можа быць сцёк талай вады, калі $Q_m > Q_c < Q_l$. Значыць, максімальны расход талай вады трэба параўноўваць не з поўным расходам ліўневай вады, а са скідным расходам Q_c .

Калі значэнні H і Q_c невядомыя, то разлік вядуць метадам паслядоўнага прыбліжэння. У цяперашні час, каб пазбегнуць шматлікіх паслядоўных разлікаў, велічыню скіднога расходу можна вызначыць паводле формулы А.А. Кургановіча:

$$Q_c = \lambda_p Q_l, \quad (2.29)$$

дзе λ_p – каэфіцыент трансфармацыі, які залежыць ад адносін W_{np}/W .

Меншыя значэнні прымаюць пры $F < 10$ км². Калі атрымаецца, што велічыня Q_c меншая за расход талай вады, то ў якасці разліковага

прымаюць расход талай вады Q_m , а калі большая – Q_c .

$W_{сажэ}/W$	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
λ_p	0,97	0,90	0,82	0,73	0,62	0,53	0,49	0,45

$W_{сажэ}/W$	0,45	0,50	0,55	0,60	0,70
λ_p	0,35...0,4	0,3...0,35	0,26...0,32	0,23...0,26	0,23...0,27

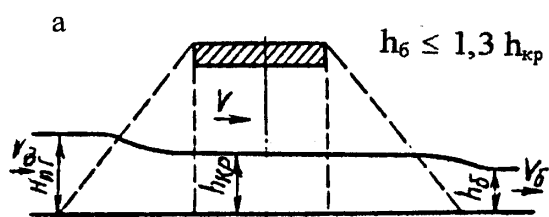
Пры ўліку акумуляцыі разлік вядуць наступным чынам: у залежнасці ад рэльефу мясцовасці задаюць гранічную вышыню падпорау перад збудаваннем, вылічваюць аб'ём сажалкі $W_{сажэ}$ і, ведаючы аб'ём ліўневага сцёку W , з адносін $W_{сажэ}/W$ вызначаюць λ_p , паводле формулы (2.29) вызначаюць Q_c .

2.10. Разлік параметраў малых мастоў

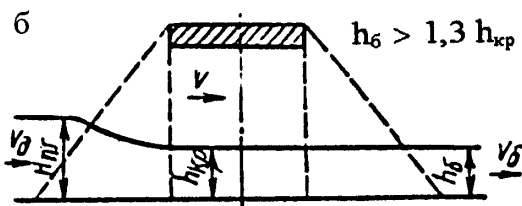
Вызначэнне адтуліны малога моста. Адтулінай малога штучнага збудавання называюць сярэдняю шырыню па сячэнню патоку вады ў дадзеным збудаванні за вылікам сумарнай шырыні ўсіх прамежкавых апор.

Для разліку адтуліны моста выкарыстоўваюць формулы гідраўлікі, якія адносяцца да вадазліваў з шырокім парогам, для дзвюх разліковых схем – пры свабодным выцяканні і з затопленым вадазлівам (рыс. 2.15).

У час ліўню або веснавога таяння снегу вада ў логу (у месцы, дзе будзе збудаваны мост) ідзе патокам, у так званых бытавых умовах.



Пасля збудавання моста ці трубы бытавыя ўмовы праходжання патоку мяняюцца ў сувязі з тым, што адтуліна моста ці трубы меншая за шырыню патоку



Рыс. 2.15. Працяканне вады праз малыя штучныя збудаванні:
а – па схеме свабоднага выцякання (незатоплены вадазліў); б – па схеме затопленага вадазліва

вады ў бытавых умовах. Перад збудаваннем вада займае большую шырыню, чым у бытавых умовах да збудавання моста або трубы.

Для выбару разліковай схемы неабходна спачатку вызначыць бытавую глыбіню патоку h_6 , г. зн. глыбіню, што адпавядае натуральным умовам працякання вады ў рэчышчы вадацеку пры зададзенай забяспечаннасці, якую параўноўваюць з крытычнай глыбінёй ($h_{кр}$).

Бытавая глыбіня h_6 вызначаецца метадам падбору і пабудовы крывой расходу. Для гэтага на папярочны профіль рэчышча ў створы збудавання (рыс. 2.16, а) наносяць не менш за тры адвольна ўзятыя ўзроўні вады h_1 , h_2 , h_3 і вызначаюць адпаведныя ім гідраўлічныя характарыстыкі і расходы:

а) плошчу жывога сячэння, m^2 для трохвугольнага сячэння

$$\omega = \frac{1}{2} h^2 (m_1 + m_2); \quad (2.30)$$

для трапецаідальнага сячэння

$$\omega = bh + mh^2, \quad (2.31)$$

дзе h – глыбіня патоку, м; b – шырыня патоку, м; m , m_1 , m_2 – залажэнне адкосаў (гл. рыс. 2.16, а);

б) перыметр змочанай паверхні жывога сячэння, м, пры трохвугольнай форме

$$p = h(\sqrt{1 + m_1^2} + \sqrt{1 + m_2^2}). \quad (2.32)$$

Калі $m_1 = m_2 = m$, то $p = 2h\sqrt{1 + m^2}$;

пры трапецаідальнай форме

$$p = b + 2h\sqrt{1 + m^2}; \quad (2.33)$$

в) гідраўлічны радыус, м,

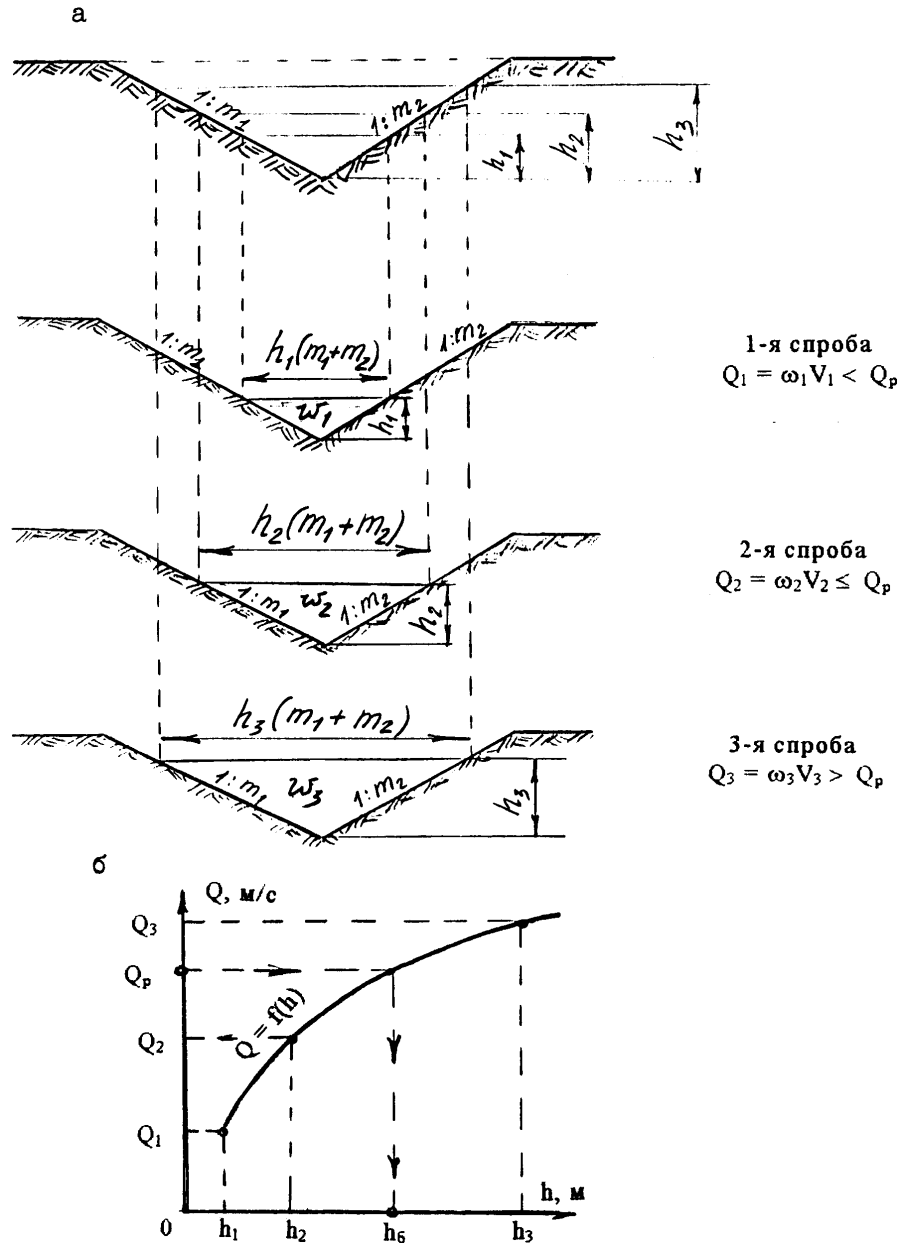
$$R = \frac{\omega}{p}; \quad (2.34)$$

г) сярэдняю скорасць патоку (м/с)

$$V_6 = C\sqrt{Ri_n}, \quad (2.35)$$

дзе C – скарасны каэфіцыент, які вызначаюць паводле формулы М.М. Паўлоўскага $C = R^y / n$; y – паказчык ступені, роўны $y = 1,5\sqrt{n}$

при $R < 1,0$ м і $y = 1,3\sqrt{n}$ при $R > 1,0$ м; n – каэфіцыент шурпатасці (для звычайных натуральных земляных рэчышчаў 0,04; для звлістых і зарослых – 0,055...0,067).



Рыс. 2.16. Разліковыя схемы вызначэння бытавой глыбіні патоку:
 а – папярочныя сячэнні рэчышчаў; б – крывая расходу

Ведаючы плошчу жывога сячэння ω_1 , ω_2 , ω_3 для кожнай глыбіні h_1 , h_2 , h_3 і сярэдняю скорасць цячэння V_1 , V_2 , V_3 , вызначаюць адпаведны ім расход, м³/с, паводле формулы

$$Q = \omega V. \quad (2.36)$$

На аснове разлікаў у прамавугольных каардынатах будуець крывую $Q = f(h)$ (рыс. 2.16, б). Далей на восі ардынат адкладваюць разліковы расход Q_p і з атрыманага пункта праводзяць гарызантальную лінію да перасячэння з крывой расходу, з пункта перасячэння апускаюць перпендыкуляр на вось абцыс і атрымліваюць бытавую глыбіню вады (патоку) h_δ .

Далей вылічваюць крытычную глыбіню патоку ў збудаванні

$$h_{кр} = \frac{V_\delta^2}{g}, \quad (2.37)$$

дзе V_δ – дапушчальная скорасць цячэння вады ў збудаванні, залежыць ад тыпу грунту або прынятага ўмацавання рэчышча і глыбіні патоку, м/с (табл. 2.6); $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Калі атрымане значэнне бытавой глыбіні $h_\delta \leq 1,3h_{кр}$, то за аснову далейшага разліку прымаюць схему свабоднага выцякання вады (незатоплены вадазліў) (рыс. 2.15), а калі $h_\delta > 1,3h_{кр}$ – схему затопленага вадазліва (рыс. 2.15, б).

Вызначаюць разліковую глыбіню ў падпоры (напоры) паводле формул:

для схемы свабоднага выцякання

$$H = 1,46 V_c^2 / g; \quad (2.38)$$

для схемы затопленага вадазліва

$$H = h_\delta + V_c^2 / 2g\phi^2, \quad (2.39)$$

дзе $V_c = 1,1V_\delta$ – скорасць цячэння вады, м/с; ϕ – каэфіцыент скорасці (0,9 для ўстояў з конусамі і 0,75 – з заборнымі сценкамі).

Велічыню адтуліны, м, малага моста вызначаюць паводле формул:
для схемы свабоднага выцякання

$$b = Q_p / (1,33\sqrt{H^3}); \quad (2.40)$$

для схемы затопленага вадазліва

$$b = Q_p / h_\delta V_c. \quad (2.41)$$

Атрыманую паводле формулы (2.40) велічыню адтуліны малага моста акругляюць да бліжэйшага тыпавага значэння і выконваюць праверку рэжыму работы штучнага збудавання.

Тыпавыя праекты прадугледжваюць наступныя велічыні адтулін

Табліца 2.6

Дапушчальныя скорасці цячэння вады

Тып умацавання	Дапушчальная скорасць цячэння, м/с, пры сярэдняй глыбіні патоку, м			
	0,2...0,5	1,0	2,0	3,0
Без умацавання: пясок	0,2...0,65	0,3...0,37	0,4...0,8	0,5...0,9
супесак	0,3	0,4	0,45	0,5
суглінак, гліна	0,35...1,0	0,4...1,2	0,45...1,4	0,5...1,5
Дзернаванне: плазам	0,9	1,1	1,3	1,4
у сценку	1,5	1,8	2,0	2,2
Машчэнне на моху	2,0...3,0	2,5...3,5	3,0...4,0	3,5...4,5
Машчэнне па шчэбеню	2,5...3,5	3,0...4,0	3,5...4,5	4,0...5,0
Камянёвая накідка з галькай	3,0	3,5	4,0	4,5
Бутавы мур	6,5	8,0	10,0	12,0
Грунты, ўмацаваныя бітумам	2,3	2,7	3,0	3,3
Бетон	5,0...7,0	6,0...8,0	7,0...9,0	7,5...10,0
Драўляны латак	8,0	10,0	12,0	14,0

для драўляных мастоў: 3, 4, 5, 6, 7, 10, 12, 15 і 20 м. Калі па разліку адтуліну жалезабетоннага або драўлянага моста атрымліваюць менш за 2...3 м, тады рэкамендуець прымяняць дарожныя трубы.

Выбраўшы велічыню адтуліны маста b_0 , вызначаюць фактычную скорасць цячэння вады ў збудаванні V_ϕ і крытычную глыбіню патоку ў збудаванні $h'_{кр}$.

$$V_\phi = \sqrt[3]{\frac{Q_p g k_1}{\mu b_0}}, \quad (2.42)$$

дзе k_1 – каэфіцыент, які ўлічвае абмежаванне рэчышча ад прамежкавых апор, роўны 1,0...1,2; μ – каэфіцыент бакавога абмежавання рэчышча ў залежнасці ад велічыні пралёта ($\mu = 0,75...0,85$ пры велічыні пралёта 4...6 м; 0,85...0,95 – 10...20 м).

Крытычная глыбіня патоку пры трапецаідальным папярочным сячэнні

$$h'_{кр} = \frac{b_0 - \sqrt{b_0^2 - 4m\omega_{сяр}}}{2m}; \quad (2.43)$$

пры трохвугольным сячэнні

$$h'_{кр} = \frac{b_0}{2m}, \quad (2.44)$$

дзе m – каэфіцыент залажэння адкосу; $\omega_{сяр}$ – фактычная плошча

живога сячэння патоку, м².

Выканаўшы разлікі, параўноўваюць V_{ϕ} і $h'_{кр}$ з V_{∂} і h_{∂} і правяраюць, застаўся вадазліў незатоплены ці затоплены. Калі вадазліў затоплены, велічыню адтуліны вызначаюць паводле формулы (2.41) і акругляюць яе ў большы бок да велічыні, кратнай 1 м.

Далей вызначаюць мінімальную вышыню моста паводле формулы

$$H_m = 0,88H + t + c, \quad (2.45)$$

дзе t – прасвет паміж узроўнем вады пад мостам пры разліковым расходзе і нізам пралётнага збудавання 0,5 м; c – вышыня (канструктыўная) пралётнага збудавання ($c = 0,4 \dots 0,6$ м). З улікам H_m робяць карэкціроўку праектных адзнак падоўжнага профілю ў месцы пераходу праз вадацёк.

Даўжыня моста вызначаецца паводле формул:

пры палевых апорах з заборнымі сценкамі

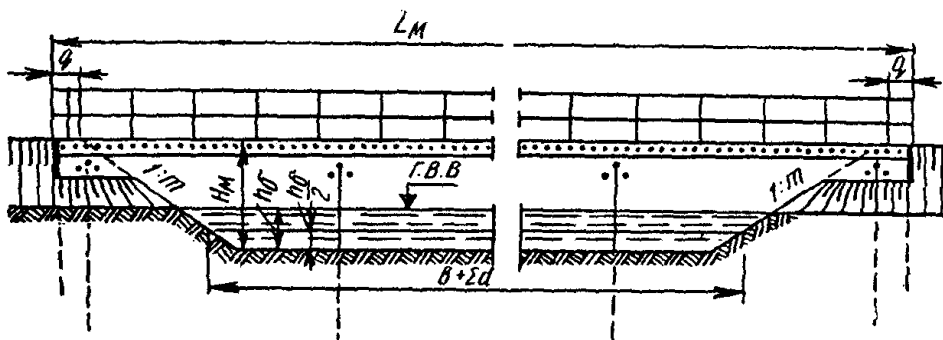
$$L_m = \sum l_{np} + \sum a; \quad (2.46)$$

пры берагавых апорах з конусамі

$$L_m = b + \sum d + 2m_k(H_m - 0,5h_p) + 2q, \quad (2.47)$$

дзе $\sum l_{np}$ – сумарная даўжыня пралётаў, м; $\sum a$ – сума шчылін паміж пралётамі ($a = 0,05$ м); b – адтуліна моста, м; $\sum d$ – сумарная шырыня прамежкавых апор, м; m_k – каэфіцыент залажэння адкосу конуса; H_m – вышыня маста, м; h_p – глыбіня вады каля моста пры разліковым расходзе, м; q – будаўнічы размер (0,5...1 м для драўляных мастоў і 0,32...0,5 м – для жалезабетонных).

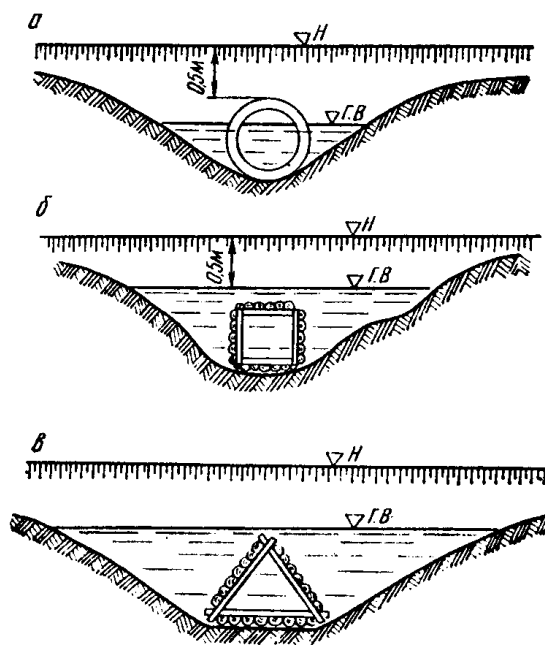
Да разліку збудавання прыкладваецца папярочны профіль вадацёку з нанесенай на ім схемай запраектаванага штучнага збудавання (у восях) у маштабе 1:20...1:50 (рыс. 2.17).



Рыс. 2.17. Схема драўлянага моста ў восях

2.11. Визначэнне адтуліны і даўжыні водапрапускных дарожных труб

Па форме папярочнага сячэння на лесавозных аўтамабільных дарогах прымяняюць круглыя, прамавугольныя і трохвугольныя трубы (рыс. 2.18). Элементы труб: падмурак, звёны (або кольца), уваходны і выхадны агалоўкі (рыс. 2.19). Агалоўкі забяспечваюць спалучэнне звёнаў з адкосамі землянога палатна і ствараюць умовы для нармальнага працякання вады ў трубе. Па характару гідраўлічнай работы і канструкцыі агалоўкі раздзяляюцца на партальныя, раструбныя, калідорныя, каўняровыя і абцякальныя (рыс. 2.20).



а – круглая; б – прамавугольная; в – трохвугольная

Рэжым працякання вады ў трубах вызначаюць у залежнасці ад расходу вады Q і велічыні адтуліны, напору вады перад трубай, канструкцыі ўваходнага агалоўка. Адрозніваюць безнапорны, паўнапорны і напорны рэжымы (рыс. 2.21).

Безнапорны рэжым устанаўліваецца ў трубе пры $H < 1,2h_m$ м. На ўсёй яе працягласці паток вады на

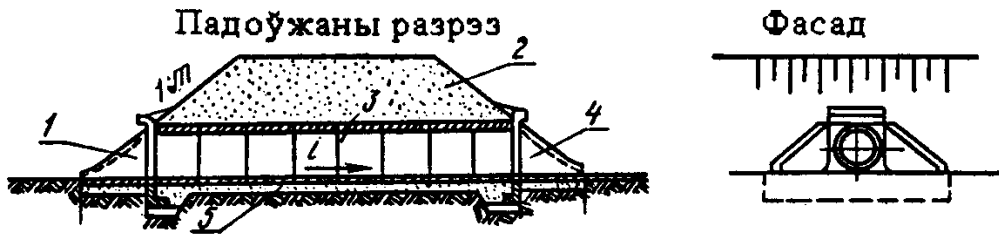
Рыс. 2.18. Папярочныя профілі водапрапускных труб:

свабоднай паверхні сутыкаецца з паветрам. Пры безнапорным рэжыме неабходна забяспечыць пропуск выпадковых прадметаў, якія плывуць у круглых трубах (і скляпеністых трубах вышынёй да 3 м), свабодная паверхня павінна быць не менш за $1/4$ вышыні трубы ў прасвеце, а ў прамавугольных трубах – не менш за $1/6$ іх вышыні.

Паўнапорны рэжым устанаўліваецца пры $1,2h_m < H < 1,4h_m$. У гэтым выпадку на ўваходзе труба працуе поўным сячэннем, а на ўсёй астатняй працягласці паток мае свабодную паверхню.

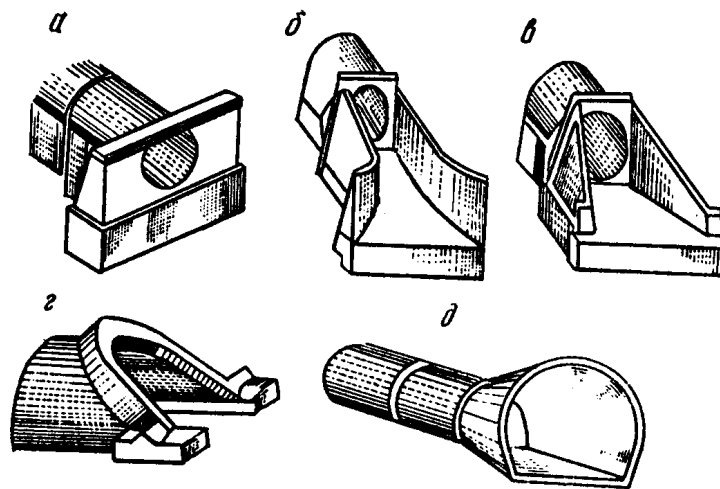
Напорны рэжым устанаўліваецца пры $H > 1,4h_m$ з выкарыстаннем спецыяльных агалоўкаў абцякальнай канічнай формы ў труб круглага сячэння і пры ўхіле трубы $i \leq i_{mp}$. (ухіл трэння). У гэтым выпадку труба працуе поўным сячэннем на ўсёй працягласці і толькі на выхадзе

патоку можа адарвацца ад столі трубы.



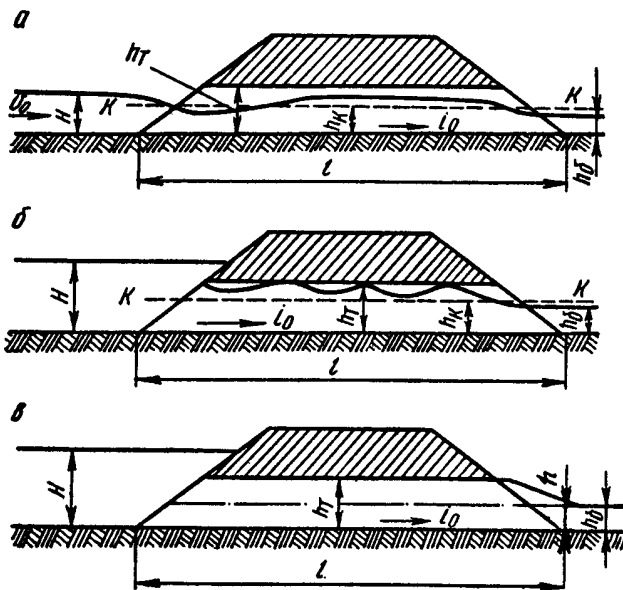
Рыс. 2.19. Асноўныя элементы дарожнай трубы:

1 – уваходны агаловак; 2 – земляное палатно; 3 – звёны; 4 – выхадны агаловак; 5 – падмурак



Рыс. 2.20. Тыпы агалоўкаў труб:

a - партальны; б – калідорны; в – раструбны; г – каўняровы; д – абцякальны



Рыс. 2.21. Рэжымы працякання вады праз трубы:
a – безнапорны; б – паўнапорны; в – напорны

Пры пропуску разліковага расходу дарожных трубы на лесавозных дарогах павінны працаваць, як правіла, у безнапорным рэжыме. Паў-напорны і напорны рэжымы дапускаюцца толькі як выключэнне пры абавязковай умове выканання спецыяльных мер прадухілення філь-трацыі вады праз земляное палатно і забеспячэння ўстойлівасці трубы.

Прапускная здольнасць дарожных труб вызначаецца паводле формул:

безнапорных па гідраўлічнай схеме вадазліва з шырокім парогам

$$Q_c = \varphi \omega_{ж.с.} \sqrt{2g(H - h_c)}; \quad (2.48)$$

паўнапорных па разліковай схеме, аналагічнай выцяканню з-пад шчыта,

$$Q_c = \varphi \varepsilon \omega_m \sqrt{2g(H - h_{сц})}; \quad (2.49)$$

напорных па разліковай схеме знешняй насадкі

$$Q_c = \varphi \omega_m \sqrt{2g[H - h_m - l_m(i_m - i)]}, \quad (2.50)$$

дзе φ – каэфіцыент скорасці (0,82...0,85 – для неабцякальнага і 0,95 – для абцякальнага); $\omega_{ж.с.}$ – плошча жывога сячэння, вызначаецца з умовы, што глыбіня ў сціснутым сячэнні роўна $h_c = 0,5H$; H – напор вады на выхадзе; g – паскарэнне свабоднага падзення, м/с²; $\varepsilon = \omega_{ж.с.} / \omega_m$, прымаюць $\varepsilon = 0,6$; ω_m – плошча сячэння трубы; $h_{сц}$ – глыбіня вады ў сціснутым сячэнні пры паўнапорным рэжыме $h_{сц} = 0,6 h_m$; h_m – вышыня сячэння трубы; l – даўжыня трубы; i – падоўжны ўхіл трубы; i_m – ухіл трэння вызначаюць паводле формулы

$$i_m = Q_c^2 / k_m^2; \quad k_m = (R_m^{0,67} \omega_m) / n; \quad R_m = \omega_m / \chi, \quad (2.51)$$

дзе R_m – гідраўлічны радыус трубы; n – каэфіцыент шурпатасці (для бетону 0,017); χ – перыметр змочанай паверхні; Q_c – расход, м³/с. Расход вады для малых вадазборных плошчаў вызначаюць паводле формулы (2.23).

Партальныя агалоўкі рэкамендуецца прымяняць для труб дыяметрам 0,5; 0,75; 1,0 м; у труб вялікага дыяметру неабходна праектаваць абцякальныя агалоўкі (нават у тых, якія працуюць у безнапорным рэжыме).

Мінімальная вышыня насыпу ў месцы пабудовы труб роўна:
для безнапорных

$$H_{\min} = h_m + \delta + \Delta; \quad (2.52)$$

для паўнапорных і напорных

$$H_{\min} = H + \Delta, \quad (2.53)$$

дзе δ – таўшчыня сцяны трубы; Δ – запас вышыні над трубай (0,5 для безнапорных і 1,0 м – для паўнапорных і напорных).

Таўшчыня сцяны звяна трубы: 0,12 м пры дыяметры трубы 1,0 м; 0,14...0,18 пры $d = 1,25$ м; 0,16...0,22 пры $d = 1,5$ м і 0,2...0,24 пры $d = 2,0$ м.

Даўжыня трубы роўна

$$L_{mp} = B + 2m(H_n - d_{\max}) + 2M, \quad (2.54)$$

дзе B – шырыня землянога палатна, м; H_n – вышыня насыпу каля трубы, м; d_{\max} – найбольшы дыяметр канічнага звяна (пры ўкладцы на выхадзе і ўваходзе цыліндрычных звёнаў $d_{\max} = d$), м; m – каэфіцыент залажэння адкосу насыпу ($m = 1,5$); M – даўжыня агалоўка, м (яна роўна 2,25 м пры $d = 1$ м; 2,74 м пры $d = 1,5$ м і 3,66 м пры $d = 2$ м).

Даўжыню трубы ўдакладняюць зыходзячы з укладкі цэлага ліку звёнаў. На прамежкі паміж звёнамі труб, трэба дадаваць па 0,01 м на кожны стык і ўлічваць таўшчыню партальных блокаў (0,35м). Пры вызначэнні адтуліны трубы для пропуску дадзенага разліковага расходу вады можна карыстацца формуламі (2.48)...(2.50), але лепш – табліцамі гідраўлічных характарыстык труб, у якіх прыведзены для розных размераў труб і рэжымаў іх работы значэнні H , V_c і Q_c у некалькіх варыянтах.

2.12. Умацаванне рэчышчаў водапрапускных збудаванняў

Тып умацавання выбіраюць у залежнасці ад катэгорыі дарогі, тэрміну яе службы, ад прынятай скорасці цячэння вады пры разліку адтуліны (гл. табл. 2.6). Разліковай з'яўляецца скорасць цячэння на выхадзе збудавання $V_{\text{вых}} = 1,65V_0$.

У склад работ па ўмацаванню мастоў уваходзяць: умацаванне ўчасткаў рэчышча вадацёку на уваходзе ў збудаванне, пад мостам і на выхадзе з агульнай плошчай умацавання

$$F_{\text{умац}} = (b + \sum d)(B_m + 2R) + nR(L_m + 2 + nR), \quad (2.55)$$

дзе B_m – габарыт моста па даўжыні і шырыні, м; R – радыус крывізны ніжняй асновы конуса $R = (0,75...1,5)H_n$, м; n – каэфіцыент, які залежыць ад $V_{\text{вых}}$, роўны 1,0...1,5;

Таксама ўмацоўваюць адкосы конусаў у межах падтаплення

плошчай (на адзін мост)

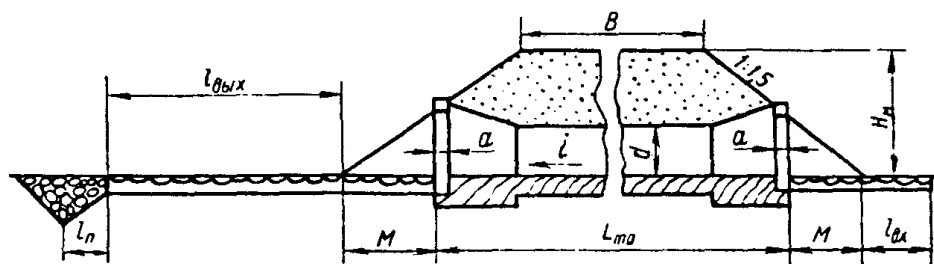
$$F_{\text{кон}} = [3,14(R - r) + 2(B - 2r)]l, \quad (2.56)$$

дзе r – радыус верхняй асновы конуса (0,75...1,0 м); l – даўжыня падтапляемай часткі; B – шырыня землянога палатна, м; $h_{в.к}$ – вышыня конуса, роўная розніцы адзнак гарызонта высокіх вод і адзнакі зямлі каля асновы конуса плюс 0,25 м.

Умацаванне адкосаў насыпу, якія прымыкаюць да конуса, праду- гледжваецца на даўжыню 2...3 м агульнай плошчай

$$F_{\text{нас}} = 4(2K + 3)l.$$

Для труб умацоўваюцца ўчасткі рэчышча перад уваходным і за выхадным агалоўкамі і прылеглыя да іх адкосы насыпу. Адкосы насыпу ўмацоўваюць на вышыню $h_г + 0,5$ м ($h_г$ – вышыня ўваходнага агалоўка). Умацаванне рэчышча за трубой, каб пазбегнуць размыву, павінна заканчвацца засцерагальным адкосам з каўшом і каменнай накідкай (рыс. 2.22). Глыбіня каўша размыву – 1,0...1,6 м для труб дыяметрам адпаведна 1 і 2 м, шырыня паверсе – 3,5...4,0 м.



Рыс. 2.22. Разліковая схема ўмацавання рэчышча патоку на ўваходзе ў трубу і на выхадзе

Агульная плошча ўмацавання рэчышча для адной трубы (рыс. 2.22)

$$F_{\text{умац}} = l_{\text{ув}} b_{\text{ув}} + l_{\text{вых}} b_{\text{вых}}, \quad (2.57)$$

дзе $l_{\text{ув}}$, $b_{\text{ув}}$ – даўжыня і шырыня плошчы ўмацавання рэчышча каля уваходнага агалоўка; $l_{\text{вых}}$, $b_{\text{вых}}$ – тое ж каля выхаднага агалоўка.

Значэнні $l_{\text{ув}} = 2...3,5$ м для труб дыяметрам ад 1 да 2 м, $b_{\text{ув}} = 6,6...9,3$ м; $l_{\text{вых}} = 4...6,5$ м, $b_{\text{вых}} = 7...10,5$ м.

2.13. Размяшчэнне мастоў і труб у плане і профілі

Выбар месца пераходу вадасцёку і размяшчэння збудавання ў плане і профілі дарогі выконваецца з улікам будаўнічых і эксплуатацыйных паказчыкаў рэжыму вадацёку, гідралагічных і іншых умоў, якія вызначаюць аптымальнае тэхніка-эканамічнае рашэнне адпаведнага ўчастка дарогі.

Малыя і сярэднія масты і трубы могуць размяшчацца на любым спалучэнні профілю і плана дарогі, прадугледжаных нормаў праектавання.

На вялікіх мастах падоўжны ўхіл праезнай часткі павінен быць не больш за 20%, а пры вышыні бардзюра 45 см яго можна павялічыць да 40%. На ўсіх мастах з драўляным насцілам падоўжны ўхіл павінен складаюць: пры падоўжнай укладцы дошак не больш за 20%, пры папярочнай – не больш за 30%. Калі ж падоўжны ўхіл больш за 30%, то дашчаты насціл замяняюць пакрыццём, прынятым на дарозе.

Вышыня насыпу над трубой павінна быць не менш за 0,5 м, а для труб, разлічаных на дынамічныя нагрузкі, гэтую вышыню можна паменшыць да 0,4 м для круглых і да 0,3 м для прамавугольных.

2.14. Асновы праектавання дарожнага водаадвода

Дарожны водаадвод. Гэта штучнае збудаванне па збіранню і адвядзенню вады ад землянога палатна. Да яго адносяцца: падоўжныя бакавыя, водаадводныя, нагорныя і асушальныя канавы, рэзервы, перапады, быстрацёкі, дрэнаж і г. д. Асноўным элементам водаадвода з'яўляюцца канавы. Папярочны профіль іх залежыць ад віду грунту, у якім яны будуюцца, і ад тыпу дарожных машын, якімі яны ўстройваюцца. У гліністых грунтах, як правіла, прымяняюць трапецаідальнае папярочнае сячэнне канаў, а ў пячаных і супесках – трохвугольнае сячэнне. Размеры папярочных сячэнняў канаў на магістралях вызначаюць па расходу вады з імавернасцю 1:20, на ветках – 1:10.

Асноўным патрабаваннем пры ўстройванні дарожнага водаадвода з'яўляецца неадкладны адвод вады, якая прыцякае ў канаву. Гэта можа быць забяспечана, калі дно канавы мае дастатковы падоўжны ўхіл. Падоўжны ўхіл дна канавы павінен быць не менш за 5% і толькі ў выключных выпадках 3%. Пры падоўжных ухілах менш за 3% адбы-ваецца хуткае заглайванне канаў.

Падоўжныя бакавыя канавы служаць для адводу паверхневай

вады ад землянога палатна. Яны ўстройваюцца наўсцяж землянога палатна з двух бакоў, калі ўхіл мясцовасці менш за 40‰ і з аднаго боку, калі ўхіл мясцовасці больш за 40‰. Пры дрэнажаваных грунтах з каэфіцыентам фільтрацыі больш за 1 м/сут у кліматычных зонах з гадавой колькасцю ападкаў менш за 300 мм бакавыя каналы можна не ўстройваць. Паглыбляць іх да ваданоснага слоя забараняецца, за выключэннем выпадкаў, калі яны служаць для перахопу грунтовай вады. Аднак глыбіня падоўжных бакавых каналаў павінна быць не менш за 0,4...0,6 м, шырыня па дне 0,4 м, крутасць адкосаў 1:1,5...1:3.

Для прадухілення перапаўнення вадой падоўжныя бакавыя каналы, па якіх вада адводзіцца ад землянога палатна ў паніжаныя месцы, ўстройваюць праз кожныя 400...500 м (пры трохвугольным сячэнні праз 150...200 м).

Водаадводныя каналы таксама служаць для адводу вады з кюветаў, рэзерваў, нагорных і асушальных каналаў. Глыбіня каналы – 0,5...0,6 м, крутасць адкосаў – 1:1,5.

Нагорныя каналы ўстройваюць для перахопу і адводу паверхневай вады, якая прыцякае да землянога палатна з навакольнага басейна. Іх ўстройваюць наўсцяж выемак пры наяўнасці папярочнага ўхілу мясцовасці да дарогі. Глыбіня нагорнай каналы не менш за 0,6 м, шырыня 0,6 м, крутасць адкосаў 1:1,5. Адлегласць ад лініі перасячэння адкосу выемкі з паверхняй зямлі да нагорнай каналы роўна 5 м.

Кюветы служаць для збору і адводу паверхневай вады з выемак і паўвыемак, з нагорнага боку яны адводзяць ваду ў лог, рэзерв ці водаадводную каналу, з падгорнага – у паніжаныя месцы. Размеры кюветаў назначаюць у залежнасці ад віду грунту: глыбіня 0,6...0,8 м, шырыня – 0,4 м, крутасць адкосаў – 1:1,5...1:3. Падоўжны ўхіл дна кювета прымаюць роўным падоўжанаму ўхілу землянога палатна, але не менш за 3‰.

Асушальныя каналы служаць для асушэння балота, якое перасякаецца дарогай. Яны ўстройваюцца з двух бакоў землянога палатна на адлегласці 5...10 м ад падэшвы адкосу насыпу. Глыбіня асушальных і водаадводных каналаў на балотах залежыць ад магутнасці торфу. Пры магутнасці торфу да 1 м глыбіня каналаў павінна быць не менш за 0,5 м, больш за 1 м – 1,0 м. Шырыня каналаў прымаецца не менш за 0,6 м, крутасць адкосаў 1:1, падоўжны ўхіл дна каналаў не менш за 2‰.

Рэзервы закладваюцца ўздоўж дарогі і ўяўляюць сабой неглыбокія выработкі, адкуль бярэцца грунт для адсыпкі насыпу. Яны выкарыстоўваюцца ў сістэме водаадвода і забяспечваюць сцёк вады ў бок ад

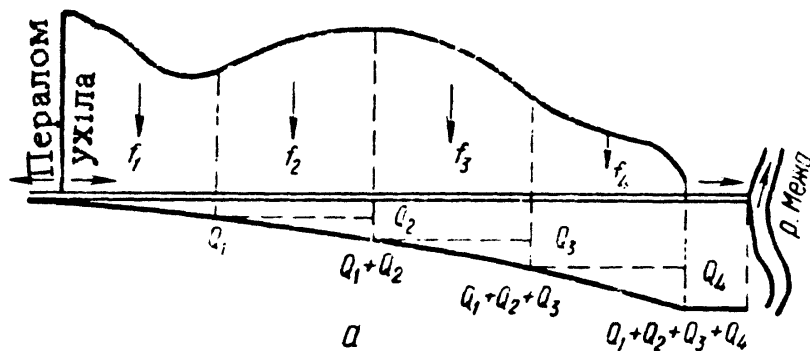
землянога палатна. З гэтай мэтай дну рэзерву прыдаецца аднабаковы папярочны ўхіл ад землянога палатна не менш за 20‰ пры шырыні рэзерву больш за 10 м. Дно рэзерву размяшчаюць вышэй за грунтавую ваду. Максімальная глыбіня рэзерву ў раўніннай мясцовасці можа дасягаць 1,5 м. Падоўжны ўхіл дна рэзерву прымаецца не менш за 2‰ і не больш за гранічны па ўмовах размыву. Крутасць адкосаў з боку землянога палатна прымаецца 1:1,5, а з боку поля – 1:1. З рэзерву абавязкова павінна быць забяспечана вывядзенне вады. Накапленне яе можа прывесці да пераувільгатнення землянога палатна.

Калі вышыня насыпу больш за 4 м, лічачы ад дна рэзерву, то паміж падэшвай насыпу і броўкай адкосу ўстройваецца бярма шырынёй 2 м з папярочным ухілам 20‰ у бок ад насыпу.

Адлегласць ад знешняй броўкі рэзерву да мяжы паласы адводу павінна быць не менш за 1 м.

Папярочныя размеры рэзерву вызначаюць у залежнасці ад аб'ёму глебу, неабходнага для адсыпкі насыпу.

Гідраўлічны разлік параметраў водаадводных канаў. Перш чым прыступіць да гідраўлічнага разліку параметраў водаадводных канаў, неабходна ўсю працягласць канавы разбіць на ўчасткі даўжынёй 100...300 м (рыс. 2.23) і для кожнага ўчастка знайсці разліковы расход вады паводле формулы поўнага сцёку (2.23). Далей гідраўлічны разлік канавы складаецца з наступных этапаў.



Рыс. 2.23. Разліковая схема вызначэння разліковага расхода для ўчасткаў нагорнай канавы

1. Назначаюць папярочнае сячэнне і глыбіню вады ў канаве.
2. Вызначаюць плошчу жывога сячэння ω , перыметр змочанай паверхні p і гідраўлічны радыус R канавы па вядомых формулах.
3. Вызначаюць прапускную здольнасць канавы ў м³/с:

$$Q_n = \omega c \sqrt{Ri_{кан}},$$

дзе $i_{кан}$ – падоўжны ўхіл канавы. Астатнія абазначэнні гл. па формуле (2.35).

4. Параўноўваюць прапускную здольнасць канавы Q_n з разліковым расходам вады Q , вызначаным паводле формулы (2.23). Калі розніца паміж імі складае не больш за 5%, то прымаюць намечанае сячэнне канавы, калі больш, дык змяняюць размеры канавы і паўтараюць разлік.

5. Вызначаюць поўную глыбіню канавы (м) $h_k = h + \Delta h$, дзе Δh - дапушчальнае мінімальнае ўзвышэнне нізавой броўкі канавы над разліковым узроўнем вады, м ($\Delta h = 0,15$).

Пры малых (да $0,1 \text{ м}^3/\text{с}$) расходах вады і падоўжным ухіле да 10‰ сценкі і дно канаў не ўмацоўваюцца, а пры падоўжным ухіле больш за 10‰ патрэбна ўмацаванне. Адзнака верху ўмацавання адкосу канаў павінна быць на $0,1 \text{ м}$ вышэйшая за разліковы гарызонт вады.

У якасці ўмацаванняў прымяняюцца: пасевы травы, адзернаванне, брукаванне каменем, бетонныя ці жалезабетонныя пліты, каменныя накідкі, а таксама апрацоўка грунтоў вяжучымі матэрыяламі.

Калі па ўмовах мясцовасці (падоўжны ўхіл канаў больш за 5‰) скорасць цячэння вады ў канавах і кюветах перавышае дапушчальную для існуючага тыпу умацаванняў, праектуюць перапады, скарацёкі, вадабойныя калодзежы і г. д.

Перапады і скарацёкі служаць для гашэння скорасці плыні. Як правіла, яны ўпісваюцца ў падоўжны профіль схілу, г. зн. адносіны вышыні сценкі перападу да яго даўжыні павінны быць роўнымі ўхілу спаду. Вышыня сценкі перападу прымаецца $0,4 \dots 0,8 \text{ м}$, а адлегласць паміж імі l вызначаюць з умовы $h = l(i_2 - i_1)$, адкуль $l = h(i_2 - i_1)$, дзе i_1 – ухіл дна канавы, ‰; i_2 – ухіл паверхні зямлі, ‰. У залежнасці ад скорасці цячэння вады перапады ўстройваюць каменныя, бутабетонныя, жалезабетонныя і інш. (рыс. 2.24).

Перапады ўстройваюць на ўчастках канаў (кюветаў) з ухіламі больш за $40 \dots 50 \text{ ‰}$ (рыс. 2.24). Дну канавы прыдаюць ступеньчаты про-філь. Патрэбная колькасць перападаў вызначаецца паводле формулы

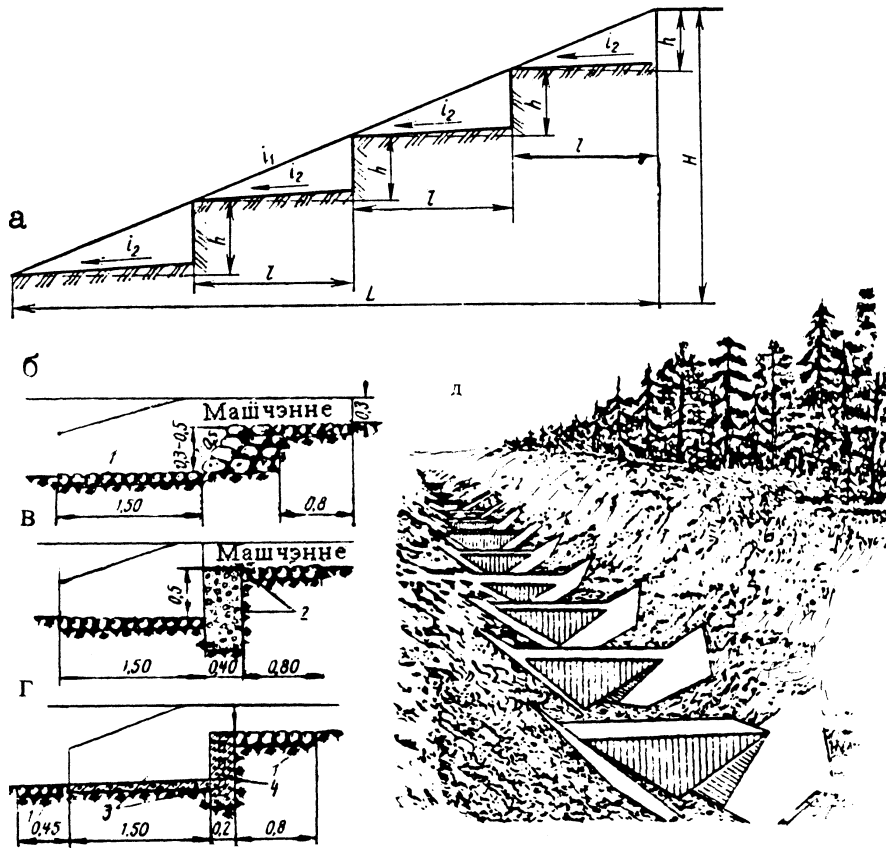
$$n = L/l = L(i_1 - i_2) / h, \quad (2.58)$$

дзе L – даўжыня ўчастка канавы з перападам, м; l – даўжыня ўступу перападу; i_1 – падоўжны ўхіл канавы; i_2 – ухіл ступені перападу, роўны $0,02$; h – вышыня ўступу. Пры вышыні ўступу больш за $0,2 \text{ м}$

участак, які ляжыць ніжэй, умацоўваецца на даўжыню 1,0...1,2 м шчыбенем або іншымі матэрыяламі.

У залежнасці ад скорасці цячэння вады перапады робяць каменныя, бутабетонныя, жалезабетонныя і іншыя (рыс. 2.24, б).

Дрэнаж. Для асушэння землянога палатна і перахопу вады, якая паступае да яго, устройваюць розныя віды дрэнажу: падкюветны, дрэнаж, агароджвальны дрэнаж, дрэнаж-пераагароджвальнік.

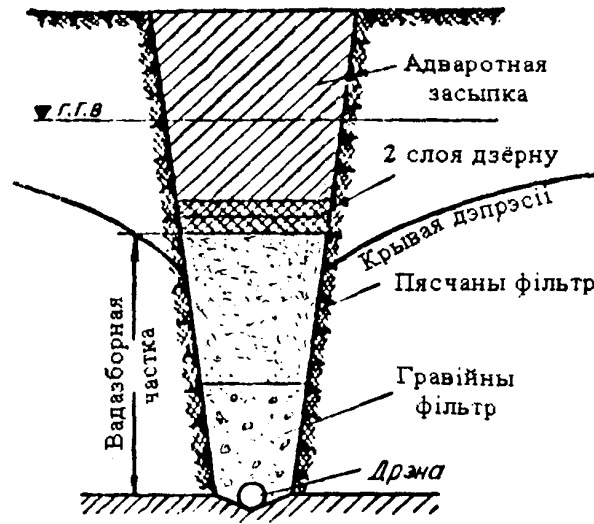


Рыс. 2.24. Перапад:

а – разліковая схема; б – каменны; в – бутабетонны; г – жалезабетонны; д – агульны від

Дрэнаж устройваюць на ўчастку з недастатковым узвышэннем нізу дарожнага адзення над узроўнем грунтовай вады, а таксама калі грун-тавая вада можа парушыць устойлівасць землянога палатна (напры-клад, калі выемка парушае ваданосны слой). Найбольш распаўсюджа-нымі дрэнажамі з’яўляюцца адкрытыя (асушальныя канавы) і закрытыя (з трубаў). Адрозніваюць два тыпы: дасканалы і недасканалы дрэнаж. Дасканалы дрэнаж (з труб, закрыты) служыць для перахопу грунтовай вады і адводу яе ў бок ад землянога палатна. Недасканалы – адкрытага або закрытага віду ўстройваюць для

паніжэння ўзроўню грунтовай вады пад земляным палатном. Для ўстройвання дрэнажу з труб выкарыстоўваюць перфараваныя трубы (азбацэментныя або керамічныя) дыяметрам 0,1...0,3 м з фільтраванай засыпкой (рыс. 2.25).



Рыс. 2.25. Канструкцыя дрэнажу

Кантрольныя пытанні

1. Што называецца дарогай і якія асноўныя элементы аўтамабільнай дарогі і чыгункі?
2. Што называецца планам дарогі?
3. Назавіце асноўныя элементы кругавой крывой і вугла павароту. Як іх вызначыць?
4. Правілы праектавання плана дарогі.
5. Па якіх паказчыках ацэньваюць і вызначаюць эксплуатацыйна-будаўнічую якасць дарогі?
6. Што называецца падоўжным і папярочным профілем дарогі?
7. Асноўныя правілы праектавання падоўжнага і папярочнага профілю.
8. Назавіце асноўныя характэрныя ўхілы падоўжнага профілю. Як яны ўплываюць на будаўнічы кошт дарогі?
9. Асноўныя формы і элементы папярочнага профілю, іх вызначэнне.
10. Якія існуюць спосабы і метады вызначэння аб'ёмаў земляных работ?
11. Якое прызначэнне крывой аб'ёмаў і як яе пабудаваць?
12. Што такое водна-цеплавы рэжым дарожнай канструкцыі? Спосабы яго рэгулявання.
13. Якія водапрапускныя і водаадводныя збудаванні Вы ведаеце?
14. Як вызначыць разліковы расход вады для малога моста?
15. Як разлічыць адтуліну малога моста?
16. Якія бываюць дарожныя трубы, агалоўкі і рэжымы працякання вады ў трубе?
17. Як вызначыць прапускную здольнасць дарожнай трубы?
18. Асноўныя правілы размяшчэння мастоў і дарожных труб на дарозе.

3. ДАРОЖНА-БУДАЎНІЧЫЯ МАТЭРЫЯЛЫ І АСНОВЫ МЕХАНІКІ ГРУНТОЎ

3.1. Класіфікацыя дарожна-будаўнічых матэрыялаў

Класіфікацыя дарожна-будаўнічых матэрыялаў (ДБМ) зроблена ў залежнасці ад тэхналагічнай прыметы, якая ўяўляе сабою від сыравіны, з якой выраблен матэрыял, або тэхналагічнага прыёму, які забяспечвае выраб матэрыялаў.

На аснове гэтага ДБМ раздзяляюць на наступныя групы:

- грунты;
- натуральныя каменныя матэрыялы;
- бетоны;
- жалезабетонныя вырабы;
- лясныя матэрыялы;
- стальны пракат;
- палімерныя матэрыялы;
- хімічныя рэагенты;
- штучныя каменныя матэрыялы.

Найбольшае распаўсюджванне ў будаўніцтве дарог атрымалі грунты і штучныя каменныя матэрыялы, характэрная асаблівасць якіх з'яўляецца вялікая аб'ёмная маса. Кошт перавозкі ДБМ у некаторых выпадках большы, чым кошт самога матэрыялу. Вось чаму пры будаўніцтве лясных дарог імкнуцца выкарыстоўваць матэрыялы, якія здабываюцца і вырабляюцца каля трасы дарогі. Гэтыя матэрыялы называюць мясцовымі, а тыя матэрыялы, якія прывозяць здалёку, атрымалі назву прывазных.

ДБМ характэрызуюцца фізічнымі, механічнымі, хімічнымі ўласцівасцямі і ўласцівасцямі па адносінам да ўздзеяння вады і цяпла.

3.2. Фізіка-механічныя ўласцівасці дарожна-будаўнічых матэрыялаў

Да фізічных уласцівасцяў ДБМ адносяць: удзельную і аб'ёмную масу, вільготнасць, порыстасць і інш.

Удзельная маса γ - маса адзінкі аб'ёму, не ўлічваючы пор. Для яе вызначэння неабходна масу сухога ДБМ Q падзяліць на аб'ём V_a , які займае матэрыял (без пустот і пор).

$$\gamma = \frac{Q}{V_a}, \quad (3.1)$$

Удзельная маса каменных матэрыялаў складае 2,2...3,3 т/м³; арганічных (драўніна, бітум, дзэгаць) 0,9...1,6 т/м³; чорных металаў 7,25...7,85 т/м³.

Аб'ёмная маса γ_0 - маса адзінкі, аб'ёму матэрыялу ў натуральным стану. Яе вызначаюць паводле формулы

$$\gamma_0 = \frac{Q}{V}, \quad (3.2)$$

дзе Q - маса пробы матэрыялу, т; V - аб'ём пробы матэрыялу, м³;

Для большасці ДБМ $\gamma_0 < \gamma$. Так, для шчэбня насыпны $\gamma_0 = 1,5...1,8$ т/м³, а $\gamma = 3,0$ т/м³, а для іншых матэрыялаў, як бітум, вадкасць, сталь $\gamma_0 = \gamma$. Аб'ёмная маса ДБМ у значнай ступені залежыць ад яго вільготнасці.

Вільготнасць W ёсць адносіны масы вады, якая знаходзіцца ў матэрыяле ў натуральным стану, Q_s (кг), да масы сухога матэрыялу Q_c (кг). Вільготнасць вызначаецца паводле формулы

$$W = \frac{100(Q_s - Q_c)}{Q_c} \quad (3.3)$$

Вільготнасць ДБМ змяняецца ў шырокіх межах ад 0,5...1% для каменя, да 900...1000% для торфа.

Порыстасць – ступень запаўнення аб'ёму матэрыялу парамі. Порыстасць вызначаюць паводле формулы

$$P = \frac{V_n}{V} = \frac{V - V_a}{V} = \left(\frac{Q}{\gamma_0} - \frac{Q}{\gamma} \right) / \frac{Q}{\gamma_0} = \frac{\gamma - \gamma_0}{\gamma} = 1 - \frac{\gamma_0}{\gamma}, \quad (3.4)$$

дзе V_n - аб'ём пор у матэрыяле; V_a - аб'ём цвёрдых частак.

Порыстасць навогул вызначаюць у %

$$P = 100 \left(1 - \frac{\gamma_0}{\gamma} \right). \quad (3.5)$$

Порыстасць матэрыялаў розная. Напрыклад, для песка яна складае 35...45%, а для торфа да 90%.

Да механічных уласцівасцяў ДБМ адносяць: трываласць, устойлівасць, пругкасць, пластычнасць, ломкасць (крожкасць), цвёрдасць, сціраемасць.

Трываласць – здольнасць матэрыялу вытрымліваць нагрузку без

парушэння яго суцэльнаці, а *ўстойлівасць* – здольнасць матэрыялу пры вонкавых уздзеяннях нагрузкі змяняць сваё першапачатковы стан так, каб звязаныя з гэтымі змяненнямі дэфармацыі не перавышалі дапушчальных для дадзенага інжынернага збудавання.

ДБМ у дарожнай канструкцыі робяць на сцісканне, расцягванне, выгіб і зрэз, але часцей на сцісканне. Трываласць ДБМ характарызуюць мяжой трываласці, якая змяняецца ў шырокім дыяпазоне. Напрыклад, пры сцісканні бетона мяжа трываласці складае 5...60 МПа, сасны ўздоўж валокан 30...45, граніта 100...220 МПа.

Пругкасць – здольнасць матэрыялу пад уздзеяннем нагрузкі, дэфармавацца, а пасля яе зняцця аднаўляць сваю першапачатковую форму. Напружанасць, пры якой узнікае невялікая астаткавая дэфармацыя дапушчальна тэхнічнымі ўмовамі для дадзенага матэрыялу, называецца мяжою пругкасці. Калі напружанасць роўна мяжы пругкасці астаткавых дэфармацый не наглядаецца.

Пластычнасць – здольнасць матэрыялу ў значных межах пад уздзеяннем нагрузак змяняць свае памеры і форму без утварэння зон зруху і захоўваць форму пасля зняцця нагрузак. Да пластычных матэрыялаў адносяцца бітум, пераўвільготненыя гліністыя грунты.

Ломкасць – здольнасць матэрыялаў разбурацца без папярэдняй дэфармацыі. Да ломкіх матэрыялаў адносяцца большасць прыродных каменных матэрыялаў: граніт, базальт, сіеніт і іншыя.

Цвёрдасць – здольнасць матэрыялу аказваць супраціўленне праніканню ў яго больш цвёрдага матэрыялу. Паміж цвёрдасцю і трываласцю прамой залежнасці няма. Цвёрдасць вызначаюць па шкале цвёрдасці, у якой 10 спецыяльна падабраных матэрыялаў размешчаных наступным чынам, што на кожным з іх усе наступныя пакідаюць рыску. Шкала складаецца з наступных матэрыялаў: 1 – тальк; 2 – гіпс; 3 – кальцый; 4 – плавіковы шпат; 5 – апатыт; 6 – артаклаз; 7 – кварцыт; 8 – тапаз; 9 – карунд; 10 – алмаз.

Сціральнасць – здольнасць матэрыялу ўмяншацца ў масе і аб'ёме пад уздзеяннем сілы сцірання. Гэты паказчык для дарог мае важнае значэнне. У залежнасці ад сціральнасці гравій (жвір) дзеляць на чатыры маркі: I – I (страта масы да 20%), I – II (20...30%), I – III (30...40%), I – IV (40...50%). Выпрабоўванне на сціранне матэрыялаў выконваюць у полачным барабане.

Уласцівасць матэрыялаў у адносінах да уздзеяння вады.

Водапаглыннанне – здольнасць матэрыялу паглынаць і ўтрымліваць ваду. Вызначаюць як рознасць мас матэрыялаў у насычаным вадой і абсалютна сухім стане. Воданасычэнне шчэбня (друзу) і гравія

ажыцяўляюць вытрымліваннем іх у вадзе на працягу 48 гадзін. Воданасычэнне змяняецца ў шырокіх межах: для бетона 3%, граніта 0,5...0,7%; цэглы 8...20%.

Пры воданасычэнні ўласцівасці матэрыялаў значна мяняюцца, у тым ліку ўменшаецца трываласць. Адносіны трываласці матэрыялаў у воданасычаным стане да трываласці яго ў абсалютна сухім стане называецца *каэфіцыентам размякчэння*. Ён можа быць роўны для гліны, сталі і бітумаў 1. ДБМ з каэфіцыентам размякчэння 0,75 для будаўніцтва дарог прымяняць нельга.

Марозаўстойлівасць – здольнасць воданасычанага матэрыялу ўтрымліваць шматразовыя папераменныя замарожванні і адтайванні без бачных прыкмет парушэння (расслаення, лушчэння, растрэсквання, выкрышвання), без значнага паніжэння трываласці (не больш 5%). Выпрабаванне матэрыялаў на марозаўстойлівасць выконваюць у халадзільных камерах пры тэмпературы мінус 17°C. Па колькасці цыклаў замарожвання і адтайвання, якія вытрымліваюць ДБМ устаноўлены іх маркі. Напрыклад, для бетона ўстаноўлены пяць марак: Мрз50, Мрз100, Мрз150, Мрз200, Мрз300.

3.3. Грунты і іх дарожная класіфікацыя

Грунтамі называюць любыя горныя пароды, якія складаюць верхнія пласты зямной кары, пераважна закранутыя працэсамі выветрывання, а ў самых верхніх гарызонтах – глебаўтварэннем, якія выкарыстоўваюцца ў якасці матэрыялу для ўстройства землянога палатна і дарожнага адзення, а таксама падмуркаў інжынерных збудаванняў.

Горныя пароды ў залежнасці ад іх паходжання дзеляцца на магматычныя, метамарфічныя і асадкавыя.

Магматычныя горныя пароды ўтварыліся ў выніку ахаладжэння і зацвярдзення магмы. Магматычныя горныя пароды бываюць глыбіннымі (граніт, сіеніт) і выцякшымі (базальт, дыябаз, парфір і інш.). *Метамарфічныя* – утварыліся ў выніку паўторнага ўздзеяння тэмпературы і ціску на выцякшыя горныя пароды. Да іх належаць мармуры, гнейсы, сланцы, кварцыты і інш.).

Асадкавыя пароды ўтварыліся у выніку асаджэння мінеральных часцінак з суспензіяў і раствораў. Яны падзяляюцца на наступныя асноўныя групы: сцэнтаваныя (пясчанікі, туфы, мергелі, брэкчыі, кангламераты і інш.). Хімічна асаджаныя пароды (мел, даламіт, гіпс,

каменная соль і інш.), пароды арганічнага паходжання (вапнякі, торф, сапрапель), рыхлыя горныя пароды (грунты), якія падзяляюцца на звязныя і нязвязныя.

У залежнасці ад ступені разбурэння горнай пароды і некаторых другіх уласцівасцяў, важных у будаўнічых адносінах, грунты ў адпаведнасці з БНіП падзяляюць на:

скальныя – магматычныя, метамарфічныя і асадкавыя пароды з цвёрдай сувяз’ю паміж мінеральнымі часцінкамі, якія залягаюць у выглядзе суцэльнага масіву. Скальныя грунты маюць трываласць на сцісканне больш 5 МПа, а калі гэтая трываласць менш 5 МПа, то іх называюць паўскальнымі;

буйнаабломкавыя – несцементаваныя грунты, якія ўтрымліваюць больш 50% па масе абломкаў крышталёвых і асадкавых парод з размерамі часцінак больш 2 мм;

пясчаныя – сыпучыя ў сухім стане грунты, якія не валодаюць уласцівасцю пластычнасці і ўтрымліваюць менш 50% па масе часцінак буйней 2 мм;

гліністыя – звязныя ў сухім стане тонказярністыя грунты, якія валодаюць пластычнасцю і вялікай вільгацяёмістасцю.

Працэсы хімічнага, фізічнага і біялагічнага выветрывання, якія прыводзяць да распаду скальных грунтоў, абумоўліваюць паступовае накапленне ў іх тоўшчы ўсё больш дробных часцінак, аж да калоідна-раздробленых, у выніку чаго такія грунты набываюць уласцівасці дысперсных сістэм. Таму грунты разглядаюць як *шматфазныя* (адна-, дзвюх- і трохфазныя) дысперсныя сістэмы, якія складаюцца з цвёрдай, вадкай і газападобнай фаз. Цвёрдая фаза (шкілет грунту) складаецца з мінеральных і арганічных часцінак розных размераў і формы. Вадкая фаза (вада) і газападобная (паветра і пара вады) запаўняюць прамежкі (поры) паміж цвёрдымі грунтавымі часцінкамі. Пры поўным запаўненні пор грунту вадой яны ўяўляюць сабою дысперсную сістэму, дзе дысперсным асяроддзем з’яўляецца вада, у аб’ёме якой размеркаваны мінеральныя часцінкі грунту – дысперсная фаза. Вялікае значэнне для ўласцівасцяў шматфазавай дысперснай сістэмы мае ступень раздробленасці цвёрдай фазы, г.зн. ступень дысперснасці. Найвышэйшай граніцай дысперснасці з’яўляецца малекулярнае ці іншае раздрабненне, назіраемае ў сапраўдных растворах. Дысперсныя сістэмы з размерам часцінак 0,0001-0,000001 мм называюцца *калоіднымі*.

Калі ў вадзе ці другой вадкасці расеяны калоідныя часцінкі грунту, такую сістэму называюць *золам*. З умяншэннем утрымання вады ў золе адбываецца умяншэнне рухомасці калоіднай сістэмы, наступае

застудненне, а ўзнікшы студзень называюць *гелем*. Дробныя і асабліва калоідныя грунтовыя часцінкі валодаюць *гідрафільнасцю*, г.зн. здольнасцю звязваць значную колькасць вады на паверхні мінеральных часцінак.

У грунтах, якія складаюцца з больш буйных часцінак, назіраецца паступовае знікненне калоідных уласцівасцяў. Часцінкі буйней 0,05 мм адносяць да грубадысперсных сістэм, якія не валодаюць уласцівасцямі калоідаў.

Грунты, як правіла, складаюцца з часцінак рознай буйнасці і іх фізікамеханічныя ўласцівасці ў большасці залежаць ад грануламетрычнага саставу.

Грануламетрычным саставам грунтоў называюць утрымліванне па масе часцінак рознай буйнасці, выражанае ў працэнтах па адносінах да масы сухой навескі, узятай для аналізу.

Змяненне грануламетрычнага саставу грунтоў вызывае і змяненне іх уласцівасцяў. Напрыклад, з умяншэннем размера часцінак умяншаецца водапранікальнасць грунтоў.

Для вызначэння грануламетрычнага саставу грунтоў выконваюць грануламетрычны аналіз, які заключаецца ў раздзяленні грунту на фракцыі. Кожная фракцыя ўключае ўсе часцінкі паміж устаноўленымі для яе мінімальным і максімальным размерамі (табл. 3.1).

Табліца 3.1.

Раздзяленне грунтоў у залежнасці ад размеру фракцыі

Назва групы фракцыі	Размер часцінак, мм
Валуны	Больш 200
Галька	10...200
Гравій	2...10
Часцінкі:	
пясчаныя	0,05...2
пылаватыя	0,005...0,05
гліністыя	0,005 і менш

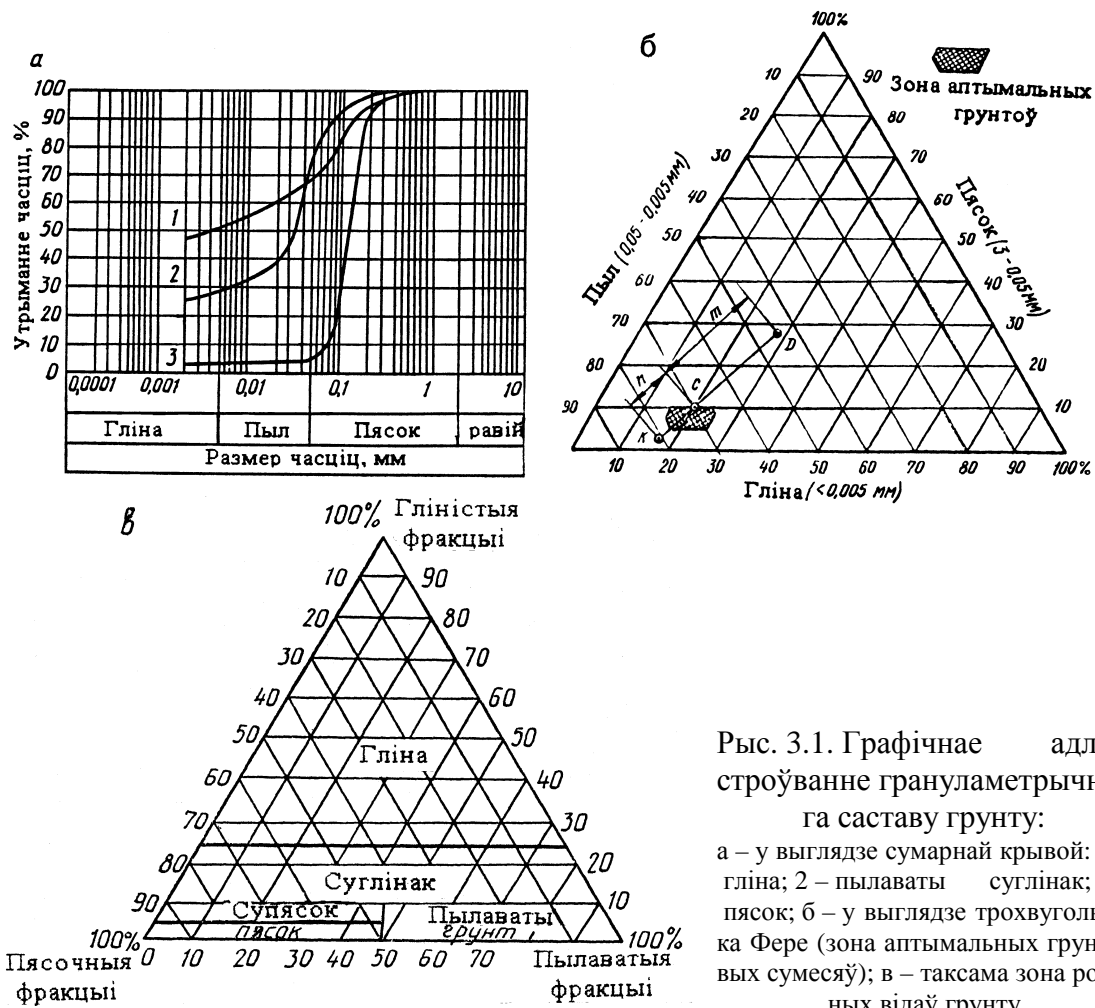
Існуюць два асноўныя спосабы раздзялення грунтовых часцінак па буйнасці: прапусканне грунту праз набор сітаў з рознымі размерамі адтулін і раздзяленне грунту на фракцыі па хуткасці падзення часцінак у спакойнай вязкай водкасці (абыкнавенна вадзе). Да першага спосабу адносяць сітавы метада, да другога – метада адмучвання, піпетачны, аэрометрычны.

Сітавы метада заключаецца ў раздзяленні часцінак грунту па буйнасці шляхам прасейвання праз набор сітаў з адтулінамі рознага

дыяметру – 25; 20; 15; 10; 5; 2; 1,5; 1,25; 0,63; 0,315, 0,14 і 0,07 мм. Рэшткі на сітах узважваюць і адносяць да агульнай навескі грунту. Гэты метад прымяняюць для аналізу буйнаабломкавых, пячаных і радзей супячаных грунтоў.

Метад адмучвання – заснаваны на рознай хуткасці падзення часцінак у спакойнай вадзе ці другой вадкасці пасля яе ўскаламучвання. Найбольшае распаўсюджанне атрымаў метад адмучвання, распрацаваны прафесарам А.Н. Сабаніным. Ён выкарыстоўваецца для вызначэння грануламетрычнага саставу дробных пячаных, супячаных і лёгкасугліністых грунтоў з устанаўленнем наступных фракцый грунтоў: 0,25...0,05; 0,05...0,01 і < 0,01 мм.

Піпетачны метад заснаваны таксама на рознай хуткасці асядання часцінак у спакойнай вадзе і адборы піпеткаю пробаў суспензіі з устаноўленай глыбіні праз вызначаны прамежкі часу. Такая проба ўтрымлівае толькі тыя часцінкі, якія не паспелі асесці за вызначаны час ад-



Рыс. 3.1. Графічнае адлюстроўванне грануламетрычнага саставу грунту: а – у выглядзе сумарнай крывой: 1 – гліна; 2 – пылаваты суглінак; 3 – пясок; б – у выглядзе трохвугольніка Фере (зона аптымальных грунтовых сумесяў); в – таксама зона розных відаў грунту

стойвання. Пры наступных пробах узятых піпеткаю праз большыя прамежкі часу ад пачатку адстойвання суспензіі, атрымліваюць больш дробныя часцінкі. Вылічваючы масу высушаных пробаў і знаючы размер адабраных часцінак (вылічаны на працягласці адстойвання суспензіі і глыбіні ўзяцця проб), пасля пераліку атрымліваюць колькасць часцінак вызначанага размеру ва ўсім аб'ёму суспензіі.

Арэаметрычны метада заснаваны на вымярэнні гушчынні адстоянай суспензіі пры дапамозе спецыяльнага прыбора – арэометра – праз вызначаня прамежкі часу. Атрымаўшы значэнні гушчынні пры дапамозе разліковых формул ці графікаў (намаграм), знаходзяць колькасць утрымліваемых у грунту часцінак вызначанай буйнасці. Гэты метада шырока прымяняецца для аналізу гліністых грунтоў.

Вынікі грануламетрычнага аналізу грунтоў для большай нагляднасці, а таксама для выканання адпаведных разлікаў зводзяць у табліцу ці строяць па ім графікі. Найбольш часта грануламетрычны састаў грунтоў паказваюць у выглядзе сумарнай крывой (рыс. 3.1, *а*) ці метадам трохвугольных каардынат (трохвугольнік Ферэ) (рыс. 3.1., *б, в*).

Табліца 3.2.

Віды буйнаабломкавых і пясчаных грунтоў

Грунт	Утрыманне часцінак % ад агульнай масы сухога грунта	Прыгоднасць грунту да дарожнага будаўніцтва
Буйнаабломкавыя: Грунт глыбавы (пры ўтрыманні пераважна абкатаных часцінак – валунны)	Часцінкі буйней 200 мм утрымліваецца >50%	Прыгодны
Грунт шчэбневаты (пры ўтрыманні абкатаных часцінак – галечны)	Часцінкі буйней 10 мм утрымліваецца >50%	Вельмі прыгодны
Грунт жарсцвяны (пры ўтрыманні пераважна абкатаных часціц – гравійны)	Часцінкі буйней 2 мм >50%	Таксама
Пясчаныя: пясок гравійны	Часцінкі буйней 2 мм >25%	Таксама
Пясок буйны	Часцінкі буйней 0,5 мм >50%	Прыгодны
Пясок сярэдняй буйнасці	Часцінкі буйней 0,25 мм >50%	Прыгодны
Пясок дробны	Часцінкі буйней 0,1 мм >75%	Прыгодны, але менш устойлівы, чым буйны і сярэдні
Пясок пылаваты	Часцінкі буйней 0,1 мм <75%	Мала прыгодны

На аснове вынікаў грануламетрычнага аналізу грунты дзеляць на класы, віды і разнавіднасці, для гэтага праводзяць групоўку часцінак па размерах і уласцівасцях.

У прыродных умовах грунты рэдка складаюцца з адной фракцыі, а утрымліваюць сумесь пясчаных, пылаватых і гліністых часцінак. Для ўласцівасці грунтоў важнае значэнне маюць колькасныя суадносіны гэтых часцінак. Таму гэтыя суадносіны паложаны ў аснову класіфікацыі, адрозніваюць трох-і чатырохчленную класіфікацыю.

У адпаведнасці з указаннямі па праектаванню землянога палатна чыгунак і аўтамабільных дарог грунты падраздзяляюцца на віды і разнавіднасці (табл. 3.2 і 3.3).

У трохчленнай класіфікацыі ўлічваюць суадносіны трох фракцый: пясчанай, пылаватай і гліністай, а ў чатырохчленнай – чатырох: гравійнай, пясчанай, пылаватай і гліністай.

Гліністыя грунты падзяляюць на віды, разнавіднасці з улікам двух паказчыкаў: наяўнасці пясчаных і гравійных часцінак у дадзеным грунту і ліку пластычнасці (табл. 3.3.)

На аснове даследаванняў і вытворчага вопыту ўстаноўлена, што некаторыя разнавіднасці супясчаных грунтоў валодаюць павышанаю

Табліца 3.3.

Віды гліністых грунтоў

Грунт	Разнавіднасць грунту	Утрыманне пясчаных часцінак размерам 2...0,05 мм, %	Лік пластычнасці, %	Прыгоднасць грунту для будаўніцтва землянога палатна
Супесак	Лёгкая буйная	(2...0,025мм) > 50	1...7	Вельмі прыгодны
	Лёгкая	> 50	-"	Прыгодны
	Пылаватая	20...50	-"	Мала прыгодны
	Цяжкая пылаватая	да 20	-"	Не прыгодны
Суглінак	Лёгкі	> 40	7...12	Прыгодны
	Лёгкі пылаваты	Да 40	-"	Мала прыгодны
	Цяжкі	> 40	12...17	Прыгодны
	Цяжкі пылаваты	Да 40	12...17	Мала прыгодны
Гліна	Пясчаністая	> 40	12...17	Прыгодны
		Менш, чым пылаватых размерам 0,05...0,005	-"	Мала прыгодны
	Тлустая	Не нармуецца	Больш 27	Не прыгодны

Заўвага: пры ўмацаванні грунтоў вяжучымі матэрыяламі важнае значэнне мае кіслотнасць і карбанатнасць грунтоў. Да кіслых грунтоў адносяць грунты, у якіх паказчык $pH < 7$. Паказчык pH характарызуе суадносіны іёнаў H^{+1} і OH^{-1} . Для кіслых грунтоў $H^{+1} > OH^{-1}$ і $pH < 7$. Грунты могуць мець шчалочную і нейтральную рэакцыі, для якіх адпаведна: $H^{+1} < OH^{-1}$ і $pH > 7$ і $H^{+1} = OH^{-1}$ і $pH = 7$.

трываласцю як у сухім, так і ў увільготненым стане пры вызначаных суадносінах: ліністых, пылаватых і пячаных часцінак.

Грунтоваы сумесі, грануламетрычны састаў якіх складаецца з гліністых часцінак ад 3 да 10%, пылаватых часцінак ад 15 да 25%, пячаных часцінак ад 65 да 82%, называюцца *аптымальнымі сумесямі*.

Пылаватыя часцінкі ў складзе аптымальнага грунту служаць запаўняльнікам, а гліністыя – сувязным матэрыялам, гравійныя і пясочныя часцінкі – шкілетам.

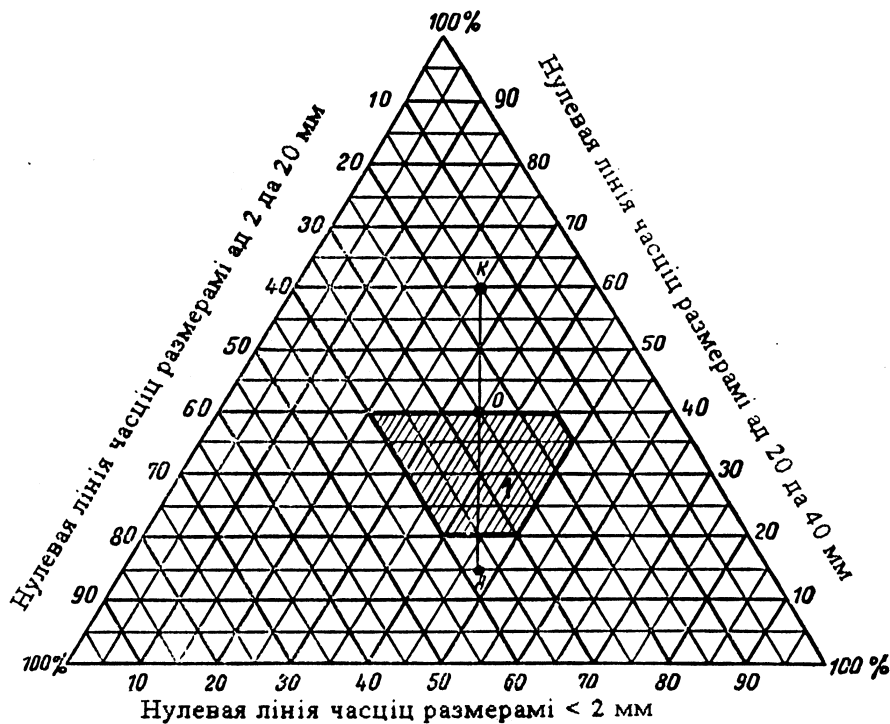
Аптымальныя грунтоваы і гравійныя сумесі, якія прымяняюцца ў дарожным будаўніцтве, прыведзены адпаведна ў табл. 3.4, 3.5.

Табліца 3.4

Грунтоваы аптымальная сумесь (штучная або натуральная)

Слой дарожнага пакрыцця	Колькасць часцінак, якія прайшлі праз сіта, %				
	Дыяметр адтуліны, мм				
	2,5	1,0	0,63	0,25	0,05
Верхні	80...100	50...80	40...60	30...50	25...35
Ніжні	80...100	-	35...60	20...50	10...30

Заўвага: часцінкі, якія праходзяць праз сіта 0,63 мм, павінны мець мяжу цякучасці для верхняга слою не больш 35, для ніжняга – не больш 25, а лік пластычнасці адпаведна 4...8 і не больш 6%.



Рыс. 3.2. Трохвугольнік Ферэ для падбору аптымальнай гравійна-пясчанаы сумесі:

1 – аптымальная зона

У практыцы дарожнага будаўніцтва для атрымання аптымальных сумесяў з гліністых грунтоў іх паляпшаюць буйназярністымі і сярэднезярністымі пяскамі, гравіем, шлакамі і іншымі зярністымі матэрыяламі.

Падбор аптымальных гравійна-пясчаных сумесяў выконваюць па крывым густых сумесяў або па трохвугольніку Ферэ (рыс. 3.2).

Табліца 3.5

Склад аптымальных гравійных (шчэбневых) сумесей для лесавозных аўтамабільных дарог

Слой дарожнага пакрыцця	Колькасць часцінак якія праходзяць праз сіта, %								
	Дыяметр адтуліны сіта, мм								
	120	70	40	20	10	5	2,5	0,63	Менш 0,05
Аснанне	100	65...85	45...75	20...60	15...50	10...40	5...30	2...20	0..5
Пакрыццё:	-	100	60...85	35...70	20...60	15...50	10...40	5...25	2...7
сумесь 1									
сумесь 2	-	100	70...85	50...75	35...65	25...55	15...45	8...30	3...10

Заўвага: *) Могуць быць аддзельныя ўключэнні дыяметрам да 150 мм.

3.4. Фізічныя ўласцівасці грунтоў

Агульныя звесткі. Асноўнымі фізічнымі ўласцівасцямі грунтоў з’яўляюцца: вільготнасць, удзельная вага, шчыльнасць, порыстасць, водапранікальнасць, водапаглынне, пластычнасць, ліпкасць, на-браканне і ўсадка. Вялікі ўплыў на ўласцівасці грунтоў маюць зернавы склад і вільготнасць.

Віды вады ў грунтах. Вада ў грунтах знаходзіцца ў трох станах: парападобным (у выглядзе пары ў глебавым паветры), вадкім і цвёрдым.

Вада ў стане пары перамяшчаецца з вобласці больш высокай тэмпературы да вобласці, дзе грунт ахаладжаецца. Гэта звязана з тым, што тут пара кандэнсуецца і яе шчыльнасць змяншаецца.

Вадкая вада ў грунце можа быць звязнай (трывала звязнай і рыхла звязнай) і свабоднай (капілярнай і гравітацыйнай). Вадкая вада у грунце можа быць: хімічна звязаная – уваходзіць у склад мінералаў, калоідаў; фізічна трывала звязаная (гіграскапічная); фізічна-рыхла-звязаная (плёнкавая); капілярная – займае тонкія поры ў грунту і перамяшчаецца ў бок меншай вільготнасці і гравітацыйная (свабодная) – запаўняе і сцякае па буйных порах уніз пад уплывам сілы цяжару і

мога папаўняць запас грунтовай вады.

Паветрана - сухія грунты заўжды ўтрымліваюць моцназвязаную ваду, якую можна выдаліць толькі шляхам высушвання грунту пры тэмпературы 105°C да нязменнай вагі.

Па меры выдалення вады ад грунтовых часцінак дзеянне малекулярных сіл хутка змяншаецца і трывалазвязаная вада пераходзіць у рыхлазвязаную, а потым у свабодную ваду.

Вільготнасць і кансістэнцыя грунту. Адносіны масы вады ў грунту да масы сухога грунту называюцца *вільготнасцю грунту*. Грунты валодаюць рознай пластычнасцю, якая залежыць ад утрымання ў грунту гліністых часцінак і вільгаці.

У залежнасці ад вільготнасці гліністыя грунты могуць мець цвёрдую, пластычную і цякучую кансістэнцыю.

Пераход грунту з аднаго стану (кансістэнцыя) ў другі адбываецца пры давольна пэўных вільготнасцях, якія прынята называць характэрнымі вільготнасцямі (межамі пластычнасці).

Вільготнасць, пры якой грунт з пластычнага стану пераходзіць у цякучы, называецца *мяжой цякучасці* (верхняя мяжа пластычнасці) W_u , а вільготнасць, пры якой грунт з пластычнага стану пераходзіць у паўцвёрды называецца *мяжой раскачвання* (ніжняя мяжа пластычнасці) W_p . Рознасць паміж значэннямі вільготнасцяў W_u і W_p называецца лікам пластычнасці $F=W_u-W_p$.

Лік пластычнасці з'яўляецца важнай класіфікацыйнай характарыстыкай для гліністых грунтоў, і па яму, карыстаючыся табл.3.3, вызначаюць віды і разнавіднасці гліністых грунтоў. Для пясчаных грунтоў лік пластычнасці менш адзінкі.

Вільготнасць мяжы цякучасці вызначаюць з дапамогай балансiрнага конуса, а мяжы раскачвання – раскачваннем камячка вільготнага грунту на далоні ў шнур дыяметрам 3 мм.

Арыенціровачныя значэнні W_u : для пяскоў – менш 16%, супеску – 16...20%, суглінкаў – 26...42% і глін – больш 42%.

Для характарыстыкі стану грунту выкарыстоўваецца паказчык адноснай вільготнасці W_{ad} - адносіны вільготнасці грунту ў прыродным стане да вільготнасці мяжы цякучасці. Пры $W_{ad} < 0,4$ грунт знаходзіцца ў паўцвёрдым, пры $0,4 < W_{ad} < 1,0$ – у пластычным і пры $W_{ad} > 1$ – у цякучым стане.

Кансістэнцыя і вільготнасць грунтоў характарызуецца паказчыкам кансістэнцыі B , які вызначаецца па формуле $B = (W - W_p) / F$, дзе W - натуральная вільготнасць грунту, %. Для грунтоў у цвёрдым стане $B=0$, а ў цякучым $B=1$.

Для характарыстыкі фізічных уласцівасцяў грунтоў у адпаведнасці з БНіП выкарыстоўваюцца наступныя паказчыкі:

а) для велічынь, якія абазначаюць адносіны масы грунту да займаемага ім аб'ёму (адзінкі вымярэння: $\text{кг}/\text{м}^3$, $\text{г}/\text{см}^3$, $\text{т}/\text{м}^3$):

шчыльнасць грунту – адносіны масы грунту, з улікам масы вады ў яго порах да аб'ёму, які займае гэты грунт;

шчыльнасць часцінак грунту – адносіны масы сухога грунту (акрамя масы вады ў яго порах) да аб'ёму цвёрдай часткі гэтага грунту.

Шчыльнасць грунту выкарыстоўваецца ў дынамічных разліках фундаментаў;

б) для велічынь, якія абазначаюць адносіны вагі грунту да займаемага ім аб'ёму (адзінкі вымярэння $\text{н}/\text{м}^3$, $\text{кН}/\text{м}^3$, $\text{МН}/\text{м}^3$):

удзельная вага грунту (замяняе тэрмін, які прымяняўся раней, “аб’ёмная вага грунту”) – адносіны вагі грунту, у тым ліку і вагу вады ў порах, да аб'ёму, які займае гэты грунт;

удзельная вага сухога грунту (замяняе тэрмін, які прымяняўся раней, “аб’ёмная вага шкілету”) – адносіны вагі сухога грунту да ўсяго аб'ёму, які займае гэты грунт;

удзельная вага часцінак грунту (замяняе тэрмін, які прымяняўся раней, “удзельная вага грунту”) – адносіны сухога грунту да аб'ёму цвёрдай часткі гэтага грунту.

Удзельная вага грунту выкарыстоўваецца непасрэдна ў разліках фундаментаў, асабліва пры вызначэнні ціску на падпорныя сценкі і фундамент і г.д.

Сувязь паміж удзельнай вагай грунту γ_0 , удзельнай вагай сухога грунту γ_c і вільготнасцю грунту W выражаецца наступным ураўненнем:

$$\gamma_c = \gamma_0 / (1 + 0,01W). \quad (3.6)$$

Порыстасцю грунтоў n называюць сумарны аб'ём пор у адзінцы аб'ёму грунту. Порыстасць грунту n выражаюць у працэнтных адносінах аб'ёму пор V_n да ўсяго аб'ёму грунту V :

$$n = 100V_n / V. \quad (3.7)$$

Адносіны аб'ёму пор да аб'ёму, займаемаму толькі грунтовымі часцінкамі V_q , называюць *каэфіцыентам порыстасці ε* :

$$\varepsilon = V_n / V_q. \quad (3.8)$$

Порыстасць пяскоў знаходзіцца ў межах 30...50%, гліністых грунтоў – 30...60%, а ў тарфяных даходзіць да 90%.

Удзельную вагу звязнага (гліністага) грунту вызначаюць

узвжваннем пробы ґрунту, выразанай з масіву з дапамогай рэжучых кольцаў без парушэння структуры, а незвязнага – узвжваннем ґрунту ў мерным цыліндры вызначанага аб'ёму.

Удзельная вага сухога ґрунту γ_s , порыстасць n і каэфіцыент порыстасці ϵ вызначаюць паводле формулаў (3,6)...(3,8).

Для вызначэння удзельнай вагі ґрунту, удзельнай вагі сухога ґрунту, вільготнасці прымяняюць розныя прыборы: глыбінныя гамашчыльнамеры ГГШ-1, ГГШ-2, нейтронны вымяральнік вільготнасці НВВ-2, шчыльнамер-вільгацемер Н.В. Кавалева і інш.

Водапранікальнасць ґрунтоў. Водапранікальнасцю ґрунтоў называюць здольнасць ґрунтоў прапусіць праз сваю тоўшчу ваду, якая знаходзіцца пад уплывам сілы цяжару ці пад дзеяннем гідрастатычнага напору. Найбольшай водапранікальнасцю вызначаюцца буйназярністыя ґрунты і найменшай – гліны.

Водапранікальнасць ґрунтоў колькасна характарызуецца каэфіцыентам *фільтрацыі*. Для чыстых буйназярністых пяскоў каэфіцыент фільтрацыі можа дасягаць не менш 30 м/сут, пылаватых – не менш 0,0005 і гліністых да 0,0005 м/сут.

Скорасць фільтрацыі вады ў ґрунту можна вызначыць паводле формулы $v = k(H_1 - H_2)/L = kI_2$ ($H_1 - H_2$ - рознасць напораў у пачатку і ў канцы шляху фільтрацыі; L - шлях фільтрацыі; I_2 - гідраўлічны градыент (ухіл), які характарызуе страту напору на адзінцы шляху фільтрацыі; k - каэфіцыент фільтрацыі).

Каэфіцыент фільтрацыі можа быць вызначаны ў палявых умовах шляхам адкачвання вады са шчылін ці яе нагнятання і ў лабараторыі з выкарыстаннем спецыяльных прыбораў.

ґрунты па ступені водапранікальнасці дзеляць на ґрунты, якія дрэнажуюцца і якія не дрэнажуюцца. Да ґрунтоў, якія дрэнажуюцца адносяць скальныя і буйнаабломкавыя пароды, пяскі гравійныя, буйныя, сярэднія і дробныя, у якіх каэфіцыент фільтрацыі не менш 0,5м/сут ці колькасць часцінак размерам менш 0,1 мм больш 15% па масе, у тым ліку размерам менш 0,005 мм і не больш 2%. Да ґрунтоў, якія не дрэнажуюцца адносяцца гліністыя ґрунты – гліны.

Пясчаныя ґрунты азначаюцца добрай водапранікальнасцю, малым набуханнем і нязначнай усадкаю, параўнальна мала змяняюць свае ўласцівасці пры ўвільгатненні. Вада ў порах пясчаных ґрунтоў мае высокую рухомасць і малое капілярнае падыманне (да 0,4...0,6 м). Супесак і суглінкі маюць прамежкавыя ўласцівасці.

Найлепшымі ґрунтамі для дарожнага будайўніцтва з'яўляюцца супясчаныя і пясчаныя. Неспрыяльнымі з пункту гледжання дарожна-

га будаўніцтва з'яўляюцца пылаватыя грунты, якія маюць невялікую водапранікальнасць, высокую капілярнасць, губляюць нясучую здольнасць пры увільгатненні, схільны да пучынаўтварэння пры прамярзанні.

У земляным палатне, якое пабудована з пылаватых грунтоў, пры прамярзанні яго адбываецца міграцыя вільгаці з ніжніх талых грунтоў у зону прамярзання, утвараючы праслойкі і лінзы з лёду. Вада пры замярзанні павялічвае свой аб'ём, адпаведна павялічваецца і аб'ём увільгатненага грунту. Пры гэтым паверхня дарогі становіцца няроўнай, на ёй паяўляюцца бугры вышыняю 0,05...0,1 м і ўпадзіны (лагчыны). Гэтая з'ява называецца *пучынаўтварэннем*, а ўзнікаючыя бугры і ўпадзіны – *пучэннем*.

Пры адтайванні грунту землянога палатна апошні пераўвільгатняецца і губляе трываласць, з прычыны гэтага на пучаных участках пад уздзеяннем рухомага саставу дарога хутка разбураецца.

Ступень пучыністасці грунтоў характарызуюць каэфіцыентам марознага пучэння $k_{пуч}$, які вылічваецца у працэнтах паводле формулы $k_{пуч} = (h/H)100$ (h - вышыня пучэння грунту, м; H – глыбіня прамярзання грунту, м).

3.5. Механічныя ўласцівасці грунтоў

Агульныя звесткі. Пры ўздзеянні нагрузкі на грунт адбываецца яго дэфармацыя, гэта значыць грунт змяне форму і аб'ём. Што ж адбываецца з грунтом? Напружанні, якія ўзнікаюць у грунту пад уздзеяннем вонкавай нагрузкі, вызываюць перамяшчэнне структурных аграгатаў і асобных часцінак, з якіх складаецца грунт, змяненне ўзаемага размяшчэння часцінак і частковае разбурэнне.

Усе дэфармацыі незалежна ад прычын, якія іх вызываюць, могуць быць раздзелены на дзве групы: дэфармацыі сціскання і зруху.

Кожная з гэтых з'яў у агульным працэсу дэфармацыі грунту залежыць ад грануламетрычнага саставу, ступені ушчыльнення і яго вільготнасці.

Заканамернасці сціскання грунтоў. *Сціскаемасць* – асаблівасць грунту змяняць свой аб'ём у выніку змяншэння порыстасці. Яе неабходна адрозніваць ад агульнай дэфармацыі грунтоў, уласцівы ўсім фізічным целама.

Разглядзім дэфармацыі сціскання выдзеленага ў грунту невялікага аб'ёму кубіка, размеры якога такія што ў яго граніцах напружанне ад

знешняй нагрузкі, якая дзейнічае на грунт, пастаянны. Выдзелены аб'ём грунту зжымаецца ў напрамку большага напружання і расшыраецца ў перпендыкулярным яму напрамку. У сувязі з тым, што расшырэнню перашкаджае супраціўленне акружаючага грунту, то дэфармацыя фактычна адбываецца пры абмежаванай магчымасці бакавога расшырэння. Аднак у сувязі з нявызначанасцю дэфармацыі гэтага віду абыкнавенна вывучаюць дэфармацыю грунту пры крайніх магчымых выпадках: пры свабодным бакавым расшырэнні грунту і пры поўнай немагчымасці бакавога расшырэння грунту.

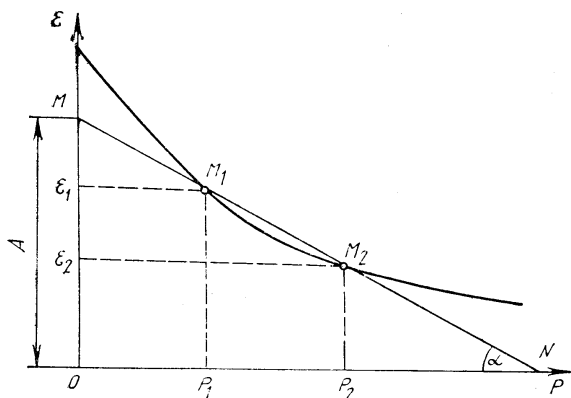


Пры адносным сцісканні і з магчымасцю бакавога расшырэння грунту адноснае папярочнае расшырэнне $i_{напяр.}$ складае $i_{напяр.} = \mu i$ (μ - каэфіцыент папярочнага расшырэння грунту (каэфіцыент Пуасона), роўны 0,27...0,42).

Пры сцісканні слоя грунту пры поўнай немагчымасці бакавога расшырэння адбываецца змяншэнне яго таўшчыні за лік больш шчыльнай упакоўкі часцінак і ўмяншэння аб'ёму пор.

Сціскальнасць грунтоў ва ўмовах немагчымасці бакавога расшырэння характарызуецца крывой кампрэсіі, якая выражае залежнасць паміж ϵ і P (рыс. 3.3.). Для грунтоў, усе поры якіх

запоўнены вадою, кампрэсійная крывая можа быць выразана як крывая залежнасці паміж P і W .



Кампрэсійныя крывыя звычайна выражаюць эмпірычнымі ўраўненнямі – лагарыфмічнай крывой ці гіпербалаю, параметры якіх устанаўліваюць падборам па доследным даным.

Рыс. 3.3. Крывая кампрэсіі

У практыцы разліку, звязаных з фундамента-будаўніцтвам, найбольшае прымяненне мае лагарыфмічнае ўраўненне кампрэсійнай крывой

$$\varepsilon = \varepsilon_0 - \ln(P + c) / B, \quad (3.9)$$

дзе ε - каэфіцыент порыстасці пры нагрузцы P ; B і c - параметры, якія ўстанаўліваюцца доследам.

Праф. М.М. Івановым для дарог прапанована спрасціць ураўненне (3.9), прыняўшы $c = 0$). Тады $\varepsilon = \varepsilon_0 - \ln P / B_1$. Пераходзячы ад натуральнага да дзесяткавага лагарыфму, атрымаем $\varepsilon = \varepsilon_0 - (2,31gP / B_1)$, дзе ε_0 - каэфіцыент порыстасці пры $P = 0,1$ МПа; B_1 - каэфіцыент, які характарызуе сціскальнасць грунту і не залежыць ад нагрузкі.

Калі знешняя нагрузка змяняецца ў малых межах на невялікім участку кампрэсійнай крывой M_1 і M_2 (рыс.3.3), то крывалінейную залежнасць паміж дэфармацыяй і нагрузкай для большасці грунтоў ва умовах прыродных залежаў можна замяніць прамою лініяй $MM_1 M_2N$. Тады ўраўненне кампрэсійнай крывой можна апісаць ураўненнем прамоў лініі:

$$\varepsilon + aP = A, \quad (3.10)$$

дзе $a = (\varepsilon_1 - \varepsilon_2) / (P_2 - P_1)$ - каэфіцыент сціскальнасці грунту; A - адрэзак, адсякаемы на восі ардынат прамою лініяй MN (гл. рыс. 3.3).

Ураўненне (3.10) – спрощанае ўраўненне кампрэсійнай крывой, якое шырока выкарыстоўваецца пры аналізе хуткасці сціскання воданасычаных грунтоў. Па кампрэсійнай крывой вызначаюць каэфіцыент бакавага сціскання, агульны модуль дэфармацыі грунту, модуль асад-

кі і г.д.

Для ацэнкі дэфармацыйных уласцівасцяў грунтоў выкарыстоўваюць модуль дэфармацыі (E_δ) ці модуль пругкасці (E_n), якія можна вызначыць па наступным формулам (МПа):

$$E_\delta = pD/l_0; E_n = pD(1 - \mu^2)/l_n,$$

дзе p - ціск на грунт, які перадаецца праз штамп, МПа; D - дыяметр штампа, м; l_0, l_n - адпаведна поўная і пругкая дэфармацыі грунту, м; μ - каэфіцыент Пуасона.

Для гравія і звычайнага грунту адносіны $E_n/E_\delta = 3 \dots 3,5$.

Модуль пругкасці і дэфармацыі залежыць ад роду грунту, яго ўшчыльнення і вільготнасці. З павелічэннем вільготнасці трываласць грунтоў (модулі E_n і E_δ) хутка змяншаецца. Па гэтаму разліковыя значэнні E_n і E_δ вызначаюць пры вільготнасці грунту, якая адпавядае перыяду вясенняга бездарожжа ($W_u = 0,75 \dots 0,85$).

Трываласць грунтоў, апрацаваных вяжучымі матэрыяламі, а таксама скальных грунтоў ацэньваюць мяжою трываласці на сцісканне: $R_{сц} = P/S$, дзе P - нагрузка, Н; S - плошча сячэння абразца, м².

Агульныя заканамернасці супраціўлення грунтоў зруху. Супраціўленне грунтоў зруху з'яўляецца іх важнейшай трывалай уласцівасцю, ведаць якую неабходна для разліку ўстойлівасці адкосаў, разліку ціску грунту на падпорныя сценкі і інш. Пад уздзеяннем знешняй нагрузкі ў вызначаных зонах грунту сувязі паміж часцінкамі могуць быць разбураны, у выніку чаго адбываецца зрушванне адных часцінак адносна другіх. Такая з'ява прыводзіць да спаўзання адкосаў, выпіранне грунту з-пад збудаванняў.

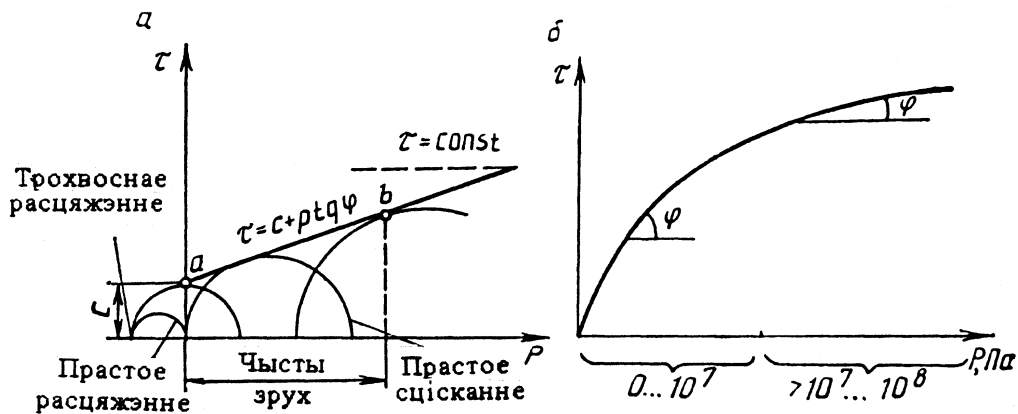
Супраціўленне зруху ў адных грунтах адбываецца з прычыны ўзнікнення сіл унутранага трэння, у другіх – пад уздзеяннем сіл шчаплення, а для некаторага грунту выяўляецца уздзеянне як адных, так і другіх сіл.

Пад сіламі ўнутранага трэння разумеюць сілы супраціўлення, узнікаючыя пры адносным руху цел, якія мяжуюцца адзін з другім, а пад сіламі шчаплення – супраціўленне структурных сувязяў усякаму перамяшчэнню звязаных імі часцінак незалежна ад знешняй нагрузкі.

З павялічэннем нармальнай нагрузкі супраціўленне грунту зруху ўзрастае. Апрача супраціўлення грунтоў зруху, пры сцісканні звязныя грунты маюць некаторае супраціўленне расцягванню, роўнае адрэзку, які ўтварыўся у выніку перасячэння крывой з восяю абсцыс (рыс. 3.4, а).

У незвязных грунтах супраціўленне расцягванню адсутнічае. І таму крывая супраціўлення зруху выходзіць з пачатку каардынат (рыс. 3.4, б).

Дадычнае напружанне пры зруху ў адной плоскасці, па Кулону, роўна $\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi + c$, дзе σ - нармальнае напружанне, якое дзейнічае ў плоскасці зруху; φ - вугал унутранага трэння; c - шчапленне грунту.



Рыс. 3.4. Залежнасць супраціўлення зруху звязанага (а) і нязвязанага (б) грунту

Чым большыя значэнні φ і c у аднаго грунту, тым вышэй яго супраціўленне зруху і значыць, механічная трываласць. У сувязі з тым,

Табліца 3.6

Класіфікацыя грунтоў па цяжкасці распрацоўкі

Віды грунтоў	Групы цяжкасці распрацоўкі грунтоў для землярыхных машын			
	бульдзэраў	грэйдэраў	скрэпераў	экскаватараў
Гліна мяккая	II	II	II	II
Гліна марэнавая	III	-	-	IV
Суглінак цяжкі	I	I	I	II
Суглінак лёгкі	I	I	I	II
Супесак	II	II	II	I
Пясок	II	II	II	I
Гравій і галька	II	II	II	I
Мёрзлыя папярэдне разрыхленыя грунты:				
Пясчаныя	III	-	-	II
Гліністыя	III	-	-	IV
Скальныя грунты папярэдне раздробленыя	-	-	-	IV

што для пяску $c = 0$ датычныя напружанні будуць роўны $\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi$.

Аднак пясчаныя грунты вызначаецца добрай водапранікальнасцю, і, ў сувязі з гэтым, ён з'яўляецца вельмі каштоўным ў дарожным будаўніцтве. Сухія гліністыя грунты аказваюць супраціўленне зруху, а значыць, рыхленню і рэзанню, але пры ўвільгатненні размякчаюцца, губляюць нясучую здольнасць, становяцца пластычнымі і ліпкімі. Вось чаму для дарожнага будаўніцтва яны мала прыгодныя.

У залежнасці ад супраціўлення грунтоў зруху яны падзелены на групы па цяжкасці распрацоўкі (табл. 3.6).

3.6. Паляпшэнне ўласцівасцяў грунтоў

Асноўнымі спосабамі паляпшэння ўласцівасцяў грунтоў з'яўляюцца: штучнае ўшчыльненне, увядзенне мінеральных дабавак, якія паляпшаюць зерневы састаў грунтоў; увядзенне дабавак (растваральных соляў), якія змяняюць вадкую фазу грунту; увядзенне вяжучых матэрыялаў; тэрмаапрацоўка і электраапрацоўка грунтоў (спосаб носіць пакуль эксперыментальны характар). Метады ўмацавання грунтоў і вобласць іх прымянення прыводзяцца ў табл. 3.7.

3.7. Дарожна-будаўнічыя матэрыялы

Дарожна-будаўнічымі матэрыяламі называюць матэрыялы, якія па сваім уласцівасцям, размерам і форме адпавядаюць спецыфічным умовам работы ў дарожных канструкцыях і збудаваннях. Яны падзяляюцца на мясцовыя і прамысловыя. *Мясцовыя* – матэрыялы, якія знаходзяцца ў раёне будаўніцтва дарогі і выкарыстоўваюцца пры невялікай пераапрацоўцы ці без яе. *Прамысловыя* – матэрыялы, якія вырабляюцца на заводах і пастаўляюцца на будаўніцтва цэнтралізавана. Мясцовыя і прамысловыя матэрыялы дзеляцца на прыродныя і штучныя. Да іх адносяцца каменныя матэрыялы, мінеральныя і арганічныя вяжучыя, бетон, жалезабетон, асфальтабетон, матэрыялы з драўніны і металу.

Прыродныя каменныя матэрыялы атрымоўваюць са скальных горных парод шляхам перапрацоўкі і апрацоўкі (склюдавання, сартавання), пры гэтым фізіка-механічныя ўласцівасці іх застаюцца пастаяннымі. Яны могуць быць у выглядзе колатага матэрыялу (бут, шашка для брукавання, шашка-пакеляж), пілаванага (блокі), штучнага рознай

ступені апрацоўкі (брустчатка, бартавы камень, пліты), драбнёнага (шчэбень, каменная крошка і інш).

Шчэбёначныя матэрыялы па размеру зярнят раздзяляюцца на фракцыі 5...10 мм, 10...20 мм, 20...40 мм, 40...70 мм. Па трываласці шчэбень характарызуець маркаю, якая адпавядае межам трываласці зыходнай горнай пароды пры сцісканні ў насычаным вадой стане.

Шчэбень для будаўніцтва аўтамабільных дарог характарызуецца таксама зносам ў палічным барабане. Марка шчэбня па зносу: і-I (страта масы да 25% пры сціранні ў палічным барабане); і-II (страта масы 25...35%); і-III (страта масы 35...45%); і-IV (страта масы 45...60%).

Шчэбень па марозаўстойлівасці падзяляюць на маркі: $M_{p3}15$, $M_{p3}25$, $M_{p3}50$, $M_{p3}100$, $M_{p3}150$, $M_{p3}200$, $M_{p3}300$.

У дарожным будаўніцтве таксама прымяняюць шлакавы шчэбень, які атрымліваюць ў выніку драбнення і сартавання адвальнага шлаку ці ахалоджанага закрystalізаванага гарачага шлаку.

Гравійныя матэрыялы па рамеру зярнят таксама, як і шчэбень, падзяляюць на фракцыі: 5...10, 10...20, 20...40, 40...70 мм.

Трываласць гравію характарызуецца маркай па драбільнасці пры сцісканні ў цыліндры: Др8 (страта ў масе пасля выпрабавання 8%); Др12 (страта ў масе 8...12%); Др16 (страта ў масе 12...16%); Др24 (страта ў масе 16...24%).

Гравій, які прымяняецца для будаўніцтва аўтамабільных дарог, характарызуецца па сціранні ў палічным барабане. Марка гравію па сціранні: I -I (страта ў масе да 20% пасля выпрабавання), I -II (страта ў масе 20...30%); I -III (страта ў масе 30...40%) і I -IV (страта ў масе 40...50%).

Па марозаўстойлівасці гравій падзяляюць на тыя ж маркі, што і шчэбень.

Пясок падзяляюць на прыродны, узбагачаны і фракцыяніраваны; драблены, драблены ўзбагачаны і драблены функцыяніраваны; драблены з адсеваў і драблены ўзбагачаны з адсеваў.

Асноўнымі паказчыкамі пяску з'яўляюцца зерневы састаў і модуль буйнасці; наяўнасць пылаватых, гліністых ці глеевых часцінак, арганічных прымесяў; мінеральна-петраграфічны састаў.

Модуль буйнасці пяску (без фракцыяў з размерам зярнят буйней 5 мм) падлічваюць паводле формулы $M_k = (A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,14}) / 100$ ($A_{2,5}$, $A_{1,25}$, $A_{0,63}$, $A_{0,315}$, $A_{0,14}$) – поўныя астаткі на сіце з круглымі адтулінамі дыяметрам 2,5 мм і на сітах з сеткамі № 1,25; 0,63; 0,315; 0,14%).

Для ўстройвання дарожнага адзення выкарыстоўваюць буйны,

Таліца 3.7.

Метады умацавання грунтоў і вобласць іх прымянення

Метады умацавання	Матэрыялы, якія прымяняюць для умацавання	Грунт, які рэкамендуецца для умацавання	Вобласць прымянення
1	2	3	4
Увядзенне дабаўкі	Гравійныя, шчэбневая, пясчаныя і іншыя буйназярністыя дабаўкі.	Гліністы	Падмуркі пад пакрыццё, а таксама для пакрыцця ніжэйшага тыпу
Умацаванне неарганічнымі вяжучымі матэрыяламі	Партландцэмент, шлакапартландцэмент і цэмент іншых відаў Нягашаная вапна. Гідратная гашаная вапна.	Пясчаны, буйнаабломачны Буйнаабломачны грунт, пяскі, супесак, якія палепшаны, грануламетрычнымі дабаўкамі Гліны, суглінкі, цяжкія пылаватыя суглінкі і буйнаабломачны грунт аптымальнага грануламетрычнага складу	Падмуркі пад цэмента- і асфальтабетонныя пакрыцці або як палегчаныя пакрыццямі з устройваннем слою зносу
Умацаванне арганічнымі вяжучымі матэрыяламі	Бітумныя эмульсіі, разрэджаныя вязкія бітумы Вадкія бітумы, дзэгці, павольна-гусцеючыя і сярэднегусцеючыя	Буйнаабломачны грунт аптымальнага грануламетрычнага складу, супесак лёгкі і цяжкі, суглінкі палепшаныя і непалепшаныя грануламетрычнымі дабаўкамі Буйнаабломачны грунт аптымальнага грануламетрычнага складу, пяскі рознай буйнасці і пылаватыя, лёгкія суглінкі	Падмурак пад палегчаныя пакрыцці або палегчаныя пакрыцці з устройваннем слою зносу Падмурак пад цэментабетонныя і ўдасканальныя (капітальныя і палегчаныя) пакрыцці з устройваннем слою зносу

Працяг табліцы 3.7.

1	2	3	4
Комплексныя метады ўмацавання (комплексныя дабаўкі)	Партландцэмент або шлакапартландцэмент з дабаўкамі вапны або NaOH , Na_2CO_3 , N_2SO_4 , Na_2SiO_3 або попельнага вынасу Нягашаная вапна, гашаная вапна (гідратная), вапна гідрафобная пры дабаўцы NaOH , Na_2CO_3 , Na_2SiO_3 або попельнага вынасу Бітумныя эмульсіі, разрэджаныя або вадкія бітумы пры дабаўцы цэмента, лаватыя, супясак, суглінкі вапны або ПАД	Супесак, суглінкі, гліны Пяскі і супесак пры дабаўцы попельнага вынасу, суглінкі, гліны. Пяскі рознай буйнасці і пылаватыя пяскі, лёгкія і цяжкія суглінкі	Таксама
Умацаванне сінтэтычнымі смоламі (полімерамі)	Мачавіна-фурфуролфармальдэгідныя, мачавінамеламінофармальдэгідныя, рылавія і іншыя сінтэтычныя высокамалекулярныя матэрыялы, драўляныя, тарфяныя смолы	Пылаватыя пяскі, лёгкія і цяжкія суглінкі	Метады распрацоўваюцца на перспектыву для прымянення ў асаблівых умовах
Тэрмічнае ўмацаванне	Электрычная энергія, газ, вадкае топліва	Суглінкі, гліны некарбанатныя	Падмурак пад удасканальныя капітальныя і па-легчаныя тыпы пакрыццяў.
Электрахімічнае ўмацаванне	Электрычны пастаянны ток пры доўгім знакапераменным уздзеяннем	Суглінкі, гліны. Наяўнасць карбанатаў або соляў у грунце ўзмацняе электрахімічнае ўздзеянне	Адкосы выемак або насыпу, ўмацаванне верхняй часткі землянога палатна

сярэдні і дробныя пяскі.

У залежнасці ад трываласці зыходнай горнай пароды і гравію пяскі падзяляюць на маркі 1000, 800, 600 і 400.

Пяскі таксама класіфіцыруюць па каэфіцыенту фільтрацыі: добра фільтруючыя – каэфіцыент фільтрацыі 6...10 м/сут; среднефільтруючыя – 3...6; слабафільтруючыя – 1...3 м/сут.

Штучныя каменныя матэрыялы атрымліваюць з прыроднай сыравіны ці адходаў заводскай вытворчасці з адпаведнай пераапрацоўкай (дзеяннем тэмпературы ці ціску, механічнай апрацоўкай і г.д.). Да штучных каменных матэрыялаў адносяцца керамічныя вырабы (дрэнажныя трубы), дарожны клінкер (цэгла для дарожных пакрыццяў), будаўнічая цэгла, керамзіт, аглапарыт, шлакі, каменнае ліццё, сіталы і інш.

Мінеральныя вяжучыя матэрыялы ўяўляюць сабою парашкападобныя рэчывы, якія пры змешванні з вадою пераходзяць з цестападобнага стану ў цвёрды, пераўтвараючыся ў штучны камень. Па характару цвярдзення яны дзеляцца на паветраныя, якія цвярдзеюць на паветры, і гідраўлічныя, якія цвярдзеюць на паветры і вадзе. Да паветраных вяжучых матэрыялаў адносяць паветраную вапну, гіпсавыя і магнезійныя вяжучыя, растварымае шкло. Да гідраўлічных – цемент, гідраўлічная нафта і інш.

Бетон – штучны каменны матэрыял, які складаецца з вяжучага матэрыялу, дробнага і буйнага запаўняльніка. У залежнасці ад тыпу вяжучага ён падзяляецца на цэментобетон, асфальтобетон, дэгцебетон, глінобетон.

Цэментобетон бывае асабліва цяжкі, цяжкі аблегчаны, лёгкі, асабліва лёгкі. Калі ён арміраваны сталею арматурай, то яго называюць жалезабетонам.

Арганічныя вяжучыя матэрыялы – гэта пераважна высокамалекулярныя вуглевадародныя злучэнні, якія ўяўляюць сабою цвёрдыя, вязкапластычныя ці вадкія рэчывы, змяняючыя свае фізікамеханічныя ўласцівасці ў залежнасці ад тэмпературы. Да іх адносяцца: бітумы нафтавыя дарожныя вязкія палепшаныя, бітумы нафтавыя дарожныя вадкія, палепшаныя; бітумы сланцавыя; дзёгці каменнавугальныя дарожныя; эмульсіі бітумныя і дзёгцевыя.

Бітумы могуць быць прыроднымі, нафтавымі і сланцавымі, а дзёгці – каменнавугальнымі, тарфянымі і дрэўнымі.

Прыродныя бітумы падзяляюцца на цвёрдыя (асфальтыты), вязкія (мальты) і вадкія (цяжкія нафты).

Нафтавыя бітумы бываюць вязкія і вадкія. Адрозніваюць

наступныя маркі вязкіх дарожных нафтавых бітумаў: БНД-200/300, БНД-130/200, БНД-90/130, БНД-40/60. Лічбы характарызуюць вязкасць, паказваюць глыбіню пранікання іголки пенетрометра.

Вадкія дарожныя нафтавыя бітумы раздзяляюцца на каласы СГ і МГ. Клас СГ- вадкія бітумы, якія гусцеюць з сярэдняй скорасцю. Яны бываюць наступных марак: СГ-15/25, СГ-25/40, СГ-40/70, СГ-70/130, СГ-130/200. Клас МГ – вадкія бітумы, якія павольна гусцеюць. Гэта МГ-25/40, МГ-40/70, МГ-70/130, МГ-130/200. Лічбы ў індэксах марак азначаюць граніцы ўмоўнай вязкасці ў секундах.

Вязкія бітумы прымяняюць для вырабу гарачых і цёплых асфальтабетонных сумесяў; а вадкія і разрэджаныя марак БНД-40/60, БНД-60/90, БНД-90/130 – для вырабу халодных асфальтабетонных сумесяў, якія могуць прымяняцца для ўмацавання грунтоў змешваннем на дарозе.

Дзэгці па вязкасці і фракцыйнаму саставу падзяляюць на восем марак: Д-1, Д-2, Д-3, Д-4, Д-5, Д-6, Д-7, Д-8.

Дарожныя эмульсіі – вязучы плёнкаўтваральны матэрыял, які ўяўляе сабою аднародную малавязкую вадкасць цёмнакарычневага цвету, якая складаецца з бітуму (ці дзэгцю), воднага раствору і эмульгатару. Прымяняюць для апрацоўкі мінеральных матэрыялаў, у тым ліку і грунтоў. У адпаведнасці з ведамаснымі нормамі ВСН 115-75 дарожныя эмульсіі па структуры дзеляць на два тыпы: *прамыя і адваротныя*. У прамых эмульсіях бітум раўнамерна размеркаваны ў вадзе ў выглядзе найдрабнейшых (1...10 мкм) кропляў, якія акружаны слоём эмульгатару.

У залежнасці ад тыпу эмульгатару *прамыя* эмульсіі падзяляюць на тры віды: *аніённыя, катыённыя і пасты*. У аніённых эмульсіях эмульгатарам з'яўляецца мыла высокамалекулярных арганічных кіслотаў, у катыённых – арганічныя азотазмяшчальныя злучэнні, у пастах – мінеральныя парашкападобныя матэрыялы. Асноўнае адрозненне паміж відамі эмульсіі заключаецца ва ўзаемадзеянні з апрацаванымі матэрыяламі. Аніённыя эмульсіі актыўна ўзаемадзейнічаюць з асноўнымі мінеральнымі матэрыяламі, якія ўтрымліваюць СаО і слаба з кіслымі, якія ўтрымліваюць SiO₂. Катыённыя эмульсіі ўзаемадзейнічаюць з асноўнымі і кіслымі мінеральнымі матэрыяламі, асабліва з кіслымі. Пасты з'яўляюцца малаактыўнымі вязучымі. Па скорасці распаду у адпаведнасці з ВСН *прамыя* эмульсіі падзяляюць на тры класы: эмульсіі, якія хутка-, сярэдне- і павольна распадаюцца.

Адваротныя эмульсіі па вязкасці дзеляць на вадкія ЭО і вязкія ЭО - В. Утрыманне вязучага ў адваротных эмульсіях павінна быць у

межах 70...80%. Для паляпшэння ўласцівасцяў бітумаў, дзэгця, эмульсіі ў іх іншы раз уводзяць паверхнева-актыўныя рэчывы (ПАР).

Асфальтабетон – штучны матэрыял атрыманы шляхам змешвання ў змяшальных устаноўках у нагрэтым стане шчэбня (гравію), пяску, мінеральнага парашку і нафтавага дарожнага бітуму. Па ўтрыманні шчэбня ці пяску асфальтабетон падзяляюць на наступныя тыпы: А – шматшчэбневая, якія ўтрымліваюць 50...65% шчэбня, Б – сярэднешчэбневая, якія ўтрымліваюць 35...50% шчэбня, В – малашчэбневая, якія ўтрымліваюць 20...35% шчэбня; Г – пясчаныя з драбленага пяску, якія ўтрымліваюць фракцыі 1,25...5 мм не менш 33%; Д – пясчаныя з прыроднага пяску, якія ўтрымліваюць фракцыі 1,25...5 мм не менш 14%.

У залежнасці ад тэмпературы ўкладкі і вязкасці прымяняемых бітумаў асфальтабетоны падзяляюцца на наступныя віды:

1) гарачыя, атрыманыя на аснове вязкіх бітумаў марак БНД 90/130, БНД 60/90 і БНД 40/60;

2) цёплыя, атрыманыя на аснове вязкіх бітумаў марак БНД 200/300, БНД 130/200;

3) халодныя, атрыманыя на аснове вадкіх бітумаў марак СГ70/130, МГ70/130.

Гарачыя і цёплыя асфальтабетоны па размеру зярнят каменных матэрыялаў падзяляюцца на наступныя віды: буйназярністыя (размер зярнят да 40 мм), сярэднезярністыя (размер зярнят да 20 мм), дробназярністыя (размер зярнят да 15 мм). *Халодныя асфальтабетоны* вырабляюць толькі дробна-зярністымі і пясчанымі. Гарачыя і цёплыя асфальтабетоны бываюць: шчыльныя (порыстасць 2,5...5), порыстыя (порыстасць 5...10%).

Па трываласці шчэбня і якасці мінеральнага парашку асфальтабетонныя сумясі падзяляюцца на дзве маркі. Для першай маркі ў якасці запаўняльніка прымяняецца шчэбень з магматычных і метамарфічных парод маркі па трываласці не ніжэй 1200 для сумесей тыпу А, Б, В і асадачныя пароды – не ніжэй 1000; для другой – шчэбень, выраблены з горных парод па трываласці ніжэй 1000.

Драўляныя матэрыялы, якія выкарыстоўваюцца ў будаўніцтве, класіфіцыруюць па пародам, відам і сорту. Па відам яны дзеляцца на круглыя, піламатэрыялы і клееныя матэрыялы. Сортнасць драўніны залежыць ад характару і размеру заганаў. Драўляныя матэрыялы шырока выкарыстоўваюць пры будаўніцтве лежкавых і драўляна-грунтавых пакрыццяў, для вырабу шпал і г.д.

Металічныя матэрыялы па саставу падзяляюцца на чорныя і

каляровыя. Да горных адносяць чыгун і сталь, да каляровых – медзь, свінец, волава, цынк, алюмініц і г.д. Яны шырока прымяняюцца ў дарожным і чыгуначным будаўніцтве.

3.8. Снег і лёд

Снег і лёд выкарыстоўваюць для ўстройвання снежна-ледзяных дарог. Снежнае покрыва ўяўляе сабою сумесь крышталёў лёду, вады, вадзяных параў і паветра. Суадносіны іх змяняюцца з часам. За лік тэмпературнага перападу паміж верхнім і ніжнім слямі снежнага покрыва адбываецца выпарэнне снегу (сублімацыя), а таксама ўтварэнне крышталёў лёду з вадзяных пароў (дэсублімацыя), што прыводзіць да структурных змен (фірэізацыі) і абумоўлівае неаднароднасць снегу.

З цягам часу ў снежным покрыве ўтвараюцца слаі рознай структуры, якія маюць розныя фізіка-механічныя ўласцівасці (шчыльнасць, цвёрдасць, вільготнасць).

Шчыльнасць снегу – адносіны масы пробы снегу да яго аб'ёму ці адносіны аб'ёму (масы) вады, атрыманай са снегу, да ўзятгага аб'ёму снегу. Яе вызначаюць стандартным шчыльнамерам, які складаецца з пустога цыліндра вышынёю 0,6 м і плошчаю папярочнага сячэння $0,005 \text{ м}^2$ з дзеленнямі на вонкавым боку і спружынных вагаў.

Для лесавозных дарог шчыльнасць снегу (лёду) прымаюць у залежнасці ад інтэнсіўнасці руху аўтамабіляў: пры інтэнсіўнасці руху да 100 аўт/сут. – $500 \dots 600 \text{ кг/м}^3$; пры інтэнсіўнасці 100...500 аўт/сут. – $600 \dots 700 \text{ кг/м}^3$, пры інтэнсіўнасці больш за 500 аўт/сут. – $700 \dots 800 \text{ кг/м}^3$.

Цвёрдасць снегу – гэта здольнасць снегу супраціўляцца пранікненню цвёрдага цела. Яна характарызуе дэфармацыйную здольнасць снегу. Цвёрдасць вызначаюць штампамі (цвёрдамерамі – зондамі) ці ўдарнікам – цвёрдамерамі Саюздар НДІ. Цалінны снег мае шчыльнасць у межах $1 \dots 100 \text{ кПа}$. Цвёрдасць снегу пасля ўшчыльнення залежыць ад шчыльнасці, структуры, ступені яго перамешвання перад ушчыльненнем, тэмпературы навакольнага асяроддзя ў час ушчыльнення. Цвёрдасць снегу пасля ўшчыльнення можа дасягаць 3 МПа. Для прадухілення каляінаўтварэння цвёрдасць ушчыльнёнага снегу павінна быць не менш $1 \dots 1,2 \text{ МПа}$.

Модуль пругкасці снегу E_n у пакрыцці вызначаюць па формуле $E_n = 17E_0$, дзе E_0 - модуль дэфармацыі снегу, МПа. Ён вызначаецца

ўдарнікам – цвёрдамерам СаюздарНДІ ў залежнасці ад колькасці ўдараў $N_{0,5}$ гіраю 0,5 кг да апускання металічнага стрыжня ўдарніка цвёрдамера ў снег на глыбіню 0,1 м: $E_0 = N_{0,5}^{0,7}$. Значэнне E_0 можна вызначыць прыблізна па формуле $E_0 = 5N_{0,5}$ пры шчыльнасці снегу 600 кг/м^3 , а пры шчыльнасці снегу $400 \dots 500 \text{ кг/м}^3$ па формуле $E_0 = 8,5N_{0,5}$.

Вільготнасць снегу – адносіны масы вадкіх плевак і параў вады, якія знаходзяцца ў пробе да агульнай масы пробы снегу: $W_c = 100 \times (m_1 - m_c) / m_1$ (m_1 - маса пробы снегу, кг; m_c - маса сухога снегу, кг).

Вільготнасць снегу характарызуе яго змярзаемасць. Найвышэйшая змярзаемасць дасягаецца для вільготнасці $8 \dots 10\%$. Вільготнасць снегу вызначаюць калорыметрычным спосабам, заснавым на вызначэнні скрытай цеплаты плаўнення снегу пры пераводзе яго ў вадкі стан. Маса сухога снегу ў кг вызначаюць паводле формулы

$$m_c = \frac{(m_2 c_{\theta} + c_{\kappa})(t_1 - t_2) - m_1 c_{\theta}(t_c + t_2)}{(c_c - c_{\theta})t_c + \lambda},$$

дзе c_{θ} , c_c - удзельная цеплаёмістасць вады і снегу, Дж/(кг·°C), m_2 - маса вады ў каларыметры, кг; t_1 - тэмпература вады ў каларыметры да апускання пробы снегу, °C; t_2 - гэтаксама, пасля расплаўнення пробы снегу, °C; t_c - тэмпература пробы снегу, °C; λ - удзельная цеплыня плаўнення снегу, Дж/кг; c_{κ} - цеплаёмістасць каларыметра, Дж/°C.

Лёд – вада, якая перайшла пры замярзанні з вадкага ў цвёрды крышталічны стан. Шчыльнасць чыстага лёду пры $t = 0^{\circ}\text{C}$ і $p = 0,1 \text{ МПа}$ складае $916,8 \text{ кг/м}^3$. Шчыльнасць лёду на лесавозных дарогах можа дасягаць 850 кг/м^3 .

Скорасць лёдаўтварэння (таўшчыня лёду) на азёрах і рэках (пры хуткасці цячэння вады менш 1 м/сек , пры якой дапускаецца ўстройства перапраў) можна вызначыць па формуле $h = 0,03 \sqrt{A\Theta}$ (A – колькасць сутак з устойлівай адмоўнай тэмпературай; Θ - сярэднесутачная адмоўная тэмпература, °C),

Час замярзання лёду пры яго намарожванні на пакрыццё вызначаюць паводле формулы $t = kh_{\theta} / \Theta_a$. Тут h_{θ} - таўшчыня слоя вады, м; Θ_a - абсалютныя значэнні тэмпературы паветра, °C; k - эмпірычны каэфіцыент (пры першым намарожванні тоўстага слоя $k = 1200 \text{ ч} \cdot ^{\circ}\text{C/м}$; для наступных тонкіх слаёў лёду $k = 1000 \text{ ч} \cdot ^{\circ}\text{C/м}$).

Трываласць лёду характарызуецца модулем пругкасці і напружан-

нем расцягвання, выгіну і другімі паказчыкамі, пры якіх адбываецца яго разбурэнне.

Напружанні расцягвання, пры якіх лёд разбураецца, вагаюцца ў межах 0,54...1,95 МПа. Разбуральныя напружанні пры сцісканні роўны 3 МПа, а пры выгіну – 0,4...4,5 МПа. У разліках прымаюць 1,2 МПа. Каэфіцыент Пуасона рачнога лёду пры $t = -3^{\circ}\text{C}$ раўняецца 0,34...0,36.

Кантрольныя пытанні: 1. Што называецца грунтом і якую ролю яны іграюць у дарожным будаўніцтве? 2. Што такое магматычныя, метамарфічныя і асадкавыя горныя пароды? Якія ўмовы іх утварэння? 3. Як кваліфіцыруюць грунтовыя часцінкі па размерам? 4. Дарожная класіфікацыя грунтоў і прыцып, закладзены ў аснову яе пабудовы. 5. Што такое вільготнасць, порыстасць, марозаўстойлівасць, трываласць, сціраемасць і метады іх вызначэння. 6. Што называецца грануламетрычным саставам грунту і як яго вызначыць. 7. Што такое шчыльнасць грунту і шчыльнасць сухога грунту. 8. Што разумеюць пад механічнымі ўласцівасцямі грунтоў? 9. Што такое модуль пругкасці і дэфармацыі? 10. Дайце назву і характарыстыку спосабаў паляпшэння фізіка-механічных уласцівасцяў грунтоў. 11. Што такое асфальтабетон? 12. Штучныя каменныя матэрыялы. Раскажыце аб іх фізіка-механічных уласцівасцях. 13. Што такое снег і лёд? Якія іх асноўныя ўласцівасці? 14. Якая мінімальная шчыльнасць снега неабходна для лесавозных аўтадарог?

4. АСНОВЫ АРГАНІЗАЦЫІ ПРАЕКТНАЙ СПРАВЫ І ТРАНСПАРТНАГА АСВАЕННЯ ЛЯСНОГА МАСІВУ

4.1. Асновы праектавання лесанарыхтоўчых прадпрыемстваў і лесавозных дарог

Сучаснае лесанарыхтоўчае прадпрыемства (ЛНП) – гэта складаны комплекс вытворчых будынкаў, збудаванняў, абсталявання, леса-транспартных шляхоў, якія знаходзяцца ў цеснай тэхналагічнай сувязі адзін з другім.

Праект новага ЛНП распрацоўваюць на падставе тэхніка-эканамічнага абгрунтавання (ТЭА), які падцвярджае эканамічную мэтазгоднасць і гаспадарчую неабходнасць будаўніцтва праектуемых аб'ектаў. Пасля зацвярджэння ТЭА складаюць заданне на праектаванне, у якім заказчык вызначае месцазнаходжанне ЛНП, яго сыравінную базу, вытворчую магутнасць, неабходную перапрацоўку драўніны і іншыя дадзеныя.

Праект буйных прадпрыемстваў з новаю тэхналогіяй распрацоўваюць у дзве стадыі (тэхнічны праект і рабочыя чарцяжы). У астатніх выпадках рапрацоўваюцца аднастадыйны рабочы праект з шырокім выкарыстаннем тыпавых праектаў будынкаў і збудаванняў.

Лесавозныя дарогі спачатку праектуюць для работы ЛНП на працягу першых 5...10 год, потым яшчэ на 5...7 год і г.д.

Такі парадак праектавання і будаўніцтва лесавозных дарог прыняты таму, што пошук, праектаванне і будаўніцтва разгалінаванай сеткі лесавозных дарог (магістралі і веткі), якую неабходна пабудаваць за 30 – 40 гадоў работы прадпрыемства, патрабавала бы вялькіх капітальных і працоўных выдаткаў. З другога боку, за гэты час большая частка праектных матэрыялаў маглі бы ўстарэць (змены ў сыравіннай базе, замена тыпу лесатранспарту больш новым і г.д.)

Праект аўтамабільнай лесавознай дарогі для невялікага ляснага масіву (лесасыравіннай базы) ЛНП, якое дзейнічае, распрацоўваюць ў адну стадыю. Увесь комплекс праектна-пошукавых работ, як правіла, дзеляць на наступныя этапы: работы падрыхтоўчага перыяду; пошук і праектаванне. У склад падрыхтоўчага перыяду ўваходзіць збіранне і вывучэнне ўсіх матэрыялаў, якія характарызуюць умовы будаўніцтва (тапаграфічныя карты, матэрыялы аэраздымкаў, дадзеныя па інжынернай геалогіі мясцовасці, гідралогію і інш.), удасканалванне дадзеных, якія характарызуюць запасы ляснай сыравіны і г.д.

На аснове атрыманых матэрыялаў распрацоўваюць генеральную схему транспартнага асваення сыравіннай базы ЛНП з размяшчэннем у ёй сеткі лясных дарог. Пры яе распрацоўцы неабходна рашыць наступныя асноўныя пытанні праекта: устанавіць межы лесасыравіннай базы; вызначыць разліковы гадавы аб'ём вывазкі; выбраць пункт прымыкання лесавознай дарогі да транзітнай магістралі, па якой меркуецца дастаўляць лес спажыўцу; выбраць тып лесатранспарту і прынцыповую схему размяшчэння лесавозных дарог у межах базы; устанавіць асноўны напрамак магістралі; вызначыць аптымальную адлегласць паміж веткамі і іх размяшчэнне ў межах базы; выдзеліць зоны першачарговай эксплуатацыі сыравіннай базы. На аснове генсхемы выконваюць камеральнае трасіраванне лесавозных дарог на картах з гарызанталямі ці па аэрафотаздымкам. Камеральна запраектаваную трасу пераносяць на мясцовасць з неабходнымі папраўкамі на рэльеф мясцовасці, размяшчэння ліквіднага запасу драўніны і г.д.

Пры адсутнасці адпаведных буйнамаштабных тапаграфічных карт ці даных аэрафотаздымкі пошукі лесавознай дарогі выконваюць на мясцовасць. У склад інжынерна-геадэзічных работ пры пошуку лесавозных дарог уваходзяць: пошук трасы лесавознай дарогі з яе вугламернай здымкай, нівеліроўка і здыманне папярочнікаў на спадах і замацаваннем трасы на мясцовасці; здыманне плана мясцовасці ўздоўж трасы дарогі на шырыню да 100 м у абодва бакі ад трасы, вызначэнне месца пераходу праз вадатокі, месца размяшчэння станцый, раз'ездаў, пунктаў перагрузкі лесу, пасёлкаў, лясных складаў і г.д. ў маштабе 1:5000-1:1000 з гарызанталямі праз 1...2 км, прывязка здымкаў да пунктаў дзяржаўнай геафізічнай сеткі.

У склад інжынерна-геалагічнага пошуку уваходзяць: збор і вывучэнне наяўных матэрыялаў па інжынернай геалогіі; інжынерна-геалагічнае абследаванне раёна пошуку дарогі з разведкаю дарожна-будаўнічых матэрыялаў і крыніц водазабеспячэння. Устанаўліваюць наяўнасць у даным раёне адходаў прамысловых прадпрыемстваў (шлакі, попел і г.д.) і магчымасць іх выкарыстання пры будаўніцтве дарог.

Для вызначэння запасаў дарожна-будаўнічых матэрыялаў (гравію, пяску і г.д.) выкарыстоваюць метады трохвугольных прызмаў, якія заключаецца ў тым, што на план месцаараджэння (маштаб 1:2000) наносыць сетку (100x100м) шурфоў ці буравых шчылін. Затым сетку шчылін злучаюць у трохвугольнікі так, каб у вяршыні кожнага трохвугольніка быў шурф ці буравая шчыліна. Запас дарожна-будаўнічага матэрыялу вызначаюць паводле формулы

$$V_n = \Sigma \frac{f(h_1 + h_2 + h_3)}{3},$$

дзе f – плошча трохвугольніка, у вяршынях якога зроблены шчыліны, m^2 ; h_1, h_2, h_3 – таўшчыня пласта карыснага выкапня ў вяршынях вуглоў трохвугольніка, м.

Для разведкі дарожна-будаўнічых матэрыялаў могуць прымяняцца: сейсмічныя, ультрагукавыя і радыёізатопныя метады, а таксама электраразведка.

На аснове дадзеных, атрыманых на стадыі пошуку, распрацоўваюць праект лесавознай дарогі, які можа быць часткаю праекта прадпрыемства (ЛНП), або самастойным дакументам. Праект распрацоўваюць, як правіла, на магістралі і веткі. Вусы будуецца без распрацоўкі праекта, карыстаючыся схемамі адведзеных у распрацоўку лесасек і дадзенымі натуральнага агляду мясцовасці.

Рабочы праект лесавознай дарогі ўключае тлумачальную запіску, чарцяжы, каштарыс і розныя дадаткі. Тлумачальная запіска складаецца з агульнай часткі, дзе выкладаюцца агульныя звесткі аб раёне будаўніцтва дарогі, аб'ёмна-якасныя і тэхніка-эканамічныя паказчыкі (грузапатокі, інтэнсіўнасць руху, эканамічныя паказчыкі і г.д.), абгрунтаванне норм праектавання і праектных рашэнняў, а таксама агульныя пытанні арганізацыі будаўніцтва дарогі.

У склад чарцяжоў уваходзіць карта лесасырavinнай базы з размяшчэннем лесавозных дарог, план трасы дарогі, падоўжаны профіль, папярочныя профілі землянога палатна і дарожных адзенняў, чарцяжы штучных збудаванняў, мастоў, труб і іншых збудаванняў і будынкаў, а таксама план і тэхналагічныя карты арганізацыі будаўніцтва дарогі. Каштарыс вызначае патрэбнасць у фінансаванні, якое неабходна для будаўніцтва дарогі. У склад каштарыснай дакументацыі ўваходзяць: зводны каштарыс, каштарысы і каштарысныя разлікі на будаўніцтва асобных аб'ектаў, набыццё абсталявання і яго мантаж.

У сваёй працы праектныя арганізацыі кіруюцца будаўнічымі нормамі і правіламі (БНіП), дзяржаўнымі стандартамі на будаўнічыя матэрыялы, дэталі і канструкцыі, іншымі нарматыўнымі дакументамі і ўказаннямі па праектаванні і будаўніцтву, ведамаснымі будаўнічымі нормамі (ВБН), у асобнасці галіновай “Інструкцыяй па праектаванні лесанарыхтоўчых прадпрыемстваў”, “Нормамі тэхналагічнага праектавання лесанарыхтоўчых прадпрыемстваў” і іншыя.

4.2. Паказчыкі эфектыўнасці работы сухапутнага транспарту лесу

Асноўныя паказчыкі эфектыўнасці. Пры вызначэнні эканамічнай эфектыўнасці работы сухапутнага транспарту лесу выкарыстоўваюць наступныя паказчыкі: агульныя і ўдзельныя (на 1 м³ вывазімай драўніны) капіталаўкладанні на будаўніцтва дарогі, набыццё неабходных транспартных сродкаў дарожных машын і г.д.; сабекошт вывазкі нарыхтаванага лесу; прыведзеныя выдаткі; удзельныя выдаткі на вывазку драўніны.

Паралічаныя паказчыкі шмат у чым залежаць ад прадукцыйнасці цягавых машын на вывазцы нарыхтаванага лесу, якую можна вызначыць паводле формулы (м³/змену)

$$П = \frac{(T - t_{n.-з})k_6 Q_{кар}}{33,3 \left(\frac{L_{cp}}{V_{cp}} + \frac{L_{вус}}{V_{вус}} \right) + \sum t_{np}}, \quad (4.1)$$

дзе T – працягласць рабочай змены, мін; $t_{n.-з}$ – падрыхтоўча-заклучны час, мін; k_6 – каэфіцыент выкарыстання рабочага часу; $Q_{кар}$ – карысная нагрузка на цягнік, м³; L_{cp} – сярэдняя адлегласць вывазкі па магістралі і ветках, км; V_{cp} – скорасць руху па магістралі і ветках, м/с; $L_{вус}$ – сярэдняя адлегласць вывазкі па вусах, км; $V_{вус}$ – скорасць руху па вусах, м/с; $\sum t_{np}$ – працягласць прастояў за адзін рэйс на пунктах пагрузкі, разгрузкі і на раз'ездах, якія вызначаюцца паводле нарматываў, мін; 33,3 – каэфіцыент, роўны (2x1000)/60.

Вызначэнне сабекошту вывазкі лесу пры параўнанні праектных варыянтаў. Кошт вывазкі лесу ў залежнасці ад дарожнай і транспартнай складальных вызначаецца паводле формулы

$$x = (x_{дар} + x_{тр})k_n k_{тэр}, \quad (4.2)$$

дзе $x_{дар}$ – дарожная складальная кошту вывазкі лесу; $x_{тр}$ – транспартная складальная вывазкі лесу; k_n – каэфіцыент, які ўлічвае накладныя выдаткі (1,12...1,16); $k_{тэр}$ – тэрытарыяльны раённы каэфіцыент, які ўлічвае павышэнне кошту вывазкі ў лясных раёнах, выдаленых ад прамысловых цэнтраў і шляхоў зносін (прымаецца паводле ТЭП канцэрна “Белляспаперпрам”).

У выніку аналізу ўраўнення (4.2) праф. Д.А. Паповым з далейшым удакладненнем праф. Б.А. Ілыным устаноўлена наступная асноўная залежнасць кошту вывазкі 1м³ нарыхтаванага лесу ад размераў транспартнай работы дарогі, сярэдняй адлегласці вывазкі і гадавога

грузаабароту

$$x = \left[a + \left(b + \frac{c}{Q_2} \right) L_{cp} + \frac{d}{Q_2} \right] k_n k_{mэp}, \quad (4.3)$$

дзе a – выдаткі на будаўніцтва і ўтрыманне вусоў і кошт прастояў лесавозных цягнікоў у час работы; b – кошт прабегу лесавознага цягніка, аднесены да $1 \text{ м}^3 \text{ км}$ грузавой работы, і частка расходаў на ўтрыманне дарог, якія залежаць ад размера выконваемай грузавой работы; c – каэфіцыент, які ўлічвае астатнія дарожныя расходы; Q_2 – гадавы грузаабарот дарогі; L_{cp} – сярэдняя адлегласць вывазкі нарыхтаванага лесу; d – каэфіцыент, які залежыць ад тыпу транспарту.

Значэнне d вызначаюць па ТЭП канцэрна “Белляспаперпрам”, а значэнні a , b і c – па наступных формулах

$$a = \frac{M_1 \sum t_{np}}{(T - t_{n.-3}) k_6 Q_{кар}} + \frac{k_{вус}}{100 \gamma_l d_{вус}} + f; \quad (4.4)$$

$$b = \frac{33,3 M_2}{(T - t_{n.-3}) k_6 Q_{кар} V_{cp}} + \frac{q}{\alpha_{np}}; \quad (4.5)$$

$$c = \frac{(r + 0,1 n_{ам} k_{cp})}{\alpha_{np}}, \quad (4.6)$$

дзе M_1 – кошт адной машына-змены цягніка ў час стаянкі; M_2 – умоўны кошт адной машына-змены ў час руху; $k_{вус}$ – выдаткі на будаўніцтва і ўтрыманне 1 км вуса; γ_l – запас ліквіднай драўніны на 1 га эксплуатацыйнай плошчы, $\text{м}^3/\text{га}$; $d_{вус}$ – сярэдняя адлегласць паміж вусамі, км ; r , f , q – каэфіцыенты, якія залежаць ад тыпу транспарту, віду дарожнага адзення, вызначаюць па ТЭП; α_{np} – каэфіцыент прабегу (у сярэднім $\alpha_{np} = 0,6$), $n_{ам}$ – сярэдні працэнт гадавых амартызацыйных адлікаў ад кошту будаўніцтва дарогі, %; k_{cp} – сярэдні кошт будаўніцтва 1 км дарогі пастаяннага тыпу.

Ураўненне (4.6) ёсць эканоміка-матэматычная мадэль работы дарогі, якім можна карыстацца ў практных разліках.

На аснове ураўнення (4.3) выконваюць тэхніка-эканамічнае абгрунтаванне выбару тыпу транспарту лесу. Напрыклад, няхай мы маем дадзеныя двух тыпаў транспарту: аўтамабільнага і чыгуначнага. Выкарыстоўваючы ураўненне (4.3), патрабуецца паказаць, на якую адлегласць пры адным і тым жа грузаабароце Q будзе танней вывазка лесу аўтамабільным транспартам у параўнанні з чыгуначным. У

даным выпадку $a_2 > a_1$, а $b_2 < b_1$.

Пры некаторай адлегласці $L=L_{cp}$ (L_{cp} – гранічная адлегласць вывазкі лесу, км) кошт вывазкі лесу аўтамабільным і чыгуначным транспартам будзе аднолькавым.

Тады

$$a_1 + \left(b_1 + \frac{c_1}{Q_2} \right) L + \frac{d_1}{Q_1} = a_2 + \left(b_2 + \frac{c_2}{Q_2} \right) L + \frac{d_2}{Q_2}. \quad (4.7)$$

Рашыўшы ўраўненне (4.7) адносна L , атрымаем гранічную адлегласць вывазкі лесу, роўную

$$L_{cp} = \frac{a_2 - a_1 + (d_2 - d_1)/Q_2}{b_1 - b_2 + (c_1 - c_2)/Q_2}. \quad (4.8)$$

Такім чынам, калі $L_{cp} < L_{cp}$, тады вывазка лесу больш выгадная (таннейшая) аўтамабільным транспартам, а калі $L_{cp} > L_{cp}$, больш выгадная чыгуначным транспартам.

Вызначэнне будаўнічага кошту лесавознай дарогі. Выдаткі на збудаванне дарогі вылічваюцца шляхам састаўлення каштарысу. Пры параўнанні праектных варыянтаў карыстаюцца ўбуйнёнымі паказчыкамі кошту будаўніцтва 1 км дарогі рознага віду, якія прыведзены ў ТЭП канцэрна “Белляспаперпрам” размер неабходных выдаткаў на пабудову дарожнай сеткі вызначаюць паводле формулы

$$K_{\partial} = (K_m L_m + K_{л.в} L_{л.в} + K_{з.в} L_{з.в} + K_{с.ш} L_{с.ш} + y) k_{np} k_{тэр},$$

дзе K_{∂} – кошт будаўніцтва дарогі, руб; $K_m, K_{л.в}, K_{з.в}, K_{с.ш}$ – кошт будаўніцтва 1 км магістралі, летніх і зімовых веткаў, дарог на ніжнім складе прымаюць па ТЭП, руб; $L_m, L_{л.в}, L_{з.в}, L_{с.ш}$ – працяг магістралі, летніх і зімовых веткаў, дарог на складзе, км; y – выдаткі, якія не ўлічаны ўбуйнёнымі вымяральнікамі (пабудова мастоў, даўжынёю больш 25 м, перанос лініі сувязі, пабудова гаспадарчай дарогі і г.д.); k_{np} – каэфіцыент, які ўлічвае іншыя няўлічаныя выдаткі на будаўніцтва дарогі (1,1...1,2).

Выдаткі на капітальны рамонт дарогі і рухомага саставу вызначаюць паводле формулы

$$K_{к.р} = \sum \frac{K_{\partial ap} L t_{\partial ap}}{n_{\partial ap}} + \sum \frac{K_u N t_u}{n_u}, \quad (4.8)$$

дзе $K_{\partial ap}, K_u$ – кошт аднаго капітальнага рамонту 1 км дарогі і аднаго цягніка (аўтамабіля, лакаматыва з прычпным саставам); L – працяг

участкаў дарогі, якія працуюць на працягу $t_{дар}$, км; $t_{дар}$ – тэрмін дзеяння асобных участкаў дарожнай сеткі, год; N – патрэбнасць (спісачная) у рухомым саставу на працягу t_u , шт; t_u – перыяд работы дарогі пры колькасці рухомага саставу N камплектаў, год; $n_{дар}$, n_u – перыядычнасць капітальных рамонтаў дарогі і рухомага саставу, год.

Удзельныя працавыдаткі на транспарт лесу. Яны вызначаюцца паводле формулы

$$P_{mp} = P_e + P_c + P_{вус}, \quad (4.9)$$

дзе P_{mp} – сумарныя ўдзельныя выдаткі працы на транспарт лесу, чал.-дні/м³; P_e , P_c , $P_{вус}$ – адпаведна ўдзельныя працавыдаткі на вывазку нарыхтаванага лесу, на ўтрыманне ў спраўнасці і бягучы рамонт дарогі і на збудаванне вусоў.

Значэнні P_e , P_c , $P_{вус}$ вызначаюць паводле формул

$$P_e = \frac{N_{mp}}{\Pi} = \frac{N_{mp} \left[33,3 \left(\frac{L_{cp}}{V_{cp}} + \frac{L_{вус}}{V_{вус}} \right) + \sum t_{np} \right]}{(T - t_{n.-з}) k_e Q_{кар}}; \quad (4.10)$$

$$P_c = \frac{(h + j \alpha_{np} Q_z) L_{эк} + e}{Q_z}; \quad (4.11)$$

$$P_{вус} = \frac{Z_{вус}}{100 \gamma_l d_{вус}}. \quad (4.12)$$

дзе N_{mp} – колькасць рабочых, якія абслугоўваюць адну цягавую машыну; h , j – каэфіцыенты, якія характарызуюць залежнасць колькасці рабочых ад даўжыні дарогі і аб'ёму грузавой работы; e – колькасць рабочых, не залежная ад даўжыні і грузаабароту дарогі; $L_{эк}$ – эксплуатацыйная даўжыня дарогі, км; $Z_{вус}$ – працавыдаткі на збудаванне 1 км вуса, чал.-дні; Π – прадукцыйнасць лесавознага цягача на вывазцы лесу.

З формул (4.10)...(4.12) відаць, што на ўдзельныя выдаткі аказваюць уплыў наступныя фактары: L_{cp} , V_{cp} , $\sum t_{np}$, T , $Q_{кар}$, γ_l , $d_{вус}$, $Z_{вус}$ і іншыя.

4.3. Ацэнка эфектыўнасці інвестыцыяў у праектаванне і будаўніцтва (рэканструкцыю) лесавозных дарог

Інвестыцыі – гэта ўлажэнне фінансавых сродкаў у розныя віды эканамічнай дзейнасці з мэтай скарачэння і павелічэння капіталу. Адрозніваюць рэальныя (або капітальныя) і фінансавыя (або партфельныя) інвестыцыі.

Рэальныя (капітальныя) інвестыцыі – укладанне сродкаў у фізічны капітал прадпрыемства, напрыклад, ва ўтварэнне асноўных фондаў, рэканструкцыю і мадэрнізацыю старых або іх тэхнічнае пераўзбраенне.

Фінансавыя (партфельныя) інвестыцыі – укладанне ў пакупку акцыяў, каштоўных папер і выкарыстанне іншых фінансавых дзеянняў з мэтай павелічэння фінансавага капіталу інвестара, які ажыццяўляе інвестыцыі. Да фінансавых інвестыцыяў таксама адносяць пакупку нерухомасці (будынкі, зямельныя ўчасткі), маёмасных праў, ліцэнзіяў, патэнтаў, таварных знакаў, іншых формаў нематэрыяльных актываў з мэтай перапрадажы, здачу ў арэнду і іншага выкарыстання, якое прыводзіць да павелічэння (захавання) на працягу вызначанага прамежку часу першапачатковага ўкладання (інвесціраванага) капіталу.

Сістэма мерапрыемстваў, якія плануюцца і ажыццяўляюцца па ўкладанню капіталу ў стварэнне або мадэрнізацыю матэрыяльных аб'ектаў, тэхналагічных працэсаў, у іншыя віды прадпрыемальніцтва з мэтай захавання і павелічэння капіталу складае сутнасць праекта. Ацэнка яго эфектыўнасці выконваецца шляхам параўнання вынікаў, атрыманых на працягу жыцця праекта (перыяд часу паміж пачаткам ажыццяўлення праекта і яго ліквідацыяй, спыненнем эксплуатацыі), і неабходных для іх дасягнення затрат. Пры гэтым вынік павінен быць неадмоўным – ацэнка выніку павінна быць вышэй або не менш выдаткаў на праект.

Асновай вылічэння выдаткаў з'яўляецца прынцып альтэрнатыўнага кошту, гэта значыць ацэнка затрачаных у праекце рэсурсаў параўноўваецца з максімальна магчымым эфектам (вынікам) і выкарыстання ў альтэрнатыўных праектах. Гэта азначае, што пры ацэнцы эфектыўнасці ўкладання капіталу ў дадзены праект неабходна ў затраты ўключыць велічыню, якая характарызуе найбольшы (з вядомых на дадзены момант) эффект ад іншых накірункаў выкарыстання гэтага капіталу. Напрыклад, у якасці базы параўнання можа быць выбран працэнт па дэпазітным укладанням або прыбытак пры выкарыстанні капіталу ў якім-нібудзь іншым месцы.

Асаблівасцю ацэнкі эфектыўнасці інвестыцый у праектаванне, будаўніцтва (рэканструкцыю) лесавозных дарог з'яўляецца і мэта ажыццяўлення праекта – асваенне новых лесасыравінных рэсурсаў, якія выклікаюць павелічэнне вытворчай магутнасці (аб'ём вывазкі драўніны) лесанарыхтоўчых прадпрыемстваў або яе падтрымка на ранейшым узроўні. Іншы раз, а ў некаторых выпадках часта, праектаванне, будаўніцтва лесавозных дарог (а значыць, аб'ём інвестыцый) можа быць і пры зніжэнні аб'ёму вытворчасці (як вынік, напрыклад, спусташэння лесасыравіннай базы, спелых і перастойных лесанасаджэнняў).

Усё гэта прадвызначае неабходнасць уліка выдаткаў і вынікаў (прыбытак і страты) у сумежных вытворчасцях (лесарэзанні, вытворчасці мэблі, экспартных пастаўках і іншых), уключаючы і бюджэт (напрыклад, папённая плата), а таксама ад датармінавага вываду лесавозных дарог з эксплуатацыі ў выніку спусташэння лесасыравіннай базы. Ацэнка велічыні выдаткаў і вынікаў за перыяд жыццёвага цыклу інвестыцыйнага праекта будаўніцтва (рэканструкцыі) лесавознай дарогі павінна ажыццяўляцца з дапамогаю *дыскантавання* (прывядзення да пачатковага моманту часу) або *кампаундыравання* (прывядзення да канчатковага моманту часу). Гэта абумоўлена тым, што ацэнка эканамічнай эфектыўнасці інвестыцыйных праектаў у вогуле і лесавозных дарог у часнасці ажыццяўляецца з дапамогаю сістэмы паказчыкаў (выдаткаў, вынікаў), якія маюць адну важную асаблівасць – выкарыстоўваемыя пры іх вызначэнні расходы і даходы разгрупаваны на працягу часу, а таму неабходна прывесці іх да аднаго моманту.

Прычына ў гэтым – неаднолькавая каштоўнасць грошавых сродкаў на працягу часу, г.зн. рубель укладзены сёння ў інвестыцыі, не варты рублю праз месяц, квартал, год і г.д. Розныя адносіны да адной і той жа сумы выкліканы не толькі і не колькі магчымай інфляцыяй, але і тым, што ўкладзены рубель у любое камерцыйнае мерапрыемства праз некаторы перыяд часу (месяц, год) ператварыцца ў большую суму за кошт атрыманага даходу (працэнтаў).

Прывядзенне выдаткаў і вынікаў да базіснага моманту часу ажыццяўляецца шляхам памнажэння іх на каэфіцыент дыскантавання α_t , вызначаны для пастаяннай нормы дысконту E паводле формулы

$$\alpha_t = 1/(1 + E)^t, \quad (4.13)$$

дзе t – парадковы нумар часовага інтэрвала атрымання даходу; E – норма дысконту.

Норма дысконту ёсць норма даходу на ўкладзены капітал, г.зн.

той працэнт прыбытку, які інвестар атрымае ў выніку рэалізацыі праекта (з улікам інфляцыі, магчымай рызыкі і нявызначанасці). У выпадку, калі капітал пазыковы (а не прыватны прадпрыемства), норма дысконту прадстаўляе адпаведную працэнтную стаўку, вызначаную ўмовамі працэнтных выплат і пагашэння па пазыкам. Калі норма дысконту змяняецца на працягу часу, тады

$$\alpha_t = 1 / \sum_{k=1}^t (1 + E_k)^k, \quad (4.14)$$

дзе E_k – норма дысконту ў k -ым годзе;

У замежнай, а цяпер і ў айчынай практыцы для параўнання інвестацыйных праектаў і выбару лепшага з іх рэкамендуецца выкарыстоўваць наступныя паказчыкі:

-чысты дыскантаваны даход ($Ч_{д.д}$), або інтэгральны эфект, – сума цяжучых эфектаў за ўвесь разліковы перыяд, прыведзеная да пачатковага магу, або перавышэнне інтэгральнага выніку над інтэгральнымі затратамі;

-нутраная норма даходнасці ($У_{н.д}$) – норма дысконту, пры якой велічыня прыведзеных эфектаў роўна прыведзеным капіталаўкладанням;

-індэкс даходнасці (I_d) – адносіны сумы прыведзеных эфектаў да велічыні інвестыцый (капітальных ўкладанняў);

-тэрмін акупаемасці інвестыцый ($T_{ак}$) – перыяд часу, пачынаючы з якога першапачатковыя ўкладанні і іншыя затраты, звязаныя з інвестыцыйным праектам, пакрываюцца сумарнымі вынікамі ад яго ажыццяўлення.

Чысты дыскантаваны даход ($Ч_{д.д}$), у заходняй літаратуры і ў шэрагу айчынных артыкулаў і фінансавай дакументацыі выкарыстоўваецца эквівалентнае абазначэнне NPV – *net present value*, якое ёсць рознасць дыскантаваных за перыяд жыццявага цыклу ўсіх ацэнак, атрыманых вынікаў і затрат, прыведзеных да пачатковага магу

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{R_t - C_t}{(1 + E)^t} - K = \sum_{t=0}^T \frac{P_t}{(1 + E)^t} - K, \quad (4.15)$$

дзе R_t – вынікі, дасягнутыя на t -ом кроку разліка; C_t – затраты, ажыццяўляемыя на гэтым кроку; P_t – гадавы чысты паток рэальных грошаў (грошавы паток) у t -ом годзе; K – інвестацыйныя расходы; t – перыяды рэалізацыі інвестацыйнага праекта ($t = 1, 2, 3, \dots, T$); E – ставка дыскантавання.

Формула (4.15) прадугледжвае “разавыя затраты – доўгая аддача”,

у сапраўднасці часцей узнікае сітуацыя, у тым ліку пры будаўніцтве лесавозных дарог “доўгія затраты – доўгая аддача”, г.зн. больш прывычная сітуацыя, калі інвестыцыі ажыццяўляюцца не адначасова, а па часткам – на працягу некалькіх часовых перыядаў (месяцаў, кварталаў, гадоў). Тады формула (4.15) прыме наступны від

$$NPV = \sum_{t_n=0}^T \frac{R_t - C_t}{(1 + E)^t} = \sum_{t=0}^{T_c} \frac{K_t}{(1 + E)^t}$$

або

$$NPV = \sum_{t_n=0}^T \frac{P_t}{(1 + E)^t} = \sum_{t=0}^{T_c} \frac{K_t}{(1 + E)^t}, \quad (4.16)$$

дзе t_n – год (другі перыяд) пачатку вытворчасці прадукцыі (вывазка драўніны); T_c – год заканчэння капітальнага будаўніцтва; t – год (другі перыяд) пачатку капітальнага будаўніцтва ($t = 0, 1, 2, \dots, T_c$).

Калі разлічаная па формуле (4.16) $NPV > 0$, г.зн. мае станоўчае значэнне, тады рэнтабельнасць (прыбытак) інвестыцый перавышае норму дысконту (мінімальны каэфіцыент акупаемасці); пры $NPV = 0$ – рэнтабельнасць праекта роўна мінімальнай норме (мінімальнаму каэфіцыенту акупаемасці) і пры $NPV < 0$ – рэнтабельнасць праекта ніжэй мінімальнай нормы. У першых двух выпадках інвестацыйны праект будаўніцтва (праектавання) лесавознай дарогі можна лічыць эфектыўным, у трэцім ад яго трэба адказацца.

Прыклад. Дапусцім маем два інвестацыйных праекта будаўніцтва лесавознай дарогі А і Б. Інвестыцыі ў кожны з іх на працягу 2-х годоў складаюць 700 млн.руб. Тэрмін будаўніцтва дарогі праект А – 5 год, Б – 6 год. Патокі аплаты прыканцы года характарызуюцца дадзенымі, якія прыведзены ў табл.4.1.

Табліца 4.1
Паток аплаты на прыканцы года па інвестацыйным праектам А і Б (млн.руб.)

Праект	Г о д							
	1-ы	2-і	3-і	4-і	5-ы	6-ы	7-ы	8-ы
А	-300	-400	100	300	400	500	450	—
Б	-500	-100	100	200	300	500	500	450

Разлік:

1. Прымем стаўку дысконту (нарматыў рэнтабельнасці) у памеры 10%.

2. Вызначым NPV праект А:

$$NPV = (-300)/1,1 + (-400)/1,1^2 + 100/1,1^3 + 300/1,1^4 + 400/1,1^5 + 500/1,1^6 + 450/1,1^7 = (-300)/1,1 + (-400)/1,21 + 100/1,331 + 300/1,4641 + 400/1,61051 + 500/1,771561 + 450/1,948717 = -272,7 - 330,6 + 75,1 + 204,9 + 248,4 + 282,2 + 230,9 = -603,3 + 1041,5 = +438,2.$$

3. Вызначым NPV праекта Б:

$$NPV = (-500)/1,1 + (-100)/1,21 + 100/1,331 + 200/1,4641 + 300/1,61051 + 500/1,771561 + 500/1,948717 + 450/2,143589 = -454,5 - 82,6 + 75,1 + 136,6 + 186,3 + 282,2 + 256,6 + 209,9 = -537,1 + 1071,6 = +534,5.$$

4. Вынік. Такім чынам велічыня NPV праектаў А і Б станоўча, але праект Б лепшы таму, што чысты дыскантаваны даход большы чым у праекта А.

Унутраная норма даходнасці, прыбытку ($B_{н.д}$, IRR – *international rate of return*) з’яўляюцца паказчыкам, які шырока выкарыстоўваюць пры аналізе эфектыўнасці інвестацыйных праектаў. Для яго разліку выкарыстоўваюць формулу (4.16), як і для вызначэння NPV , але замест дыскантаванага патоку аплаты пры зададзенай мінімальнай норме працента вызначаюць такую яе велічыню, пры якой чыстая цяжучая каштоўнасць роўна нулю.

Метад унутранай нормы даходнасці зводзіцца да вызначэння такой стаўкі дыскаунта, пры якім цяжучая каштоўнасць чакаемых ад праекта даходу будзе роўна цяжучай каштоўнасці неабходных інвестыцый. Яе вылічэнне ажыццяўляецца на камп’ютары па спецыяльнай праграме або на фінансавым калькулятары. У звычайных умовах яе вызначаюць ітэратывным спосабам. Унутраная норма даходнасці (прыбытку) дазваляе знайсці гранічнае значэнне стаўкі працэнта, які дзеліць інвестыцыі на прымальныя (дапушчальныя) і недапушчальныя. Разам з тым трэба мець на ўвазе, што метады IRR рэкамендуецца выкарыстоўваць з асцярогай і пры наяўнасці двух або больш выключаючых адзін аднаго праектаў. Праблема тут не ў тым які праект узяць або адхіліць, а ў тым, які з двух неабходна выбраць.

Індэкс даходнасці інвестыцый (I_d), або індэкс прыбытку (PJ – *profitability index*), які прынялі для ацэнкі эфектыўнасці інвестыцый у будаўніцтве лесавозных дарог, ёсць адносіны прыведзенага даходу да прыведзенага на гэтую дату інвестацыйнага расхода. Ён дазваляе вызначыць, як узрастаюць сродкі інвестора (прадпрыемства) у разліку на 1 руб. інвестыцый. Яго вызначаюць паводле формулы

$$PJ = \sum_{t=0}^T \frac{P_t}{K(1+E)^t}, \quad (4.17)$$

дзе K – першапачатковыя інвестыцыі; P_t – паступленне грошай у годзе t , якія чакаюць атрымаць дзякуючы гэтым інвестыцыям.

З улікам формулы (4.16) формула (4.17) прымае від

$$PJ = \sum_{t_n=0}^T \frac{P_t}{(1+E)^t} / \sum_{t=0}^{T_c} \frac{K_t}{(1+E)^t}. \quad (4.18)$$

Калі $PJ \geq 1$, тады інвестыцыйны праект будаўніцтва лесавознай дарогі эфектыўны, а калі $PJ < 1$ – ад яго трэба адказацца.

Метад разліка тэрміна акупаемасці інвестыцый (англ. *payback period*) заключаецца ў вызначэнні перыяда часу, які патрэбен для таго каб вярнуць інвестыцыі, атрыманыя ад рэалізацыі інвестацыйнага праекта. Гэта прадаўжэнне перыяда часу, на працягу якога сума чыстых даходаў, дыскантаваных на момант заканчэння праекта роўна суме інвестыцый.

Ёсць два падыхода да разліку тэрміна акупаемасці.

Першы падыход заключаецца ў тым, што суму першапачатковых інвестыцый дзеляць на велічыню гадавых (лепш сярэднегадавых) паступленняў. Яго выкарыстоўваюць у выпадках, калі грошы паступаюць роўнымі часткамі па перыядам (год, месяц і г.д.).

Прыклад. Праект будаўніцтва лесавознай дарогі мяркуе мець аб'ём інвестыцый у суме, скажам, 800 млн.руб., а затым спадзеюцца на працягу 10 год палучаць штогод даход у памеры 200 млн.руб. У гэтым выпадку перыяд акупаемасці састаўляе 4 года ($800:200=4$), г.зн. што сума першапачатковых інвестыцый вярнецца за 4 года, а наступныя 6 год інвестар будзе атрымліваць ад іх чысты даход.

Другі падыход разліка тэрміну акупаемасці прадпалагае вызначэнне велічыні паступлення грошай (даходу) ад рэалізацыі інвестыцыйнага праекта нарастаючым вынікам, г.зн. камулятыўнай велічыні.

Прыклад. Той жа інвестацыйны праект будаўніцтва лесавознай дарогі, што і ў ранейшым прыкладзе, але паступленне даходу ад яго рэалізацыі па гадам складае: 1-ы – 100 млн.руб.; 2-і – 150 млн.руб.; 3-і – 250 млн.руб.; 4-ы – 300 млн.руб.; 5-ы – 500 млн.руб. і г.д. У гэтым выпадку тэрмін акупаемасці не цяжка падлічыць, калі скласці гадавыя паступленні пакуль не атрымаем вынік роўны суме інвестыцый, г.зн. $100+150+250+300=800$ або 4 года.

Калі пры разліку тэрміна акупаемасці з нарастаючай сумай грошавага даходу тэрмін наакуплення неабходнай сумы не ровен цэлай

лічбе гадоў, тады разлік вядуць наступным чынам. Будзем лічыць, што ў разглядаемым праекце будаўніцтва лесавознай дарогі даходы па гадам склаліся па іншаму: 1-ы год – 100 млн.руб.; 2-і – 200 млн.руб.; 3-і – 350 млн.руб.; 4-ы – 400; 5-ы – 500 і г.д., тады кумулятыўная сума грошавых паступленняў за 3 гады менш велічыні першапачатковых інвестыцый (800 млн.руб.), а за 4 года – больш. У гэтым выпадку знаходзяць кумулятыўную суму даходаў за цэлы лік перыядаў, пры якой яна атрымаецца найбліжэй да велічыні інвестыцый, але абавязкова менш яе. У нашым прыкладзе 3 года (100+200+350=650), а сума за 4 гады будзе больш велічыні інвестыцый. Далей вызначаюць якая частка інвестыцый яшчэ засталася непакрытая даходамі: 800–650=150 млн.руб. Падзяліў гэты астатак на велічыню даходаў у наступным цэлым перыядзе атрымліваюць вынік, які характарызуе тую долю дадзенага перыяда, якая ў суме з папярэднімі цэлымі лічбамі і ўтварае тэрмін акупаемасці, г.зн. $150:400=0,375\approx 0,4$. Агульны тэрмін акупаемасці складае $3,0+0,4=3,4$ года.

Перыяд вяртання (акупаемасці) інвестыцый $T_{ак}$ вызначаюць як адносіны велічыні пачатковых інвестыцый (капітальных укладанняў) K да чакаемага чыстага прыбытку Π або розніцы паміж гадавымі даходамі D і выдаткамі Z (без амартызацыі), паводле формулы

$$T_{ак} = \frac{K}{D - Z + A} = \frac{K}{\Pi + A}, \quad (4.19)$$

дзе A – сума амартызацыйных адлічэнняў на поўнае аднаўленне.

Прыклад. Велічыня пачатковых інвестыцый $K = 900$ млн.руб.; чакаемая сума гадавога даходу аб рэалізацыі вывезенага лесу па лесавознай дарозе – $D = 700$ млн.руб., цяжучыя расходы – $Z = 550$ млн.руб., у тым ліку амартызацыйныя адлічэнні – $A = 50$ млн.руб.; прагноз гадавога прыбытку – $\Pi = 700 - 550 = 150$ млн.руб. Тады $T_{ак} = 900 / (150 + 50) = 900 / 200 = 4,5$ года. Гэты метадад разліку тэрміну акупаемасці найбольш распаўсюджаны, пры ацэнцы эфектыўнасці інвестыцыйных праектаў. Ён просты ў разліках. Асноўная яго перавага з’яўляецца дакладнасць сумы пачатковых інвестыцый магчымасць рантаваць праекты па перыядам вяртання сродкаў, а г.зн. і па ступені рыску. Чым карацей гэты перыяд, тым больш грошай паступіць у першыя гады рэалізацыі праекта будаўніцтва (рэканструкцыі) лесавознай дарогі, а калі вялікі тэрмін патрэбуецца для вяртання інвестыцый, тым больш рыску і недакладнасці ў сувязі з неспрыяльным развіццём сітуацыі.

Да недахопу метада адносяць тое, што ён не ўлічвае перыяд асва-

Табліца 4.2.

Разлік тэрміна акупаемасці інвестыцый

Гады	Грошавыя паступленні, млн.руб.	Каэфіцыент дыскантавання E = 10%	Бягучая каштоўнасць, млн.руб.	
			Грошавых паступленняў	Грошавых паступленняў з нарашчваннем вынікаў
1-ы	100	0,9091	90,91	90,91
2-і	200	0,8264	165,28	250,19
3-і	350	0,7513	263,00	519,19
4-ы	400	0,6830	273,20	792,39
5-ы	500	0,6209	310,50	1002,89

ення праекта; атдачу ад укладзенага капіталу; не ўлічвае розную вартасць грошай з працягам часу і грошавыя паступленні пасля заканчэння перыяда вяртання інвестацыйных сродкаў. Аднак гэты недастатак можна ліквідаваць разлікам кожнага складаемага кумулятыўнай сумы грошавых даходаў з выкарыстаннем каэфіцыента дыскантавання.

Прыклад. Выкарыстоўваючы дадзеныя прыведзеныя вышэй, неабходна вызначыць тэрмін акупаемасці інвестыцый у гэты праект пры норме дысонту, які прымем роўным 10%. Разлік з нарашчваннем выніка цякучай каштоўнасці грошавых паступленняў выканан у табл. 4.2.

З табл. 4.2 бачым, што тэрмін акупаемасці дадазенага праекта коштам 800 млн.руб., знаходзіцца ў межах 5 год, або дакладна – 4,4 года $(4 + (1002,89 - 800,0) / 1002,89 = 4,4)$. Тэрмін акупаемасці для гэтага праекта разлічаны ў пачатку, склаў 3,4 года, а з улікам дыскантавання – 4,4. (у прыкладзе інвестыцыі не дыскантаваліся).

Звяртаем вашу ўвагу, што прыведзеныя вышэй метады ацэнкі эфектыўнасці інвестыцый ў будаўніцтва (рэканструкцыю) лесавознай дарогі магчыма выкарыстоўваць і шэраг другіх: кропкі безстратнасці, нормы прыбытку, капіталааддачы, інтэгральнай эфектыўнасці выдаткаў і іншыя. Іх прымяненне залежыць ад канкрэтнага праекта і пастаўленай задачы.

4.4. Асноўныя прынцыпы распрацоўкі генеральнай схемы размяшчэння лесавозных дарог у межах сыравіннай базы

Агульныя звесткі. Для забяспячэння бесперапыннай работы ЛНП на працягу пэўнага тэрміну іх дзеяння за імі замацоўваюць лясныя масівы, якія называюць *лесасыравіннымі базамі*.

Калі лесасыравінная база асваіваецца адною лесавознаю дарогаю, то яна з'яўляецца адначасова і сыравіннаю базаю лесавознай дарогі. Калі ЛНП мае некалькі лесавознах дарог, то сыравінная база прадпрыемства складаецца з лесасыравінных баз асобных лесавознах дарог, якія ўваходзяць у яго склад.

Пры распрацоўцы схемы транспартнага асваення лесасыравіннай базы дарогі неабходна рашыць наступныя асноўныя пытанні: абгрунтаваць мяжу сыравіннай базы; устанавіць разліковы гадавы аб'ём вывазкі драўніны; выбраць пункт прымыкання; выбраць тып транспарту і прынцыповую схему размешчэння дарог у базе; устанавіць асноўны напрамак магістральных дарог; вызначыць аптымальную адлегласць паміж веткамі і нанясці іх на карту; выдзеліць зоны першачарговай эксплуатацыі сыравіннай базы.

Генеральная схема транспартнага асваення сыравіннай базы ўяўляе сабой картаграму лесанасаджэнняў у маштабе 1:25000...1:50000, на якой нанесены існуючыя дарогі, лініі электраперадач, вадатокі, балоты, пасёлкі, пункты прымыкання дарогі, праектуемыя магістралі, веткі і дарогі гаспадарчага значэння з іх варыянтамі, якія падлягаюць пад праработку у час пошуку.

Устанаўленне межсяў лесасыравіннай базы. Пры рашэнні пытанняў транспартнага асваення лясных масіваў важнае значэнне маюць наступныя асноўныя параметры лесасыравінных баз лесавознах дарог (гл.рыс.1.3): агульная $S_{аз}$ і эксплуатацыйная $S_{эк}$ плошчы лесасыравіннай базы, км²; агульны $M_{аз}$ і ліквідны $M_{эк}$ запас драўніны ў лесасыравіннай базе, м³; даўжыня базы, вымераная па напрамку ляснога грузапатоку A , км; сярэдняя шырыня базы B , км; ліквідны запас на адзінцы эксплуатацыйнай плошчы γ , м³/га.

Паміж пералічанымі параметрамі сыравінных баз лесавознах дарог існуюць наступныя суадносіны:

$$B = S_{аз} / A ; \gamma = M_{эк} / S_{эк} ;$$

$$l_{ср} = (X + 0,5A + mB)k_p + L_{вус} , \quad (4.20)$$

дзе $l_{ср}$ – сярэдняя адлегласць вывазкі, км; X – адлегласць, якая аддзяляе сыравінную базу ад ніжняга складу, км; m – каэфіцыент, які ўлічвае скарачэнне прабегу драўніны па магістралі ў сувязі з прымыканнем да апошняй ветакаў пад вуглом менш 90°, а таксама падаўжэнне прабегу, выкліканае нераўнамернасцю размяшчэння запасу драўніны на плошчы базы і іншыя; k_p – каэфіцыент развіцця лініі; $L_{вус}$ – сярэдняя адлегласць вывазкі нарыхтаванага лесу па вусах.

Устанаўленне мяжы лесасыравіннай базы праводзяць з улікам

наяўнасці прыродных рубяжоў (землекарыстання; адкрытай, незалежнай прасторы; цяжкапераадольваемых водападзелаў водацёку у гарыстай мясцовасці і г.д.).

У якасці агульнай мяжы праектуемай і дзейнічаючай лесавознай дарогі прымаюць лінію, для якой затраты на вывазку лесу па абедзвюх дарогах былі бы аднолькавымі (лінія роўнага расходу па транспарту нарыхтаванага лесу).

Пры ўстанаўленні мяжы сыравіннай базы дарогі неабходна праверыць магчымасць яе пашырэння нават у вельмі цяжкіх горных умовах, так як падаўжэнне дарог патрабуе менш капіталаўкладанняў, чым на пабудову новай дарогі.

У лясістых раёнах, калі па суседскі з сыравіннай базай няма дзейнічаючых прадпрыемстваў, а лясны масіў выцягнуты ўздоўж транзітнай магістралі, для яго асваення неабходна рашыць пытанне аб колькасці лесавознах дарог, а таксама вывучыць магчымасць расшырэння базы.

Устанаўленне разліковага гадавога аб'ёму вывазкі. Гадавы аб'ём вывазкі нарыхтаванага лесу вызначаюць з улікам: запasu лесу ў лесасыравіннай базе і размера устаноўленага штогадовага водпуску драўніны, ступені загрузанасці транзітнага шляху транспарту лесу эканамічна мэтазгоднага тэрміну работы ЛНП.

Разліковы гадавы грузаабарот лесавознай дарогі для ЛНП з абмяжаваным тэрмінам дзеяння можна вызначыць паводле формулы (1.4).

Практыка паказвае, што найбольш выгадныя прадпрыемства з тэрмінам дзеяння не менш 40 гадоў пры $Q_c = 300$ тыс.м³/год. Аптымальныя значэнні гадавога грузаабароту дарогі ляжаць у межах 500...600 тыс.м³/год.

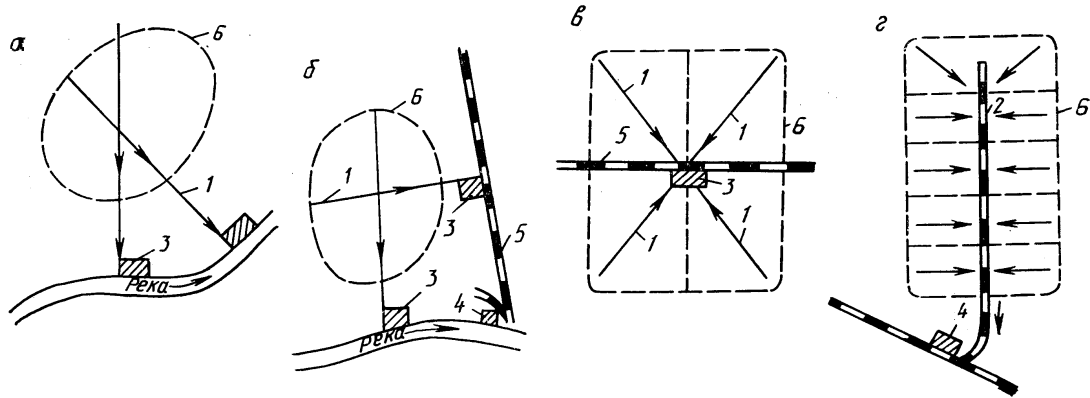
Выбар пункту прымыкання. Пры выбары пункту прымыкання неабходна, каб у яго раёне былі пляцоўкі, зручныя і дастатковыя для размяшчэння ніжняга складу, пасёлка, вытворчых будынкаў і іншых збудаванняў.

Лесавозная дарога можа прымыкаць (рыс. 4.1): да аўтамабільнай дарогі ці чыгункі; непасрэдна да спажыўца драўніны; суднаходнаму ці сплаўнаму воднаму шляху.

Выбар пункта прымыкання цесна звязаны не толькі з абгрунтаваннем напрамку магістралі лесавознай дарогі за мяжою лесасыравіннай базы, але і з абгрунтаваннем яе мяжы. Таму ўсе гэтыя пытанні павінны рашацца адначасова.

Пры прымыканні лесавознай дарогі дарогі да чыгункі асноўным рашаючым фактарам з'яўляецца месцазнаходжанне чыгуначнай

станції, а пры прымыкнанні да сплаўнай ракі – наяўнасць на берагах ракі ўчасткаў, якія можна выкарыстаць для ніжніх складаў, зіменных памостаў і пасёлкаў.



Рыс. 4. 1. Варыянты прымыкнення лесавозных дарог:

a – да сплаўнай ракі; *б* – да сплаўной рэчкі або чыгункі; *в* – да лесопрамысловага камбінату; *г* – да грузазборачнай магістралі; 1 – магістраль лесавознай дарогі; 2 – грузазборачная дарога; 3 – ніжні склад; 4 – лесоперавалачная база; 5 – чыгунка; 6 – мяжа сыравіннай базы

Выбар тыпу лесавознага транспарту. На рашэнне данага пытання асноўны ўплыў аказваюць: грузаабарот дарогі, сярэдняя адлегласць вывазкі, рэльеф, грунтовыя і гідралагічныя ўмовы мясцовасці, тэрмін дзеяння прадпрыемства, пункт прымыкнення лесавознай дарогі, наяўнасць існуючай дарожнай сеткі і іншыя тэхніка-эканамічныя паказчыкі.

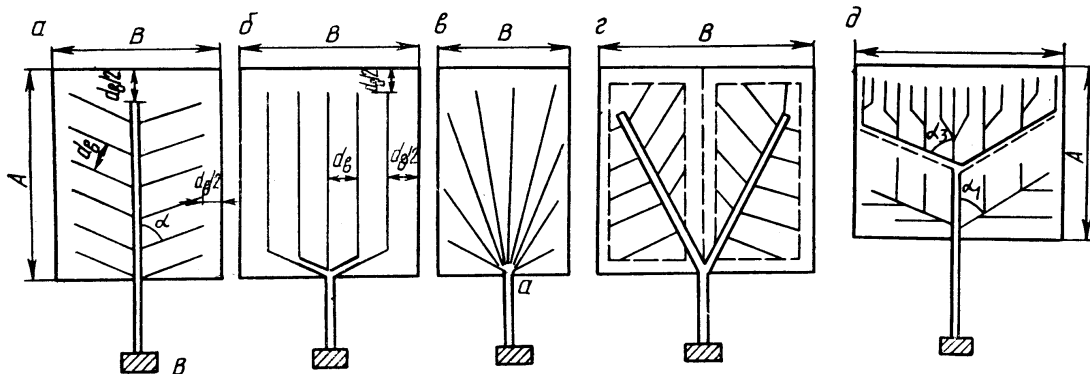
У цяперашні час асноўным відам сухапутнага транспарту з'яўляюцца аўтамабільныя дарогі, якія маюць высокую эфектыўнасць працы рабочых, магчымасць шырокага выкарыстання мясцовых матэрыялаў для пабудовы дарог і г.д.

Аб мэтазгоднасці прымянення аўтамабільнага і чыгуначнага транспарту выкладзена ў § 4.2.

Выбар тыпу лесавознага цягача і саставу лесавознага аўтапоезда. З формул (4.4) і (4.5) відаць, што з павелічэннем карыснай нагрузкі на аўтапоезд сабекошт вывазкі нарыхтаванага лесу паніжаецца. Такім чынам, на вывазцы нарыхтаванага лесу мэтазгодна прымяняць аўтамабілі з рухавікамі вялікай магутнасці і вялікай нагрузкай на вось. Аднак павелічэнне нагрузкі на вось цягне за сабою рост капітальных укладанняў на будаўніцтва дарожнага адзення, вось чаму найлепшае рашэнне можа быць знайдзена шляхам параўнання аўтамабіляў розных тыпаў.

Асноўным відам лесавозных аўтапаяздоў на вывазцы нарыхтаванага лесу з’яўляецца аўтапоезд, які складаецца з цягача (аўтамабіля) і прычэпа-ропуска. Асноўныя віды аўтапаяздоў і ўмовы іх прымянення прыведзены ў табл.1.2, 1.3 і на рыс.1.6...1.12.

Выбар прынцыповай схемы размяшчэння лесавозных дарог у лясным масіве. У практнай практыцы знаходзяць прымяненне наступныя асноўныя схемы размяшчэння лесавозных дарог (рыс.4.2).. Часцей за ўсё выкарыстоўваецца схема у „ёлачку” і „вільчатая”.



Рыс. 4.2. Асноўныя прынцыповыя схемы размяшчэння лесавозных дарог: а – у «ёлачку»; б - «вільчатая»; в – веерная; г – з разыходзячымі магістралямі; д - камбінаваная

Асноўнай характарыстыкай, якая вызначае якасць той ці іншай схемы размяшчэння транспартнай сеткі ў лясным масіве, з’яўляецца сярэдняўзважаная адлегласць вывазкі нарыхтаванага лесу за ўвесь перыяд эксплуатацыі, а таксама ўдзельныя прыведзеныя затраты.

Для схемы ў “ёлачку” працяг неабходных лесавозных дарог можна вызначыць, прывёўшы плошчу ляснога масіву, які прыцягваецца да дарогі, да раўнавялікага прамавугольніка (рыс. 4.2, а), у якога A – даўжыня, а B – шырыня ляснога масіву, па наступным формулам: даўжыня магістралі

$$L_m = (X + A - 0,5d_g)k_p; \quad (4.21)$$

агульная даўжыня ветак

$$\sum L_g = \frac{A(B - d_g)k_p}{d_g \sin \alpha} = \frac{S_{az} - Ad_g}{d_g \sin \alpha}. \quad (4.22)$$

Агульны працяг магістралі і ветак у межах ляснога масіву

$$\begin{aligned} \Sigma L &= \left[A - \frac{d_{\epsilon}}{2} + \frac{A(B - d_{\epsilon})}{d_{\epsilon} \sin \alpha} \right] k_p = \\ &= \left[\frac{S_{az}}{d_{\epsilon} \sin \alpha} + \left(1 - \frac{1}{\sin \alpha} \right) A - \frac{d_{\epsilon}}{2} \right] k_p \cong \frac{0,95 S_{az} k_p}{d_{\epsilon} \sin \alpha}. \end{aligned}$$

Сярэдняўзважаная адлегласць вывазкі па лясному масіву цалкам

$$\begin{aligned} L_{cp} &= \left[X + 0,5A + \frac{B}{4 \sin \alpha} - \frac{(B - d_{\epsilon}) \operatorname{ctg} \alpha}{4} \right] k_{\epsilon} + L_{\text{выс}} = \\ &= \left[X + 0,54 + \frac{B(1 - \cos \alpha)}{4 \sin \alpha} \right] k_p + L_{\text{выс}}. \end{aligned} \quad (4.23)$$

Значэнне L_{cp} прыблізна можна вызначыць паводле формулы (4.20).

Для вільчатай схемы (рыс. 4.2, б) агульны працяг магістралі і ветак можна вызначыць паводле формулы

$$\Sigma L = \left[\frac{B - d_{\epsilon}}{\sin \alpha_1} + \frac{(A - 0,75d_{\epsilon})B}{d_{\epsilon}} \right] k_p.$$

$$\text{Тут } \alpha_1 = \operatorname{arctg} \frac{B - d_{\epsilon}}{d_{\epsilon}}.$$

Сярэдняўзважаная адлегласць вывазкі

$$l_{cp} = \left(X + 0,5A - 0,25d_{\epsilon} + \frac{B - d_{\epsilon}}{4 \sin \alpha_1} \right) k_p. \quad (4.24)$$

Аналіз формул (4.23) і (4.24) паказвае, што калі адносіны B/A для вузкіх і доўгіх лясных масіваў менш адзінкі, то сярэдняя адлегласць вывазкі нарыхтаванага лесу будзе менш ў „вільчатай”схемы, а калі больш адзінкі – для схемы ў „ёлачку”. Найменшую сярэднюю адлегласць вывазкі дае веерная схема (рыс. 4.2, в), аднак яна не прымяняецца ў чыстым выглядзе ў сувязі з тым, што значная частка дарог (пункт) у тэхналагічных адносінах выкарыстоўваецца не рацыянальна.

Сярэдняя адлегласць вывазкі нарыхтаванага лесу для веернай схемы вызначаецца паводле формулы

$$l_{cp} = \frac{1}{12A} \left(\sqrt{16A^4 + S_{az}^2} + 2\sqrt{A^4 + S_{az}^2} \right).$$

Камбінаваная схема дарог (рыс. 4.2, д) рэкамендуецца да прымянення ў буйных масівах яна забяспечвае зніжэнне капіталаўкладанняў

на пабудову дарогі за кошт змяншэння даўжыні асноўнай магістралі і прымянення аднапалосных дарог.

Для ляснога масіву з адносінамі $V/A > 1,5$ рэкамендуецца прымяняць схему з дзвюма магістралямі, якія разыходзяцца (рыс. 4.2, *д*).

Выбар лепшай схемы размяшчэння дарог для канкрэтных умоў праводзіцца на аснове параўнання ўдзельных прыведзеных затрат.

Працяг вусоў, якія будуецца штогадова, для любой схемы размяшчэння дарог вызначаюць паводле формулы

$$\sum L_{вус} = \left(\frac{Q_{лет}}{d_{лет}} + \frac{Q_{зім}}{d_{зім}} \right) \frac{k_p}{100\gamma_l}, \quad (4.25)$$

дзе $Q_{лет}$, $Q_{зім}$ – сезонныя аб’ёмы летняй і зімовай вывазкі лесу, m^3 ; $d_{лет}$, $d_{зім}$ – сярэдняя адлегласць паміж вусамі летняга і зімовага дзеяння, км; γ_l – запас лесу на 1 га эксплуатацыйнай плошчы, m^3 ; k_p – каэфіцыент развіцця трасы з улікам пабудовы паваротных кольцаў.

Устанаўленне асноўнага напрамку магістралі. У кампактных лясных масівах, дзе адсутнічае дарожная сетка, напрамак магістральнага шляху (схема ў “ёлачку”) устаноўліваюць зыходзячы з забеспячэння мінімальнага аб’ёму грузавой работы на вывазцы нарыхтаванага лесу па веткам. Для гэтага на картаграме запасаў драўніны знаходзяць эканамічную трасу магістралі наступным чынам. Сыравінную базу лесавознай дарогі дзеляць на палосы шырынёю 5...7 км, перпендыкулярныя да агульнага напрамку вывазкі і ў кожнай паласе знаходзяць кропку (цэнтр цяжару), якая дзеліць эксплуатацыйныя запасы лесу ў паласе на дзве роўныя часткі. Злучыўшы гэтыя кропкі прамымі лініямі, атрымліваюць эканамічную трасу магістралі (рыс.4.3, *а*). Атрыманая эканамічная траса мае значныя зломы, што прыводзіць да значнага падаўжэння магістралі. Гэта звязана з нераўнамерасцю размяшчэння запасаў драўніны па плошчы сыравіннай базы. Таму ў некаторых выпадках праводзяць выраўноўванне магістралі (рыс. 4.3).

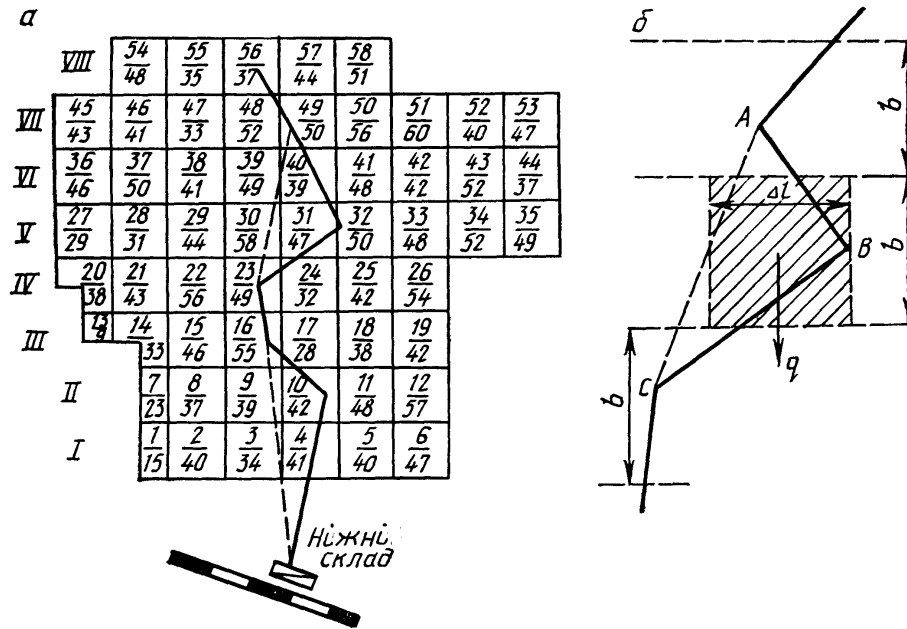
З рыс. 4.3, *б* відаць, што выраўноўванне ўчастка магістралі ABC змяншае яе працяг на $L_{сн} = AB+BC-AC$.

Мэтазгоднасць выраўноўвання трасы вызначаецца наступнай умовай

$$L_{сн} > K_в q \Delta l / (K_м + K_м \lambda_{от.э} Q), \quad (4.26)$$

дзе $K_в$, $K_м$ – кошт $1m^3 \cdot км$ прабегу лесу па магістралі і ветцы; q – запас лесу ў паласе, якая знаходзіцца паміж старым і новым размяшчэннем трасы магістралі, m^3 ; Δl – перамяшчэнне эканамічнай трасы ў межах кожнай паласы, км; $K_м$ – кошт пабудовы 1 км магістралі, руб.; Q –

гадавы грузаабарот магістралі ў месцы выраўноўвання, м³/год; $\lambda_{от.э}$ – каэфіцыент, які ўлічвае розначасовасць эксплуатацыйных расходаў на вывазцы лесу.



Рыс. 4.3. Разліковыя схемы:

a – устанавленне асноўнага напрамку магістралі; *b* – выраўноўванне ламанага участку магістралі пры праектаванні трасы дарогі

З формулы (4.26) вынікае, чым бліжэй участак да ніжняга складу, тым больш мэтазгодна выраўноўваць эканамічную трасу магістралі.

Вызначэнне аптымальнага вугла прымыкання веткі да магістралі. Яго значэнне знаходзяць паводле формулы

$$\alpha = \arccos \frac{K_m Q_v}{0,5 Q_v K_v + E_n C_v},$$

дзе K_m і K_v – кошт вывазкі 1м³·км па ветцы і магістралі; Q_v – гадавы грузаабарот веткі; E_n – норма дысконту; C_v – выдаткі на пабудову 1 км веткі за вылікам часткі кошту матэрыялаў, якія могуць быць выкарыстаны паўторна (напрыклад, драўляныя шчыты, жалезабетонныя пліты і г.д.).

Аптымальнае значэнне вугла вагаецца ў межах 45...60°. Для вусоў можна прымаць $\alpha = 90^\circ$.

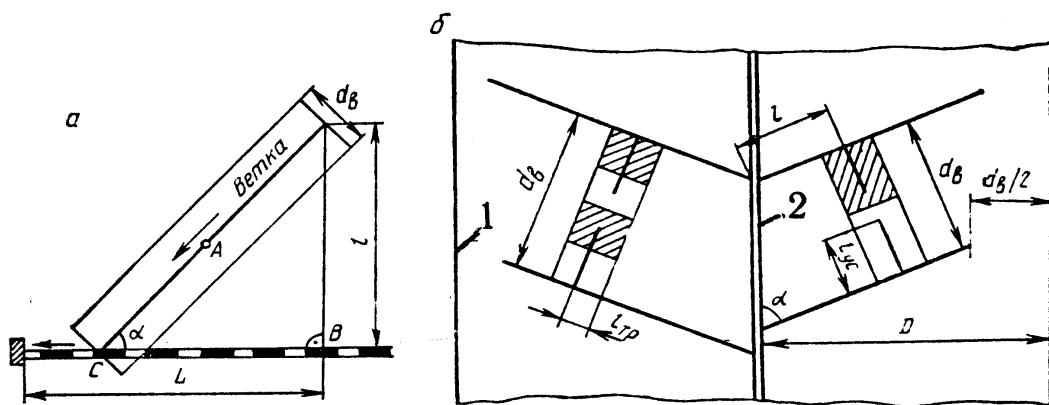
Вызначэнне аптымальнай адлегласці паміж веткамі. Аптымальнай будзе такая адлегласць паміж веткамі, пры якой сума

ўдзельных затрат на пабудову, утрыманне ветакаў і вусоў, на вывазку лесу па вусах будзе мінімальнай.

Разлікі, якія праведзены праф. Б.А. Ільіным, паказваюць, што адлегласць паміж веткамі d_6 (рыс. 4.4) можа быць вызначана паводле формулы

$$d_6 = \sqrt{\frac{\left(C_6 + \frac{l}{D} \cdot B_6 t_6 \sin \alpha\right) \beta - (C_{6yc} + B_{6yc} k_{6yc})}{30 \gamma_l b_{6yc}}}, \quad (4.27)$$

дзе d_6 – аптымальная адлегласць паміж веткамі; C_6, C_{6yc} – кошт будаўніцтва 1 км веткі і вуса (з улікам паўторнага выкарыстання інвентарных жалезабетонных пліт, драўляных шчытоў ці матэрыялаў чыгункі); B_6, B_{6yc} – кошт утрымання 1 км веткі і вуса ў год; l – адлегласць ад магістралі да участка, дзе вызначаецца адлегласць паміж веткамі; D – адлегласць ад магістралі да сыравіннай базы; t_6 – тэрмін дзеяння веткі як лесавознай дарогі; α – вугал прымыкання ветакаў да магістралі, град; k_{6yc} – каэфіцыент, які ўлічвае паўторнае выкарыстанне вуса для вывазкі драўніны пры абмежаванай даўжыні лесасекі ($k_{6yc} = 1,0 \dots 1,33$); γ_l – ліквідны запас драўніны на 1 га эксплуатацыйнай плошчы; м³/га; b_{6yc} – пераменная, г.зн. частка кошту перавозкі драўніны па вусам, якая залежыць ад адлегласці руб/м³.км.

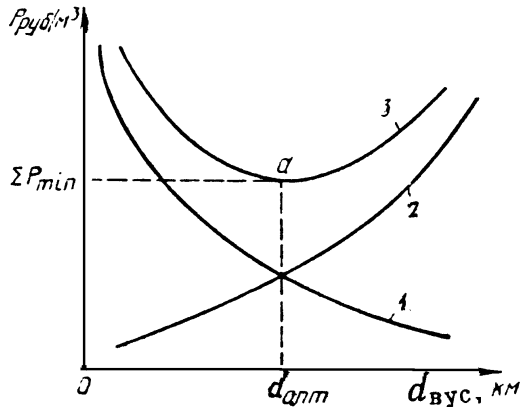


Рыс. 4.4. Разліковыя схемы:

a – вызначэнне аптымальнага вугла прымыкання да магістралі; *b* – вызначэнне аптымальнай адлегласці паміж веткамі; 1 – мяжа базы; 2 – магістраль

З формулы (4.27) відаць, што d_6 залежыць ад шэрагу фактараў і асабліва ад адносін $l \cdot \sin \alpha / D$. Пры $l = 0$, г.зн. у прымыкання веткі да магістралі $d_6 = \min$, а пры $l \cdot \sin \alpha / D = 1$, г.зн. да мяжы базы, значэнне $d_6 = \max$.

Вызначэнне аптымальнай адлегласці паміж вусамі. Пры ўвялічванні адлегласці паміж вусамі іх агульны працяг, неабходны для асваення дадзенага ўчастка базы, змяншаецца. Адпаведна зніжаюцца і затраты на будаўніцтва вусоў і ўтрыманне іх у спраўнасці. Пры гэтым узрастае адлегласць тралёўкі лесу, у выніку чаго яе кошт павялічваецца (рыс. 4.5).



Аптымальнай будзе такая адлегласць паміж вусамі, пры якой затраты на збудаванне і ўтрыманне вусоў і тралёўку лесу, аднесеныя да 1 м³ драўніны, будуць

Рыс. 4.5. Залежнасць расходаў на пабудову і ўтрыманне вусоў; ад адлегласці паміж імі:

1 – крывая пабудовы і ўтрымання вусоў; 2 – затраты на тралёўку лесу; 3 – агульныя затраты

мінімальнымі (кропка *a* на крывой 3 рыс. 4.5).

Разлікі, праведзеныя праф. Б.А. Ільіным, паказалі, што аптымальная адлегласць паміж вусамі вызначаецца паводле формулы

$$d_{вус} = \sqrt{\frac{C_{вус} + B_{вус} k_{вус}}{100 \gamma_{л} b_{тр} \delta}}, \quad (4.28)$$

дзе $b_{тр}$ – пераменная (г.зн. залежная ад адлегласці) частка расходаў па тралёўцы драўніны, руб/м³·км; δ – адносіны сярэдняй адлегласці тралёўкі да адлегласці паміж вусамі ($\delta = 0,25 \dots 0,50$).

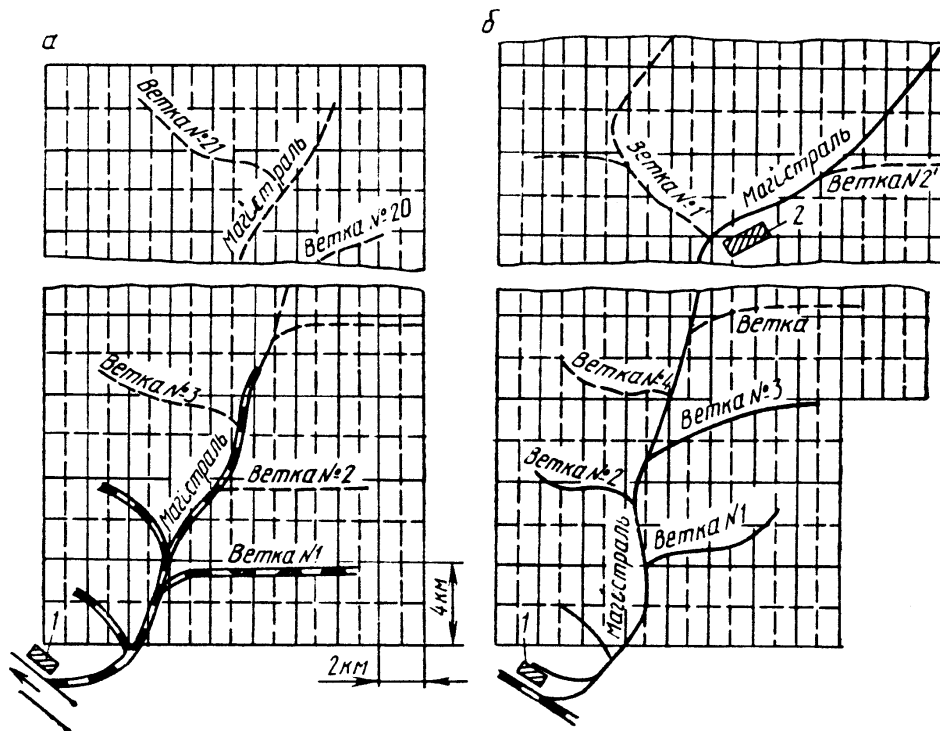
Прымаемая ў праекце адлегласць паміж вусамі павінна быць не больш гранічнай шырыні лесасекі, вызначанай правіламі высечак галоўнага карыстання для розных груп лясоў і раёнаў краіны 0,5...1 км у лясах трэцяй групы і 0,1...0,25 км у лясах першай і другой групаў.

Ведаючы аптымальную адлегласць паміж веткамі $d_в$ і вусамі $d_{вус}$, можна знайсці размер аптымальнай грузаўтваральнай плошчы, якая мае цягу да аднаго вуса (га): $F_{ант} = 50 d_в / d_{вус}$.

Штогадовы аб'ём будаўніцтва лесавозных вусоў летняга і зімовага дзеянняў вызначаецца паводле формулы (4.25).

Асноўныя транспартныя схемы асваення ляснага масіву. Парадак і чарговасць асваення лесасыравіннай базы ЛНП ажыццяўляецца па дзвюх схемах: паслядоўнай і адначасовай. Па схеме паслядоў-

нага асваення (рыс. 4.6, а) лесасыравінная база павінна асвойвацца паступова, квартал за кварталам з паслядоўным рухам лесанарыхтовак у глыбіню сыравіннай базы з пабудовай магістралі працягласцю, неабходнай для забяспячэння вывазкі нарыхтаванага лесу на працягу 5...6 гадоў. Схема з паслядоўным асваеннем ляснога масіву з'яўляецца асноўнай у лясках трэцяй групы.



Рыс. 4.6. Схемы транспартнага асваення ляснога масіву:
а – паслядоўная; б - адначасова

Недахопам гэтай схемы з'яўляецца тое, што працягласць транспартных шляхоў недастаткова для лесагаспадарчага абслугоўвання ўсяго ляснога масіву, ускладняе арганізацыю падсочкі лесу, збору яго дароў і г.д.

Пры выкарыстанні схемы паслядоўнага асваення патрэбна арганізацыя вахтовых пасёлкаў, што пры вялікіх аб'ёмах нарыхтоўкі лесу прыводзіць да частай перабазіроўкі брыгад, у сувязі з гэтым зніжаецца іх выпрацоўка.

Па схеме адначасовага асваення лесасыравіннай базы магістраль лесавознай дарогі будзецца ў першыя гады адразу значнай працягласці, а пры невялікай лесасыравіннай базе на ўсю даўжыню. Уздоўж магістралі размяшчаюцца лясныя пасёлкі. Нарыхтоўка лесу ўжо ў пер-

шыя гады можа ажыццяўляцца адначасова на ўсім працягу магістралі, г.зн. на ветках 1 і 2; 3 і 4 (гл. рыс. 4.6), а таксама на зімовых дарогах уздоўж усёй магістралі. Схема адначасовага асваення прымяняецца пры грузаабароту дарогі больш 500 тыс.м³ у год, а таксама пры вялікіх маштабах выбарачных і санітарных высечак, пры невялікіх запасах лесу на 1 га і вялікай забалочанасці лесасывальнай базы.

Схема адначасовага асваення мае шэраг пераваг перад паслядоўнай, да якіх адносяцца: скацэнтраванне дарожна-будаўнічых работ, што дазваляе выкарыстоўваць падрадных будаўнічых арганізацыі аснашчаныя сучаснай дарожна-будаўнічай тэхнікай; прымяненне дасканальных дарожных канструкцый; магчымасць прымянення вахтавага метаду работы, пачынаючы з першых дзён работы ЛНП; шырокае манеўраванне лесасечным фондам і падбор лесасек у адпаведнасці з планавым заданнем; лепшая ахова лясоў ад пажараў і шкоднікаў і г.д. Недахопам схемы адначасовага асваення з'яўляецца тое, што яна патрабуе вялікіх адначасовых капіталаўкладанняў на будаўніцтва дарогі.

Пры выбары схемы транспартнага асваення лесасывальнай базы павінна выконвацца асноўная ўмова – поўнае і рацыянальнае выкарыстанне ўсіх лясных рэсурсаў у адведзеным лясным масіве. Такім чынам, у кожнай схеме неабходна стварыць апорную сетку дарог у выглядзе магістралі і веткаў пастаяннага дзеяння. Гушчыня апорнай сеткі павінна быць 2...3 км на 1 га, г.зн. даведзена да лесагаспадарчай нормы. Маючы такую гушчыню апорнай сеткі ў перспектыве, можна адмовіцца ад будаўніцтва вусоў ці скараціць іх працягласць. У гэтым павінен заключацца галоўны напрамак развіцця транспартных схем.

У апошні час прапанована схема двухступенчатай вывазкі лесу, пры якой на ветках і вусах прымяняюцца аўтапоезда невялікай грузапад'ёмнасці, а на магістралі – вялікагрузныя аўтапоезда (грузапад'ёмнасцю 50 т і больш). Адным з варыянтаў гэтай схемы з'яўляецца адмова ад будаўніцтва ветакаў, а неабходнасць у іх запаўняецца будаўніцтвам вусоў палепшанай якасці. Да недахопаў двухступенчатай вывазкі неабходна аднясці павелічэнне аб'ёмаў перавалачных работ, наяўнасць машын розных марак і г.д.

Асаблівасці размяшчэння лесавозных дарог у комплексных прадпрыемствах з неспусташальным лесакарыстаннем. Асаблівасцю работы такіх прадпрыемстваў з'яўляецца раскіданасць лесасек і невялікія аб'ёмы вывазкі нарыхтаванага лесу, а таксама паяўленне на лесавозных дарогах лесагаспадарчай тэхнікі і розных грузаў (насення, саджанцаў, сена, ягадаў, грыбоў і інш.) звязанае з інтэнсіўным вядзеннем лясной гаспадаркі. У сувязі з гэтым дарогі комплексных

прадпрыемстваў дзеляць на дзве групы: лесагаспадарчыя, якія абслугоўваюць участкі лесу, дзе вядуцца высечкі галоўнага карыстання, і лесавозна-лесагаспадарчыя. Пры канцэнтраваных высечках асобных участкаў могуць будавацца лесавозныя дарогі.

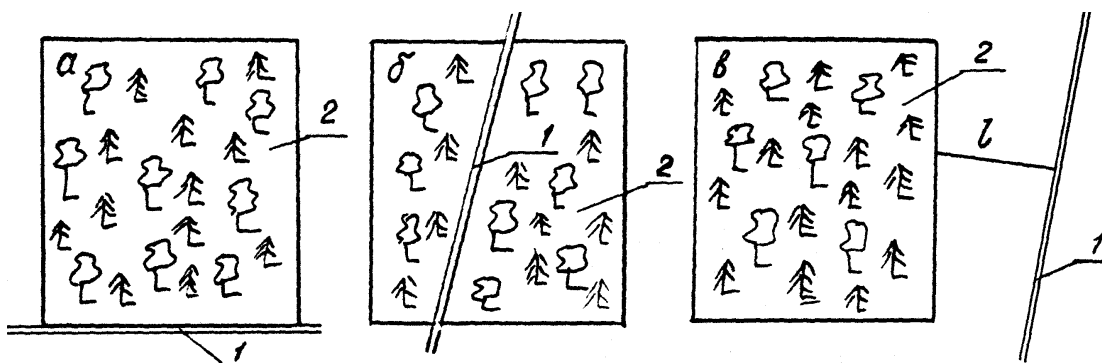
4.5. Транспартнае асваенне лясных масіваў у лясах II групы

Існуючыя транспартныя схемы ў “ёлачку”, “вільчатая” і іх іншыя віды нашлі распаўсюджанне ў асноўным у лясах III групы. Для лясоў II групы, да якіх адносяцца леса Беларусі, неабходна мець другія схемы, якія ўлічвалі бы: наяўнасць у лясным масіве існуючых дарог; неабходнасць асваення вялікай колькасці лесасек з невялікімі эксплуатацыйнымі запасамі драўніны; спосаб вывазкі лесу (адно – або двухступеньчатая вывазка; адно – або двухкамплектнымі аўтапаяздамі) і г.д.

Для лясоў II групы (беларускіх лясоў) характэрны тры варыянты размяшчэння лесасек, адносна транспартных шляхоў (рыс. 4.7): лесасека прымыкае да існуючай аўтамабільнай дарогі агульнага карыстання (рыс.4.7, а); аўтама-більная дарога праходзіць праз лесасеку (рыс.4.7, б); лесасека размешчана на нейкай адлегласці ад існуючай аўтамабільнай дарогі (рыс.4.7, в).

У першых двух варыянтах (рыс.4.7, а і рыс. 4.7, б) можна прымяняць традыцыйныя схемы транспартнага асваення ляснога масіву: у „ёлачку”, „вільчатая”, і іншыя.

Для трэцяга варыянта (рыс.4.7, в) важна ўстанавіць неабходнасць будаўніцтва пад’ездной дарогі ад лесасекі да існуючай дарогі або замяніць яе волакам.



Рыс. 4.7. Характэрныя варыянты размяшчэння лесасек адносна існуючай дарогі:
1 – існуючая дарога; 2 - лесасека

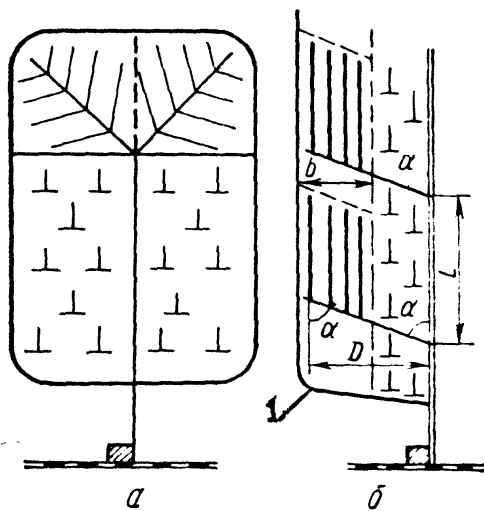
Для вырашэння гэтага пытання выкарыстоўваюць няроўнасць

$$Q \leq \frac{(R_{д.а} + R_{р.с} k_{вус} + S \Sigma V - R_{вол})(T - t_{н.-з}) V q k_{сп}}{2M_{тр} - C_{вус} V (T - t_{н.-з}) q k_{в}}, \quad (4.29)$$

дзе $R_{д.а}$ – кошт 1 км дарожнага адзення, руб.; $R_{р.с}$ – кошт рамонта і ўтрымання 1 км дарогі, руб.; $k_{вус}$ – каэфіцыент, які ўлічвае паўторнае выкарыстанне вуса ($k_{вус} = 1,0 \dots 1,67$); S – кошт распрацоўкі 1 м³ земляных работ, руб.; ΣV – аб'ём земляных работ, м³; $R_{вол}$ – кошт будаўніцтва і ўтрымання 1 км волака, руб.; T – працяг працоўнай змены, гадз.; $t_{н.-з}$ – падрыхтоўча-заклучны час, гадз.; V – скорасць руху, км/г; q – рэйсавая нагрузка, м³; $k_{в}$ – каэфіцыент выкарыстання працоўнага часу; $M_{тр}$ – кошт машына-змены тралевачнага трактара, руб.; $C_{вус}$ – сабекошт вывазкі 1 м³ км лесу па вусу, руб.

Калі ліквідны запас драўніны на лесасецы больш аб'ёму Q (формула 4.29), тады неабходна будаваць пад'ездную дарогу (ветку, вус), а калі менш – будаўніцтва пад'езнага пуці эканамічна неэтазгодна.

Вельмі важным пытаннем для дзейнічаючых лесанарыхтоўчых прадпрыемстваў і асабліва для прадпрыемстваў размешчаных на тэрыторыі з лясамі II групы з'яўляецца распрацоўка праекта (схем) размяшчэння лесавозных дарог у лесасывавінных базах. Гэта звязана з тым, што пры іх адсутнасці вядзе да безсістэмных высячак, неэканомнаму будаўніцтву дарог і росту расходаў на вывазку драўніны. На рыс. 4.8 паказаны два варыянты размяшчэння лесавозных дарог у астаўляных невысечаных участках лесасывавіннай базы ЛНП.



У глыбіні масіву (рыс. 4.8, а) пры каэфіцыенце формы невысечанага ўчастка $m \geq 1,4 \dots 1,8$ мэтазгодна прымяняць дыяганальныя схемы дарог. (Каэфіцыент формы m вызначаюць паводле формулы $m = S_{аг} / A^2$, дзе $S_{аг}$ – агульная лясная плошча, км²;

Рыс. 4.8. Схемы размяшчэння лесавозных дарог у сывавінных базах існуючых ЛНП пры размяшчэнні неасвоеных участкаў: а – у глыбіні масіву; б – у пераферыйнай частцы; 1 – мяжа масіву

A – даўжыня ляснога масіва па напрамку грузапатоку, км). Пры $m < 1,4$ неабходна правесці параўнанне варыянтаў схемы дарог у

„ёлачку” з падаўжэннем існуючай магістралі, а пры размяшчэнні невысечаных участкаў у пераферыйнай часцы ляснага масіву (рыс. 4.8, б) уздоўж магістралі можа быць мэтазгодным выкарыстанне „вільчатай” схемы дарог, якая дазваляе да мінімуму скараціць працяг дарог, якія праходзілі бы праз высячаную частку сыравіннай базы.

З рыс. 4.8, б бачым, што пабудова „вільчатай” схемы дарог праз кожныя L км патрабуе ўдзельных затрат, якія ўваходзяць у склад сабекошту $K_{y\partial} = C_6 D / 100 \gamma_L L b \sin \alpha$, але дае эканомію па вывазцы $C_{y\partial} = (K_6 - K_M)L$.

Прымая $K_{y\partial} = C_{y\partial}$, атрымаем

$$L = \sqrt{\frac{C_6 D}{100 \gamma_L b (K_6 - K_M) \sin \alpha}}, \quad (4.30)$$

дзе C_6 – кошт будаўніцтва 1 км злучальнай дарогі; b – сярэдняя шырыня пакінутай невысячанай часткі базы, км; K_6, K_M – кошт вывазкі драўніны па злучальнай дарозе і па магістралі, руб./м³·км; D – даўжыня злучальнай дарогі пры $\alpha = 90^\circ$; α – вугал прымыкання злучальнай дарогі да магістралі; γ_L – запас лясной сыравіны на 1 га, м³/га.

Для вызначэння аптымальнага значэння L аўтарам распрацаваны -графічны метады, у аснову якога пакладзены:

-кошт вывазкі лесу па лесным дарогам: волак – вус – магістраль і вус – ветка – магістраль аднолькавы;

-увесь аб’ём нарыхтаванай драўніны сабраны ў цэнтры лесасекі.

Для вызначэння цэнтры цяжару выкарыстоўваецца вядомы спосаб: лесасека разбіваецца на квадраты, старана якога роўна 2...3 км. У кожным квадраце знаходзяць цэнтр цяжару з улікам размеркавання ліквіднага запасу драўніны па плошчы. Ведая цэнтр цяжару кожнага квадрата вызначаюць агульны цэнтр цяжару ўсёй лесасекі паводле формулы

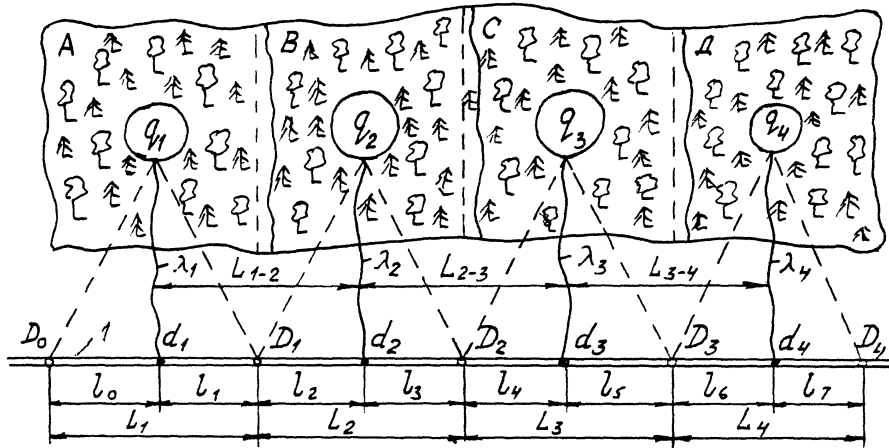
$$L_{ц.ц} = \frac{\sum l_i q_i}{\sum q_i}, \quad (4.31)$$

дзе l_i – адлегласць ад восі праведзенай па мяжы лесасекі ўздоўж напрамка агульнага грузапатоку да цэнтры цяжару i -га квадрата, км; q_i – ліквідны запас драўніны ў i -ым квадраце, м³.

На рыс. 4.9 цэнтр цяжару паказан, як $q_1, q_2, q_3 \dots q_n$, затым цэнтры цяжару злучаюць (пад’ездныя дарогі) з магістраляй (кропкі $d_1, d_2, d_3 \dots d_n$) і вызначаюць сярэднюю адлегласць вывазкі леса, а таксама адлегласць паміж пагрузачнымі пунктамі.

Праз кропкі D_0, D_1, D_2, D_3 і г.д. праходзяць межы, якія раздзяляюць

лясны масіў на лесасекі, такім чынам, каб затраты працы, транспартныя расходы на іх распрацоўку былі аднолькавымі (першапачатковая шырыня лесасекі паказана на рыс. 4.9 пункцірам, прынімаецца роўнай двойной адлегласці тралеўкі).



Рыс. 4.9. Разліковая схема:

А,В,С,Д – лесасекі; q_1, q_2, q_3, q_4 – эксплуатацыйны запас драўніны на лесасекцы, m^3 , які сканцэнтраваны ў цэнтры цяжару; 1 – дарога агульнага карыстання

Сярэдняя адлегласць вывазкі лесу ў км можа быць вызначана паводле формулы

$$\text{для лесасекі А} \quad l'_{cp} = \frac{2\lambda_1(l_1 + l_2) + l_1^2 + l_2^2}{2(l_1 + l_2)}; \quad (4.32)$$

$$\text{для лесасекі В} \quad l''_{cp} = \frac{2\lambda_2(l_3 + l_4) + l_3^2 + l_4^2}{2(l_3 + l_4)}, \quad (4.33)$$

дзе $\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n$ – даўжыня пад'язнога пуці ад цэнтру цяжару лесасекі да дарогі агульнага карыстання, км; $l_1, l_2, l_3 \dots l_n$ – адлегласць ад пункта прымыкання пад'ездной дарогі (кропкі $d_1, d_2, d_3 \dots d_n$) да пункта размяшчэння пагрузачнага пункта (кропкі $D_1, D_2, D_3 \dots D_n$), км.

Адлегласць $l_1, l_2, l_3 \dots l_n$ вызначаецца па наступным формулам:

$$l_1 = \frac{L_{1-2} + \lambda_2 - \lambda_1}{2}; \quad l_2 = L_{1-2} - l_1;$$

$$l_3 = \frac{L_{2-3} + \lambda_3 - \lambda_2}{2}; \quad l_4 = L_{2-3} - l_3,$$

дзе L_{1-2} ; L_{2-3} ; L_{3-4} і г.д. – адлегласць паміж пагрузачнымі пунктамі.

У кропках $D_1, D_2, D_3 \dots D_n$ размяшчаюць пагрузачныя пункты, на якія можа вывазіцца драўніна з сумежных лесасек, пры аднолькавых транспартных расходах, у колькасці (m^3), якія вызначаюцца паводле формулы

на пагрузачны пункт D_1 з лесасекі A

$$q'_1 = \frac{q_1(\lambda_1 + l_0)}{2\lambda_1 + L_1};$$

на пагрузачны пункт D_0 з лесасекі A

$$q''_1 = \frac{q_1(\lambda_1 + l_1)}{2\lambda_1 + L_1},$$

дзе L – адлегласць паміж пагрузачнымі пунктамі, роўная L_1, L_2, L_3 і г.д., км; q_1 – агульны ліквідны запас драўніны на лесасецы, m^3 ; q'_1 – паступленне драўніны з лесасекі A на пагрузачны пункт D_1 , m^3 ; q''_1 – паступленне драўніны з лесасекі A на пагрузачны пункт D_0 , m^3 .

4.6. Пошукавыя работы

Састаў пошукавых работ. Для разробкі тэхнічнага праекта ЛНП выконваюць комплексныя інжынерныя пошукі, да якіх адносяцца: эканамічныя, лесасыравінныя і лесатранспартныя пошукі; тапаграфічныя, інжынерна-геалагічныя і гідраграфічныя здымкі, гідраметрычныя назіранні, работа па ўзгадненню з мясцовай уладаю на займанне земляў.

Эканамічныя пошукі ажыццяўляюцца з мэтай збору матэрыялаў для абгрунтавання магутнасці, тыпу і профілю ЛНП і эфектыўнасці прынятых тэхнічных рашэнняў.

Лесасыравінныя пошукі выконваюцца для удакладнення размеру сыравіннай базы, яе якасных характарыстык, неабходнасці штучнага і натуральнага лесааднаўлення і г.д.

Лесатранспартныя пошукі выконваюцца з мэтай ўкладання і замацавання трасы дарогі на мясцовасці, збору даных для распрацоўкі праекта штучных збудаванняў, пошуку кар'ераў дарожна-будаўнічых матэрыялаў і г.д.

Тапаграфічныя і інжынерна-геалагічныя здымкі – для пошуку пляцовак размяшчэння ніжніх складоў, пасёлкаў і г.д.

Гідраграфічныя здымкі і гідраметрычныя назіранні праводзяцца

на ўчастках прырэчных ніжніх складоў і ў месцах пераходу праз значныя вадацёкі.

Работы па збору даных матэрыялаў выконваюцца для распрацоўкі тэхналогіі ЛНП, праектавання дадатковых і дапаможных вытворчасцяў, водазабеспячэння і г.д.

Адвядзенне земляў пад дарогу, ніжні склад, пасёлак абавязкова павінна ўзгадняцца з меснымі уладамі, калгасамі, саўгасамі і др.

Віды і арганізацыя пошукавых работ. У лесанарыхтоўчай прамысловасці пошук лесавозных дарог выконваюць экспедыцыі, якія фарміруюцца з супрацоўнікаў розных аддзелаў праектна-пошукавых устаноў. Усе пошукавыя работы можна раздзяліць на тры перыяды: падрыхтоўчы, палявы і камеральны.

У падрыхтоўчы перыяд работы выконваюцца як да выезду ў поле (яшчэ ў праектнай установе), так і непасрэдна ў раёне пошуку. Перад выездам на палявыя пошукі: вывучаецца заданне на праектаванне і генеральная схема прамысловага асваення лясоў; праводзіцца збор, апрацоўка і вывучэнне матэрыялаў па аб'ектах пошуку; (складаецца папярэдняя схема асваення ляснога масіву і схема генеральнага плана прамысловай пляцоўкі ў пункце прымыкання лесавознай дарогі; збіраюцца і вывучаюцца картаграфічныя, лесасыравінныя, інжынерна-геалагічныя, гідралагічныя і іншыя матэрыялы.

Выкананая папярэдняя работа дазваляе ўстанавіць склад і аб'ём пошукавых работ, падрыхтаваць тэхнічнае заданне і метадычныя ўказанні на правядзенне інжынернага пошуку. На аснове гэтых матэрыялаў складаецца каштарыс, на пошукі і распрацоўку праекта дарогі ці ўсяго прадпрыемства. Да выезду на палявыя работы павінен быць атрыманы дазвол на правядзенне аэрафотаздымачных і выкананне тапаграфічных работ – ад тэратарыяльных аддзелаў Камітэта па зямельным рэсурсам, геадэзіі і картаграфіі пры Савеце міністраў Рэспублікі Беларусь. Пасля атрымання тэхнічнага задання складаецца агульны план і каляндарны графік пошукавых работ для ўсіх партый і атрадаў, камплектуюцца экспедыцыі і вышукальныя партыя, падрыхтоўваюцца неабходныя інструменты і табарная маёмасць, арганізуецца выезд на палявыя работы.

У палявы перыяд акрамя выканання інжынерных пошукавых работ, выконваецца нейкая частка камеральных і лабараторных работ, неабходных для бесперапыннага выканання ўсяго аб'ёму інжынернага пошуку. Палявыя пошукавыя работы праводзяцца звычайна з мая па кастрычнік з заканчэннем неабходных камеральных работ у лістападзе-снежні ці першым квартале наступнага года.

У склад палявых пошукавых работ уваходзіць рэкагнасыроўка мясцовасці, якая праводзіцца метадам маршрутнай здымкі, і тэхнічныя пошукі, якія заключаюцца ў наступным: разбіўцы на мясцовасці і прамеру магістральных геадэзічных ходоў, якія служаць апорай для здымкі; тапаграфічнай здымцы будпляцовак і цяжкіх месц па рэльефу і геалагічным умовам, крыніц водазабеспячэння пункта прымыкання; у гідраметрычных назіраннях на перасячэнні вадацёку і месцах прымыкання; інжынерна-геалагічным абследаванні трасы і будпляцовак з капаннем шурфоў, бурэннем шчылін, разбіўцы і замацаванні восі трасы і будпляцовак; ва ўстаноўцы рэпераў.

Камеральныя работы ў полі заключаюцца ў апрацоўцы інструментальных вымярэнняў і выкананых абследаванняў і назіранняў. Гэтыя работы маюць вялікае значэнне для транспартнага пошуку, так як дазваляюць пазбегнуць нявартага ходу дзякуючы сваечасовай праверцы палявога матэрыялу. Таму частка камеральных работ выконваецца абавязкова ў дзень палявых вымярэнняў. Да ліку такіх работ адносяць: апрацоўку палявых нівеліровачных журналаў, наколку падоўжанага і папярочных профіляў, папярэдняе нанясенне праектнай лініі на падоўжаны профіль, а таксама ў неабходных выпадках апрацоўку журналаў вышыннай здымкі і накладанне планаў. Камеральныя работы ў полі прадугледжваюць таксама апрацоўку даных гідраметрычных назіранняў, праверку і апрацоўку матэрыялаў па ўсім другім відам здымак і назіранняў.

Да выезду экспедыцыі на месца работы паміж пастаяннымі рэперамі ўвязываюцца ўсе нівелірныя хады, правяраюцца матэрыялы вугламернай здымкі шляхам падліку вуглавых і лінейных няўвязак. Усе контурныя здымкі таксама увязваюцца з замкнутымі палігонамі. Акрамя таго, у полі павінна быць закончана праектаванне падоўжанага профілю і плана трасы дарогі.

Найбольш прагрэсіўным метадам правядзення лесатранспартнага пошуку з'яўляецца прымяненне спецыяльнай буйнамаштабнай аэрафотаздымкі. Яна забяспечвае магчымасць камеральнага трасіравання і распрацоўкі тэхнічнага праекта лесавознай дарогі і ЛНП цалкам без правядзення натуральных здымак і пошуку. Аэрафотаздымка пры гэтым выконваецца палосамі ўздоўж трасы дарогі па спецыяльным тэхнічным патрабаванням сіламі грамадзянскай авіяцыі (па заказам праектных інстытутаў).

У цяперашні час распрацованы канструкцыі стэрэафотаграмметрычных прыбораў, з іх дапамогаю ствараюцца стэрэамадэлі мясцовасці, па якім можна пракладваць трасу дарогі з заданым ухілам,

вымяраючы па жаданню праектыроўшчыкаў у любой кропцы чорныя і праектныя адзнакі. Пры гэтым няма патрэбы ў складанні карты з гарызанталямі.

Склад пошукавых экспедыцыяў (партыяў). Склад пошукавых экспедыцыяў, партыяў і атрадаў залежыць ад аб'ёму работы, тэрміну іх выканання і складанасці, ад прыродных умоў. Прымерны склад экспедыцыі для сярэдніх умоў работы наступны: начальнік экспедыцыі, начальнік транспартнай партыі (памочнік начальніка экспедыцыі), інжынер-транспартнік, інжынер-геолаг і буравы майстар, а таксама рад спецыялістаў: інжынер-эканаміст, інжынер лясной гаспадаркі, інжынер воднага лесатранспарту і памочнік начальніка экспедыцыі па гаспадарчай часці. Пры выкарыстанні аэрафотаздымкі ў экспедыцыю ўключаюцца інжынер-стэрэафотаграмметрыст, а іншы раз узнікае неабходнасць у сантэхніках, энергетыках і будаўніках. Рабочых (10...12 чалавек) набіраюць на месцы ці іх выдзяляе заказчык.

Камеральнае трасіраванне лесавозных дарог. Да пачатку пошукавых работ неабходна выканаць камеральнае трасіраванне дарогі, г.зн.улажыць трасу дарогі на карце (аэрафотаздымкі). За аснову прымаецца схема размяшчэння лесавозных дарог.

Адрозніваюць наступныя асноўныя тыпы рэльефу мясцовасці:

раўнінны, які характарызуецца наяўнасцю раўнінаў, далінаў рэчак з палогімі схіламі і шырокімі спакойнымі водападзеламі; найбольшыя ўхілы мясцовасці – 70‰, найбольшыя ваганні адзнак – не больш 30 м на 1 км;

перасечаны, які характарызуецца наяўнасцю вялікай колькасці ўзгоркаў выражанага водападзелу і далінаў, з ухіламі паверхні да 200‰ пры розніцы адзнак на 1 км трасы ў межах 30 – 200 м.

горны, для якога характэрна наяўнасць разгалінавай сеткі глыбокіх логаў, цяснінаў і горных хрыбтоў.

Па ступені цяжкасці трасіравання адрозніваюць участкі:

а) *вольнага ходу*, дзе прыродныя ўхілы мясцовасці менш прынятых значэнняў гранічных ухілаў;

б) *абмежаванага ходу*, дзе прыродныя ўхілы роўны ці больш гранічнага ўхілу.

Трасу дарогі на ўчастках абмежаванага ходу неабходна пракладваць з улікам уплыву крывых, прымяняючы для змякчэння профілю дарогі штучнае падаўжэнне (развіццё) дарогі.

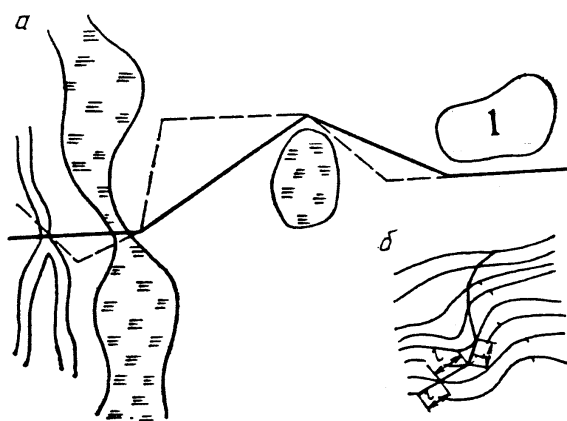
Пры трасіраванні дарог неабходна: а) па магчымасці абыходзіць забалочаныя ўчасткі і сырыя схілы; б) балоты перасякаць у самым вузкім і няглыбокім месцы; в) рэчкі і ручаі перасякаць перпен-

дыкулярна да напрамку цячэння воды у месцах з устойлівымі і па магчымасці высокімі берагамі (рыс. 4.10).

Пры камеральным трасіраванні работы пачынаюць з цяжкіх участкаў абмежаванага ходу, укладваючы трасу з дапамогаю цыркуля-вымяральніка (рыс.4.10, б), ростул якога вызначаюць паводле формулы

$$l = \frac{h_c \cdot 10^6}{m \cdot i_{mp}},$$

дзе h_c – вышыня сячэння рэльефу гарызанталямі, м; m – назоўнік маштаба карты; i_{mp} – ухіл трасіравання (‰): $i_{mp} = i_{max} - i_{эк}$, дзе i_{max} – максімальны ўхіл ці кіруючы пад'ём, ‰; $i_{эк}$ – эквівалентны ўхіл, які ўлічвае ўплыў крывых (пры $R \leq 150$ м $i_{эк} = 15 \dots 20$ ‰, пры $150 < R < 250$ м $i_{эк} = 5 - 10$ ‰ і пры $R > 250$ м $i_{эк} = 0$).



Вастрыё адной ножкі цыркуля-вымяральніка сумяшчаюць з кропкай перасячэння намечанай трасы з гарызанталю, якая размяшчаецца ў пачатку цяжкага

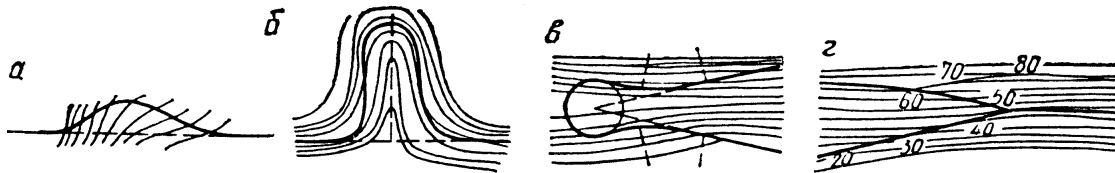
Рыс. 4.10. Укладка трасы дарогі:
а – пры абыходзе перашкод (пункцірам паказаны няправільны ход); б – на цяжкім участку па плане з гарызанталямі; 1 - возера

ўчастка, а другою робяць засечку сумежнай гарызанталі (гл. рыс. 4.10, б). Потым з гэтай кропкі гэтакім жа прыёмам знаходзіцца кропка на наступнай гарызанталі і г.д. Злучаючы атрыманыя кропкі прамымі лініямі, атрымліваюць трасу дарогі, якая мае ўхілы паверхні зямлі, роўныя ўхілу трасіравання на ўсім сваім працягу.

Пры такім развіцці лініі вуглы павароту атрымліваюцца на кожнай гарызанталі. У мэтах памяншэння іх колькасці атрыманую ламаную лінію трасы на ўчастках, блізкіх да прамой, мэтазгодна выраўнаваць пры ўмове, калі гэта не выкліча значнага павелічэння аб'ёму земляных работ.

Пры трасіраванні дарогі ў горнай мясцовасці, акрамя апісанага спосабу развіцця трасы ходам па схілу (рыс. 4.11, а), прымяняюць таксама заходы трасы ў бакавыя даліны (рыс. 4.11, б) ці яе пракладанне па схілу гары зігзагамі з устройствам серпанцін (рыс. 4.11, в), заездных тупікоў (рыс.4.11, г).

Пасля ўкладкі трасы на ўсіх цяжкіх участках прыступаюць да трасіравання участкаў дарогі вольнага ходу, пракладваю іх прамымі лініямі магчыма большай даўжыні ад адной перашкоды да другой з такім раўзлікам, каб яна знаходзілася ў сярэдзіне крывых, якія разбіваюцца на вуглах павароту (гл. рыс.4.10, а).



Рыс. 4.11. Укладка трасы дарогі ў цяжкіх горных умовах:
 а – укладка трасы па схілу; б – з заходам трасы у бакавую даліну; в з устройваннем серпанцін г – з устройваннем заездных тупякоў на чыгунках

4.7. Пошукі пляцовак пад склады і пасёлкі

Пошукі пляцовак для ніжняга складу і аб'ектаў дапаможнага назначэння выконваецца адначасова з пляцоўкай для цэнтральнага жылога пасёлка. Пляцоўка для ніжняга складу павінна быць сухою, з роўнай паверхняю і ўхілам, які забяспечвае адвод паверхневых вод. У тым выпадку, калі неабходна планіроўка пляцоўкі, то гэта не павінна быць звязана з вялікім аб'ёмам земляных работ. Ніжнія склады з цэхамі па перапрацоўцы драўніны размяшчаюцца блізка ад адкрытых вадаёмаў з дастатковым дэбітам вады. Пляцоўкі пад ніжні склад павінны размяшчацца на грунтах, якія дапускаюць будаўніцтва будынкаў і збудаванняў без дарагіх фундаментаў, а ўзровень грунтовых вод павінен быць ніжэй глыбіні прамярзання. Размеры пляцоўкі неабходна назначаць такімі, якія забяспечвалі бы размяшчэнне ўсіх збудаванняў ці пасёлка.

Пры прымыканні лесавознай дарогі да рэкаў і другіх вадаёмаў адзнакі пляцовак, якія прызначаны для складаў ці пасёлкаў, павінны быць не менш чым на 0,5 м вышэй за разліковы гарызонт высокай вады ці адзнак падтаплення на водасховішчах. На аснове наяўных планаў і картаграфічных матэрыялаў, матэрыялаў аэрафотаздымкі і геалагічных характарыстык мясцовасці камеральназначаецца некалькі варыянтаў пляцовак пад ніжнія склады. У палявы перыяд адзначаюцца пляцоўкі абследаюцца ў натуре, удакладняюцца аб'ёмы тапаграфічных работ і выбіраюцца найбольш прыгодныя. Правільнасць выба-

ру павінна быць падцверджана камісіяй, у склад якой ўваходзіць прадстаўнік пошукавай экспедыцыі, заказчык, прадстаўнік мясцовай ўлады і зацікаўленых ведамстваў, у распараджэнні якіх знаходзіцца той ці іншы ўчастак. У спецыяльным акце камісія адзначае пазітыўныя і адмоўныя стораны кожнага варыянту і пацвярджае зроблены ў выніку пошуку выбар.

У акце выбару пляцоўкі пад пасёлак указваецца каму належыць выбраная пляцоўка, яе прыблізны размер (у га) і дзе яна размешчана. Адзначаецца ступень увільгатнення пляцоўкі, наяўнасць расліннасці (кустарніка, лесу і інш.) характарызуецца рэльеф мясцовасці, даецца апісанне грунтоў. Абавязкова ўказваецца, што будзе служыць крыніцай водазабеспячэння (рака, возера, калодзежы), прыводзяцца дадзеныя аб узроўні грунтовай вады і іх арыенціровачны дэбіт. Дакладна ўказваецца прыгоднасць вады для піцця са складам акта аналізу вады, які прыкладваецца да агульнага акта. У заключэнні даецца агульная ацэнка ступені прыгоднасці пляцоўкі пад пасёлак.

Палявое абследаванне магчымых варыянтаў размяшчэння пасёлка выконваецца начальнікам экспедыцыі з удзелам начальніка транспартнай партыі, геолага і топографа. Пажадана, каб у такіх аглядах прымалі ўдзел таксама спецыялісты па архітэктуры і сантэхніцы. Канчатковы выбар пляцоўкі выконваецца камісіяй у складзе прадстаўнікоў райвыканкама, аддзела па справам будаўніцтва і архітэктуры, экспедыцыі, санінспекцыі, пажарнагляду, заказчыка і зацікаўленых арганізацыяў. Акт камісіі з'яўляецца дакументам, які дазваляе заняць пляцоўку пад будаўніцтва.

Кантрольныя пытанні. 1. Асновы праектавання лесанарыхтоўчых прадрываў. 2. Як вызначыць запас дарожна-будаўнічых матэрыялаў? 3. Якія дакументы ўваходзяць у склад рабочага праекта лесавознай аўтамабільнай дарогі. 4. Якія прымяняюцца паказчыкі для ацэнкі эфектыўнасці работы сухапутнага транспарту лесу і як іх вызначыць. 5. Якія крытэрыі існуюць для параўнання інвестыцыйных праектаў і выбара лепшага з іх? 6. Што такое чысты дыскатаваны даход? 7. Што такое унутраная норма даходнасці прыбытку? 8. Як разлічыць тэрмін акупаемасці інвестыцый. 9. Асноўныя прынцыпы распрацоўкі генеральнай схемы размяшчэння лесавозных дарог. 10. Як вызначыць асноўны напрамак магістралі. 11. У чым асаблівасці транспартнага асваення ляснага масіву у лясах II групы. 12. Віды і арганізацыя пошукавых работ.

5. АСНОВЫ ТЭОРЫИ РУХУ ЛЕСАВОЗНЫХ ПАЯЗДОЎ

5.1. Сілы, якія дзейнічаюць на поезд у час яго руху

Пры праектаванні транспартных сістэм ЛНП, у тым ліку лесавозных дарог, з'яўляецца неабходнасць рашэння цягава-эксплуатацыйных задач, якія можна раздзеліць на дзве групы.

Да першай групы адносяць задачы разліку сіл цягі, супраціўлення, нагрузак, скарасцей і паскарэнняў, якія могуць узнікнуць пры руху поезда у розных дарожных умовах.

Да другой групы адносяць задачы разліку параметраў дарогі, якія павінны забяспечыць устойлівасць і бяспечнасць руху транспартных сродкаў з устаноўленымі скарасцямі.

Цягава-эксплуатацыйныя разлікі уключаюць тэорыю фарміравання сіл узаімадзеяння колаў транспартных сродкаў з дарогаю, ураўненне руху поезда (ураўненне цягавага балансу), і метады разліку эксплуатацыйных паказчыкаў руху паяздоў, якія выцякаюць з дадзенага ўраўнення.

На транспартныя сродкі ў час руху дзейнічаюць унутраныя і знешнія сілы. Унутраныя сілы аказваюць малы ўплыў на рэжым руху поезда. Рэжым руху вызначаюць у асноўным знешнія сілы могуць быць гарызантальныя і вертыкальныя. Рэжым руху поезда вызначаюць галоўным чынам гарызантальныя і акружныя або датычныя актыўныя і рэактыўныя сілы. Знешнія сілы, якія вызначаюць характар руху поезда гэта: *сіла цягі F , сілы супраціўлення W і маса поезда Q* . Ад адносін сілы цягі F і сіл супраціўлення W вылучаюць наступныя рэжымы руху: $F > W$ – паскораны; $F=W$ – роўнамерны і $F < W$ – запаволены.

Рухальныя сілы. Крыніцай рухальных сіл, якія выклікаюць рух поезда, з'яўляецца вярчальны момант, які перадаецца ад рухавіка транспартнай машыны праз трансмісію да колаў. Яго велічыню вызначаюць паводле формулы

$$M_e = M_\partial i_m \eta_m \beta_o \gamma_o \quad \text{або} \quad M_e = \frac{N_e i_m \eta_m \beta_o \gamma_o}{n_\partial} \quad (5.1)$$

дзе M_∂ – вярчальны момант рухавіка, Н·м; i_m – перадатачны лік трансмісіі ад рухавіка да колаў; η_m – к. к. д. трансмісіі; β_o – каэфіцыент адбора магутнасці, роўны 0,9...0,95; γ_o – каэфіцыент выкарыстання магутнасці рухавіка; N_e – эфектыўная магутнасць рухавіка, кВт; n_∂ –

частата вярчэння вала рухавіка, $1/c = \text{рад/с} = 2\pi \text{ аб/мін}$.

Ведаю M_e або N_e можна вызначыць велічыню датычнай сілы F_∂ паводле формулы

$$F_\partial = \frac{M_\partial i_m \eta_m \beta_0 \gamma_0}{r_k} \text{ або } F_\partial = \frac{N_e i_m \eta_m \beta_0 \gamma_0}{n_\partial r_k}, \quad (5.2)$$

дзе r_k – радыус вядучага кола, м.

Велічыня датычнай сілы F_∂ у час руху аўтамабіля абмяжоўваецца максімальнай магутнасцю рухавіка $N_{e \max}$ і вызначаецца паводле формулы (5.2), а таксама па счাপленню кола з дарогаю. Сіла цягі па счাপленню вызначаецца паводле формулы

$$F_{c,u} \leq G_{c,u} g (\varphi_c + f_g), \quad (5.3)$$

дзе $G_{c,u}$ – счэпная вага транспартнай машыны, гэта частка яе вагі, якая прыходзіцца на вядучыя восі; φ_c – каэфіцыент счাপлення кола аўтамабіля з дарогаю; f_g – каэфіцыент супраціўлення качэнню кола; g – паскарэнне свабоднага падзення, м/с^2 .

Значэнне f_g для гравійных, шчэбневых пакрыццяў роўны $0,035 \dots 0,006$; грунтовых – $0,03 \dots 0,15$.

Пры руху аўтамабіля па дарозе з каляінамі каэфіцыент f_g вызначаюць паводле формулы

$$f_g = \xi \sqrt{\frac{H}{D}}, \quad (5.4)$$

дзе H – глыбіня каляіны; D – дыяметр кола; ξ – каэфіцыент, роўны $0,6$ для сухіх звязаных грунтаў; $\xi = 1$ – для грунтаў з вільготнасцю больш граніцы цякучасці; $\xi = 0,8$ – для пластычных звязных грунтаў і сухіх пяскоў.

Велічыня каэфіцыента счاپлення φ_c залежыць ад характару размеркавання ціску ў зоне кантакту шыны кола з паверхняй дарогі, віда і велічыні дэфармацыі шыны, счاپлення шыны з дарогай, скорасці руху і інш. У сувязі са складанасцю характара залежнасці каэфіцыента φ_c ад пералічаных фактараў яго значэнне для розных умоў вызначаюць эксперыментальна. Найбольш поўныя абагульненні зроблены праф. А.П. Васільевым. Ім прапанована наступная формула для вызначэння каэфіцыента счاپлення

$$\varphi_c = \varphi_{20} - \beta_\varphi (V - 20), \quad (5.5)$$

дзе φ_{20} – каэфіцыент счاپлення пры скорасці руху $V = 20 \text{ км/г}$; β_φ – каэфіцыент паніжэння якасці счاپлення пакрыцця пры змяненні

скорасці ад 20 да 120 км/г; V – скорасць руху, км/г.

Значэнне гэтых каэфіцыентаў для некаторых відаў пакрыцця прыведзены ў табл.5.1.

Табліца 5.1

Каэфіцыент счাপлення і каэфіцыент змянення яго ад скорасці для розных відаў і становішча пакрыцця

Тып пакрыцця	Значэнне каэфіцыентаў φ_{20} і β_{φ}					
	Сухое		Мокрае чыстае		Мокрае гразкае	
	φ_{20}	β_{φ}	φ_{20}	β_{φ}	φ_{20}	β_{φ}
Цэментабетоннае	0,8-0,85	0,002	0,65-0,7	0,0035	0,4...0,45	0,0025
Асфальтабетоннае	0,8-0,85	0,0035	0,6-0,65	0,0035	0,45-0,55	0,0035
Чорнашчэбневае (гравійнае) з шурпатай апрацоўкай	0,6-0,7	0,004	0,5-0,6	0,004	0,3...0,35	0,0025
Таксама без апрацоўкі	0,5-0,6	0,004	0,4...0,5	0,005	0,25...0,3	0,003
Шчэбневае (гравійнае)	0,6-0,7	0,004	0,55-0,6	0,0045	0,25...0,3	0,003
Грунтовае палешанае	0,4-0,5	0,005	0,25-0,4	0,005	0,2	0,003

Разліковыя значэнні каэфіцыента φ_{20} і β_{φ} у залежнасці ад V для ўсіх пакрыццяў (табл. 5.1) з снегам, можна прыняць наступнымі: са слоём рыхлага снегу $\varphi_{20} = 0,15...0,35$, $\beta_{\varphi} = 0,0001...0,004$; са слоём шчыльнага снегу $\varphi_{20} = 0,20...0,50$, $\beta_{\varphi} = 0,0025$; пры галалёдзе $\varphi_{20} = 0,08...0,20$, $\beta_{\varphi} = 0,002$.

Для вызначэння каэфіцыента счাপлення, якія пакрыты снегам пры $V < 20$ км/г праф. А.П. Васільеў прапануе наступную формулу

$$\varphi_c = \varphi_0 - \beta_{\varphi_0} V,$$

дзе φ_0 – умоўны каэфіцыент счاپлення пры $V = 0$; β_{φ_0} – каэфіцыент паніжэння счэпных якасцяў пры малай скорасці.

Для рыхлага снегу $\varphi_0 = 0,2...0,45$; $\beta_{\varphi_0} = 0,003...0,004$; для шчыльнага снегу $\varphi_0 = 0,3...0,55$, $\beta_{\varphi_0} = 0,0025...0,003$; для галалёду $\varphi_0 = 0,12...0,22$, $\beta_{\varphi_0} = 0,002...0,0025$.

У складаных пагодных умовах (дождж, снег, галалёд) у мэтах бяспечнасці руху лесавозных аўтапаяздоў неабходна асобую ўвагу ўдзяліць скарасному рэжыму руху.

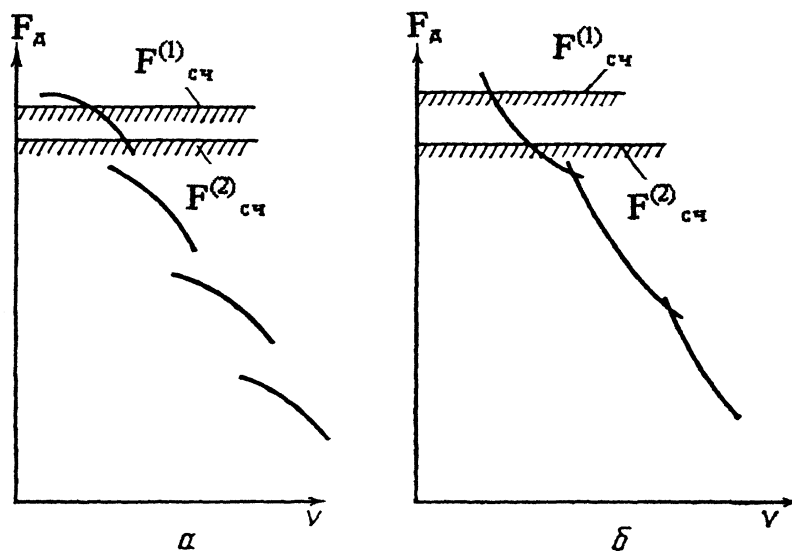
Графік залежнасці датычнай сілы цягі ад скорасці руху транспарту

назваюць цягавай характарыстыкай. Іх будуець, выкарыстоўваючы залежнасці вярчальнага моманта M_δ або магутнасці рухавіка N_e машыны ад частаты вярчэння яго каленчатага валу n_δ ($M_\delta = f_1(n_\delta)$ або $N_e = f_2(n_\delta)$), якія называюцца знешнімі характарыстыкамі рухавіка. Іх атрымліваюць на заводзе пры стэндавых іспытах, выкарыстоўваючы сувязь паміж скорасцю вярчэння вала рухавіка і скорасцю руху машыны

$$V = \frac{2\pi r_k n_\delta}{i_{mj}},$$

дзе i_{mj} – перадаўчы лік трансмісіі на j -й перадачы; r_k – радыус качэння.

Цягавая характарыстыка аўтамабіля і цеплавоза паказана на рыс. 5.1. Крывая са штрыхамі – абмяжаванне сілы цягі па счапленню кола з дарогаю.



Рыс.5.1. Цягавыя характарыстыкі:

а – аўтамабіля; б – цеплавоза (абмяжаванне сілы цягі па счапленню: $F_{sc}^{(1)}$ – летам; $F_{sc}^{(2)}$ – зімою).

Сілы супраціўлення руху. Сілы супраціўлення – знешнія некіроўныя сілы, якія прыкладзены да поезда і накіраваны ў працілеглы бок руху.

Разлічаюць асноўнае і дадатковае, поўнае і ўдзельнае супраціўленне руху.

Асноўнае супраціўленне – супраціўленне, якое дзейнічае на поезд, пры яго руху па прамому гарызантальнаму ўчастку дарогі з

раўнамернай скорасцю пры нармальних метэралагічных умовах.

Дадатковае супраціўленне – гэта калі рух поезда адрозніваецца ад умоў, прынятых для асноўнага супраціўлення руху (супраціўленне ад ухіла дарогі, крывой, інэрцыі і г.д.).

Поўнае супраціўленне W – сума ўсіх сіл, якія дзейнічаюць на поезд у час яго руху. Адзінка вымярэння, Н (Ньютан).

Удзельнае супраціўленне ω – поўнае супраціўленне руху поезда аднесенае да адзінкі вагі поезда ($\omega = W/Q$, дзе Q – маса поезда). Адзінка вымярэння Н/т (Ньютан/тона).

Сілы супраціўлення руху поезда абумоўлены рознымі прычынамі: трэннем у падшыпніках колаў, трэннем колаў аб дарогу, няроўнасцямі дарогі, ухіламі, супраціўленнем паветра і г.д.

Асноўныя супраціўленні руху поезда.

Супраціўленне качэнню кола па дарозе (поўнае) (рыс.5.2) вызначаецца паводле формулы

$$W_k = Gf_g, \tag{5.6}$$

дзе G – агульная вага поезда.

Разліковае значэнне каэфіцыента супраціўлення качэнню аўта-транспартных сродкаў пры $V = 20$ км/г па дадзеным праф. А.П. Васільева прыведзены ў табл. 5.2.

Табліца 5.2

Значэнні каэфіцыента f_g у залежнасці ад рознага тыпу дарожных пакрыццяў і іх стану

Тып пакрыцця	Значэнне каэфіцыента f_g у залежнасці ад становішча пакрыцця		
	Сухое	Вільготнае	Мокрае гразкае
Цэментнае, Асфальтабетоннае	0,01...0,02	0,02...0,03	0,03...0,035
Гравійнае, шчэбневае	0,035	0,35...0,05	0,04...0,06
Грунтавае	0,03	0,04...0,05	0,05...0,15

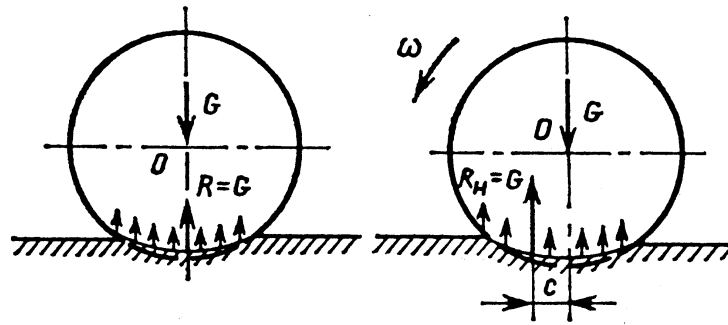
Грунтовыя пакрыцці: з галалёдам $f_g = 0,015...0,05$, з рыхлым снегам таўшчынёю да 10 мм $f_g = 0,03...0,06$, для $h = 10...20$ мм $f_g = 0,04...0,10$; для $h = 20...40$ мм $f_g = 0,08...0,12$.

Пры цягавых разліках для чыгунак і лесавознага аўта-транспарту выкарыстоўваюць ўдзельнае супраціўленне руху (Н/т)

$$\omega_k = W_k / G = 1000gf_g, \tag{5.7}$$

дзе g – паскарэнне свабоднага падзення, м/с².

Велічыня ω_k пры скорасці да 50...60 км/г для лесавозных дарог з пакрыццём з жалезабетонных пліт $\omega_k = 200...250$ Н/т; для грунтовых і гравійных, апрацаваных вяжучым $\omega_k = 250...300$ Н/т; для грунтовых і гравійных без апрацоўкі $\omega_k = 350...600$ Н/т; для ледзяных $\omega_k = 250...300$ Н/т. (Меншыя значэнні для магістралі і ветак, большыя для вусоў).



Рыс.5.2. Схемы ўзамадзення кола аўтамабіля з дарогаю:
а – нерухомае кола; б – кола, якое коціцца.

Супраціўленне паветранага наваколля. Яно ўзнікае ў выніку затрат энергіі на пераадольванне ціску паветра, на перамяшчэнне часцінак паветра і іх трэння аб паверхню падвіжнага саставу. Яно залежыць ад скорасці руху V , м/с і плошчы папярочнага сячэння транспарту Ω , м² (лобавага сячэння), $\Omega = (0,7...0,9)b \cdot H$, дзе b і H – габарыт аўтамабіля па шырыні і вышыні. Велічыню гэтай сілы (у Н) вызначаюць паводле формулы

$$W_{\epsilon} = k_{\alpha\beta} \Omega V^2, \quad (5.8)$$

дзе $k_{\alpha\beta}$ – эмпірычны каэфіцыент супраціўлення паветра руху транспартных сродкаў (каэфіцыент абцякальнасці), яго значэнне роўна 0,60...0,75 Н с²/м⁴, пры выражэнні Ω у м² і V у м/с.

Прычাপны састаў павялічвае супраціўленне паветра руху. Аднак, у сувязі з тым, што спецыяльных даследаванняў з прадуўкай розных аўтапаяздоў, тым больш лесавозных, не праводзілася, таму значэнні яго розныя. Лічаць што прычэп павялічвае паветранае супраціўленне грузавага аўтамабіля ў два разы, а кожны наступны яшчэ на 20...30%. Прычাপны састаў з хлыстамі ў сувязі з меншай абцякальнасцю павялічвае супраціўленне паветра на 50...70% і больш.

Велічыня супраціўлення паветра вельмі залежыць ад напрамку ветру, а таму яно можа быць станоўчым і адмоўным.

Удзельнае супраціўленне паветра руху транспартных сродкаў вызначаецца дзеленнем W_ϵ на масу машыны Q

$$\omega_\epsilon = \frac{W_\epsilon}{Q}. \quad (5.9)$$

Супраціўленне паветра і супраціўленне качэнню пры руху транспартных сродкаў з'яўляюцца сіламі, якія пастаянна дзейнічаюць і вельмі цяжка выдзяліць адно ад другога пры эксперыментальным даследаванні, таму пры цягавых разліках для лесавозных дарог гэтыя сілы аб'ядноўваюць і выкарыстоўваюць велічыню асноўнага удзельнага супраціўлення руху наступнага віду

$$\omega_a = \omega_k + \omega_\epsilon \quad (5.10)$$

Эксперыментальныя даследаванні для некаторых відаў лесавозных дарог і тыпу рухомага саставу вызначан наступны від залежнасці ω_0 ад скорасці руху

$$\omega_0 = c + dV + eV^2, \quad (5.11)$$

дзе c , d , e – каэфіцыенты, якія залежаць ад віду і стана дарогі і аўтапоезда.

Пры скорасці руху да 40 км/г для аўтамабільных лесавозных дарог з пакрыццём пераходнага тыпу ўдзельнае (аснаўное) супраціўленне руху ω_0 (Н/т) можна вызначыць паводле формулы

$$\omega_0 = 170 + 12,5V. \quad (5.12)$$

Інерцыйная сіла супраціўлення руху W_j . Яна складаецца з інерцыйных сіл, якія ўзнікаюць ад паскарэння паступовага руху мас W_{jn} і вярчальных мас W_{jb} .

Значэнне W_{jn} вызначаюць паводле формулы

$$W_{jn} = Qa = Ga/g = G j, \quad (5.13)$$

дзе G – агульная вага поезда; $j = a/g$ – адноснае паскарэнне транспарту; a – паскарэнне транспартнай машыны ў абсалютных адзінках, м/с²; g – паскарэнне свабоднага падзення, м/с².

Інерцыйная сіла супраціўлення руху вярчальных мас транспартных машын W_{jb} улічваецца каэфіцыентам $\gamma_\epsilon = W_{jb}/W_{jn}$, тады

$$W_j = W_{jn} + W_{j\epsilon} = (1 + \gamma_\epsilon)W_{jn}. \quad (5.14)$$

Пры руху аўтамабіля на першай перадачы $\gamma_\epsilon = 0,03...0,04$; пры

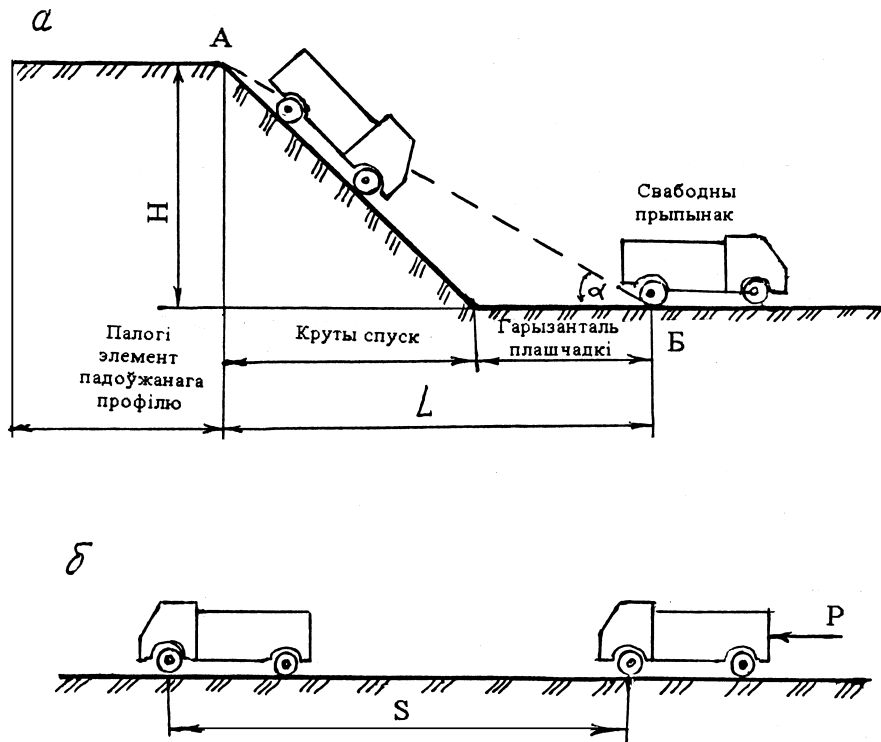
руху на інших передачах $\gamma_e = 0,04 + n_\delta i_m^2$, дзе i_m – передаточны лік каробкі передач; n_δ – каэфіцыент, роўны для грузавых аўтамабіляў 0,05...0,07.

Удзельная інерцыйная сіла супраціўлення руху вызначаецца паводле формулы

$$\omega_j = W_j / Q = Qa / Q = 1000Qa / Q = 1000a = 1000jg \quad (5.15)$$

Спосабы вызначэння асноўнага супраціўлення руху. Ёсць тры спосабы: дынамаметрычны, скачвання і штуршка.

Дынамаметрычны спосаб – выконваецца з дапамогаю дынамометра, які замацоўваецца паміж цягачом і транспартным сродкам супраціўленне руху якога вызначаюць.



Рыс.5.3. Спосабы вызначэння асноўнага супраціўлення руху:
а – спосаб скачвання; б – спосаб штуршка.

Спосаб скачвання выразна бачна з рыс. 5.3, а, а удзельнае супраціўленне руху (Н/т) вызначаецца паводле формулы

$$\omega = \frac{H}{L} = \text{tg}\alpha = g \cdot i, \quad (5.16)$$

дзе i – ухіл; g – паскарэнне свабоднага падзення.

Спосаб штуршка (рыс. 5.3, б) – заключаецца ў фіксацыі адлегласці і часу свабоднага прабегу даследуемага аўтамабіля (транспартнай машыны), які прывялі ў рух штуршком на роўнай дарозе з ухілам $i = 0$.

Велічыня ўдзельнага супраціўлення руху (Н/т) у гэтым выпадку вызначаецца паводле формулы

$$\omega = \frac{2120 \cdot S}{t^2}, \quad (5.17)$$

дзе S – адлегласць прабегу, м; t – час прабегу, с.

Асноўнае удзельнае супраціўленне руху для некаторых тыпаў дарожных пакрыццяў прыведзена ў табл. 5.3.

Табліца 5.3

Асноўнае ўдзельнае супраціўленне руху	
Від пакрыцця дарогі	ω_0 , Н/т
Асфальтабетоннае, цэментабетоннае	100...200
Чорная шчэбневая (жарствяная) шаша	200...250
Белая шчэбневая шаша	300...500
Брук	400...500
Гравійнае	250...300
Пакрыццё з бітумамінеральных сумесяў і калейныя з жалезабетонных пліт	200...250
Грунтовыя дарогі роўныя і шчыльныя	400...600
Грунтовыя дарогі нероўныя і мокрыя	900...1500
Драўляная маставая	150...200

Дадатковыя супраціўленні руху пезда.

Супраціўленне ад ухілу дарогі. Яго можна вызначыць, выкарыстоўваючы разліковую схему (рыс. 5.4)

$$I = 1000gQ \sin \alpha, \quad (5.18)$$

дзе Q – маса пезда, т; α – вугал нахілу элемента профілю дарогі да гарызонту.

У сувязі з тым, што велічыня ухілу падоўжаннага профілю малая $\alpha = 3...6^\circ$, у сувязі з гэтым для цягава-эксплуатацыйных разлікаў у формуле (5.18) можна прыняць $\sin \alpha \approx tg \alpha = i$, тады формула (5.13) будзе

$$I = 1000gQi.$$

Удзельнае супраціўленне руху ад ухілу (Н/т) будзе роўна

$$\omega_i = I/Q = \frac{1000gQi}{Q} = gi. \quad (5.19)$$

Такім чынам, удзельнае супраціўленне руху ад ухілу дарогі роўна ўхілу памножанаму на паскарэнне свабоднага падзення. Напрыклад, пры руху на ўхіл 20‰ дадатковае супраціўленне руху будзе роўна

$$\omega_i = 9,81 \times 20 = 196,2 \approx 200, \text{ Н/т.}$$

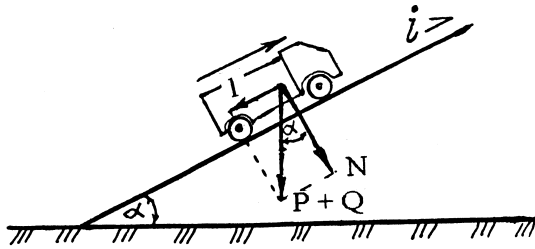


Рис. 5.4. Разліковая схема вызначэння супраціўлення руху аўтамабіля ад ухілу дарогі.

Супраціўленне руху поезда ад крывой. Пры руху поезда на крывых участках дарогі ён атрымлівае дадатковае супраціўленне руху ў выніку дзеяння цэнтрабежнай сілы, якая на аўтамабільных дарогах вызывае дэфармацыю шын (увод кола), а на чыгунках – прыжыманне рэборд кола да галоўкі рэйкі і інш.

Для вызначэння супраціўлення руху поезда ад крывой выкарыстоўваюць эмпірычныя формулы: для аўтамабільных дарог – $W_{кр} = 820Q/R$, (дзе R – радыус крывой, м); для чыгунак вузкай каляі – $W_{кр} = 425Q/R$.

Удзельнае супраціўленне руху крывых участкаў дарог вызначаюць, як ад ухілу дарогі $\omega_{кр} = gi_{экр}$, дзе $i_{экр}$ – эквівалентны ухіл (пад'ём), ‰.

Эквівалентны ўхіл для аўтамабільных дарог роўн $i_{экр} = 820/R$, для чыгунак вузкай каляі $i_{экр} = 425/R$).

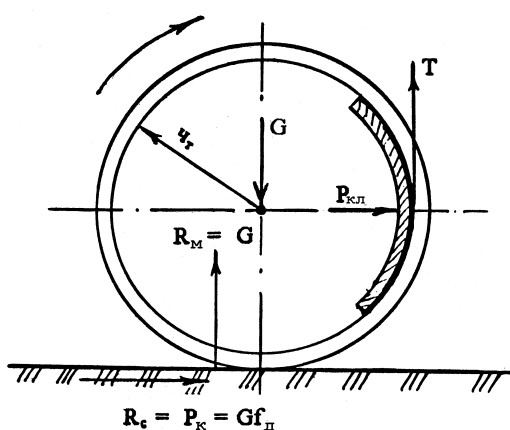
Супраціўленне руху пры крананні поезда з месца. Гэтае супраціўленне з'яўляецца дадатковым, якое ўзнікае ў пачатку руху ў сувязі з тым, што сіла трэння спакою некалькі больш сілы трэння руху. Акрамя гэтага, у час прыпынку поезда колы прыліпаюць да дарогі, тармазныя калодкі – да тармазных барабанаў і дыскам і інш. Усё гэта выклікае дадатковае супраціўленне руху ў момант кранання, потым, калі пачаўся рух, гэта супраціўленне знікае.

Пры разліках дадатковае ўдзельнае супраціўленне крананню поезда з месца на аўтамабільных дарогах прымаюць $\omega_{мг} = 100...150 \text{ Н/т}$, на

чыгунках вузкай каляі $\omega_{mг} = 40...60 \text{ Н/т}$.

Сіла цягі на круку $F_{ц.к}$. Гэтую сілу ўлічваюць тады, калі буксіруемы на круку транспартнай машыны прычэп разглядаецца асобна і яго ма-са не ўвайшла ў агульную масу цягавага сродка, а супраціўленне руху прычэпа не ўлічана пры вызначэнні супраціўлення руху асноўнай транспартнай адзінкі. Сіла $F_{ц.к}$ роўна розніцы паміж рухаючай сілаю (датычнай) F_{δ} і сумаю ўсіх астатніх сіл супраціўлення руху цягавай машыны

$$F_{ц.к} = F_{\delta} - (W_{к} + I + W_{кр} + W_{mг} + W_j). \quad (5.20)$$



Тармазная сіла. Яна ўтвараецца ў аўтамабілях прыцісканнем тармазных калодак да тармажных дыскаў або барабанаў (рыс. 5.5).

Рыс.5.5. Схема сіл, якія дзейнічаюць пры тармажэнні кола.

Паміж калодкаю і барабанам узнікае рэактыўная сіла трэння $T = B \cdot \mu_m$ (дзе B_{mp} – сіла ціску калодкі; μ_m – каэфіцыент трэння калодкі аб барабан), якая і ўтварае тармажны момант $M_{mp} = T \cdot r_m$ (дзе r_m – радыус тармажнага барабана), які выклікае паяўленне тармажнай сілы

$$B_{mp \max} = G_{mp} \varphi_c - Gf_g \quad (5.21)$$

дзе G_{mp} – нагрузка на тармажныя вості; φ_c – каэфіцыент счাপлення кола з дарогаю; G – агульная маса аўтамабіля.

Калі тармажны момант будзе павелічвацца і пасля таго, як тармажная сіла дасягне максімальнага значэння $B_{mp \max}$ (формула 5.21) кола перастае круціцца і слізгае па дарозе (ідзе “юзам”), пры гэтым φ_c памяншаецца ў выніку размякчэння матэрыяла шыны і ўмяншэння счэпнага дзеяння яе пратэктара, усё гэта памяншае тармажную сілу і кіраўніцтва аўтамабілям. Таму пры кіраванні аўтамабілем, нельга ўтвараць тармажны момант на колах большы, чым патрабуецца для $B_{mp \max}$.

Па ўраўненню (5.21) максімальнае значэнне гарызантальнай тармажнай сілы, якая дзейнічае на вості тармажных колаў у процілеглы

бок руху будзе тады, калі $f_{\delta} = 0$

$$B_{mp \max} = G_{mp} \varphi_c = B_{mp}. \quad (5.22)$$

Гэтая велічыня (5.22) прымаецца ў якасці разліковай пры цягава-эксплуатацыйных разліках у сувязі з тым, што тармазныя сістэмы разлічаны на рэалізацыю такой сілы пры максімальным значэнні φ_c і мінімальным f_g . Тады ўдзельная тармазная сіла можа быць вызначана паводле формулы

$$b = G_{mp} \varphi_c / Q, \quad (5.23)$$

дзе Q – маса транспартнай машыны, т.

Каэфіцыент тармазной сілы роўны

$$f_{mp} = G_{mp} \varphi_c / G.$$

Пры ўсіх тармазных колах аўтамабіля $G_{mp} = G$ і $f_{mp} = \varphi_c$.

5.2. Ураўненне руху пезда

Ураўненне руху пезда прадстаўляе сабою матэматычную залежнасць паміж паскарэннем пезда і дзейнічаючымі на яго сіламі.

Разглядаючы рух аўтапезда як рух масы, сканцэнтраванай у адной кропцы – цэнтры цяжару пезда, ураўненне руху можна атрымаць з закона Ньютана

$$R = m \frac{dV}{dt}, \quad (5.24)$$

дзе R – раўнадзейная сіла, якая накіравана па лініі руху; m – прыведзеная маса пезда; $\frac{dV}{dt}$ – паскарэнне руху.

Пры руху пезда на рэжыме цягі

$$R = F_g - W \pm I, \quad (5.25)$$

дзе F_g – датычная сіла цягі; W – поўнае супраціўленне руху; I – супраціўленне ад ухіла.

Прыняў $m = 1000Q(1 + \gamma_g)$, дзе Q – маса пезда, т; γ_g – каэфіцыент, які вызначаецца паводле формулы $\gamma_g = 0,04 + n_o i_m^2$.

Прыраўняў правыя часткі ўраўненняў (5.24 і 5.25) і рашыў адносна

dV/dt атрымаем

$$\frac{dV}{dt} = \frac{R}{m} = \frac{F_g - W \pm I}{1000Q(1 + \gamma_e)}. \quad (5.26)$$

Падзяліў F_δ , W , I у ураўненні (5.26) на Q , атрымаем

$$\frac{dV}{dt} = \frac{f - \omega_o \pm gi}{1000(1 + \gamma_e)}. \quad (5.27)$$

дзе $f = \frac{F_\delta}{Q}$ – удзельная сіла цягі, Н/т; $\omega_o = \frac{W}{Q}$ – аснаўное ўдзельнае

супраціўленне руху поезда, Н/т; $\omega_i = gi = \frac{I}{Q}$ – удзельнае супраціўлен-

не ад ухіла ($i =$ ухіл дарогі,‰); g – паскарэнне свабоднага падзення).

Выраз (5.27) называецца ўраўненнем руху поезда.

Пры руху поезда на рэжыме тармажэння $F_g = 0$. Тармазная сіла $B > 0$ тады

$$\frac{dV}{dt} = \frac{-B - W \pm I}{1000Q(1 + \gamma_e)} = -\frac{b + \omega_o + ig}{1000Q(1 + \gamma_e)}, \quad (5.28)$$

дзе $b = \frac{B}{Q}$ – удзельная тармажная сіла, Н/т.

Выраз (5.28) называецца ўраўненнем руху поезда на тармажным рэжыме.

Абодва ўраўненні (5.27) і (5.28) гэта асноўная матэматычная залежнасць, якая апісвае рэжымы руху поезда пры разных умовах. Яны выкарыстоўваюцца, як у праектных, так і ў эксплуатацыйных разліках.

Ураўненне цягавага балансу. У размерным відзе яго вызначаюць з умовы раўнавагі, г.зн. роўнасці нулю алгебраічнай сумы ўсіх гарызантальных сіл і сіл супраціўлення руху

$$F_\delta - W_\kappa - W_e \pm I \pm W_j - W_{кр} - W_{mz} - B_{mp} = 0, \quad (5.29)$$

дзе F_δ – датычная сіла цягі; W_κ – агульная сіла супраціўлення качэнню кола па дарозе; W_e – супраціўленне руху паветранага наваколля; I – супраціўленне руху ад ухілу дарогі; $W_{кр}$ – супраціўленне руху поезда ад крывой; W_{mz} – супраціўленне руху пры крананні поезда з месца; B_{mp} – тармажная сіла; W_j – інерцыйная сіла.

Для прамалінейнага руху без тармажэння ($W_{кр} = 0$; $W_{mz} = 0$; $B_{mp} = 0$)

атрымаем з ўраўнення (5.29)

$$F_{\partial} - W_{\kappa} - W_{\epsilon} \pm W_j \pm I = 0. \quad (5.30)$$

Так мы атрымалі ўраўненне цягавага балансу транспартнай машыны ў размерным выглядзе (усе складовыя гэтага раўнання маюць размернасць сілы).

Ураўненне цягавага балансу ў безразмерным выглядзе атрымліваюць з ураўнення (5.30) пераўтварыў яго і прыняў каэфіцыент, які ўлічвае інерцыю вярчальных мас $\gamma_{\epsilon} = 0$

$$F_{\partial} - W_{\epsilon} = W_{\kappa} \pm W_j \pm I = Gf_g \pm Gj \pm Gi.$$

Раздзелім левыя і правыя часткі на G , атрымаем ураўненне цягавага балансу ў безразмерным выглядзе

$$\frac{F_{\partial} - W_{\epsilon}}{G} = f_g \pm \omega_j \pm \omega_i \quad (5.31)$$

З другога боку ўраўненне цягавага балансу можна вызначыць з ураўнення руху пезда (5.27). У залежнасці ад характара руху пезда, яго паскарэнне можа быць: паскораным $dV/dt > 0$; запаволеным $dV/dt < 0$ і раўнамерным $dV/dt = 0$. Тады пры $dV/dt = 0$ атрымаем

$$f - \omega_o \pm gi = 0$$

або

$$F_{\partial} = Q(\omega_o \pm gi). \quad (5.32)$$

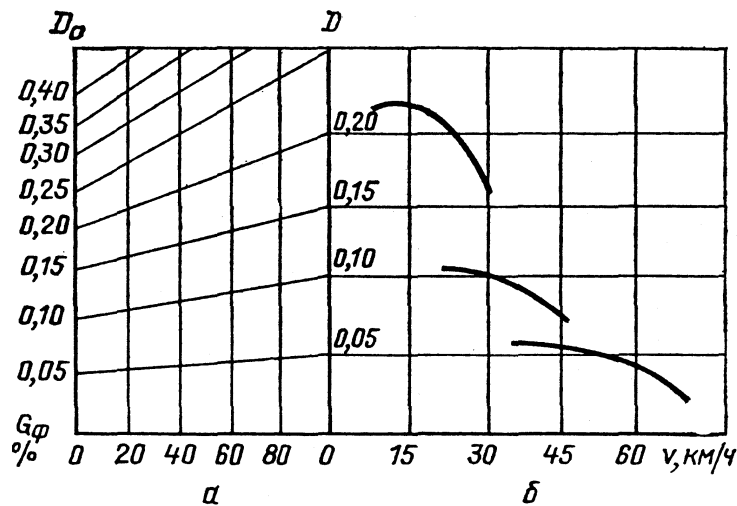
Формула (5.32) выражае роўнасць сілы цягі і сіл супраціўлення руху пезда пры раўнамерным яго руху, а таму яго можна назваць *ураўненнем цягавага балансу*.

З ураўнення (5.31) левую частку $\frac{F_{\partial} - W_{\epsilon}}{G} = D$ называюць *дынамічным фактарам аўтамабіля*. Які характарызуе яго дынамічныя якасці, г.зн. запас рухальнай сілы на адзінку вагі аўтамабіля якая можа выкарыстоўвацца для пераадолення супраціўлення ўхілу, а таксама на паскарэнне, г.зн. разгон аўтамабіля.

У сувязі з тым, што F_{∂} і W_{ϵ} залежаць ад скорасці руху аўтамабіля велічыня яго дынамічнага фактара D таксама залежыць ад скорасці. Графік які выражае гэтую залежнасць пры поўнай нагрузцы аўтамабіля называецца *дынамічнай характарыстыкай* (рыс. 5.6).

Для цягава-эксплуатацыйных разлікаў з выкарыстаннем дынамічнай характарыстыкі пры непоўнай загрузцы аўтапезда да графіка ды-

намічнай характарыстыкі будуюць дапаможную дыяграму (рыс. 5.6, а), на гарызантальнай восі паказваюць у працэнтах фактычную загрузку аўтамабіля G_{ϕ} , а на перасячэнні нахільнай і вертыкальных ліній знаходзяць адпаведную гэтай нагрузцы велічыню дынамічнага фактару D (D_0 – значэнні дынамічнага фактару для аўтамабіля без грузу).



Рыс.5.6. Дынамічная характарыстыка аўтамабіля:

а – дапаможная дыяграма, на восі абсцыс якой значэнні фактызнай загрузкі аўтамабіля G_{ϕ} у %, а на восі ардынат – дынамічны фактар для аўтамабіля без грузу; б – дынамічная характарыстыка.

5.3. Вызначэнне разліковай масы аўтапоезда і яго карыснай нагрузкі

На лесавозных дарогах велічыню разліковай вагі аўтапоезда $Q_{\text{бр}}$ у тонах з грузам можна вызначыць з ураўнення цягавога балансу (формула 5.29 пры ўмове раўнамернага руху поезда на кіруючым ухілу

$$Q_{\text{бр}} = \frac{F_p}{\omega_0 + gi_p}, \quad (5.33)$$

дзе F_p – разліковая (датычная) сіла цягі аўтамабіля на другой перадачы, Н (вызначаецца па формулам 5.2, 5.3); ω_0 – асноўнае супраціўленне руху поезда, Н/т.

Велічыня разліковай сілы цягі аўтамабіля павінна быць

$$F_{\text{д}} > F_p < F_{\text{сч}},$$

г.зн. за разліковую сілу цягі прымаецца меншае значэнне з велічынь F_∂ (дачычная сіла цягі, якая вызначаецца паводле формулы 5.2) і $F_{сч}$ (сіла цягі па счাপленню, якая вызначаецца паводле формулы 5.3).

Для вызначэння карыснай нагрузкі на аўтапоезд неабходна з пачатку падабраць прычапны састаў да аўтамабіля так, каб маса аўтапоезда з грузам была роўна велічыне $Q_{\partial p}$, або блізка да яго.

Карысная нагрузка на аўтапоезд (m^3) вызначаецца паводле формулы

$$Q_{кар} = \frac{Q_{\partial p} - P_a - P_{np}}{\gamma_o}, \quad (5.34)$$

дзе P_a – маса аўтамабіля, т; P_{np} – маса прычэпа без грузу, т; γ_o – аб'ёмная маса драўніны, т/ m^3 .

Карысная нагрузка $Q_{кар}$, вызначаная па формуле (5.34) не павінна быць больш грузапад'ёмнасці транспартнай машыны, трэба каб выконвалася ўмова

$$Q_{кар} \leq \frac{q_a + q_{np}}{\gamma_o}, \quad (5.35)$$

дзе q_a, q_{np} – пашпартная грузапад'ёмнасць аўтамабіля і прычэпа, т.

Пры перавозцы сартыментаў максімальны аб'ём драўніны, які можа быць пакладзены на аўтапоезд (m^3), вызначаецца паводле формулы

$$V_{макс} = bhl_c n k_{шч},$$

дзе b – адлегласць паміж стойкамі коніка, м; h – карысная вышыня стояк, м; l_c – даўжыня сартыментаў, м; n – колькасць пакетаў, пакладзеных па даўжыні платформы з улікам зазору паміж імі (0,3...0,5 м), шт; $k_{шч}$ – каэфіцыент шчыльнасці ўкладання сартыментаў (0,7 пры пагрузцы ў рознакамеліцу; 0,5 – пры нагрузцы без захавання парадку ўкладання).

Тэрмін службы аўтамабіляў і прычапнага саставу шмат залежыць ад правільнага размеркавання нагрузкі на коніках аўтапоезда.

Адлегласць паміж конікамі l і даўжыня звесу вяршынь за конік роспуску k вызначаецца паводле формулы, м:

$$l = \frac{Q_{кар} \gamma_o (rL_{xl} - d)}{q_p}; \quad (5.36)$$

$$n = L_{xl} - l - d,$$

дзе $L_{хл}$ – даўжыня хлыста або сартымента, м; r – каэфіцыент, які ўлічвае размяшчэнне цэнтра цяжару (для хлыстоў – 0,33; для сартыментаў – 0,30); q_p – грузапад’ёмнасць роспуску, т; d – навісь камлёў хлыстоў за пярэдні конік аўтамабіля, м ($d = 1$ м – калі аўтапоезд складаецца з аўтамабіля і роспуску і $d = 2,5$ м – калі з аўтамабіля і паўпрычэпа).

Велічыня навісі вяршынь k прымаецца на лясных дарогах, не болей 2 м.

Пры вывазцы тонкага дрэва, лімітавальным фактарам, які не дазваляе поўна выкарыстоўваць грузапад’ёмнасць транспартнага саставу, з’яўляецца габарыт пярэдняга коніка аўтамабіля. Пры вызначэнні масы карыснай нагрузкі на поезд, у тым выпадку, калі цягнік не мае на сабе карыснай нагрузкі (напрыклад, на чыгунках, або пры вывазцы лесу трактарамі з прычэпамі), спачатку трэба вызначыць масу прычাপнога саставу поезда з грузам. Для гэтага ў формуле (5.33) трэба паставіць $Q_{бр} = P + Q_{np}$, дзе P – маса цягніка, Q_{np} – маса прычэпа.

Тады

$$Q_{бр} = \frac{F_{\delta}}{\omega_0 + gi_p} - P. \quad (5.37)$$

У сувязі з тым, што цягнік і прычэпы на чыгунцы маюць розныя значэнні супраціўлення руху, таму ω_0 у формуле (5.37) прымаецца як сярэдневагавае

$$\omega_0 = (P\omega'_0 + Q_{np}\omega''_0) / (P + Q_{np}), \quad (5.38)$$

дзе ω'_0 – асноўнае ўдзельнае супраціўленне руху цягніка; ω''_0 – таксама прычাপнога саставу.

З улікам гэтага маса прычাপнога саставу з грузам будзе

$$Q_{np} = \frac{F_{\delta} - P(\omega'_0 + gi_p)}{\omega'_0 + gi_p}. \quad (5.39)$$

Для вызначэння масы карыснай нагрузкі на прычাপны састаў спачатку вызначаюць колькасць прычэпаў (счэпаў)

$$n = \frac{Q_{np}}{q_n + q_m},$$

дзе q_n – грузапад’ёмнасць аднаго счэпа, т; q_m – вага счэпа без грузу, т.

Атрыманае значэнне n акругляюць да цэлага ліка, а карысная нагрузка

$$Q_{кар} = \frac{Q_{пр} - nq_m}{\gamma_o}. \quad (5.40)$$

Вызначаную велічыню $Q_{кар}$ паводле формулы (5.40) правяраюць на грузапад'ёмнасць (пашпартную) прычапнага саставу

$$Q_{кар} \leq \frac{nq_n}{\gamma_o}.$$

Атрыманую разліковую масу поезда неабходна праверыць па ўмове кранання рухання поезда з месца

$$Q_{бр.м} = F_{д.м} / (\omega_o + \omega_{mг} + gi_{Qcm} + \omega_j),$$

дзе $F_{д.м}$ – фактычная сіла цягі на I-й перадачы; i_{Qcm} – ухіл, на якім стаіць поезд.

5.4. Вызначэнне скорасці руху і часу ходу лесавозных аўтапаяздоў

На скорасць руху транспартных машын уплываюць шмат фактараў, якія можна падзеліць на чатыры групы:

фактары, якія вызначаюцца суадносінамі сіл, дзейнічаючых на транспартныя машыны ў час руху (сіла цягі і сілы супраціўлення);

фактары, якія залежаць ад стану дарогі (роўнасць, слізкасць і г.д.);

фактары, звязаныя з узаемадзеяннем транспартных машын паміж сабою ў час руху (розная скорасць руху, абгон, і г.д.);

фактары, абумоўленыя кваліфікацыйнымі, псіхалагічнымі і эмацыянальнымі асаблівасцямі вадзіцеля.

Выразіць аналітычна і адназначна дэтермінаваным вобразам скорасць транспартнай машыны з улікам усіх фактараў, многія з якіх з'яўляюцца выпадковымі, у цяперашні час немагчыма.

Для вызначэння скорасці руху і працягласці ходу ёсць некалькі метадаў, у тым ліку:

-метады, якія заснаваны на графічным інтэграванні ўраўнення руху поезда;

-метады, якія заснаваны на дапушчэнні, што скорасць руху поезда на кожным элеменце падоўжанага профілю пастаянна, а пры пераходзе з аднаго элемента на другі яна мяняецца ў адзін момант.

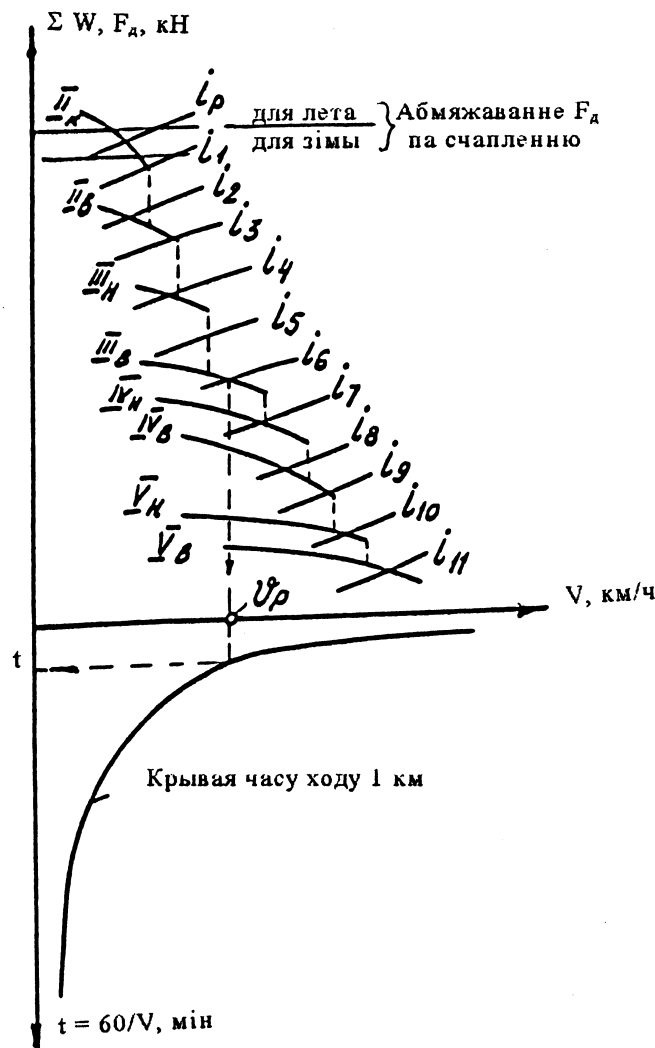
У практыцы лесатранспарту першы метада распаўсюджвання не атрымаў, таму што ступеньчаты характар крывых сілы цягі аўтамабіляў, а таксама неаднолькавае супраціўленне па даўжыні

дарогі, раз'езды, няроўнасці і г.д. не дазваляюць вытрымаць рух у поўнай адпаведнасці з тэаратычным ураўненнем.

Для вызначэння скорасці руху шырокую распаўсюжанасць атрымаў другі метады - *метады раўнавагавых скорасцяў*.

Раўнамерны рух поезда (раўнамерная скорасць) адпавядае ўмове, калі сіла цягі F_d і сілы супраціўлення W на кожным элеменце падоўжанага профілю дарогі роўны ($F_d = W$), вось чаму яны называюцца *раўнавагавымі*.

З улікам гэтага раўнавагавыя скорасці руху транспартных машын на кожным элеменце падоўжанага профілю дарогі могуць быць вызначаны графааналітычным спосабам. Для гэтага на графік цягавай характарыстыкі аўтамабіля (рыс. 5.1) наносяць крывыя поўнага супраціўлення руху аўтапоезда на розных ухілах (рыс. 5.7).



Рыс.5.7. Графік для вызначэння скорасці руху і часу ходу аўтапоезда.

Кривыя поўнага супраціўлення руху пезда на розных ухілах профілю будуць па двух-трох кропках (для розных значэнняў скорасці). Для гэтага, прымаюць рад значэнняў ухілаў (напрыклад, пры кіруючым ухілу 40‰), можна задацца пад'ёмам і ў 40,30,20,10,5 і 0‰ і спускамі -5, -10, -20, -30, -40‰, а велічыню поўнага супраціўлення руху пезда для аўтамабільных дарог вызначаюць паводле формулы

$$\Sigma W = Q_{\sigma p} (\omega_0 \pm gi), \quad (5.41)$$

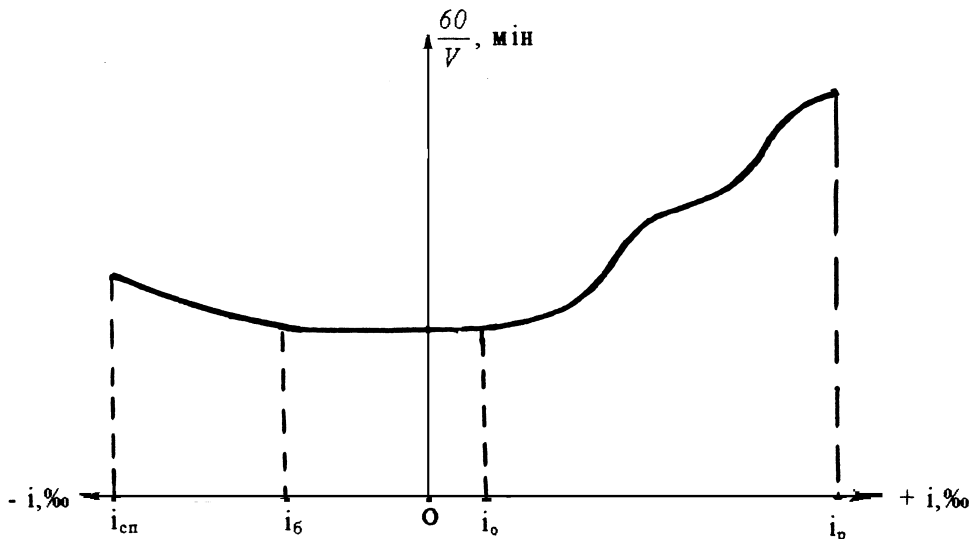
дзе ω_0 – удзельнае супраціўленне руху аўтапезда, якое вызначаюць паводле формул (5.11 і 5.12).

Кропкі перасячэння крывых супраціўлення руху з кривою сілы цягі і будзе адпавядаць скорасці руху для розных ухілаў, ведаючы якія можна вызначыць скорасць руху на дадзеным элеменце профілю.

Такі парадак вызначэння скорасці руху пезда і ў негрузавым напрамку, толькі $Q_{\sigma p}$ бяруць для парожняга пезда.

Для вызначэння часу ходу 1 км дарогі на розных ухілах снізу графіка раўнавагавых скорасцяў (рыс. 5.7) будуць кривою функцыі $t = \frac{60}{V}$, мін/км.

Ведаючы удзельны час ходу 1 км дарогі для розных ухілаў, можна пабудаваць графік залежнасці $\frac{60}{V} = f(i)$, пры дапамозе якога зручна вызначаць час ходу пезда на любым элеменце падоўжанага профілю або дарозе цалкам (рыс. 5.8).



Рыс.5.8. Графік удзельнага часу ходу пезда (кривая функцыі $\frac{60}{V} = f(i)$).

Разлік часу ходу аўтапоезда ў грузавым і негрузавым накірунках для кожнага ўчастка дарогі вядзецца ў наступнай табл. 5.4.

Табліца 5.4

Разлік часу ходу аўтамабіля

№ участка дарогі	Грузавы накірунак					Негрузавы накірунак				
	Ухілы эле-мен-таў,‰	Агульная працягласць эле-ментаў,км	Пера-дача каробкі скорасцей	Час ходу,мін		Ухілы эле-мен-таў,‰	Агуль-ная пра-цягласць элемен-таў,км	Пера-дача кароб-кі ско-расцей	Час ходу,мін	
				на 1 км даро-гі	па эле-ментах про-філю				на 1 км даро-гі	па эле-ментах про-філю
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Заўвага. У канцы разліку сума лічбаў у графе 6 і 11 дае час ходу адпаведна ў грузавым і негрузавым накірунках.

Ведая час ходу аўтапоезда ў грузавым і негрузавым накірунках вызначаюць сярэдняю тэхнічную скорасць руху (м/с) паводле формул для грузавога напрамку

$$V_{гр} = \frac{1000k_{эк} \sum l_i}{\sum t_{гр} + \tau_p + \tau_3} \quad (5.42)$$

для негрузавога напрамку

$$V_{негр} = \frac{1000k_{эк} \sum l_i}{\sum t_{негр} + \tau_p + \tau_3} \quad (5.43)$$

дзе $k_{эк}$ - каэфіцыент, які ўлічвае зніжэнне скорасці руху на падыходах да маста, на масту, на крывых малых радыусаў, у начны час (для магістралі $k_{эк} = 0.85-0.9$; для ветак $k_{эк} = 0.70-0.75$); $\sum l_i$ - даўжыня ўчастка дарогі, км; $\sum t_{гр}$, $\sum t_{негр}$ - сума часу ходу па ўчастку ў грузавым і негрузавым кірунках, с; $\tau_p + \tau_3$ - час на разгон поезда пры крананні і запавольванні на прыпынак поезда (на аўтамабільных лесавозных дарогах прымаюць $\tau_p + \tau_3 = 60$ с).

Сярэдняю тэхнічную скорасць руху поезда ў двух напрамках можна вызначыць з ураўнення, якое вызначае суму затрат часу на рух поезда па ўчастку дарогі даўжынёю L(м).

$$\frac{L}{V_{гр}} = \frac{L}{V_{негр}} = \frac{2L}{V_{ср.техн}}$$

адкуль

$$V_{\text{ср.техн}} = \frac{2V_{\text{гр}} \cdot V_{\text{негр}}}{V_{\text{гр}} + V_{\text{негр}}}. \quad (5.44)$$

Сярэдняя эксплуатацыйная скорасць

$$V_{\text{ср.экспл}} = \frac{2L}{\sum t_{\text{гр}} + \sum t_{\text{негр}} + \tau_p + \tau_z}. \quad (5.45)$$

Атрыманая скорасць руху і час ходу па ўчастку дарогі выкарыстоўваюцца для вызначэння прадукцыйнасці лесавозных аўтамабіляў на вывазцы лесу, арганізацыі лесатранспартных работ і іншых эксплуатацыйных разліках.

5.5. Разлікі тармажэння руху аўтапаяздоў

Бяспека руху транспартных машын у большай ступені залежыць ад наяўнасці ў машыны надзейных тармазоў.

Пры праектаванні лесавозных даргог неабходна:

- не дапушчаць ухілы, на якіх немагчыма затармазіць аўтамабіль у межах разліковай адлегласці бачнасці сігналу або перашкод;
- пры магчымасці прымяняць прычэпы, якія маюць тармазы;
- прадугледжваць на крутых ухілах больш максімальнага дадатковага меры для павышэння супраціўлення руху транспартных машын.

Пры тармажэнні транспартных машын у узаемасувязі знаходзяцца некалькі фактараў: даўжыня тармазнага шляху S_m , ухіл дарогі i , удзельнае супраціўленне руху ω_0 , тармажны каэфіцыент f_{mp} , каэфіцыент трэння тармазных калодак μ_m , час тармажэння Δt і маса поезда Q .

Пры тармажных разліках за аснову прымаюць ураўненне руху поезда (5.28) на рэжыме тармажэння

$$\frac{dV}{dt} = - \frac{b + \omega_0 \pm gi}{1000(1 + \gamma_e)}.$$

Выкарыстоўваючы гэтае ўраўненне можна рашыць наступныя задачы: $S = f(V)$; $t = f(V)$ і $S = f(t, V)$.

Вызначэнне тармажнай адлегласці аўтамабіля – $S = f(V)$:

прадставім dV/dt у наступным выглядзе

$$\frac{dV}{dt} = \frac{dV}{dS} \cdot \frac{dS}{dt} = \frac{VdV}{dS},$$

тады

$$\frac{VdV}{dS} = -\frac{b + \omega_o \pm gi}{1000(1 + \gamma_e)};$$

$$VdV = -\frac{b + \omega_o \pm gi}{1000(1 + \gamma_e)} dS;$$

або

$$dS = -\frac{1000(1 + \gamma_e)VdV}{b + \omega_o \pm gi}. \quad (5.46)$$

Прыняў $\gamma_e = 0$, велічыню ω_o незалежнай ад V і інтэгрыруя выраз (5.46) у межах ад V_n да V_k і ад S_1 да S_2 , атрымаем

$$\int_{S_1}^{S_2} dS = -\frac{b + \omega_o \pm gi}{1000} \int_{V_n}^{V_k} VdV,$$

$$S = \frac{500(V_n^2 - V_k^2)}{b + \omega_o \pm gi},$$

дзе $S = S_1 + S_2$ - адлегласць, якую прайшоў аўтамабіль за час тармажэння, м; V_n, V_k - скорасць руху ў пачатку і ў канцы тармажэння, м/с.

Для вызначэння поўнай адлегласці тармажэння (да прыпынка пезда)

$$S_m = \frac{500kV_n^2}{b + \omega_o \pm gi}, \quad (5.47)$$

дзе k - каэфіцыент, які ўлічвае эксплуатацыйнае становішча тармазоў (для аўтамабільных дарог $k = 1,4$).

У адпаведнасці з патрабаваннямі правіл тэхнічнай эксплуатацыі лесавозных дарог велічыня поўнай адлегласці тармажэння павінна задаваляняць умове

$$S_m = S_e - S_p - S_n = S_e - S_p - t_n V_n, \quad (5.48)$$

дзе S_e - разліковая адлегласць бачнасці перашкод або сігналаў, м; S_p - рэзервовая адлегласць, на якім павінен прыпыніцца поезд, не даехаў да перашкоды ($S_p = 8 - 10$ м); S_n - адлегласць якую праходзіць поезд за працягласць падрыхтоўкі тармазоў да работы, м; t_n - працягласць падгатоўкі тармазоў да тармажэння (рэакцыя вадзіцеля), для аўтапаездоў $t_n = 2$ с, для чыгункі $t_n = 15$ с).

Прыраўняў правыя часткі ўраўненняў (5.47) і (5.48), атрымаем квадратнае ўраўненне

$$500kV_n^2 / (b - \omega_o \pm gi) = S'_e - t_n V_n, \quad (5.49)$$

рашыў (5.49), знойдзем дапушчальную скорасць руху пезда з пачатку тармажэння на ўхілу

$$V_n = \frac{b + \omega_o \pm gi}{500k} \left(\sqrt{t_n^2 + \frac{1000kS'_e}{b + \omega_o \pm gi}} - t_n \right). \quad (5.50)$$

Колькасць тармажных восяў можна вызначыць паводле формулы

$$n_m = \frac{k_m Q}{B_p},$$

дзе k_m - тармажны каэфіцыент; B_p - разліковая сіла націску тармажных калодак на вось, Н/вось.

Працягласць тармажэння. Працягласць тармажэння вызначаецца з ураўнення руху пезда на тармажным рэжыме (5.28), запісаў яго ў наступным выглядзе, прыняў $\gamma_e = 0$.

$$dV = - \frac{b + \omega_o \pm gi}{1000} dt; \quad (5.51)$$

Праінтэгруем атрыманае ўраўненне (5.51)

$$\int_{V_n}^{V_k} dV = - \frac{b + \omega_o \pm gi}{1000} dt;$$

$$V_k - V_n = - \frac{b + \omega_o \pm gi}{1000} \Delta t,$$

дзе $\Delta t = t_1 - t_2$ - час тармажэння, с.

Пры поўным прыпынку пезда $V_k = 0$, працягласць тармажэння будзе

$$\Delta t = \frac{1000kV_n}{b + \omega_o \pm gi}. \quad (5.52)$$

На крутых спусках у горнай мясцовасці пры адказе тармазоў па прапанове праф. Б.І. Кувалдзіна на аўтамабільных лесавозных дарогах устравяюць супрацьаварыйныя тармажныя з'езды (рыс. 5.9). З'езд павінен мець два участкі з рознымі падоўжанымі ўхіламі (пад'ёмамі). На першым участку забяспечваецца значнае паніжэнне скорасці. На

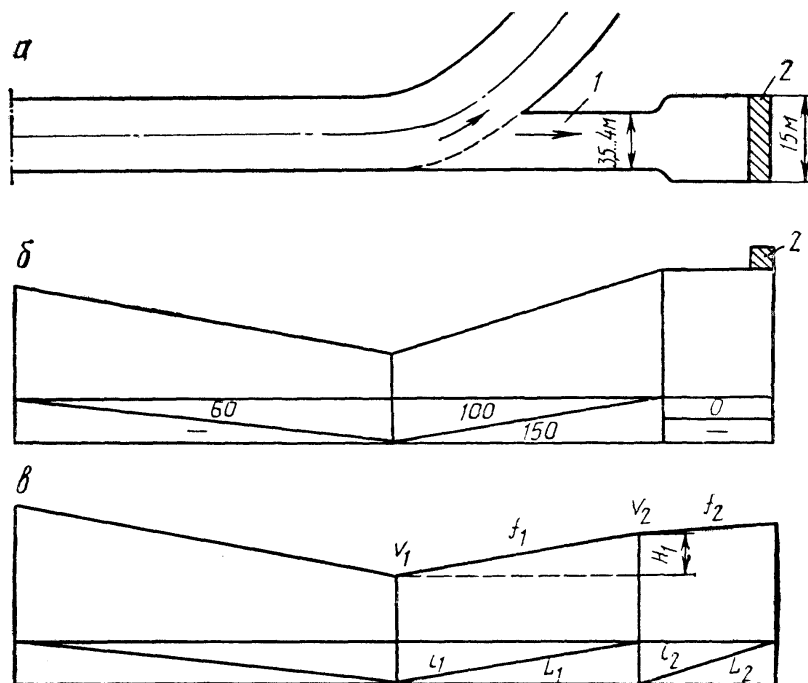
Гэтым участку нельга прыпыняць аўтапоезд у сувязі з тым, што ён можа пакаціцца назад (пры адсутнасці тармазоў) і тым самым магчыма аварыя. Скорасць прыканцы першага участка павінна быць такой, каб можна было ўключыць першую або другую перадачу і тым самым магчымасць дадатковага тармажэння рухавіком. На другім участку павінен быць поўны прыпынкі аўтапоезда. Другі участак не абавязкова павінен быць гарызантальным. Гэты участак можа мець ухіл, але не больш чым супраціўленне руху. Гэта звязана з тым, каб прыпыняны аўтапоезд не паехаў назад.

Для разліку велічыні ўхілу і даўжыні тармажных участкаў на супрацьаварыйных з'ездах разгледзім умовы руху аўтапоезда на першым участку.

Работа па пераадольванню дарожнага супраціўлення і пад'ёму на вышыню H_1 (рыс. 5.9) роўна рознасці кінетычнай энергіі ў пачатку і прыканцы ўчастка

$$Qg(f_g L_1 + H_1) = Q\gamma_e(V_1^2 - V_2^2)/2, \quad (5.53)$$

дзе Q - маса аўтапоезда (брута); f_g - каэфіцыент супраціўлення руху аўтапоезда на першым участку, роўны $f_g = 0,040 \dots 0,080$; L_1 - даўжыня першага ўчастка, м; γ_e - каэфіцыент, які ўлічвае інерцыю вярчальных мас аўтапоезда; V_1 - скорасць руху аўтапоезда ў пачатку першага



Рыс.5.9. Схема ўстройства супрацьаварыйнага з'езда:

а – план; б – падоўжны профіль; в – разліковая схема; 1 – аварыйны з'езд; 2 – пясочны вал.

ўчастка, роўная максімальнай або блізкай да яе, м/с; V_2 - скорасць руху аўтапоезда прыканцы першага ўчастка, роўная $V_2 = 2...3$ м/с.

Раздзелім левую і правую часткі ўраўнення (5.53) на $Q \cdot g$ і L_1 і, улічваю, што $H_1/L_1 = i$, атрымаем

$$f_{g_1} + i_1 = \gamma_e (V_1^2 - V_2^2) / 2g L_1. \quad (5.54)$$

З ураўнення (5.54) можна атрымаць як значэнне разліковага ўхілу i_1 , задавая значэнне L_1 , або даўжыню першага ўчастка L_1 , пры вядомым (зададзеным) i_1 .

Ухіл пры абмежаванай даўжыні ўчастка

$$i_1 = \left[\gamma_{e_1} (V_1^2 - V_2^2) / 2g L_1 \right] - f_{g_1}.$$

Даўжыня першага ўчастка пры вядомым ухілу

$$L_1 = \gamma_{e_1} (V_1^2 - V_2^2) / 2g (f_{g_1} + i_1).$$

Даўжыня другога ўчастка

$$L_2 = \left[\gamma_{e_2} V_2^2 / 2g (i_2 + f_{g_2}) \right] + S_3,$$

дзе S_3 - запасная даўжыня на недакладнасць устаноўкі аўтапоезда, роўнае $S_3 = 10...15$ м.

Калі ўмовы мясцовасці дазваляюць, тады прыканцы другога ўчастка ўстройваюць паваротную пляцоўку або выезд на асноўную дарогу.

Па разлікам праф. Б.І. Кувалдзіна атрымана, што ў залежнасці ад прымяняемага тыпу пакрыцця на даўжыні першага ўчастка у 150 м падоў-жаны ўхіл павінен быць у межах 40...106%.

Кантрольныя пытанні. 1. Назавіце сілы, якія дзейнічаюць на поезд у час яго руху. 2. Як вызначыць датычную сілу цягі і ад якіх фактараў яна залежыць? 3. Дайце вызначэнне каэфіцыенту счаплення колаў з дарогаю і фактарам, якія ўплываюць на яго велічыню. 4. Што такое сілы супраціўлення руху, ад якіх фактараў яны залежаць? 5. Якія спосабы прымяняюць для вызначэння асноўнага супраціўлення руху? 6. Як вызначыць дадатковыя сілы супраціўлення ад ухілу, паветра, на крывой, пры крананні з месца? 7. Выведзеце ўраўненне руху поезда. 8. Як разлічваюць поўную масу і карысную нагрузку поезда? 9. У чым сутнасць графааналітычнага метада разліку скорасці руху поезда (метада раўнавагавых скорасцяў)? 10. Дайце вызначэнне і выведзеце формулы для разліку тармазнага пуці і ўдзельнага супраціўлення руху поезду. 11. Калі і пры якіх умовах неабходна ўстройваць супраць-аварыйныя тармажныя з'езды.

6. ЭКСПЛУАТАЦЫЙНЫЯ РАЗЛІКІ І АРГАНІЗАЦЫЯ ВЫВАЗКІ НАРЫХТАВАНАГА ЛЕСУ

6.1. Вызначэнне прадукцыйнасці лесавозных цягнікоў і удзельных затрат працы на вывазцы нарыхтаванага лесу

Вызначэнне прадукцыйнасці лесавозных цягнікоў. Асноўнымі эксплуатацыйнымі паказчыкамі работы лесавознай дарогі з'яўляюцца прадукцыйнасць лесавознага цягніка, удзельныя затраты працы на вывазцы нарыхтаванага лесу, сабекошт вывазкі.

Эксплуатацыйная прадукцыйнасць лесавознага цягача – гэта колькасць кубічных метраў нарыхтаванага лесу, якая вывезена цягачом у адзінку часу – год, месяц, суткі, змену. Яе вызначаюць паводле формулы

$$P_{см} = n \cdot Q_{кар}, \quad (6.1)$$

дзе n - колькасць рэйсаў, якія выконвае аўтапоезд за змену; $Q_{кар}$ - карысная нагрузка на аўтапоезд, м³.

Колькасць рэйсаў за змену можна вызначыць паводле формулы

$$n = \frac{(T - t_{н.з})k_r}{120 \left(\frac{l_m}{V_m} + \frac{l_v}{V_v} + \frac{l_{вус}}{V_{вус}} \right) + T_1 + T_2},$$

дзе T - працягласць рабочай змены, мін; $t_{н.з}$ - падрыхтоўча-заклучны час на змену роўны 20 мін для аўтамабіляў з карбюратарным рухавіком і 30 мін – для аўтамабіляў з дызельным рухавіком; k_r - каэфіцыент, які ўлічвае страты рабочага часу, роўны 0,9; $l_m, l_v, l_{вус}$ - працяг участка дарогі (магістралі, веткі, вуса ці ўчасткі з дзвюма ці адною паласою руху, розным пакрыццём і г.д.), км; $V_m, V_v, V_{вус}$ - сярэднетэхнічныя скорасці руху па тым жа ўчасткам км/г, прымаюцца па даным табл. 6.1; T_1, T_2 - час знаходжання аўтапоезда на пагрузачным пункце і ніжнім складзе, мін.

Час знаходжання аўтапаезд (мін) на пагрузачных пунктах вызначаецца паводле формулы: $T_1 = t_0 + t_1 Q_{кар}$. Тут t_0 - час на пастаноўку аўтацягніка і чаканне пагрузкі, роўны 10 мін; t_1 - час на пагрузку 1 м³, роўны: 1,2 мін – пры пагрузцы сківічнымі пагрузчыкамі і 0,5 мін – пры пагрузцы кабельнымі ці казлавымі кранамі; $Q_{кар}$ - карысная нагрузка на рэйс, м³.

Час знаходжання аўтацягніка (мін) на ніжнім складзе вызначаецца паводле формулы

$$T_2 = t'_0 + t'_1,$$

дзе t'_0 - час на пастаноўку аўтацягніка пад пагрузку і чаканне разгрузкі, роўны 5 мін; t'_1 - час разгрузкі аўтацягніка кабельнымі або казловымі кранамі, роўны 10 мін.

Зменную прадукцыйнасць пры розных схемах манеўравых работ лакаматываў у лесе і пункце прымыкання вызначаюць па наступным формулам:

Табліца 6.1

Сярэднятэхнічныя скорасці руху на двухпалосных магістралях і час прабегу 1 км у обоіх напрамках

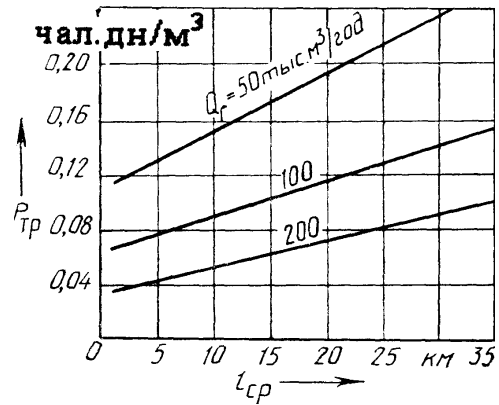
Састаў аўтапоезда	Скорасць (лічнік), км/г, і час прабегу (назоўнік), мін, пры тыпу пакрыцця дарог					
	Удасканаленыя			Пераходныя		
	Максімальны пад'ём, ‰					
	0...40	41...60	61...90	0...40	41...60	61...90
<i>На вывазцы хлыстоў і дрэваў</i>						
КрАЗ-255Л+ГКБ-9383-010	40	34	31	35	31	28
	3,0	3,5	3,9	3,4	3,9	4,3
КрАЗ-260Л+ГКБ-9383-010	44	40	36	40	36	33
	2,7	3,0	3,3	3,0	3,3	3,6
КрАЗ-260Л+ЛТ-56	42	38	34	38	34	31
	2,9	3,2	3,5	3,2	3,5	3,9
МАЗ-509+ГКБ-9383-011	38	33	31	34	30	28
	3,2	3,6	4,0	3,5	4,0	4,3
МАЗ-5434+ГКБ-9383-011	44	39	36	40	36	33
	2,7	3,1	3,3	3,0	3,3	3,6
Урал-375Н+ГКБ-9383-011	38	33	30	33	29	28
	3,2	3,6	4,0	3,6	4,1	4,3
ЗІЛ-131+ТМЗ-802	41	36	32	36	32	30
	2,9	3,3	3,8	3,3	3,8	4,0
Урал-377+ТМЗ-802	41	36	32	36	32	30
	2,9	3,3	3,8	3,3	3,8	4,0
КамАЗ-5410+ТМЗ-802	46	40	36	42	38	34
	2,6	3,0	3,3	2,9	3,2	3,0

З а ў в а г а . На аднапалосных магістралях скорасць руху прымаюць з каэфіцыентам 0,9 – для ўдасканаленых і пераходных; 0,8 – для грунташчэбневых, драўляна-грунтовых; 0,7 – на ветках. На вусах скорасць руху прымаюць 12 км/г.

асобным лакаматывам

$$P_{см} = \frac{T - (t_{н.з} + t_m) Q_{кар}}{k_c l_{cp} t_x + t_1 + t_2},$$

Рыс. 6. 1. Залежнасць $P_{тр} = f(Q, l_{cp})$ для аўтапоезда на базе МАЗ – 509 пры $i = 50\%$



лінейным лакаматывам

$$P_{см} = \frac{T - (t_{н.з} + t_m) Q_{кар}}{k_c l_{cp} t_x + t_3 + t_4},$$

Значэнні паказчыкаў, якія ўваходзяць у формулы (6.1) і (6.2), прыведзе-ны ў табл. 6.2.

Удзельныя затраты працы. Удзельныя затраты працы на 1 м³ вывезенага лесу могуць быць вызначаны паводле формул (4.8)...(4.11).

Залежнасць удзельных затрат працы на вывазцы нарыхтаванага лесу $P_{тр} = f(Q, l_{cp})$ паказана на рыс. 6.1.

Табліца 6.2

Паказчыкі для разліку зменнай прадукцыйнасці цеплавоза на вывазцы лесу

Назва паказчыкаў	Значэнне паказчыкаў для цеплавозаў ТУ-6А, ТУ-7
1	2
Разліковая сярэдняя скорасць руху на лесавозных дарогах V , км/г	
па магістралі і веткам	27,7
па вусам і на манеўраных работах	10,0
Час прабегу 1 км у обоіх напрамках t_x , мін	
па магістралі і веткам	4,33
па вусам і на манеўраных работах	12
Нормы страт часу ў змену лінейнымі лакаматывамі па аперацыям, мін:	
падрыхтоўча-заклучны час, $t_{н.з}$	25
напаўненне бака топлівам, t_m	25
Каэфіцыент, які ўлічвае страты часу на скрыжаванне паездаў, k_c	1,3

Працяг табліцы 6.2

1	2
Нормы страт часу лінейнымі лакаматывамі (пры аддзельных манеўравых лакаматываў у лесе і на ніжнім складзе) па аперацыям, мін	
на фарміравальным пункце, мін	15
на цэнтральнай станцыі, мін	20
Час знаходжання лінейнага лакаматыва на цэнтральнай станцыі пры выкананні ім манеўравых работ t_3 , мін (l_{cp} прымаюць да месца разгрузкі лесу на ніжнім складзе)	35
Час, які траціць лінейны лакаматыў на фарміраванне паўнагрузнага саставу, які дастаўляецца з вуса за два прыёма, і прабыванне на пагрузачным складзе і фарміровачным пункце t_4 , мін (сярэдня даўжыня вуса – 2 км, час прабегу па вусу – 48 мін)	78

6.2. Вызначэнне патрэбнасці ў цягавым і прычাপным саставу і эксплуатацыйных матэрыялах

Рабочы парк аўтамабіляў і лінейных лакаматываў вызначаецца паводле формулы

$$N_{раб} = Qk_n / mAP_{см},$$

дзе Q - аб'ём вывазкі нарыхтованага лесу, гадавы ці за сезон, м³; k_n – каэфіцыент няроўнамернасці работы дарогі, роўны 1,1...1,2; m – колькасць змен работы дарогі ў суткі; A - колькасць рабочых дзён, гадавое ці за сезон; $P_{см}$ - зменная прадукцыйнасць аўтапоезда або чыгуначнага цягніка, м³.

Колькасць аўтамабіляў, прымаецца па сезону, які патрабуе іх найбольшай колькасці.

Калі на вывазцы нарыхтаванага лесу прадугледжан перапынак у сувязі з веснавым бездарожжам, тады патрэбнасць у аўтамабілях вызначаецца па павышанаму аб'ёму вывазкі ў зімовы перыяд паводле формулы

$$Q_{зім} = Q_{гад} A_{зім} k_3 / 250,$$

дзе $Q_{зім}$ - гадавы аб'ём вывазкі нарыхтаванага лесу, тыс.м³; $A_{зім}$ – колькасць дзён зімовага перыяду; k_3 - каэфіцыент, які ўлічвае працягласць перыяду, роўны: пры 90 днях – 1,22; пры 100 – 1,2; пры 110 – 1,18 і пры 120 – 1,16.

Інвентарны парк аўтамабіляў вызначаюць паводле формулы

$$N_{инв} = (N_{раб} / k_m) + 0,17 N_{раб},$$

дзе k_m - каэфіцыент тэхнічнай гатоўнасці аўтамабіляў, роўны пры рабоце ў 1 змену – 0,85; у 2 змены – 0,8 і ў 3 змены – 0,75; 0,17 – каэфіцыент, які ўлічвае рэзервовыя аўтамабілі.

Прычাপны састаў прымаюць па максімальнай колькасці інвентарнага парка аўтамабіляў у сезоне. Пры прымяненні зменных паўпрычэпаў ці кантэйнераў іх колькасць вызначаюць паводле формулы

$$N_{н.пр} = (N_{раб} + N_{рам}) \cdot z,$$

дзе $N_{рам} = N_{раб} / k_m$ – колькасць аўтамабіляў у рамонце; z – каэфіцыент, які ўлічвае зменныя паўпрычэпы, роўны: $z = 2$ – пры перасчэпцы паўпрычэпаў на пагрузачным пункце і $z = 3$ – пры перасчэпцы паўпрычэпаў на пагрузачным і разгрузачным пунктах.

Колькасць інвентарнага парка лакаматываў можна вызначыць паводле формулы

$$N_{инв} = \frac{(N_{раб} + N_m)}{k_m} + N_p,$$

дзе $N_{раб}$ – рабочы парк лінейных лакаматываў; N_m – рабочы парк манеўравых лакаматываў, прымяняемы пры правядзенні манеўравай работы асобнымі лакаматывамі: на ніжнім складзе прымаюць адзін; у лесе не больш аднаго на кожны пагрузачны пункт з абавязковай праверкаю магчымасці абслугоўвання двух ці некалькіх пагрузачных пунктаў адным лакаматывам; k_m – каэфіцыент тэхнічнай гатоўнасці цягавага і рухомага саставу, роўны: для цеплавозаў – 0,8; для вагонаў усіх тыпаў – 0,85; N_p – колькасць рэзервавых лакаматываў, прымаецца ў залежнасці ад гадавога грузаабароту дарогі: пры грузаабароце дарогі не больш 200 тыс.м³ у год – адзін і пры грузаабароце дарогі больш 200 тыс.м³ у год – два.

Колькасць рабочага парка лесавозных вагонаў-счэпаў:

пры двухзменнай рабоце дарогі разлічваецца паводле формулы

$$M = \frac{M_{сум} l_{ср} t_x}{1100} + \frac{m(1 + N)}{1,5} + 0,4 M_{сум},$$

пры адназменнай рабоце дарогі

$$M = \frac{M_{сум} l_{ср} t_x}{1100} + \frac{m(1 + N)}{3} + 0,75 M_{сум};$$

пры кругласутачнай рабоце дарогі

$$M = \frac{M_{\text{сут}} l_{\text{сп}} t_x}{1100} + \frac{m(1+N)}{1,5} + 0,1M_{\text{сут}}.$$

Інвентарны парк лесавозных счэпаў

$$M_{\text{інв}} = M/k_m,$$

дзе $M_{\text{сут}}$ – сутачная нагрузка дарогі ў счэпах, вызначаецца паводле формулы $M_{\text{сут}} = Qk_n / qA$ (дзе q – грузапад’ёмнасць счэпа, м³); $l_{\text{сп}}$ – сярэдняя адлегласць вывазкі, км; t_x – час праходу 1 км у абодвух напрамках, мін (прымаецца па табл. 6.2); m – колькасць змен работы дарогі ў суткі; N – колькасць пагрузачных пунктаў у лесе, якія дзейнічаюць адначасова.

Патрэба ў паліве і змазачных матэрыялах на вывазку нарыхтаванага лесу вызначаюць з улікам норм.

Гадавая патрэба у паліве для лесавозных аўтацягнікоў можна вызначыць паводле формулы

$$Q_{\text{пал}} = \left[(q_1 + q_2 Q_{\text{нр}}) \frac{L_o}{100} + q_2 \frac{R_o}{100} \right] \gamma_m k_1 k_2 k_3,$$

дзе q_1 – норма расходу паліва на 100 км прабегу, л (напрыклад, для МАЗ-509 $q_1 = 35$ л; КрАЗ-255 – $q_1 = 50$ л; ЗІЛ-130 – $q_1 = 40$ л; ЗІЛ-131 – $q_1 = 48$ л); q_2 – норма расходу паліва на кожныя 100 т.км грузавой работы (для аўтамабіляў з дызельным рухавіком $q_2 = 1,5$ л і з карбюратарным рухавіком $q_2 = 2,5$ л); $Q_{\text{нр}}$ – маса прычапнага саставу без грузу, т; R_o – грузавая работа дарогі, т.км/год; γ_m – шчыльнасць паліва, кг/л; k_1, k_2, k_3 – каэфіцыенты, якія ўлічваюць дадатковы расход паліва: на гаражныя патрэбы ($k_1 = 1,01$); вывазку нарыхтаванага лесу па вусам і пры рабоце ў зімовую пору ($k_2 = 1,05 \dots 1,08$) і вывазку дрэў ($k_3 = 1,11 \dots 1,25$); L_o – агульны прабег лесавозных аўтацягнікоў за год, км: $L_o = (2l_{\text{сп}} + l_n) Q / Q_{\text{кар}}$. Тут l_n – дадатковы (нулявы) прабег за адзін рэйс на ніжнім складзе і пагрузачным пункту (у гараж на запраўку палівам, паваротнае кальцо і г.д.), км.

Расход змазкавых матэрыялаў прымаюць: аўтолу – 3,5% ад расходу бензіну; дызельнага масла – 5% ад расходу дызельнага паліва; нігролу – 1%; салідолу і газы – 1,5% ад сумарнага расходу паліва.

Расход аўтагумы (камлектаў) вызначаюць асобна па кожнаму тыпу шын

$$n = \frac{L_1 n_1 + L_3 n_3 + L_{np} n_{np}}{m},$$

дзе L_1, L_3 – агульны прабег лесавозных аўтацягнікоў летам і зімою, км; n_1, n_3 – колькасць шын на колах адпаведна летняга і зімовага аўтацягніка; L_{np} – агульны прабег гаспадарчых машын з улікам пасажырскіх перавозак, км; n_{np} – колькасць шын на колах гаспадарчага аўтамабіля; m – норма прабегу аднаго камплекта шын да поўнага зносу (28000...40000 км, у залежнасці ад тыпу шын).

Гадавы расход дызельнага паліва (т) цеплавозамі на перавозцы грузаў усіх відаў і манеўравую работу вызначаюць паводле формулы

$$Q_{\text{выз}} = \frac{Q l_{cp} q_{gp}}{100000} + \frac{0,6 l_{cp} q_{nap}}{100000},$$

дзе q_{gp}, q_{nap} – расход дызельнага паліва адпаведна на 100 тыс. м³/км у грузавым напрамку, з улікам пасажырска-гаспадарчага руху, манеўравых работ і падрыхтоўча-заклучных аперацый, а таксама у парожным напрамку вызначаецца па нормам ці па табл. 6.3.

Табліца 6.3

Значэнне q_{gp} і q_{nap} для цеплавоза ТУ-7 у залежнасці ад эквівалентнага ўхілу

Эквівалентны ўхіл, ‰	q_{gp}	q_{nap}
0...2	1,34	1,05
2...4	1,68	1,36
4...6	1,91	1,62
6...8	2,16	1,94
8...10	2,41	—

Эквівалентны ўхіл вызначаюць асобна для кожнага напрамку:

$$i_{\text{экв}} = \frac{1000(h_k - h_n) + \sum (i_{ш} - \omega_{cp}) l_{ш} + \sum \omega_{кр} + l_k}{L_d},$$

дзе h_k, h_n – адзнака адпаведна пры канцы і пачатку дарогі (па напрамку руху), м; $i_{ш}$ – ухіл шкоднага спуску ў разліковым напрамку, ‰; ω_{cp} – сярэдняе асноўнае ўдзельнае супраціўленне руху цягніка (для цеплавоза ТУ-6А – 50 Н/т; для цеплавоза ТУ-7 – 40 Н/т); $l_{ш}$ – працяг шкоднага спуску, м; $\omega_{кр}$ – супраціўленне ад крывой, Н/т; l_k – даўжыня крывой, м; L_d – даўжыня дарогі, м.

Расход змазачных матэрыялаў цеплавозамі прымаецца ў працэнтах ад расхода дызельнага паліва: дызельнае масла – 5,1%; аўтол, ніграл і

салідол – па 1,7 %.

Расход восевага масла чыгуначных цягнікоў каляі 750 мм (счэпамі і вагонамі) прымаецца ў размеры 0,33 т на 100 тыс.м³.км грузавой работы.

6.3. Размеркаванне гадавога аб'ёму вывазкі нарыхтаванага лесу па сезонам году

Аб'ём нарыхтаванага лесу, які вывозіцца па дарогах зімовага і летняга дзеяння, устанаўліваюць з умовы раўнамернага выкарыстання лесавозных машын на працягу году. Улічваючы гэта, аб'ём вывазкі нарыхтаванага лесу ў зімовы перыяд $Q_{зім}$, знаходзяць паводле формулы

$$\frac{Q_{зім}}{T_{зім} \cdot П_{зім}} = \frac{Q_{год} - Q_{зім}}{T_{год} \cdot П_{год}} + N_p$$

адкуль

$$Q_{зім} = \frac{(Q_{год} + T_{год} \cdot П_{год} \cdot N_p) \cdot T_{зім} \cdot П_{зім}}{T_{год} \cdot П_{год} + T_{зім} \cdot П_{зім}},$$

дзе $Q_{год}$ – гадавы грузаабарот дарогі, м³; $T_{зім}$, $T_{лет}$ – разліковыя зімовы і летні перыяды работы, сут; $П_{зім}$, $П_{лет}$ – прадукцыйнасць лесавознага цягача зімою і летам; N_p – сярэднесутачная колькасць лесавозных цягачоў, якія летам працуюць на другіх работах і знаходзяцца на капітальным рамонце.

6.4. Арганізацыя вывазкі нарыхтаванага лесу

Вывазка нарыхтаванага лесу павінна быць цесна ўвязана з работай другіх звёнаў лесанарыхтоўчай вытворчасці. Для рытмічнай работы лесанарыхтоўчай вытворчасці неабходна, каб да пагрузачных пунктаў лесавознай дарогі штодзённа дастаўлялася сродкамі тралёўкі неабходная колькасць нарыхтаванага лесу, якая забяспечвала бы работу транспарту на працягу сутак. У гэтай сувязі важную ролю выконваюць службы падрыхтоўкі вытворчасці прадпрыемстваў, якія забяспечваюць утрыманне, рамонт і падаўжэнне лесавозных дарог.

Як паказвае вопыт, эфектыўнай формай арганізцыі вывазкі нарыхтаванага лесу з'яўляецца брыгадная і экіпажная.

Брыгадная і экіпажныя формы арганізацыі працы забяспечвае павышэнне патрабавальнасці рабочых адзін да аднаго і развіваюць узаемадапамогу, імкненне да скарачэння часу на пагрузку і разгрузку лесавознага рухомага саставу. Таму пры вывазцы нарыхтаванага лесу аўтацягнікамі ці па чыгунцы вузкай каляі выкарыстоўваюць зменныя саставы (камплекты прычапнага саставу). У раўніннай мясцовасці пры $i_p \leq 40$ ‰ мэтазгодна пераходзіць на вывазку нарыхтаванага лесу двухкамплектнымі цягнікамі, у склад якіх уваходзіць аўтамабіль з роспускам плюс прычэп, які ўключае два роспускі, на які грузяць другі пакет хлыстоў. На дарогах з двухкамплектнай вывазкай рух пабочных машын з мэтай бяспекі не дапускаецца.

Як форма арганізацыі вывазкі нарыхтаванага лесу можа прымяняцца двухступеньчатая вывазка, якая прадугледжвае падвозку драўніны да веткі ці магістралі высокапраходнымі цягнікамі I ступені. Такія цягнікі могуць фарміравацца на базе колавых цягачоў тыпу Т-157 ці поўнапрывадных аўтамабіляў са спецыяльнымі шырокапрофільнымі шынамі нізкага ціску.

Цягнікі I ступені павінны мець вельмі высокі ўзровень апорнай і профільнай праходнасці, выдатную кіруемасць, манеўранасць і устойлівасць пры руху па няроўным дарогам.

Хлысты і дрэвы, якія падвезены да магістральных дарог, перагружаюць на цягнікі II ступені, якія маюць большую грузапад'ёмнасць, чым цягнікоў I ступені.

Цягнікі II ступені фарміруюцца на базе энерганасычаных трох-і чатырохвосных цягачоў пераважна з прыводам на ўсе восі, што дазваляе ўстойліва эксплуатаваць іх ва ўсе поры году з трох-і чатырохвоснымі роспускамі.

Тэхналагічны працэс лесанарыхтовак пры двухступеньчатой вывазцы лесу складаецца з наступных аперацый: валка, пакетаванне, падтралёўка да шляхоў транспарту I ступені, дастаўка драўніны да шляхоў транспарту II ступені, транспарціроўка гэтым відам транспарту да канечнага пункта.

Аперацыя валка-тралёўка можа быць выканана, напрыклад, ВТМ ці валачна-пакетавачнай машынай, якая працуе ў камплекце з тралёвачнай машынай.

Дрэвы, падтралёваныя да шляхоў транспарту I ступені, грузяцца на цягнік адпаведнага тыпу метадам самазагрузкі ці сківічным пагрузчыкам і дастаўляюцца ў пункт перагрузкі.

У пункце перагрузкі можа быць арганізавана абрэзка сучкоў, складзіраванне хлыстоў і іх пагрузка на цягнік II ступені з дапамогай

сківічных пагрузчыкаў.

Двухступеньчатая вывозка выконваецца ў летняй зоне. У зімовай зоне падтралёваны лес грузіцца на цягнік II ступені і дастаўляецца непасрэдна ў канечны пункт.

Двухступеньчатая вывозка прадугледжана ў двух варыянтах дарожнай сеткі:

1-ы – шляхі транспарту I ступені прымыкаюць непасрэдна да магістралі;

2-гі – шляхі транспарту I ступені прымыкаюць да ветак.

Тэхніка-эканамічны аналіз паказаў, што прымяненне двухступеньчатой вывазкі дазваляе зменшыць прыведзеныя затраты на вывозку 1 м³ на 20% пры адлегласці паміж веткамі 8 км. Эканамічны эфект дасягаецца ў выніку зніжэння кошту пярвочнай сеткі дарог.

Пры вывазцы нарыхтаванага лесу па дарогах агульнага карыстання даўжыня цягніка (у адпаведнасці з правіламі дарожнага руху) павінна быць не больш 20...24 м, а задняя навесь хлыстоў не павінна выходзіць за габарыт роспуска больш чым на 2 м. Гэтым абмяжоўваецца поўнае выкарыстанне грузапад'ёмнасці роспуска, таму ў гэтых умовах лепш пераходзіць на вывозку паўхлыстоў, сартыментаў.

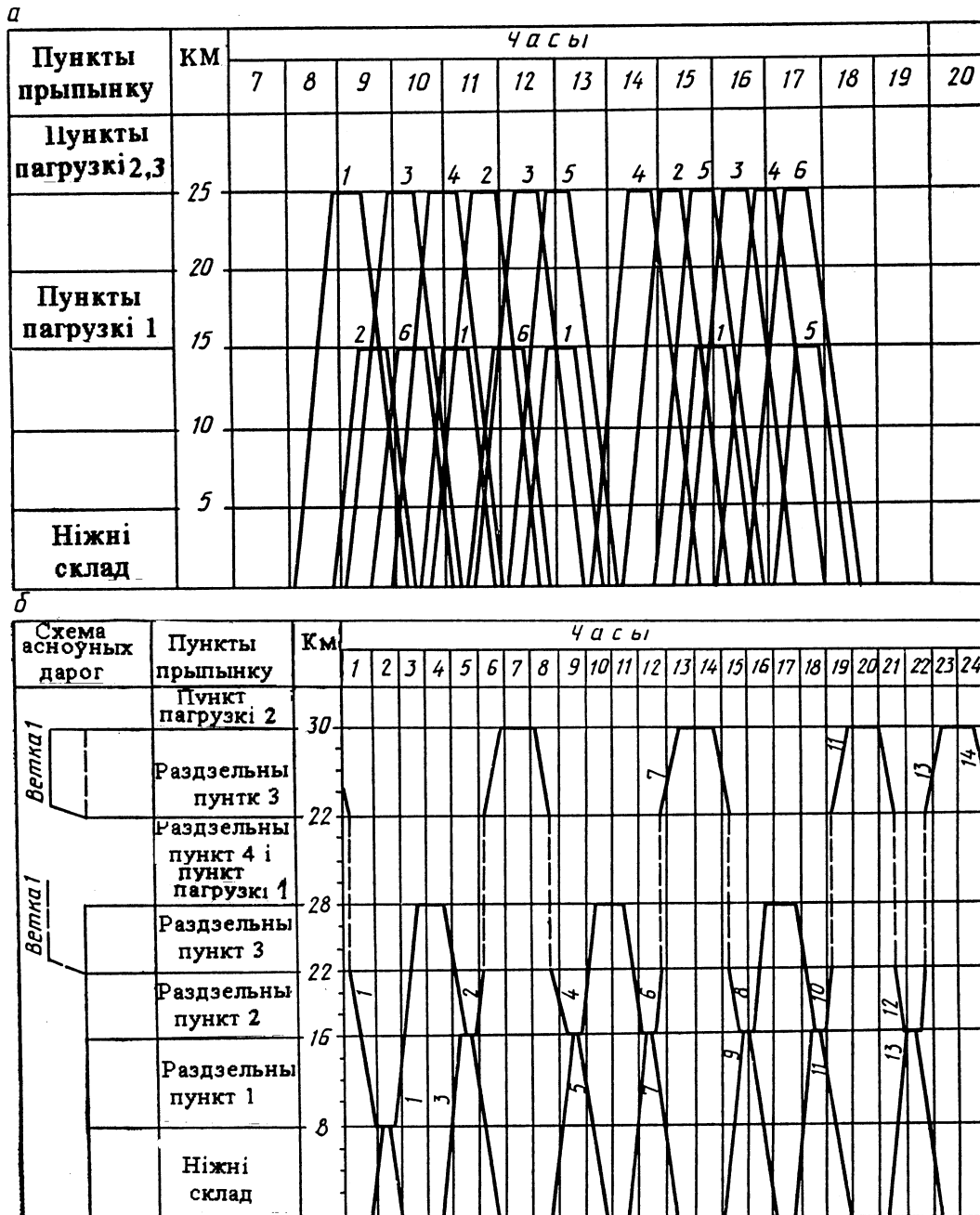
Пытаннімі арганізацыі вывазкі нарыхтаванага лесу, увязкай работы лесавознай дарогі, пунктаў пагрузкі і разгрузкі лесу займаюцца работнікі дыспетчарскай службы. Дыспетчары ў сваёй працы кіруюцца дырэктывным (пла-навым) графікам ці раскладам руху цягнікоў, зацверджанымі дырэктарам лесанарыхтоўчага прадпрыемства і з'яўляюцца абавязковымі для ўсіх работнікаў.

Дыспетчар падпарадкоўваецца начальніку дарогі ці лесапункта. У яго задачу ўваходзіць забяспечанне выканання сутачнага (зменнага) плану вывазкі нарыхтаванага лесу, дастаўка рабочых у лес і назад. У сувязі з гэтым, ён мае права даваць распараджэнні работнікам, якія звязаны з вывазкай, пагрузкай і разгрузкай лесу. Дыспетчар павінен мець надзейную сувязь з усімі пунктамі пагрузкі і разгрузкі лесу, а калі магчыма, то і радыёсувязь з вадзіцелямі цягнікоў.

Пры распрацоўцы графіка руху аўтапаяздоў неабходна прадугледжваць: абавязковае выкананне сутачнага плана вывазкі нарыхтаванага лесу; узгадненне руху аўтапаяздоў з лесасечнымі работамі; своечасовую дастаўку рабочых, грузаў і матэрыялаў да месца работы і назад; рух аўтапаяздоў з максімальнымі скарасцямі, найлепшае выкарыстанне цягавага і прычапнага саставу і г.д.

Для лепшага выкарыстання пагрузчных сродкаў неабходна імкнуцца да канцэнтравання лесасечных работ на меншай колькасці

ўчасткаў гадавой лесасекі, якія маюць прыцягненне да найменшай колькасці ветак і дзейнічаюць адначасова ў асобныя перыяды года.



Рыс.6.2. Графік руху паяздоў: *a* – па двухпалоснай дарозе; *б* – па аднапалоснай з раз’ездамі. Лічбы ў нахіленых ліній – нумар паязда

Колькасць пагрузачных пунктаў, якія працуюць адначасова можна вызначыць паводле формулы

$$m = \frac{Q_c}{Z\Pi_{нагр}}$$

дзе Q_c – сутачны аб’ём пагрузкі, м³; Z – колькасць змен работы пагрузчыка; $\Pi_{нагр}$ – сярэдняя прадукцыйнасць пагрузчыка, м³/змену.

Для бесперабойнай работы пагрузачных машын інтэрвалы паміж адпраўленнем цягнікоў прымаюць роўнымі сумарнай затраце часу на ўстаноўку цягніка пад пагрузку і на разгрузку.

Графікі руху цягнікоў дазваляюць удакладніць патрэбную колькасць цягава-прычапнага саставу (лінейных і манеўравых лакаматываў); скласці графікі пагрузкі, разгрузкі, перапрацоўкі лесу, работы дэпо, рамонтных майстэрняў, абарота цягавага і прычапнага саставу; устанавіць неабходную колькасць дарог на пагрузачных і фарміровачных пунктах, ніжнім складзе, раздзяляльных пунктах і г.д.

6.5. Вытворчая магутнасць лесавознай дарогі і спосабы яе павышэння.

Вытворчая магутнасць лесавознай дарогі – гэта колькасць м³ нарыхтаванага лесу, які фактычна можна вывезці па дарозе ў адзінку часу (год, квартал, месяц, суткі) пры налічным узбраенні. Яна можа быць вызначана паводле формулы

$$Q_{г.воз} = \frac{N \cdot A \cdot z (T - t_{н.з} - t_{э}) k_6 [F_0 - P(\omega'_o + gi_\phi)]}{k_n \left(\frac{120}{\gamma_{сп}} l_{сп} + \sum t \right) (\omega''_o + gi_\phi) \left(1 + \frac{\alpha}{\beta} \right) \gamma_o}, \quad (6.3)$$

дзе α – каэфіцыент тары прычапнага саставу, які ўяўляе сабою адносіны ўласнай масы да яго намінальнай грузапад’ёмнасці; β – каэфіцыент поўнагрузнасці прычапнага саставу, які ўяўляе адносіны фактычнай нарузкі да намінальнай грузапад’ёмнасці; γ_o – аб’ёмная маса драўніны, т/м³.

Аналіз формулы (6.3) дазваляе зрабіць вывад, што для павышэння вытворчай магутнасці лесавознай дарогі неабходны наступныя асноўныя арганізацыйна-тэхнічныя мерапрыемствы:

-каждадзённае забеспячэнне на вывазцы нарыхтаванага лесу неабходнай колькасці лінейных поездоў, што магчыма пры правільнай эксплуатацыі і добра наладжанай рамонтнай службе;

-павелічэнне колькасці дзён работы дарогі і кожнай цягавай адзінкі на працягу года, што магчыма пры падтрыманні дарогі ў

добрым стане;

-павелічэнне каэфіцыента k_6 , які ўлічвае страты рабочага часу, за кошт зніжэння ўнутрызменнага прастою;

- максімальнае выкарыстанне магчыма большай датычнай сілы цягі цягача (F_d);

-змяншэнне асноўнага супраціўлення руху цягніку;

-змяншэнне значэння кіруючага пад'ёму i_p ;

-змяншэнне працягласці прастою цягачоў на працягу рэйса Σt у асноўным за кошт стварэння запасу падтраляванага, нарыхтаванага лесу, удасканаленне пагрузкі і разгрузкі, прымяненне зменнага прычапнога саставу;

-павелічэнне сярэдняй тэхнічнай скорасці руху V_{cp} за кошт удасканалення шляху і паляпшэння яго стану;

-зніжэнне каэфіцыентаў α і β і г.д.

6.6. Правіла тэхнічнай эксплуатацыі лесавозных дарог.

Выкананне плана вывазкі нарыхтаванага лесу шмат залежыць ад правільнай эксплуатацыі лесавозных дарог. Патрабаванні, якія прад'яўляюцца да эксплуатацыі лесавозных дарог, выкладзены ў Правілах тэхнічнай эксплуатацыі (ПТЭ) лесавозных аўтамабільных дарог і вузкакалейных чыгунак, ПТЭ вызначаюць сістэму арганізацыі бесперапыннай работы паяздоў і дарогі, парадак працы дарожных працаўнікоў і бяспечнасць руху паяздоў. У ПТЭ выкладзены агульныя прынцыпы арганізацыі транспарту лесу на прадпрыемствах лясной прамысловасці, склад і перыядычнасць работы; арганізацыя дарожнай службы; тэхнічнае аснашчэнне, арганізацыя і склад работ па ўтрыманню і рамонту асноўных дарог і збудаваняў, а таксама ўтрыманню часовых дарог; правіла прыёмкі і тэхнічнага кантроля дарожных работ, а таксама патрабаванні да цягавага і прычапнога саставу і іх утрымання.

У ПТЭ лесавозных чыгунак каляі 750 мм (поруч з выкладаннем агульных палажэнняў і патрабаванняў па арганізацыі вывазкі нарыхтаванага лесу, утрыманню і рамонту дарогі) выкладзены шэраг спецыфічных патрабаванняў і правілаў, якія адлюстроўваюць асаблівасці эксплуатацыі чыгунак; размеры і нормы ўтрымання верхняга збудавання чыгункі і стрэлачных пераводаў, рухомага саставу; віды і правіла сігналізацыі, цэнтралізацыі і блакіроўкі (СЦБ); патрабаванні да рухомага саставу, камплектаванню саставу паяздоў і арганізацыі руху.

Пры камплектаванні чыгуначных цягнікоў у іх складзе патрэбна прадугледжваць неабходную колькасць тармазных счэпаў (вагонаў). Хлысты на счэпы грузяць двума пакетамі, укладваючы іх камлямі ў розныя бакі.

Кантрольныя пытанні. 1. Як вызначаецца прадукцыйнасць лесавознага цягніка на вывазцы лесу і ад чаго яна залежыць? 2. Як вызначаюць інвентарны парк аўтамабільных і чыгуначных паяздоў, патрэбнасць у паліве, аўтарэзіне, змазачных матэрыялах і інш.? 3. Па якому прынцыпу размяркоўваюць аб'ём вывазкі лесу па сезонам года. 4. Як арганізуецца вывазка нарыхтаванага лесу. 5. Як вызначыць колькасць пагрузачных пунктаў? 6. Назавіце асноўныя правілы тэхнічнай эксплуатацыі лесавозных дарог?

7. МАШИНЫ І МЕХАНІЗМЫ ДЛЯ БУДАЎНІЦТВА І ЭКСПЛУАТАЦЫІ ЛЕСАВОЗНЫХ ДАРОГ

7.1. Тэхніка-эканамічныя паказчыкі работы дарожна- будаўнічых машын

Будаўніцтва лесавозных дарог выконваецца ў розных кліматычных, грунтова-гідралагічных умовах, дарога мае ў некаторых выпадках значную працягласць. У сувязі з гэтым і дарожна-будаўнічыя машыны працуюць у складаных умовах. Улічваючы спецыфіку будаўніцтва і эксплуатацыі лесавозных дарог, дарожныя машыны павінны мець наступныя асноўныя ўласцівасці: універсальнасць, прастату ў абслугоўванні пры бяспечных умовах працы; аўтаматызацыю тэхналагічных працэсаў і сістэм кіравання; нізкія ўдзельныя паказчыкі па металаёмкасці і энергаёмкасці; невысокі кошт пры высокай эканамічнай эфектыўнасці.

Дарожна-будаўнічыя машыны павінны быць простаай канструкцыі, надзейнымі і даўгавечнымі ў рабоце.

Надзейнасць ёсць імавернасць безадмоўнай работы дарожна-будаўнічай машыны на працягу зададзенага часу выконваць свае функцыі і захоўваць эксплуатацыйныя паказчыкі. Надзейнасць характарызуецца безадмоўнасцю, рамонтапрыгоднасцю і даўгавечнасцю.

Даўгавечнасць - перыяд часу, у межах якога праходзіць зніжэнне эксплуатацыйных паказчыкаў або бяспечнай работы дарожна-будаўнічых машын да гранічнага становішча (капітальны рамонт або спісанне) пры ўстаноўленай сістэме тэхнічнага абслугоўвання і рамонту.

Эканамічнасць работы, зніжэнне кошту вытворчасці машын і прастата рамонту залежыць ад таго, як поўна праведзена ўніфікацыя дарожна-будаўнічых машын.

Уніфікацыя - гэта прывядзэнне машын да адной сістэмы. Гэта магчыма, калі пры праектаванні машын максімальна выкарыстоўваюцца адны і тыя дэталі, вузлы, механізмы, або падобныя аграгаты. Парк уніфікаваных машын лягчэй забяспечваць запаснымі часткамі, прасцей арганізаваць рамонт. У цяперашні час уніфікацыя з'яўляецца асноўнай задачай дарожнага машынабудавання. Цяпер ідзе пераход ад праектавання аддзельных машын да праектавання і ўкаранення комплексу машын, што дазваляе больш шырока уніфікаваць машыны і ўпарадкаваць іх вытворчасць і прымяненне ў будаўніцтве. Комплекснае праектаванне выконваюць на базе тыпажу машын, які распрацоў-

ваюць для кожнага віду абсталявання. Тыпажом прадугледжваюць шэраг машын кожнага віда, якія павінны поўнасьцю задаволіць будаўнічую вытворчасць. Тыпаж вызначае галоўныя параметры машын, ад якіх залежаць асноўныя паказчыкі іх работы. Для экскаватараў і скрэпяраў гэта ёмістасць каўша, аўтагрэйдараў- даўжыня нажа, бульдозераў – цягавае намаганне.

Пры праектаванні, укараненні новых машын і выбары дарожна-будаўнічых машын неабходна ацэньваць іх эксплуатацыйную якасць. Галоўным паказчыкам з'яўляецца прадукцыйнасць машын.

Прадукцыйнасць – колькасць прадукцыі, якую вырабляе машина за 1 час работы. Адрозніваюць: тэаратычную, тэхнічную і эксплуатацыйную прадукцыйнасць.

Тэаратычная (разліковая) прадукцыйнасць гэта максімальная магчымая прадукцыйнасць машыны пры ўмове бесперапыннай яе работы, а таксама без уліку страт часу на выкананне розных апярацьяў. У рэальных умовах тэаратычная прадукцыйнасць машыны ніколі не можа быць дасягнута.

Тэхнічная прадукцыйнасць – максімальная магчыма прадукцыйнасць, у канкрэтных умовах работы машыны на працягу часу з улікам страт часу, напрыклад, на разрыхленне грунта пры напаўненні каўша, зніжэнні фактычных скорасцяў ў параўнанні з разліковай і г.д. Яе вызначаюць паводле формулы

$$P_m = k_n P_p, \quad (7.1)$$

Эксплуатацыйная прадукцыйнасць, якая дадаткова ўлічвае страты часу на перапынкі ў рабоце на абслугоўванні машыны (запраўку машын палівам, яе змазкай і г.д.). Яе вызначаюць паводле формулы

$$P_o = k_r P_m, \quad (7.2)$$

Важным паказчыкам работы машыны з'яўляецца сабекошт адзінкі прадукцыі, якую вызначаюць паводле формулы

$$m = \frac{C}{P_o}, \quad (7.3)$$

дзе k_n - каэфіцыент, які ўлічвае вышэй названыя страты прадукцыйнасці; P_p - тэаратычная прадукцыйнасць; дзе k_r - каэфіцыент выкарыстання машыны на працягу часу (змены); C - сабекошт аднаго часу работы машыны, руб.

Па характару выканання работы дарожна-будаўнічыя машыны падзяляюць на два віда: машыны бесперапыннай дзейнасці (каткі,

разрыхляльнікі, канавакапацелі) і машыны цыклічнага дзеяння (бульдозеры, скрэперы, экскаватары і інш.).

Эксплуатацыйная прадукцыйнасць машын бесперапыннага дзеяння вызначаецца паводле формулы

$$P_{\text{э}} = \frac{(T - t)qk_r}{(L/60V_{\text{ср}}) + t_n}, \quad (7.4)$$

дзе T - працяг рабочай змены мін; t - час на адгляд і запраўку машыны, мін; $k_r = 0,9 \dots 0,95$; L - даўжыня гона, м; $V_{\text{ср}}$ - сярэдняя скорасць руху машыны, м/с; t_n - час на паварот у канцы гону, мін; q - аб'ём распрацаванага грунту за адзін праход, м³. Напрыклад, для рыхліцеля

$$q = \phi hbL, \quad (7.5)$$

дзе ϕ - каэфіцыент, які ўлічвае перакрыццё ходоў (1,2...1,25); h - глыбіня рыхлення, м; b - шырыня рабочага органа, м.

Для машын цыклічнага дзеяння (машыны, якія выконваюць шэраг аперацый, напрыклад, зарэзанне, перамяшчэнне, разгрузку грунту, рух назад і г.д.) прадукцыйнасць працы вызначаюць паводле формулы

$$P_{\text{э}} = 60(T - t)k_c k_b q_1 / t_{\text{ц}}, \quad (7.6)$$

дзе q_1 - аб'ём грунту, які перамяшчаецца за адзін цыкл, м³; $t_{\text{ц}}$ - працяг цыкла, с.

Напрыклад, для бульдозера q_1 вызначаюць паводле формулы

$$q_1 = 0.6H^2 L_a / k_p, \quad (7.7)$$

дзе H - вышыня адвала, м; L_a - даўжыня адвала, м; k_p - каэфіцыент разрыхлення грунту, роўны 1,1...1,3; k_n - каэфіцыент страт.

$$k_n = 1 - 0.005l_{2p},$$

дзе l_{2p} - адлегласць перамяшчэння грунту, м.

Працягласць цыкла

$$t_{\text{ц}} = \frac{l_n}{V_n} + \frac{l_{np}}{V_{np}} + \frac{l_p}{V_p} + \frac{l_n}{V_n} + 2t_n, \quad (7.8)$$

дзе l_n , l_{np} , l_p - адлегласць набору, перамяшчэння, разгрузкі і руху назад, м; V_n , V_{np} , V_p , V_n - скорасці руху пры набору грунту, руху з грузам, пры разгрузцы і руху назад, м/с; t_n - страты часу на паварот, с.

7.2. Стандартызацыя і ўніфікацыя

Для паляпшэння якасці прадукцыі і змяншэння кошту вытворчасці вырабу вялікае значэнне набывае стандартызацыя і ўніфікацыя.

Асноўнай мэтай стандартызацыі з'яўляецца вызначэнне ўзроўня нормаў і патрабаванняў пры доследна-канструктарскіх работ, вытворчасць вырабаў і іх эксплуатацыя.

Стандарты рэгламентуюць:

а) тэрміналогію, абазначэнні і правілы выканання работных чарцяжоў; метады разліку;

б) габарытныя і далучаныя размеры дэталей;

в) састаў і ўласцівасць матэрыялаў;

г) змест тэхналагічных працэсаў, параметры абсталявання і кантрольна-вымяральных прыладаў;

д) метады выпрабавання і ацэнкі асноўных паказчыкаў вырабу;

е) правілы і нормы яго эксплуатацыі.

У залежнасці ад галіны выкарыстання адрозніваюць стандарты прадпрыемства (СТП), галіны (ГСТ), дзяржаўныя (ДАСТ), стандарты Беларусі (СТБ) і міждзяржаўныя (ISO).

Уніфікацыя неабходна для таго, каб найбольш рацыянальна скараціць разнастайнасць канструкцый, матэрыялаў, тэхналагічных працэсаў і іншых параметраў вырабу аднолькавага функцыянальнага назначэння. Гэта дазваляе пры праектаванні выкарыстоўваць гатовыя чарцяжы дэталей або вузлоў, што значна скарачае тэрмін праектавання і вытворчасць вырабу. Усё гэта дазваляе атрымаць значны эканамічны эфект.

Узровень стандартызацыі і ўніфікацыі вырабу вызначаецца, як адносіны колькасці стандартызаваных і ўніфікаваных дэталей да агульнай колькасці дэталей вырабу.

Уніфікацыя цесна звязана з агрэгатаваннем, гэта значыць метады кампанавання ўніфікаваных дэталей і агрэгатаў рознага тыпаразмеру. Распрацаваныя на падставе нейкай базавай машыны наступныя машыны гэтага раду (мадыфікацыя базавай машыны) адрозніваюцца ад яе толькі значэннямі галоўнага параметра (грузапад'ёмнасць, магутнасць рухавіка, цягавае намаганне, аб'ём каўша) і незначнымі канструкцыйнымі змяненнямі.

Характэрным прыкладам з'яўляецца тыпаразмерныя рады дарожна-будаўнічых машын фірмы "Інтэрнэйшыл" (ЗША) на базе колавых і гусенічных трактараў, аднавосевых і двухвосевых колавых цягачоў (рыс. 7.1.).

Вельмі важным накірункам уніфікацыі дарожна-будаўнічых машын з'яўляецца прымяненне зменнага рабочага абсталявання. Напрыклад, для пагрузчыкаў айчыннай вытворчасці ёсць больш 20 відаў зменнага абсталявання, для бульдозераў і карчавальнікаў – больш 10. Зменнае абсталяванне таксама маюць аўтагрэйдары, краны, экскаватары.

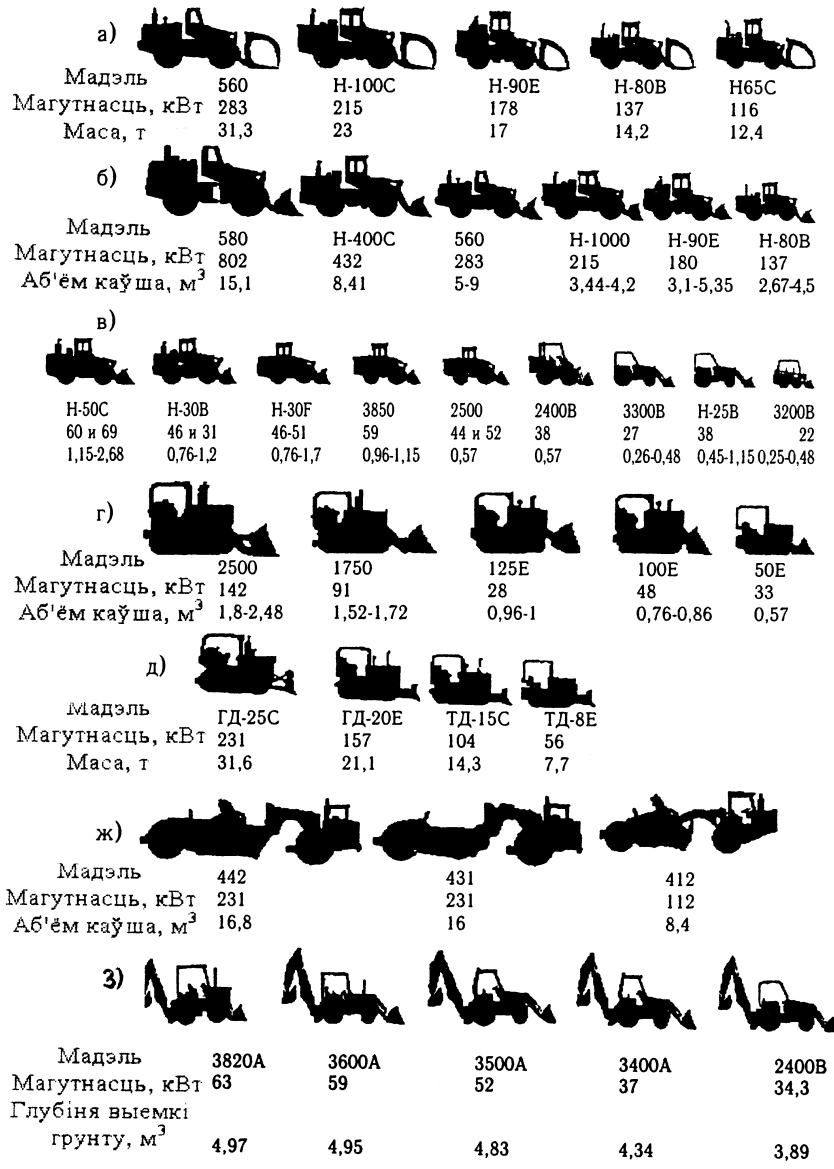


Рис.7.1. Тыпаразмерны рад некаторых дарожна-будаўнічых машын: а-лесапагрузчыкі на базе колавых трактароў з шарнірна-злучанай рамай; б-франтальныя каўшовыя пагрузчыкі на базе колавых трактароў з шарнірна-злучанай рамай; в-франтальныя каўшовыя пагрузчыкі на базе колавых трактароў з жорсткай хадавою; г-франтальныя каўшовыя пагрузчыкі на базе гусенічных трактароў; д-бульдозеры на базе гусенічнага трактара; ж-самаходныя скрэнеры; з-колавыя трактары з франтальным пагрузчым абсталяваннем на базе гусенічных трактароў.

7.3. Асноўныя віды дарожных машын і іх класіфікацыя.

Сучаснае дарожнае будаўніцтва складаецца з шэрагу складаных узаемазалежных тэхналагічных працэсаў, для выканання якіх патрабуецца вялікая колькасць машын рознага прызначэння.

У залежнасці ад назначэння і віду выконваемых работ дарожныя машыны для будаўніцтва і эксплуатацыі лесавозных дарог класіфікуюць наступным чынам (табл. 7.2).

7.4. Канструктыўныя элементы дарожных машын

Сучасныя дарожныя машыны складаюцца з наступных асноўных элементаў: рабочага абсталявання, якое непасрэдна выконвае тэхналагічную аперацыю, хадавой сістэмы машыны; сілавога абсталявання (рухавіка), які прыводзіць у рух рабочае і хадавое абсталяванне; прывада (трансмісіі), які звязвае рабочае і хадавое абсталяванне з сілавым; сістэма кіравання для ўключэння, выключэння, раверсіравання і змянення скорасці механізмаў і рабочымі органамі машыны; рамы якая нясе на сабе ўсе вузлы і механізмы машыны.

Канструкцыі рабочых органаў дарожных машын вельмі разнастайна у сувязі з гэтым асаблівасці іх канструкцыі ўказаны пры разглядзе асобных відаў машын.

Сілавым абсталяваннем дарожных машын часцей за ўсё служыць дызельны рухавік адпаведнай магутнасці. Карбюратарныя рухавікі прымяняюцца ў асноўным для прывода кампрэсараў, прычэпных фрэзаў і г.д.

Прывад дарожнай машыны – гэта ўвесь комплекс сілавой перадачы (муфты, фрыкцыёны, кардан, рэдуктары, гідрасістэма і г.д.), якія знаходзяцца паміж рухавіком і рабочымі органамі. Ён служыць для перадачы магутнасці, якая спажываецца рабочымі органамі.

Па прынцыпу дзеяння прыводы бываюць: механічныя, гідраўлічныя, пнеўматычныя, электрычныя і кабінаваныя (электрамеханічныя, гідрамеханічныя і г.д.).

У сучасных дарожных машынах найбольшае распаўсюджванне знаходзіць гідраўлічны прывод. Ён забяспечвае перадачу вялікіх намаганняў пры высокім ККД сістэмы і ціску 3...10 МПа.

Хадавое абсталяванне, якое прымяняецца ў дарожна-будаўнічых машынах, дзеляць на рэйкавае (вежавыя, казловыя, маставыя краны, капры і г.д.), пнеўмаколавае і гусенічнае.

Табліца 7.1.

Класіфікацыя дарожна – будаўнічых машын

Назва машын	Назначэнне машын	Працоўны орган	Маркі машын
1	2	3	4
<i>Машыны для падрыхтоўчых работ (ДП)</i>			
Кустарэзы	Зрэзка кустоў і дробных дрэў		ДП-4, ДП-24
Карчавальнікі	Карчаванне пнёў, убіранне валуноў, рыхленне грунту	Пасіўны-клінавы адвал, актыўны – фрэзы, вярчальныя дыскі з нажамі	ДП-8А, ДП-25, МП-2Б, ЛД-9, МП-7, ЛД-15, МП-8, МП-13
<i>Машыны для земляных работ (ДЗ)</i>			
Бульдозеры	Распрацоўка, перамяшчэнне, разраўноўванне і планаванне грунту і дарожна-будаўнічых матэрыялаў, зняцце расліннага слою	Адвал крывалінейнага сячэння па-варотны і непаваротны ў гарызантальнай плоскасці	ДЗ-42Г, ДЗ-27, ДЗ-101А, ДЗ-109Б, ДЗ-110В, ДЗ-25, ЛД-10
Бульдозерна-рыхліцельныя аграгаты	Таксама, што і бульдозер, таксама рыхленне шчыльных, мёрзлых і скальных грунтоў	Рама з 1...3 рыхліцельнымі зубамі і бульдозерны адвал	ДЗ-117, ДЗ-116В, ЛД-18, ДЗ-126В, ДЗ-129Хл, ДЗ-159УХл
Скрэперы	Распрацоўка і перамяшчэнне грунту	Коўш з свабоднай, паўпрымусовай і прымусовай разгрузкай	ДЗ-33, ДЗ-77А, ДЗ-87-1, ДЗ-111А, ДЗ-149, ДЗ-11П, ДЗ-13Б
Аўтагрэйдары	Распрацоўка, перамяшчэнне грунту, разраўноўванне і планаванне грунту і дарожна-будаўнічых матэрыялаў	Грэйдарны і бульдозерны адвалы, рыхліцельныя зубы	ДЗ-99, ДЗ-31, ДЗ-122А, ДЗ-143, ДЗ-98, ДЗ-143
Прычапныя грэйдары	Таксама	Грэйдарны адвал	ДЗ-6, ДЗ-1, СД-107, СД-105А
Планіроўшчыкі –экскаватары	Планаванне і зачыстка адкосаў насыпу, выемак і гарызантальныя паверхні земляных збудаванняў	Адвал і ўдліняльнікі	ЭО-213А, ЭО-3332, ЭО-3133
Экскаватары аднакаўшовыя	Распрацоўка, перамяшчэнне і пагрузка грунту і дарожна-будаўнічых матэрыялаў у транспартныя сродкі, капанне канаў, траншэй, каталаванаў	Коўш з зубамі або з суцэльнай кромкай. Экскаватар можа мець прамую, адваротную драглайн лапату або	ЭО-2621, ЭО-3122, ЭО-3322, ЭО-4321Б, ЭО-4112Хл, ЭО-5124, ЭО-6123, ЭО-6122

Працяг табіцы 7.1

1	2	3	4
Пагрузчыкі	Пагрузка, разгрузка сыпучых матэрыялаў і грунтоў, перавозка іх на невялікія адлегласці	Коўш ёмістасцю 0,5; 2, 3, 4, 6 і 15 м ³	ТО-31А, ТО-18А, ТО-25, ТО-28, ТО-27-1, ТО-21-1А
Лясныя дарож- ныя машыны	Планаванне і земляныя работы, засыпка траншэй, расчыстка дарогі ад снегу	Адвал, які можа працаваць у буль- дозерным і грэйдарным рэжымах	ЛД-4, ЛД-20, ЛД-35, ДМ-15
<i>Машыны для ўшчыльнення (ДУ)</i>			
Каткі на пнеў- машынах	Ушчыльненне звязнага і незвязнага грунту, канструкцыйных слаёў дарожнага адзення	Шыны пнеўматычныя рэгуляваннем ціску	3 ДУ-30, ДУ-37Б, ДУ-39А, ДУ-16В, ДУ-29, ДУ-31А
Каткі жалез- ныя з гладкімі вальцамі	Ушчыльненне слаёў дарожнага адзення, звязнага і малазвязнага грунту	Гладкія жалезныя вальцы	ДУ-50, ДУ-9В, ДУ-49А, ДУ-49Б, ДУ-42А
Каткі кулачко- выя прычапныя	Ушчыльненне звязнага і малазвязнага або мёрзлага грунту	Вальцы на якіх з дапамогаю бандажа ўмацаваны кулачкі	ДУ-26, ДУ-32А, ДУ-3А
Каткі рашэціс- тыя	Ушчыльненне грунту, які мае мёрзлыя кам- кі і глыбы і сухога камкаватага грунту і снегу	Вальцы, выкананыя на рашотцы	ДУ-57-3
Каткі вібра- цыйныя	Ушчыльненне незвязнага і малазвязнага грунту і сыпучых дарожна-будаўнічых матэрыялаў	Гладкія жалезныя вальцы	ДУ-54, ДУ-47А, ДУ-60
Каткі камбіна- ванага дзеяння	Ушчыльненне грунту, шчэбня, гравія, асфальтабетона ў дарожным адзенні і аснове	3 пераду вібралец з заду пнеўмаколы	ДУ-57-1, ДУ-57-2, ДУ- 58, ДУ-62
Трамбавальныя машыны	Ушчыльненне грунту	Падаючая пліта	ДУ-12В, ЦНПС-РМЗ
<i>Машыны для будаўніцтва дарожнага адзення (ДС)</i>			
Асфальта- ўкладчык	Укладка асфальтабетонных і бітумаміне- ральных пакрыццяў і аснанняў	Трамбавальны брус, гладзільная пліта, рэгулятар профілю, пліты	ДС-1, ДС-63, ДС-48, ДС- 126, ДС-143, СД-404М1
Дарожныя фрэ- зы	Рыхленне, драбленне, змяшэнне грунту і гравійных матэрыялаў з вяжучымі	Ротарны барабан са спружын- нымі лапаткамі	ДС-18А, ДС-74
Грунтазмяшаль- ныя машыны	Будаўніцтва пакрыццяў і аснанняў з грунту, умацаванага мінеральным вяжучым	3 Рыхліцель, ротар для змешання	ДС-165, ДС-152, ДС-50Б

Заканчэнне табіцы 7.1

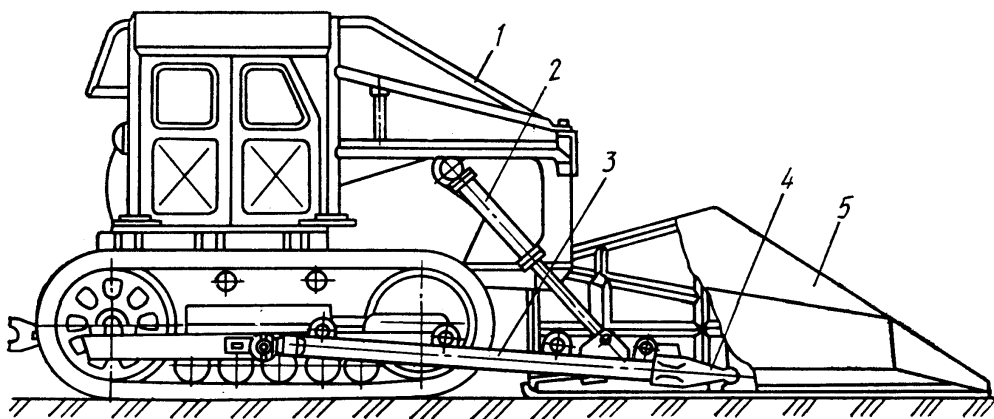
1	2	3	4
Размеркавальнікі шчэбня і гравія	Размеркаванне і папярэдняя ўшчыльненне шчэбня і гравія	Бункер, дазвальная прылада, засланкі	Т-224, ДС-54
Размеркавальнікі каменнай дробязі	Размеркаванне дробных фракцый пры ўстаноўцы асновы, пакрыццяў і апрацоўка паверхні	Бункер, дазвальная прылада, засланкі, вібрабрус	ДС-49
Аўтагудранатары	Перавозка і разліў бітуму пры апрацоўцы дарожна-будаўнічых матэрыялаў на дарозе і выкананне апрацоўкі паверхні	Размеркавацелі бітуму	ДС-39А, ДС-53А, ДС-142
Размеркавальнікі цэменту	Увядзенне цэменту ў грунт пры будаўніцтве асновы і пакрыццяў	Дазатары і сошнікі	ДС- 9Б, ДС-72
Аўтабітумавозы	Перавозка бітуму	Цыстэрна	ДС-41А, ДС-138, ДС-10Д
Аўтамабілі-самазвалы	Перавозка грунту і дарожна-будаўнічых матэрыялаў	Самазвальны кузаў	МАЗ-503, МАЗ-5549, КаМАЗ-5511, КрАЗ-256
Аўтацэментавозы	Перавозка цэменту	Цыстэрна, абсталяваная кампрэсарамі	ТЦ-4, ТЦ-9А, ТЦ-6А, ТЦ-2Б, ТЦ-10, ТЦ-13
Драбільна-сарціровачныя аграгаты	Драбленне каменных пародаў і сартыроўка шчэбня па фракцыям	Шчокавая і конусная драбільні, вібрацыйны прасявальнік	СМД-26Б, СМД-27Б
Пліта і шчытаўкладчыкі	Укладка ў пакрыццё жалезабетонных пліт і драўляных шчытоў	Гідраманіпулятар	ЛД-2, ЛД-17, ЛД-19, ЛД-26, ДМ-16, ДМ-17
<i>Машины для будаўніцтва штучных збудаванняў</i>			
Краны аўтамабільныя	Мантаж водапрапускных труб і пралетных збудаванняў мастоў	Грузавы крук і стропы	КС-1571, КС-2561, КС-3577, КС-4573, КС-5573
Штангавыя дзельныя молаты	Забіванне сваяў і шпунтоў у грунт	Молаты з ударнаю масаю 2400, 19000 і 25000 Н	СП-60, СП-44, СП-6Б
Трубчатыя дзельныя молаты	Таксама	Молаты з ударнаю масаю 6000, 12500, 18000, 35000 Н	СП-39, СП-40А, СП-41А, СП-47А, СП-48А
Капры	Таксама	Накіравальныя для сваебойных молатаў	СП-46, УСА-162, СП-56

Сістэмы ўпраўлення могуць быць: рычажныя (механічныя) – пры дапамозе сістэмы рычагоў, якія перамяшчаюцца рукаўткамі і педалямі; гідраўлічныя (з помпаю і без помпы), дзе рычагі заменены цалкам ці часткова гідраўлічнымі канструкцыямі; пнеўматычныя, якія адрозніваюцца ад гідраўлічных тым, што ў іх замест вадкасці прымяняецца сціснутае паветра (0,7...0,8 МПа); электрычныя – пры дапамозе кнопак, магнітных станцый – кантактараў, тармазных электрамагнітаў і канечных выключальнікаў; змешаныя: пнеўмаэлектрычныя, электрагідраўлічныя і г.д.

7.5. Машыны для падрыхтоўчых работ

Кустарэзы. Гэта навяское абсталяванне да трактара. Ім выконваецца зрэзка хмызняку, дробных дрэў. Маркі кустарэзаў – ДП-1, ДП-4, ДП-24. Яны класіфікуюцца: па прынцыпу дзеяння, рабочага органа – на пасіўныя і актыўныя; па спосабу агрэгатавання (перамяшчэння) – на прычাপныя і навясныя; па тыпу кіравання рабочым органам – на канатныя і гідраўлічныя.

У кустарэзаў з пасіўным рабочым органам, рабочы орган выканан ў выглядзе кліна, а з актыўным – у выглядзе пілы ці фрэзеравачных нажоў касілачнага тыпу, дыскаў і інш. На рыс.7.2 паказана канструкцыя кустарэза ДП-4 з пасіўным рабочым органам на базе трактара Т-100. У кустарэзаў ДП-4 і ДП-24 прывод рабочага органа гідраўлічны ад гідрасістэмы трактара, а ў ДП-1 (Д-174Г) – канатны ад лябёдка ДЗ-21А.



Рыс.7.2. Кустарэз ДП-4:

1-агароджванне; 2-гідрацыліндр пад'ему рабочага органа; 3-універсальная рама;
4-здымная галоўка;5-адвал.

Прадукцыйнасць кустарэза ($\text{м}^2/\text{г}$) вызначаецца паводле формулы

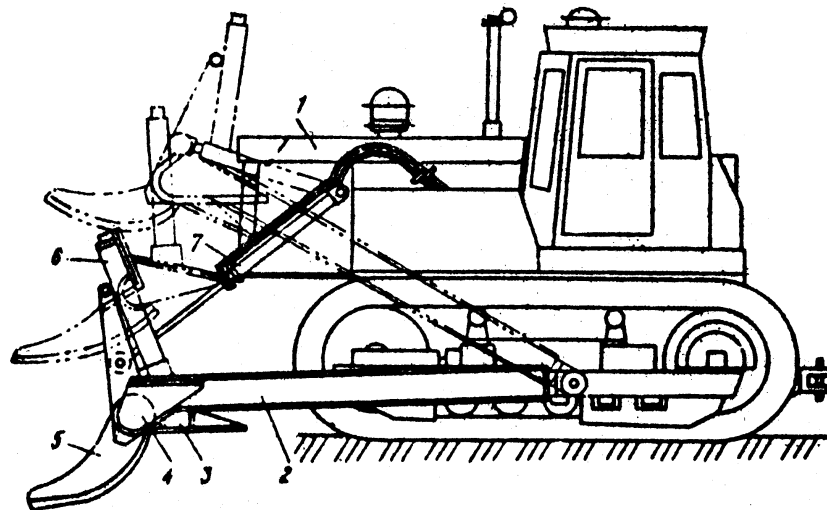
$$P = \frac{1000bV \left(k_r - \frac{n_1 t_1}{60} \right)}{n}, \quad (7.9)$$

дзе b - шырыня захопа, м; V - рабочая скорасць руху кустарэза, км/г; k_r - каэфіцыент выкарыстання рабочага часу; n_1 - колькасць паваротаў у канцы ўчастка; t_1 - час, які неабходна затраціць на адзін паварот, мін; n - колькасць праходаў па аднаму месцу (1...3).

Сярэдняя прадукцыйнасць кустарэзаў: ДП-1 складае да 6 га/змену, ДП-4 – 4...6 і для ДП-24 – да 6 га/змену.

Карчавальнікі. Гэта навяное абсталяванне да гусенічнага трактара ці колавага цягача, прызначанае для карчавання пнёў і валуноў. Маркі карчавальнікаў: ДП-1, ДП-2, ДП-3, ДП-8, ДП-13, ДП-20, ДП-21, ДП-25, ДП-27, КБК-100. Па характару ўстаноўкі рабочага органа на базавым трактары адрозніваюць карчавальнікі з пярэднім і заднім навесамі; па сістэме кіравання рабочым органам – з канатна-блочным і гідраўлічным прывадамі. Апошні забяспечвае прымусовае заглубленне карчавальніка.

Рабочы орган карчавальнікаў з пярэднім навесам з'яўляецца адвал, з замацаванымі выгнутымі зубамі. Рабочы орган карчавальніка які ўстаноўлены на заднім мосце трактара, складаецца з вертыкальнай стойкі, якая штурхае рамы і двух двухплечых рычагоў (іклаў), жорстка звязаных паміж сабою.



Рыс.7.3. Карчавальнік ЛД-9 агрэгата ЛД-4:

1-трактар; 2-рама; 3-апорная пліта; 4-папярочная бэлька; 6-гідрацыліндр апорнай пліты; 7-гідрацыліндр пад'ёму рамы.

Разлічыць прадукцыйнасць карчавальнікаў вельмі складана у сувязі з тым, што дадзеныя па шматлікім фактарам, якія неабходна ўлічваць пры яе разліку, адсутнічаюць, і толькі на расчыстцы дробналесся яе магчыма вызначыць паводле формулы (7.9). Па выніку даследаванняў прадукцыйнасць асобных карчавальнікаў на розных работах прыведзена ў табл. 7.2.

Табліца 7.2.

Прадукцыйнасць карчавальнікаў на розных работах			
Від работы	Прадукцыйнасць карчавальнікаў за адну змену		
	ДП-2, ДП-20	ДП-3, ДП-21	ДП-8
Карчаванне пнёў дыяметрам 300...400мм, шт	250	270	200
Выдаленне каранёў, га	6	6	3
Рыхленне грунту, га	3	3,5	2
Убіранне камянёў, м ³	5	6	3
Убіранне выкарчаваных каранёў дрэваў, га	6	6	4

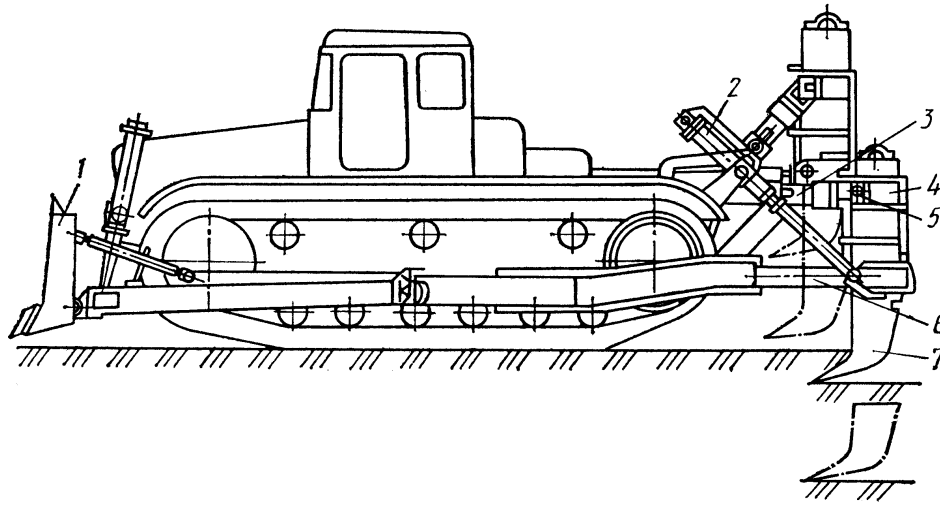
Карчавальнікі тыпу ДП-2, ДП-3, ДП-8, ЛП-13 могуць выкарчоўваць пні дыяметрам да 400 мм, карчавальнікі ДП-25 – да 500 мм, ДП-20, КБК-100- да 700 мм, а ДП-21 – да 800 мм.

Канструкцыя карчавальніка з гідраўлічным прыводам паказана на рыс. 7.3.

Рыхліцелі. Гэта навяское абсталяванне да гусенічных трактароў і пнеўмаколавых цягачоў. Прызначаецца для рыхлення цяжкіх, камяністых і мёрзлых грунтоў, выдаленне з грунту рэшткаў пнёў і каменяў пасля работы карчавальнікаў. Маркі рыхліцеляў: ДП-5С, ДП-7С, ДП-9С, ДП-16С, ДП-22С.

Рыхліцелі можна класіфікаваць па наступным прыметам: па назначэнню – на рыхліцелі агульнага назначэння з глыбінёй рыхлення да 1000 мм і спецыяльна (для глыбокага рыхлення); па тыпу рухача (хадавой часткі) базавай машыны – на гусенічныя і колавыя; па намінальнаму цягавому намаганню і магутнасці, базавага трактара – на звышцяжкія з намінальным цягавым намаганнем больш 300 кН (магутнасцю больш 294 кВт), цяжкія – ад 200 да 300 кН (184...294 кВт), сярэднія – ад 135 да 200 кН (117,6...183 кВт) і лёгкія – да 135 кН (117,6 кВт). Асноўнымі часткамі з'яўляюцца рабочы орган, які складаецца з рамы і зубоў з наканечнікамі, падвескі для шарнірнага сучлянення гэтага органа з базавым цягачом і прывода для яго пад'ёму і апускання.

Канструкцыя рыхліцеля спецыяльнага прызначэння з чатырохкропкавай (паралелаграмнай) сістэмай падвескі паказана на рыс. 7.4.



Рыс.7.4. Рыхліцель спецыяльнага назначэння з чатырохкропкавай (паралелаграмнай) сістэмай падвескі:
1-адвал; 2-гідрацыліндр; 3-верхняя цяга; 4-рабочая бэлька; 5-флюгер; 6-ніжняя рама; 7-зуб.

Прадукцыйнасць рыхліцеля ($\text{м}^3/\text{г}$) вызначаецца паводле формул (7.4 і 7.5).

Прадукцыйнасць рыхліцеляў складае: для ДП-5С – 5...7 га/змену, для ДП-9С – 12...15, для ДП-7С – 10...12, для ДП-16С – 10 і для ДП-18 – 4 га/змену.

Агрэгаты ЛД-4 і ЛД-18. Служаць для карчавання пнёў, убірання хмызняку, зняцця расліннага слоя і рыхлення грунту. ЦНДІМЭ распрацаваны агрэгат ЛД-4, які складаецца з карчавальніка ЛД-9 і ўніверсальнага адвалу ЛД-10, карчавальнік ЛД-15, агрэгат ЛД-18 (у складзе бульдозера і рыцліцеля).

Карчавальнік ЛД-9 мае ахопліваючую раму і размяшчаецца спераду трактара. Да папярочнай бэлькі (трубы) ўмацоўваюцца сем зубоў і два вертыкальна ўстаноўленых гідрацыліндры з апорнай плітою. Карчавальнік ЛД-15 мае аналагічную з карчавальнікам ЛД-9, канструкцыю, навешаную на трактар ТТ-4. Яны адрозніваюцца ад выпускаемых прамысловасцю практычна неагранічаным дыяметрам карчваемых пнёў. Адвал бульдозера ЛД-10 агрэгата ЛД-4 шарнірна ўмацоўваецца на раме трактара.

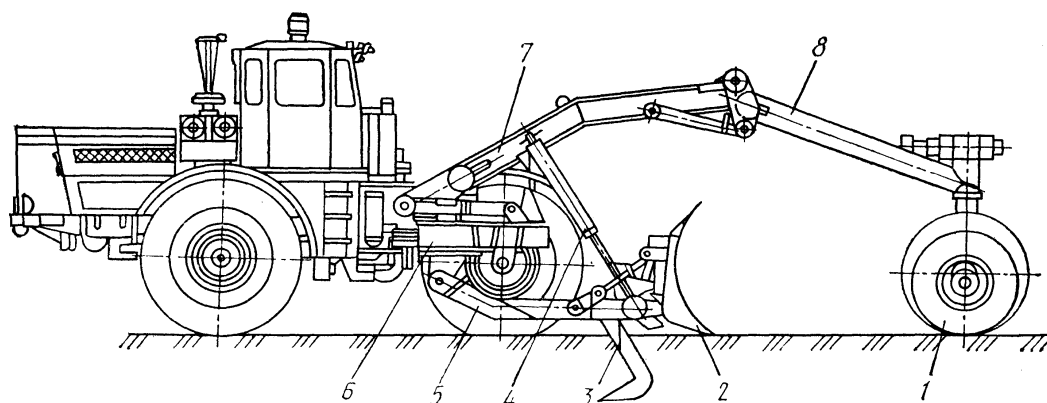
Пры існуючых вуглах устаноўкі адвала ў прасторы правай кромкай можна ажыццяўляць планіраванне адкосаў насыпу пры руху

машины па рэзерву, а правым ці левым ніжнім канцом адвала ўстройства канавы глыбінёю 0,3...0,4 м.

На базе трактара К-703 у ЦНДІМЭ распрацавана лесадарожная машына ЛД-30, якая прызначана для расчысткі дарожнай паласы ад хмызняку, расліннага слоя, узвядзення насыпу на сухіх участках мясцовасці, рыхлення грунту, планіравання землянога палатна, грэзівання грунтовых і гравійных пакрыццяў, ачысткі аўтамабільных дарог ад снегу і другіх работ.

Рабочае абсталяванне ЛД-30 складаецца са стралы, якая штурхае раму адвала, ручкі з апорным колам, рыхліцеля і гідрапрывода (рыс. 7.5).

Для зручнасці працы аператара органы кіравання машынай перанесены з пярэдняй на заднюю панель кабіны трактара.



Рыс.7.5. Лесадарожная машына ЛД-30:

1-кіруемае апорнае кола; 2-адвал універсальнага бульдозера; 3-рыхліцельны зуб;
4-гідрацыліндр; 5-рама; 6-паўрама; 7-страла; 8-ручка.

Асноўнай перавагай лесадарожнай машыны ЛД-30 з'яўляецца яе скораснасьць, што вельмі важна для леспрамгасаў пры вялікім разгрупаванні дарожных аб'ектаў. Прадукцыйнасць ЛД-30 на ўзвядзенні землянога палатна складае $350 \text{ м}^3/\text{г}$.

Машына ЛД-30 можа выкарыстоўвацца пры ўтрыманні дарог як у летніх, так і ў зімовых умовах.

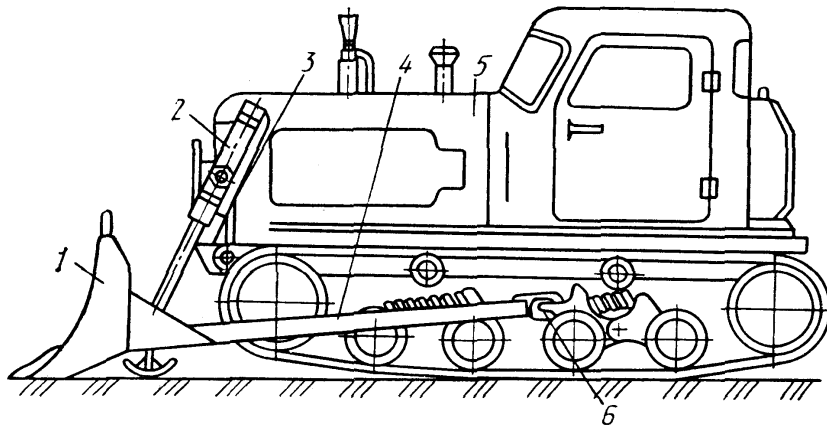
7.6. Машыны для земляных работ

Бульдозеры. Прызначаны для паслойнага зразання і перамяшчэння грунту на адлегласць 50...100 м. Іх прымяняюць для распрацоўкі

гравійных кар’ераў, выемкаў, узвядзення насыпу з бакавых рэзерваў, на планіровачных работах, для ачысткі дарог ад снегу, валкі дрэў і карчавання пнёў пры падрыхтоўкі трасы і будаўнічых пляцовак падштурхоўвання скрэпераў пры загрузцы і інш. Маркі бульдозераў: ДЗ-3, ДЗ-8, ДЗ-17, ДЗ-18, ДЗ-25, ДЗ-27, ДЗ-34С, ДЗ-42 і г.д. Бульдозер з’яўляецца навесным абсталяваннем да гусенічных трактараў і пнеўмаколавых цягачоў. Па назначэнню адрозніваюць бульдозеры агульнага назначэння і спецыяльныя. Першыя прызначаны для землярыўна-планіровачных і іншых будаўнічых работ, другія – для вузкаспецыяльных (перамяшчэнне розных матэрыялаў у абмежаваных умовах ці перамяшчэнне матэрыялаў устаноўленага віду і г.д.).

Бульдозеры класіфіцыруюцца па сістэме кіравання адвалам – з механічным (канатна-блочным) і гідраўлічным; па спосабу ўстаноўкі адвала – непаваротным (неўніверсальным) і паваротным (універсальным); па магутнасці сілавой устаноўкі і намінальнаму цягавому намаганню. Па намінальнаму цягавому намаганню і магутнасці рухавіка бульдозеры падраздзяляюцца:

Тып	Цягавое намаганне	Магутнасць рухавіка, кВт
Звышцяжкія	300	220
Цяжкія	200...300	110...220
Сярэднія	140...200	55...110
Лёгкія	30...140	25...55
Малагабарытныя	30	25



Рыс.7.6. Бульдозер ДЗ-42:

1- адвал; 2-гідрацыліндр; 3-трубаправод; 4-штурхач; 5- базавы трактар; 6- папярочная бэлька.

Бульдозернае абсталяванне складаецца з рабочага органа (адвала), штурхача і сістэмы кіравання адвалам. Адвал выконваец-

ца зварным, кривалінейнага сячэння, знізу яго замацоўваюцца з'ёмныя нажы. Пры дапамозе штурхача адвал злучаецца з базавым цягачом. (рыс. 7.6). Для зразання грунту на адкосах да адвала ўмацоўваюць адкоснікі і пашыральнікі.

Галоўным параметрам бульдозераў з'яўляецца намінальнае цягавое намаганне трактара ці цягача, а асноўным – эксплуатацыйная маса бульдозера, скорасць рабочага і халастога (адваротнага) ходу; сярэдні ціск на грунт хадавой часткі, удзельнае гарызантальнае намаганне і вертыкальны ціск на рэжучай кромцы нажа.

Прадукцыйнасць бульдозера пры рэзанні і перамяшчэнні грунту вызначаецца паводле формул (7.6, 7.7, 7.8).

Агрэгат КБК. Уяўляе сабою гусенічны трактар з навесным зменным рабочым абсталяваннем, які складаецца з карчавальніка, бульдозера і канавакапальніка.

Абсталяванне і аснастка агрэгата КБК аналагічныя серыйна выпускаемым. Базавым КБК з'яўляецца трактар Т-100 МГП. Карчавальнік рычажнага тыпу ці плужны канавакапальнік у КБК навешваюць на трактар ззаду, а бульдозер непаваротнага тыпу ўмацоўваюць спераду.

Калі агрэгат КБК створаны на базе трактара ДЭТ-250, тады бульдозер непаваротнага тыпу ці карчавальнік навешваюць спераду, а канавакапальнік тыпу НОК-800 (навесны аднаадвальны канавакапальнік) – ззаду. Агрэгат КБК абслугоўвае адзін вадзіцель.

Скрэперы. Прызначаны для паслойнага зразання грунту з наборам у коўш, перамяшчэння яго і паслойнай адсыпкі пры ўзвядзенні насыпу, распрацоўцы выемкаў, а таксама для розных планіровачных і іншага віду земляных работ. Іх прынята класіфікаваць па наступным асноўным прыметам:

-ёмістасці каўша: малой – да 3 м^3 , сярэдняй – ад 3 да 10 м^3 і вялікай – больш за 10 м^3 ;

-спосабу перамяшчэння: прычাপныя, паўпрычাপныя, самаходныя;

-спосабу загрузкі каўша: з выкарыстаннем сілы цягі базавага трактара ці цягача і з механізаванаю (элеватарнаю) загрузкаю;

-спосабу разгрузкі грунту з каўша: са свабоднай (самозвальнай) наперад ці назад; з паўпрамусовай і прымусовай;

-па сістэме кіравання: з механічным канатна-блочным кіраваннем і гідраўлічным. Гідраўлічная сістэма кіравання забяспечвае прымусовае заглыбленне нажа ў грунт.

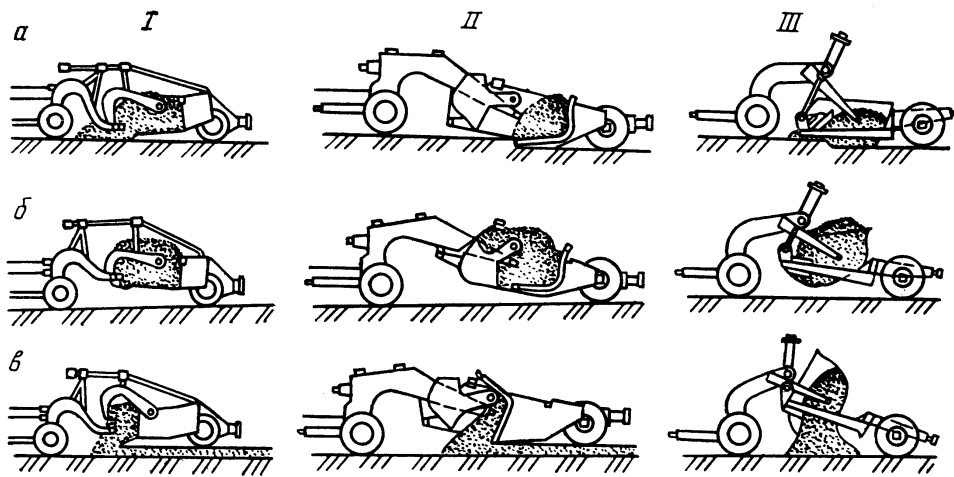
Схемы ўстройвання і работы скрэпераў паказаны на рыс. 7.7.

У сувязі з шырокім прымяненнем у дарожных машынах

гідраўлічнага прывода пачынае ўкараняцца найбольш перспектыўны спосаб разгрузкі каўша ад гунту – прымусовы, які забяспечвае поўную яго разгрузку.

Прымусовы спосаб разгрузкі каўша прымяняецца ў самаходных скрэперах.

Асноўнымі параметрамі скрэпера з'яўляюцца: магутнасць рухавіка, маса машыны, яе габарытныя размеры, максімальная таўшчыня зразаемага слоя гунту, рабочыя і транспартныя скорасці, база і каляіна машыны, размеркаванне масы па восях скрэпера і інш. У якасці галоўнага параметра прымаецца геаметрычная ёмістасць каўша.



Рыс. 7.7. Агульныя прынцыповыя схемы ўстройвання і работы скрэпераў:
 I- скрэпер з прымуовай разгрузкай; II-скрэпер з паўпрымуовай разгрузкай;
 III-скрэпер з свабоднай разгрузкай; а-загрузка каўша; б- транспартнае палажэнне;
 в- выгрузка гунту з каўша.

Эксплуатацыйная прадукцыйнасць скрэпера (m^3/h) вызначаецца паводле формулы

$$П = 3600qk_n k_b / T_u k_p ,$$

дзе q - геаметрычная ёмістасць каўша, m^3 ; k_n - каэфіцыент нападнення каўша, прымаюць па табл. 7.3 у залежнасці ад тыпу гунту; k_b - каэфіцыент выкарыстання машыны на працягу часу (0,8...0,85); k_p - каэфіцыент разрыхлення гунту (табл. 7.3); T_u - працягласць рабочага цыклу, (с), які вызначаецца паводле формулы

$$T_u = \frac{l_n}{V_1} + \frac{l_2}{V_2} + \frac{l_p}{V_3} + \frac{l_x}{V_4} + 2t_{нав} + nt_{неp} ,$$

дзе l_p - даўжыня шляху напаўнення каўша скрэпера грунтом, (м) вызначаецца паводле формулы

$$l_n = \frac{qk_n k_n}{0,7b_n h k_p},$$

дзе k_n - каэфіцыент, які ўлічвае страты грунту пры ўтварэнні прызмы валачэння і бакавых валікаў: (для пяску і скрэпераў з ёмістасцю каўша $15 \text{ м}^3 - k_n = 1,32$; $10 \text{ м}^3 - k_n = 1,28$; $6 \dots 1,17$; $1,22$; для суглінка – k_n роўны $1,09$; $1,1$; для гліны k_n роўны $1,05$; $1,05$ і $1,1$; $0,7$ - каэфіцыент, які ўлічвае нераўнамернасць таўшчыні стружкі; b_n - даўжыня нажа скрэпера, м; h - таўшчыня зразаемай стружкі, м; l_{sp} - даўжыня шляху транспартвання грунту да месца ўкладкі, м; l_p - даўжыня шляху разгрузкі грунту з каўша, м; $l_p = qk_n/Bh_c$ (h_c - таўшчыня адсыпаемага слоя грунту, м); l_x - даўжыня пуці перамяшчэння парожняга скрэпера да месца набору грунту; V_1 - скорасць руху скрэпера пры напаўненні каўша грунтом, м/с $V_1 = (0,65 \dots 0,8) V_2$, дзе V_1 - скорасць руху трактара-цягача (скрэпера) на I перадачы; V_2 - скорасць руху скрэпера пры транспартаванні грунту, м/с, $V_2 = (0,55 \dots 0,75)V_{max}$, дзе V_{max} - скорасць руху скрэпера на павышанай перадачы, м/с; V_3 - скорасць руху скрэпера пры разгрузцы каўша, м/с ($V_3 = V_1$); V_4 - скорасць руху скрэпера ў парожнім стане да месца забою, м/с, $V_4 = (0,75 \dots 0,85)V_{max}$; $t_{нав}$ - час, затрачваемы на адзін паварот, роўны $15 \dots 30$ с; n - колькасць пераключэнняў перадач на працягу аднаго рабочага цыкла, што залежыць ад характара пуці руху: пры руху па роўнай мясцовасці можна прымаць $n = 4$; $t_{пер}$ - час неабходны на пераключэнне перадач, роўны $4 \dots 6$ с.

Табліца 7.3

Значэнне k_n і k_p

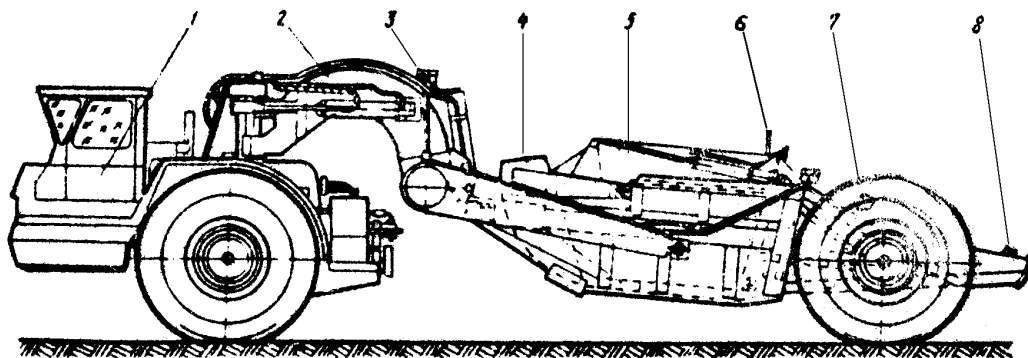
Тып грунту	Каэфіцыент напаўнення	Каэфіцыент разрыхлення
Пясок сухі	0,6...0,7	1,05...1,10
Пясок вільготны 12...15%	0,7...0,9	1,10...1,20
Супесак, суглінак вільготнасці 4...6%	1,1...1,2	1,20...1,40
Гліна	1,0...1,1	1,25...1,35

Прадукцыйнасць скрэпераў залежыць ад правільнай ўстаноўкі рабочых органаў, іх палажэння ў працэсе заразаня, напаўнення каўша і яго разгрузкі. Напрыклад, для прычাপнога скрэпера з каўшом умяшчальнасць $6,3 \text{ м}^3$ пры адлегкасці перавозкі l , роўнай 100 м, 250 , 500 , 1000 і 1500 м, яго прадукцыйнасць Π будзе адпаведна $136 \text{ м}^3/\text{г}$,

105, 73, 43 і 31 м³/г.

Прадукцыйнасць скрэпера шмат у чым залежыць ад эфектыўнага запаўнення каўша грунтом, г.зн. ад палажэння пярэдняй засланкі ў адносінах да нажоў. У першым перыядзе заразання, калі грунт свабодна перамяшчаецца ад нажоў да задняй сценкі і накопліваецца на дне каўша, засланка павінна быць паднятай на вышыню 0,6...0,7 м. У другім перыядзе, калі грунт пад дзеяннем напору праз шчыліну паміж пярэдняй засланкай і днішчам запаўняе пярэдняю частку каўша, засланка павінна быць апушчана ў палажэнне, калі зазор паміж ёю і нажамі не перавышае пры рабоце ў незвязных і рыхлых грунтах 0,2 м, а пры рабоце ў звязных грунтах – 0,4 м. У трэцім перыядзе, калі грунт паступае ў коўш пад моцным напором, які неабходны для таго, каб адсунуць частку грунту ў каўшу, стружка павінна быць шчыльнай і мець дастатковую таўшчыню. Неабходна каб засланка ў гэты перыяд была дададова прыпаднята яшчэ на 0,1...0,15 м, забяспечваю агульны зазор 0,30...0,35 м.

Канструктыўная схема скрэпера ДЗ-13 паказана на рыс. 7.8.



Рыс.7.8. Скрэпер ДЗ-13:

1- аўтацягач БелАЗ-351; 2- перадак; 3- гідраўлічная сістэма; 4-засланка; 5- коўш; 6-задняя сценка; 7-пнеўмаабсталяванне; 8- электраабсталяванне.

Грэйдэры і аўтагрэйдэры. Прымяняюць для прафілявання дарожнага палатна, узвядзення невысокіх насыпаў (да 1,2 м), устройвання карыта і бакавых канаў, планавання землянога палатна і адкосаў насыпаў, выемкаў і перамешвання гравійных матэрыялаў са стабілізуючымі дабаўкамі, а таксама для рамонту і ўтрымання дарог. У зімовы час іх выкарыстоўваюць для ачысткі дарог ад снегу.

Грэйдэры класіфікуюць па масе і магутнасці, тыпу колавай схемы і трансмісіі, кіраванню рабочым органам.

Найбольш распаўсюджана колава схема (формула) $1 \times 2 \times 3$, гэта значыць аўтагрэйдар мае адну вось кіруючую дзве вядучыя і тры агульныя.

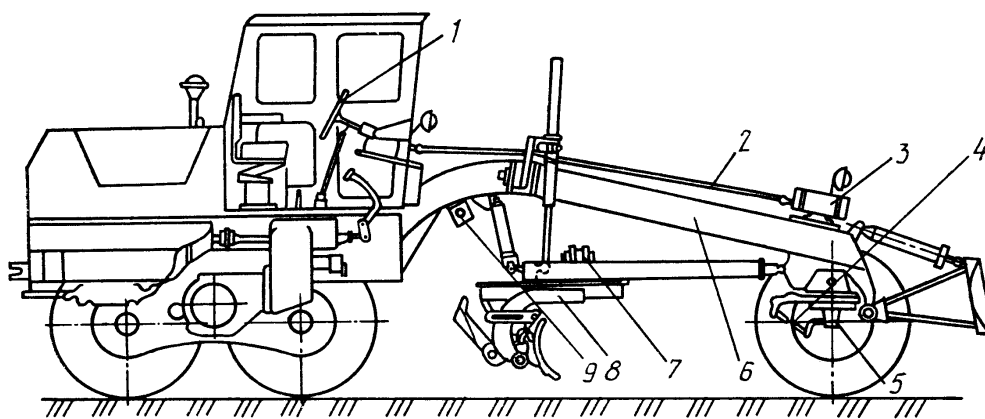
Грэйдэры бываюць прычাপныя, якія працуюць у счэпе з трактарамі і самаходныя, якія называюцца аўтагрэйдэрамі. Прычাপныя грэйдэры адрозніваюцца ад аўтагрэйдэраў больш высокай праходнасцю на слабых і забалочаных грунтах і дазваляюць выкарыстоўваць трактары з другім прычাপным абсталяваннем. Аднак прычاپныя грэйдэры значна ўступаюць аўтагрэйдэрам у прадукцыйнасці, манеўранасці і транспартнай скорасці. Акрамя таго, для работы на прычাপным грэйдэры з механічным кіраваннем патрабуецца два чалавека (машыніст трактара і машыніст грэйдэра), у той час як для работы на аўтагрэйдэры – толькі адзін чалавек (машыніст аўтагрэйдэра).

Прычاپныя грэйдэры падзяляюцца на: лёгкія – для работы з трактарамі класу 30...40 кН і цяжкія – для работы з трактарамі класу 100...120 кН. Па тыпу кіравання рабочымі органамі яны могуць быць з ручным, механічным ці гідраўлічным кіраваннем, а па тыпу хадавых колаў – на металічных ці на колах з пнеўмашынамі.

Галоўнымі вузламі прычاپных грэйдэраў з'яўляюцца рабочае і хадавое абсталяванне, механізмы кіравання, асноўная і цягавая рама, дышаль.

Аўтагрэйдэры па масе і магутнасці рухавіка дзеляць: на лёгкія ($Q = 7...9$ т; $N = 45...55$ кВт); сярэднія ($Q = 10...12$ т; $N = 65...75$ кВт); цяжкія ($Q = 13...15$ т; $N = 120...130$ кВт).

Асноўнымі рабочымі органамі аўтагрэйдэра з'яўляюцца: адвал з нажом і кіркаўшык. Аўтагрэйдэр можа мець зменнае абсталяванне:



Рыс.7.9. Аўтагрэйдэр:

1 – руль; 2 – карданная перадача; 3 – рулявы механізм з гідраўсіліцелем; 4 – механізм павароту колаў; 5 – пярэдняя вось; 6 – асноўная рама; 7 – аўтамат “Профіль-1”; 8 – асноўны рабочы орган; 9 – электрагідраўлічны размеркавальнік.

снегаачышчальнік, фрэзу і інш.

Да дапаможнага абсталявання грэйдэра адносяцца: падаўжальнік, які служыць для падаўжэння адвала і павелічэння шырыні захопу пры выкананні планіровачных работ; адкоснік, прызначаны для прафілявання трохвугольных і трапецападобных бакавых канаваў, і планіроўшчык для прафілявання адкосаў насыпаў і выемкаў пры руху грэйдэра па броўцы землянога палатна.

Канструкцыйная схема аўтагрэйдэра паказана на рыс. 7.9.

Прадукцыйнасць аўтагрэйдэра вызначаецца яго асноўнымі параметрамі: размерамі нажа, магутнасцю рухавіка, цягавым намаганнем на калёсах і ўмовамi работы (тэхналогіяй работ, тыпам грунту і г.д.).

Эксплуатацыйная прадукцыйнасць аўтагрэйдэра пры выразанні і перамышчэнні грунту, змешанні матэрыялу на земляным палатну дарогі ($\text{м}^3/\text{г}$) вызначаецца паводле формулы

$$P_3 = \frac{bhVk_r}{n} 1000.$$

Пры планаванні дарогі

$$P_n = \frac{bVk_r}{n} 1000.$$

Пры нарэзцы кюветаў

$$P_k = \frac{Vk_r}{n} 1000,$$

дзе b , h - шырыня і сярэдняя таўшчыня стружкі, м (пры трохвугольнай стружцы $h = 2F/b$, F - плошча стружкі, якую вызначаюць, м^2); V - рабочая скорасць руху аўтагрэйдэра, км/г; k_r - каэфіцыент выкарыстання машыны на працягу часу; n - колькасць праходаў па аднаму месцу.

Шырыня стружкі вызначаецца з улікам вугла ўстаноўкі адвала ў плане адносна падоўжанай восі машыны ($\alpha = 60^\circ$), тады

$$b = B \sin \alpha,$$

дзе B - шырыня адвалу, м.

Пры гэтым павінна ўлічвацца шырыня перакрыцця, роўная 20...30 см.

Рабочая скорасць V руху машыны вызначаецца з улікам тэхнічнай характарыстыкі машыны і для розных відаў работы прымаюць роўнай: наразанне кюветаў, рэзанне і перамышчэння грунту – 2...3 км/г; размеркаванне матэрыялу па палатну дарогі, планаванне – 5...6 км/г; змяшанне грунту і канчатковае планаванне – 8...9 км/г; ачыстка ад

снегу – 10...15 км/г.

Колькасць праходаў па аднаму месцу залежыць ад віду работы, напрыклад, пры планаванні $n = 3...4$, уборцы снегу $n = 1$ і г. д.

Экскаватары. Гэта землярыяныя машыны, якія прызначаны для капання грунту і іншых парод, а таксама пагрузкі матэрыялу на транспартныя сродкі ці адсыпкі яго ў адвал.

Па прынцыпу работы экскаватары падраздзяляюцца на машыны перыядычнага (аднакаўшовыя) і бесперапыннага дзеяння (шматкаўшовыя).

Рабочы працэс аднакаўшовых экскаватараў складаецца з наступных аперацый: аддзяленне рэжучай кромкай каўша стружкі грунту ад масіву з адначасовым напаўненнем каўша, перамяшчэнне і разгруз-ка каўша і вяртанне яго ў забой. У шматкаўшовых экскаватарах гэтыя аперацыі сумешчаны, дзякуючы чаму іх прадукцыйнасць вышэй, чым у аднакаўшовых. Аднак пры збудаванні дарог найбольшае распаўсюджванне атрымалі аднакаўшовыя экскаватары, пераважнасць якіх заключаецца ў іх універсальнасці, г.зн. магчымасці прымянення як на земляных работах незалежна ад катэгорыі грунту, так і на пагрузачна-разгрузачных.

Шматкаўшовыя экскаватары прымяняюцца ў асноўным для капання аднародных грунтоў, якія не маюць буйных каменных уключэнняў, для капання траншэй, а таксама на раскрыўных работах у горназдабыўнай прамысловасці.

Акрамя таго, экскаватары класіфікуюць і па другім канструкцыйным прынцыпам: па тыпу хадавога абсталявання – гусенічныя, пнеўмаколавыя, шагаючыя; па тыпу прывода – з механічным, гідраўлічным, гідрадынамічным, электрычным ці змешаным прыводам; па колькасці рухавікоў – аднарухавіковыя і шматрухавіковыя.

Аднакаўшовыя экскаватары па назначэнню дзеляцца на тры асноўныя групы: будаўнічыя з каўшом 0,15...5 м³, кар’ерныя з каўшом 4-8 м³ і раскрыўныя з каўшом ёмістасцю больш за 6 м³. Будаўнічыя прызначаны для земляных работ у будаўніцтве.

Па ступені ўніверсальнасці аднакаўшовыя экскаватары дзеляцца на ўніверсальныя, паўніверсальныя і спецыяльныя.

Універсальныя прызначаюцца для работы з рознымі відамі зменнага абсталявання: прамою і адваротнаю лапатай, драглайнам, кранаваю стралой, круковаю падвескаю ці з грэйдэрам, капром для забіўкі свай, рыхліцелем мёрзлага грунту і г.д.

Паўніверсальныя, акрамя асноўнага рабочага абсталявання, маюць адзін ці два віда дадатковага зменнага абсталявання. Такія

екскаватары аснашчаюць прамой лапатай, драйгланам і ў некаторых выпадках кранам.

Спецыяльныя экскаватары маюць толькі адзін від абсталявання: драглайн ці прамую лапату.

Аднакаўшовы экскаватар складаецца з наступных асноўных частак: хадавога абсталявання, паваротнай платформы і рабочага абсталявання.

Асноўным відам зменнага рабочага абсталявання экскаватараў з'яўляюцца прамая і адваротная лапаты ці драглайн.

Эксплуатацыйная прадукцыйнасць аднакаўшовага экскаватара ($\text{м}^3/\text{г}$) вызначаецца паводле формулы

$$P = \frac{3600qk_n k_b k_y}{T_u k_p}.$$

дзе q - геаметрычная ёмістасць каўша, м^3 ; k_n - каэфіцыент напаўнення каўша грунтом, які роўны для экскаватара з прамой лапатай $1,05 \dots 1,2$, для драглайна – $0,9 \dots 1,15$; k_b - каэфіцыент выкарыстання машыны на працягу часу, роўны $0,85 \dots 0,95$; k_y - каэфіцыент уплыву якасці сістэмы кіравання машыны і кваліфікацыі машыніста, роўны $0,81 \dots 0,98$; T_u - працягласць цыкла, для экскаватара з прамой лапатаю і ўмяшчальнасцю каўша да 3 м^3 роўны $16 \dots 17$ с; k_p - каэфіцыент разрыхлення грунту.

7.7. Машыны для ўшчыльнення землянога палатна і дарожнага адзення

Агульныя паняцці. Фізічная сутнасць працэса ушчыльнення грунтоў заключаецца ў тым, што пад дзеяннем рабочых органаў ушчыльняючых машын адбываецца ўзаемнае збліжэнне часцінак грунту і выдаленне з яго паветра і вільгаці.

Грунты, якія адсыпаюцца ў насып і другія збудаванні, і матэрыялы дарожнага адзення могуць ушчыльняцца натуральным шляхам і штучна пры дапамозе машын і прылад. У дарожным будаўніцтве найбольшае распаўсю-джванне атрымала штучнае ўшчыльненне.

Існуюць тры прынцыпова розныя спосабы штучнага ўшчыльнення грунтоў: уезджванне, трамбаванне і вібраванне.

Ушчыльненне ўезджваннем адбываецца ў выніку ціску, ствараемага вальцамі, якія пераязджаюць па паверхні ушчыльняемага матэрыялу. Трамбаванне выконваецца ўдарамі рабочых органаў машыны,

вібрыраванне – перадачаю грунту хістальнага руху.

Машыны для ўшчыльнення грунтоў па прынцыпу ўздзеяння на ўшчыльняемы грунт і матэрыял класіфікуюцца на машыны статычнага, ударнага і вібрацыйнага дзеянняў. Акрамя таго, па спосабу перамяшчэння яны класіфікуюцца на прычাপныя, паўпрычাপныя і самаходныя; па канструкцыі ўшчыльняючых вальцаў – на пнеўматычных шынах, рашоцістыя, кулачковыя, гладкія, з грузамі, якія падаюць.

У дарожным будаўніцтве найбольшае распаўсюджванне атрымалі прычাপныя каткі з гладкімі вальцамі, кулачковыя, на пнеўматычных шынах, рашоцістыя, вібрацыйныя. Самаходныя ў асноўным выкарыстоўваюцца для ўшчыльнення матэрыялу дарожнага адзення.

Каткі з гладкімі вальцамі. Прымяняюцца для ўшчыльнення слоя звязных і малазвязных грунтоў таўшчынёю не больш 0,25 м. Гэтыя каткі цяпер уступаюць месца кулачковым, як больш эфектыўным.

Кулачковыя каткі. Прымяняюцца як і каткі з гладкімі вальцамі, для ўшчыльнення звязных і малазвязных грунтоў. Яны маюць высокую прадукцыйнасць, а таўшчыня слоя ўшчыльнення можа дасягаць 0,35 м. Кулачковыя прычاپныя каткі выпускаюцца трох тыпаў: лёгкія (ККЛ), маса катка 5 т; сярэдня (ККС) – 10 т і цяжкія (ККЦ) – 12,5 т. Рабочым органам з’яўляюцца вальцы, на якіх зманціраваны з дапамогай бандажа кулачкі. Колькасць кулачкоў для лёгкіх і сярэдных каткоў 20...25 шт. на 1 м² паверхні вальца.

Каткі на пнеўматычных шынах. Яны бываюць з кузавам (для загрузкі баласта) ці рамай (для загрузкі бятонных пліт ў якасці баласту), прымяняюцца для ўшчыльнення звязных і незвязных грунтоў, таўшчыня слоя ўшчыльнення можа дасягаць 0,5 м. Яны больш эфектыўныя і маюць шэраг пераваг у параўнанні з кулачковымі каткамі, каткамі з гладкімі вальцамі. Пры перадачы ціску на грунт у каткоў з гладкімі (цвёрдымі) вальцамі даўжыня хорды (кантакту), па якой каток абапіраецца на ўшчыльняемы грунт, па меры ўшчыльнення грунту змяншаецца. Гэта змяншае глыбіню ўшчыльнення і павышае ціск, у выніку чаго паўторныя праходы павялічваюць шчыльнасць слоя грунту толькі ў яго верхняй часці.

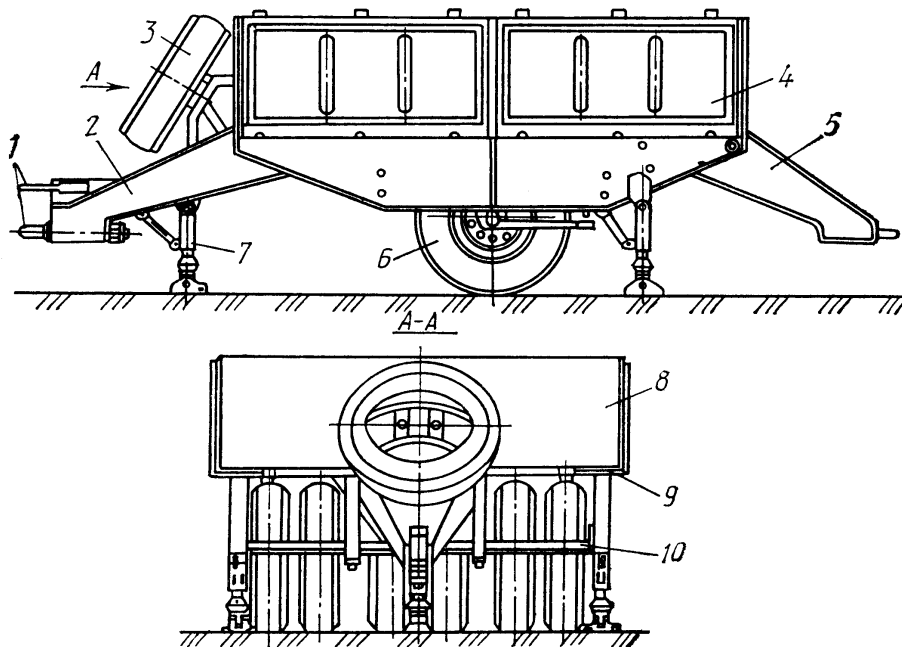
Пры рабоце каткоў на пнеўматычных шынах грунт знаходзіцца ў напружаным стане больш доўгі час, чым пры рабоце каткоў з цвёрдымі вальцамі, так як з прычыны эластычнасці шын плошча іх кантакту з паверхняй грунту значна большая, і сувязі з гэтым ён нагружаны больш працяглы час. Асобай вартасцю пнеўмакаткоў з’яўляецца магчымасць рэгуляваць ціск на грунт шляхам змянення ціску паветра ў шынах. Таму колькасць праходаў пнеўмакаткоў па аднаму следу не

перавышае трох-чатырох, г.зн. у 1.5-2 разы менш, чым каткоў з гладкімі і кулачковымі вальцамі пры ўшчыльненні аднолькавага грунту.

Асноўным паказчыкам прычাপных каткоў на пнеўматычных шынах з'яўляецца іх маса. Каткі выпускаюць чатырох тыпаў: лёгкія (КШЛ) масаю – 4 т, сярэднія (КШС) – 8 т, цяжкія (КШЦ) – 16 т і асабліва цяжкія (КША) – 25 т. Да найбольш распаўсюджаных у цяперашні час прычاپных каткоў на пнеўматычных шынах адносяцца (ДУ-4(Д-263), ДУ-30(ДУ-625), ДУ-39(Д-703). Каток ДУ-4 мае масу 6 т, ДУ-30 – 12,15; ДУ-39 – 8 т.

Прычাপны каток ДУ-4 уяўляе сабою цельнаметалічную канструкцыю (рыс.7.10). Кузаў выкананы разам з рамай і асноўным дышлям. Рама катка складаецца з чатырох падоўжаных бэляк каробкавага сячэння, звязаных паміж сабой папярочкамі. Задняя папярочка выканана здымнай, што дае магчымасць выкачваць кола пры дэмантажу. Дышаль карабкавага сячэння звараны з ліставага пракату і цвёрда злучан з унутранымі сценамі сярэдніх падоўжаных бэляк і днішчам кузава. На дышлю ўстаноўлена здвоеная счэпная прылада для счэпкі з трактарам ці аўтамабілем. Колавы ход складаецца з шасці колаў – па два на кожнай паўвосі.

Прадукцыйнасць каткоў на пнеўматычных шынах ($m^3/змену$) вызначаецца паводле формулы



Рыс.7.10. Прычাপны каток на пнеўматычных шынах ДУ-4:

1- счэпнае ўстройства; 2- дышаль; 3- запаснае кола; 4- адкідная сценка; 5- здымны дышаль; 6- кола; 7- дамкрат; 8- кузаў; 9- замок; 10- ачышчальнік колаў.

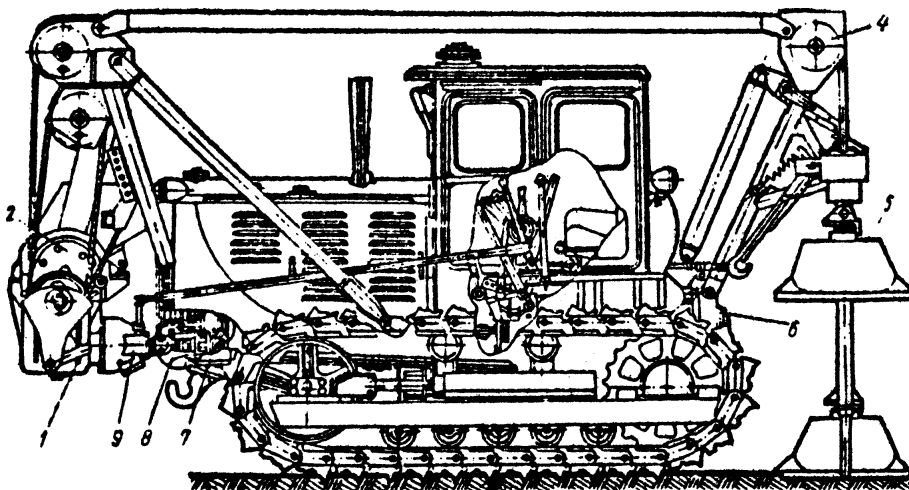
$$\Pi = \frac{TLH(B-a)k_r}{(L/V + t_n)n},$$

дзе T – працягласць змены, г; L – даўжыня ўчастка ўшчыльнення, м; H – таўшчыня ўшчыльняемага слоя, м; B – шырыня ўшчыльняемай паласы, м; a – перакрыцце следу катка, м; k_r – каэфіцыент выкарыстання рабочага часу; V – рабочая скорасць руху катка, м/г; t_n – час затрачваема на павароты ў канцы ўкладваемага ўчастка, г; n – колькасць праходаў па аднаму месцу.

Крацістыя каткі. З’явіліся параўнальна нядаўна, па канструкцыі падобныя на гладкія ці кулачковыя каткі і адрозніваюцца тым, што іх вальцы выкананы з рашоткі. Краты – плечы з круглай сталі дыяметра 35...40 мм. Пруткі ў месцах перасячэння звараны. Рашотка можа быць літай. У гэтым выпадку валец збіраецца з асобных звёнаў. Дыяметр вальцоў прычাপных рашэцістых каткоў выбіраецца ў межах 1500...2300 мм.

Асабліва эфектыўныя крацістыя каткі пры ўшчыльненні грунту з змёршымі камамі і глыбамі, якія адначасова змяльчаюць і ўшчыльняюць іх. Крацістыя каткі прымяняюць таксама для ўшчыльнення сухіх камякаватых грунтоў.

Вібрацыйныя каткі. Прызначаюцца для ўшчыльнення незвязных і малазвязных грунтоў. Яны могуць быць з гладкімі вальцамі, кулачковыя і рашэцістыя, найбольшае распаўсюджванне атрымалі прычاپныя і самаходныя каткі з гладкімі металічнымі вальцамі. Эфектыў-



Рыс.7.11. Трамбовачная машына ДУ-12Б:

1- рэдуктар; 2- крывашыпна-паліспастны механізм; 3,4- перадняя і задняя падвеска; 5- трамбавальная пліта; 6- хода-памяшчальнік; 7- пераходны фланец; 8- карданны вал; 9- муфта счাপлення.

насць вібрацыйных каткоў па глыбіні ўшчыльнення грунтоў у сярэднім у пяць разоў перавышае эфектыўнасць каткоў статычнага дзеяння.

Самаходныя каткі з гладкімі вальцамі статычнага дзеяння. Прымяняюцца для канчатковага ўшчыльнення дарожных пакрыццяў з розных будаўнічых матэрыялаў. Яны бываюць двухвосныя двухвальцавыя, двухвосныя трохвальцавыя, трохвосныя трохвальцавыя.

Трамбавальныя машыны. Прызначаны для ўшчыльнення розных відаў грунтоў на глыбіню да 1,5...2 м. Найбольшае распаўсюджванне атрымалі трамбовачныя машыны, якія маюць навеснае абсталяванне на гусенічным трактары, на экскаватарах (рыс. 7.11).

7.8. Машыны для будаўніцтва дарожнага адзення лесавозных аўтамабільных дарог

Агульныя палажэнні. На лесавозных аўтамабільных дарогах найбольшае распаўсюджванне атрымала гравійнае, грунташчэбневае (без апрацоўкі і з апрацоўкай вяжучымі) дарожнае адзенне, а таксама адзенне з умацаванага вяжучымі матэрыяламі грунту і грунтовае адзенне, паляпшанае мінеральнымі дабаўкамі.

Для будаўніцтва ўказанага дарожнага адзення неабходны машыны для: перапрацоўкі і сартыроўкі каменных матэрыялаў; размеркавання дарожна-будаўнічых матэрыялаў; і для ўшчыльнення матэрыялу.

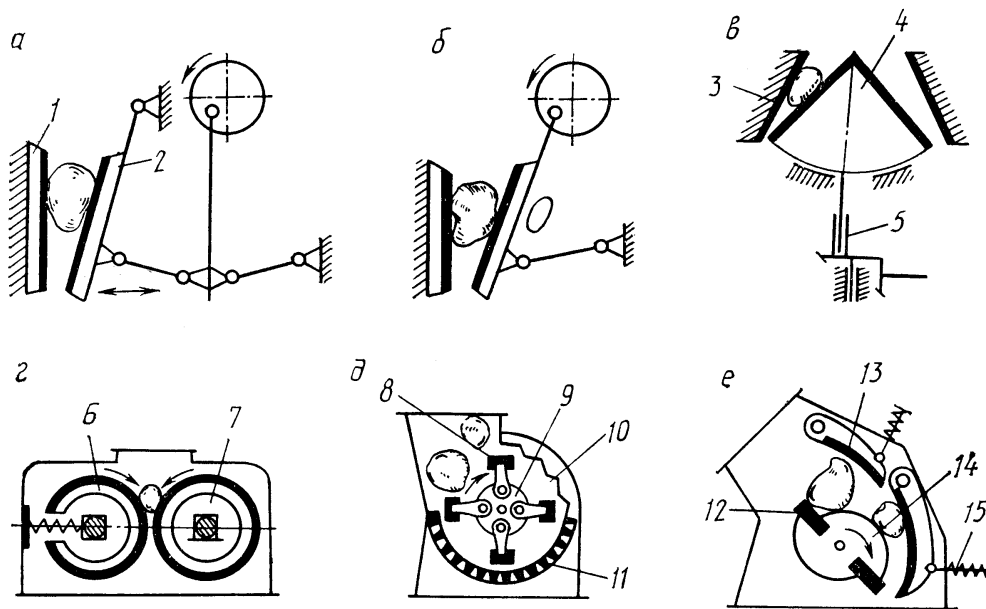
Каменедрабілкі. Каменны матэрыял можна драбніць рознымі спосабамі: расціскваннем, расколваннем, ударам, сціраннем. Адрозніваюць буйнае (размер часцінак 70...300 мм) сярэдняе (20...70 мм) і дробнае (1...20 мм) драбленне.

У залежнасці ад спосабу драблення драбілкі бываюць (рыс. 7.12) шчэкавыя, конусныя, валковыя, ударнага дзеяння (малатковыя і ротарныя). Для памолу каменных матэрыялаў прымяняюць млыны – шаравыя, стрыжневыя (шпеневыя) і вібрацыйныя.

Сартавальныя машыны (прасявальнікі). Прызначаны для механічна-га раздзялення шчэбню, гравію, пяску і іншага сыпучага матэрыялу на класы па буйнасці. Рабочым органам грохата з'яўляецца рухомая прасейваючая паверхня. Сартавальныя машыны класіфікуюць у адпаведнасці з наступнымі прыметамі па тыпу паверхні прасявання – каласніковыя, штампаваныя і плеченыя; па характару руху паверхні, якая прасейвае – на нерухомыя, якія калышуцца, вібрацыйныя, вярчальныя; па форме паверхні прасявання – на плоскія і цыліндрычныя; па месцазнаходжанню паверхні прасявання у прасторы – на

гарызантальныя і нахіленыя.

Найбольшае распаўсюджванне маюць нахіленыя і гарызантальныя вібрацыйныя грохаты с паверхняй прасявання у выглядзе плоскіх сітаў і рэшатаў.



Рыс.7.12. Схемы каменедрабільных машын:

a- шчокавая з простым рухам шчакі; *б*- шчокавая са складаным рухам шчакі; *в*- конусная; *г*- валковая; *д*-малатковая; *е*- ротарная; 1- нерухома шчака; 2- рухома шчака; 3- нерухома вонкавы конус; 4- рухома ўнутраны конус; 5- эксцэнтрыковая ўтулка; 6,7- валкі; 8- малаткі; 9,14- ротар; 10- адбойныя пліты; 11- каласніковая рашотка; 12- біла; 13- адбівальныя пліты; 15- спружына-рэгуляваная прылада выхадной шчыліны.

Паказчыкам, які ацэньвае паўнату раздзялення зыходнага матэрыялу на класы, служыць эфектыўнасць прасявання. *Эфектыўнасцю прасявання* называюць выражанае ў працэнтах ці долях адзінкі вагавыя суадносіны колькасці зярнят, якія прайшлі праз адтуліны сіта, да колькасці зярнят такой жа буйнасці, якія ўтрымліваюцца ў паступіўшым на грохат зыходным матэрыяле. Эфектыўнасць прасявання сучасных вібрагрохатаў складае 85...95%.

Для перамешвання грунтоў, гравія ці шчэбня з вязучымі матэрыяламі неабходна прымяняць спецыяльныя машыны, якія называюцца змешвальнікамі. Найбольш эфектыўнымі з'яўляюцца змешвальнікі фрэзернага тыпу. Да іх адносяцца фрэзы і грунтазмешальныя машыны.

Дарожныя фрэзы. Прызначаны для разрыхлення, змяльчэння і змешвання грунту з вязкімі матэрыяламі і паляпшаючымі дабаўкамі.

Яны таксама могуць прымяняцца для змешвання гравійна-шчэбневага матэрыялу з арганічнымі і мінеральнымі вяжучымі матэрыяламі.

Па спосабу перамяшчэння дарожныя фрэзы раздзяляюць на прычাপныя і навесныя; па прыводу рабочага органа – з прыводам ад рухавіка цягача і ад рухавіка, які ўстаноўлены на фрэзе.

Навясныя фрэзы манціруюцца на гусенічных трактарах і аўтагрэйдэрах. Рабочым органам дарожнай фрэзы з'яўляецца ротарны барабан з спружыннымі лапаткамі, устаноўленымі па вінтавой лініі. Рэгуляванне глыбіні апрацоўкі грунту і пад'ёму фрэзы у транспартнае палажэнне выконваецца з дапамогай гідрасістэмы.

У цяперашні час выпускаецца дарожная навесная фрэза ДС-18А (Д-530А). Прадукцыйнасць яе – 1000-1150 м² аднаго слоя ў змену.

Грунтазмяшальныя машыны. Яны за адзін праход выконваюць наступныя аперацыі: разрыхляюць, здрабняюць грунт, дазіраванне і размяркоўванне вяжучага матэрыялу і вады, змешваюць і папярэдне ўшчыльняюць сумесь.

У цяперашні час прамысловасць выпускае самаходны, аднапраходны многаротарны грунтазмяшальнік на пнеўматычным хаду ДС-16Б.

7.9. Выкарыстанне лесанарыхтоўчай тэхнікі на дарожных работах

У апошні час у лесанарыхтоўчых прадпрыемствах на дарожных работах сталі прымяняць лесанарыхтоўчую тэхніку: тралёвачныя трактары, аўтамабілі, валачныя машыны. Гэта звязана з тым, што лесанарыхтоўчая тэхніка і дарожнае абсталяванне на працягу года не раўнамерна загрузаны на асноўных работах. Так, пескараскідальнікі, водапаліўныя машыны амаль не выкарыстоўваюцца летам, а зімою практычна не прымяняюцца плітаўкладчыкі; зніжаецца патрэбнасць у самазвалах і пагрузачным абсталяванні. Таму эканамічна выгадна мець у леспрамгасах спецыяльнае дарожнае абсталяванне – навеснае, паўпрычাপное і прычাপное.

Пры будаўніцтве, утрыманні і рамонту лесавозных дарог (магістраляў, ветак, вусоў) неабходна прымяняць спецыяльныя машыны і абсталяванне. Так, на ўстройванні лесавозных вусоў шырока прымяняюць інвентарныя пакрыцці з драўніны, хмызняковую высцілку і іншыя, таму на дарожных работах неабходны тралёвачныя трактары, аўтамабілі і спецыяльная тэхніка, створаная на іх базе (шчытаўкладчыкі, сучкападборшчыкі, укладчыкі стужачных пакрыццяў). На будаўніцтве і ўтрыманні снежналедзяных дарог патрабуюцца

раскідальнікі інертнага і цеплаізаляцыйнага матэрыялу, водапаліўныя машыны.

Для ўтрыманьня і рамонту лесавозных дарог патрабуецца спецыяльнае абсталяваньне (пад'ёмнікі плітаў, раманцёры, каткі і інш.).

Галіновымі навукова-даследчымі інстытутамі, ЦНДІМЭ і яго філіяламі і другімі арганізацыямі распрацаваны камплекты дарожна-будаўнічых машын на базе лесанарыхтоўчай тэхнікі для будаўніцтва, утрыманьня і рамонту дарог. Большасць канструкцыі дарожнага абсталяваньня з'яўляецца зменным і ўстанаўліваецца на базавую машыну часова, па меры неабходнасці. Гэтае аб-сталяваньне павінна быць уніфікаваным ў межах комплекта да адной базавай машыны, а таксама прымяняцца на некалькіх базавых машынах (табл. 7.4).

Табліца 7.4

Комплект абсталявання на базе лесанарыхтоўчых машын

Назва і марка машын	Базавая машына	Выконваемыя работы	Замяняемыя агульна-прамысловыя машыны аналагічнага назначэння
1	2	3	4
<i>I. Комплект машын для будаўніцтва землянога палатна</i>			
Карчавальнік ЛД-15	Тралёвачны трактар ТТ-4	Падрыхтоўка трасы	Карчавальнік ЛД-9
Лесадарожная машына ЛД-30	Трактар К-703	Земляныя і планавыя работы	Бульдозер ДЗ-28
Самазвальны кузаў ЛТ-71 або ДМ-2	МАЗ-509, КрАЗ-255Л	Транспартыроўка грунту	Аўтасамазвалы МАЗ-503Б, КрАЗ-256, ЗІЛ-ММЗ-555
Паўпрычэп-самазвал ЛТ-113 ці ДМ-6	Трактары К-700А, К-703	Таксама	Таксама
Паўпрычэп-самазвал ЛТ-143	Трактар Т-157		
Коўш да лесапагрузчыка ЛД-34	Лесапагрузчык ПЛ-2	Пагрузка грунту ў транспартныя сродкі	Экскаватар Э-652 і іншыя
<i>II. Комплект машын для будаўніцтва гравійнага пакрыцця</i>			
Самазвальны кузаў ЛТ-71 або ДМ-2	МАЗ-509, КрАЗ-255Л	Транспартыроўка пясчана-гравійных матэрыялаў (ПГМ)	Аўтасамазвалы МАЗ-503Б, КрАЗ-256, ЗІЛ-ММЗ-555
Паўпрычэп-самазвал ЛТ-113 ці ДМ-6	Трактары К-700А, К-703	Таксама	Таксама
Коўш да лесапагрузчыка ЛД-34	Лесапагрузчык ПЛ-2	Пагрузка ПГМ	Экскаватар Э-652 і іншыя

Заканчэнне табліцы 7.4

1	2	3	4
Лесадарожная машына ЛД-30	Трактар К-703	Планавыя работы	Аўтагрэйдэр
Самазвальны кузаў ЛТ-71 або ДМ-2	МАЗ-509А КрАЗ-255Л	Таксама	Таксама
Коўш да лесапагрузчыка ЛД-34	Лесапагрузчык ПЛ-2	Пагрузка сыпучых матэрыялаў	Экскаватар
Пад'ёмнік пліт ЛД-33	Таксама	Рамонт пакрыццяў (каляёвых) з ж/б пліт	Аўтакран
Дарожна-рамонтная машына ЛД-23 "Раманцёр"	МАЗ-509А	Таксама	Таксама
Водапалівальная машына ВМ-6А	МАЗ-509А	Паліванне зімовых дарог, абяспыльванне летам	Паліваная машына
ЛД-21 або ЛД-21А або ДМ-3	Таксама КаМАЗ-10 КрАЗ-255Л		
Пяскараскідвальнік ДМ-1 або ДМ-2	МАЗ-509А	Пасыпка зімовых дарог пясчанымі матэрыяламі	Пяскараскідальнікі КО-105, ПР-130
<i>III. Камплект машын для будаўніцтва часовых машын</i>			
Агрэгат ЛД-18	Трактар ТТ-4	Падрыхтоўка асновы	Бульдозер
Падборшчык леса-сечных адходаў ЛП-23 або ЛТ-108	Трактар ТБ-1	Укладка галля сло-ем	Бульдозер
Самазвальны кузаў ЛТ-71 або ДМ-2	МАЗ-509А КрАЗ-255Л	Транспартыроўка пясчана-гравійнага матэрыялу	Аўтасамазвалы МАЗ-503Б, КрАЗ-256, ЗІЛ-ММЗ-555
Шчытаўкладчык: ЛД-17 ЛД-26 ДТУ-3	Трактар ТБ-1М Трактар ЛП-18 МАЗ-509А	Укладка і перакладка часовых пакрыццяў	Аўтакраны
Аўтапоезд для перавозкі пакрыцця	МАЗ-509	Таксама	Таксама
<i>IV. Камплект машын для ўтрымання і рамонту дарогі</i>			
Лесадарожная машына ЛД-30	К-703	Грайдзіраванне, ачыстка ад снегу зімою	Аўтагрэйдэр, плужны снегаачысціцель
Паўпрычэп-самазвал АТ-113 або ЛТ-143 або ДМ-6	МАЗ-509 Т-157 КрАЗ-255Л, К-703	Транспартыроўка сыпучых матэрыялаў	Аўтасамазвалы МАЗ-503Б, КрАЗ-256, ЗІЛ-ММЗ-555

У цяперашні час на летні перыяд пераабсталёўваюць пад самазвалы лесавозныя аўтамабілі МАЗ-509 (ЛТ-71), КрАЗ-255Л (ДМ-2), а таксама колавыя трактары К-700А (ЛТ-113), К-703 (ДМ-6) і Т-157 (ЛТ-143).

Паўпрычэпы-самазвалы ЛТ-113 і ЛТ-143 маюць аднолькавую хадавую часць (выкарыстана каляска лесавознага прычэпа-ропуска ГКБ-9383 з балансіраванай падвескаю) і механізмам пад'ёму кузава, які складаецца з дзвюх гідрацыліндраў, якія дзейнічаюць на кузаў праз рычагова-балансірую канструкцыю. Гідрацыліндры механізма пад'ёму запазычаны ў лесапагрузчыка П-2. Адрозніваюцца паўпрычэпы –самазвалы ЛТ-113 і ЛТ-143 грузапад'ёмнасцю (167 і 137 кН адпаведна) і базавымі цягачамі.

Для лепшага выкарыстання лесавозных аўтапаяздоў рэкамендуецца пры халастым прабегу перавозіць дарожныя грузы. З гэтай мэтай распрацаваны ўніверсальныя кузавы для аўтамабіляў МАЗ-509, Урал-377, КрАЗ-255Л, на якіх можн перавозіць як хлысты, так і сыпучы матэрыял. Абсталяванне ўяўляе камбінацыю кузава і коніка. Платформа кузава паварочваецца ў гарызантальнай плоскасці, што дае магчымасць перавозіць хлысты. Кузаў разам з конікам можа паднімацца на вугал 50°, дазваляючы перавозіць і разгружаць сыпучыя грузы. На аўтамабілях МАЗ-509 і КрАЗ-255Л пад'ём кузава выконваецца лябёдкаю.

На будаўніцтве і ўтрыманні зімовых дарог прымяняюць наступныя тыпы водапаліўных машын: ЛД-21, ЛД-21А, ДМ-3, ВМ-6А. Водапаліўныя машыны ЛД-21, ЛД-21А і ДМ-3 паўпрычэпныя, у якіх у якасці базавага цягача адпаведна машыны МАЗ-509, КаМАЗ-5410 і КрАЗ-255Л. Водапаліўная машына ВМ-6А распрацавана Паўночным НДІП на базе машыны МАЗ-509, якая мае, акрамя цыстэрні, навеснае абсталяванне (плужны снегаачышчальнік, зманціраваны спераду аўтамабіля). Характэрная асаблівасць водапаліўных машын ЛД-21, ЛД-21А і ДМ-3 наступная: у машынах ЛД-21 і ЛД-21А разрэжанне ствараецца адной вакуум-помпай РВН-40, а ў машыне ДМ-3 – двума, якія працуюць паралельна. У машыне ЛД-21 цыстэрна не мае цеплаізаляцыі, а ЛД-21А і ДМ-3 – маюць яе.

Пры ўтрыманні лесавозных дарог у зімовы перыяд пакрыццё пасыпаюць ПГС. Для гэтай мэты ў цяперашні час створаны канструкцыі пескараскідальнікаў на базе лесавознага аўтамабіля МАЗ-509А: ЛВ-141, ДМ-12 і ДМ-1. Пескараскідальнікі ЛВ-131 і ДМ-12 выкананы як зменнае навеснае абсталяванне на аўтамабілі МАЗ-509А, а ДМ-1 – як паўпрычэпное.

У канструкцыі ЛВ-141 пясок да размеркавальных латкоў падаецца крывашипна-шатуновым механізмам. У задняй частцы кузава ўстаноўлены каленчаты вал з прыводам ад карданнага валу, які ідзе на лябёдку аўтамабіля. На каленчатым валу шарнірна замацаваны чатыры штангі-шатуны.

У канструкцыі ДМ-12 ёсць два транспарцёра, якія падаюць матэрыял. Прывод гэтых транспарцёраў выканан праз два прыціснутыя ролікі ад колаў аўтамабіля і трохступенчатую ланцуговую перадачу.

Для рамонту дарог з калейным пакрыццём з жалезабетонных пліт, бятонкі створана дарожна-рамонтная машына ЛД-23 “Рэманцёр”. Яна складаецца з базавага аўтамабіля МАЗ-509А і замацаванай на раме аўтамабіля здымаемай платформы з энергетычным, грузапад’ёмным і тэхналагічным абсталяваннем.

Для будаўніцтва калейных пакрыццяў лесавозных аўтамабільных дарог з жалезабетонных пліт, драўляных шчытоў, прымяняюць аўтакраны рознага тыпу: шчытаўкладчык ЛД-17, дарожны транспарцёр-укладчык ЛД-14, ДТУ-3.

Аўтакраны, якія выкарыстоўваюць для ўкладкі жалезабетонных пліт і драўляных шчытоў, павінны мець вылет стралы, які забяспечвае пад’ём і ўкладку жалезабетонных пліт даўжынёю 3...6 м і драўляных шчытоў да 6 м, як спереду так і ззаду крана. Пад’ёмная сіла крана павінна быць не менш за 20 кН.

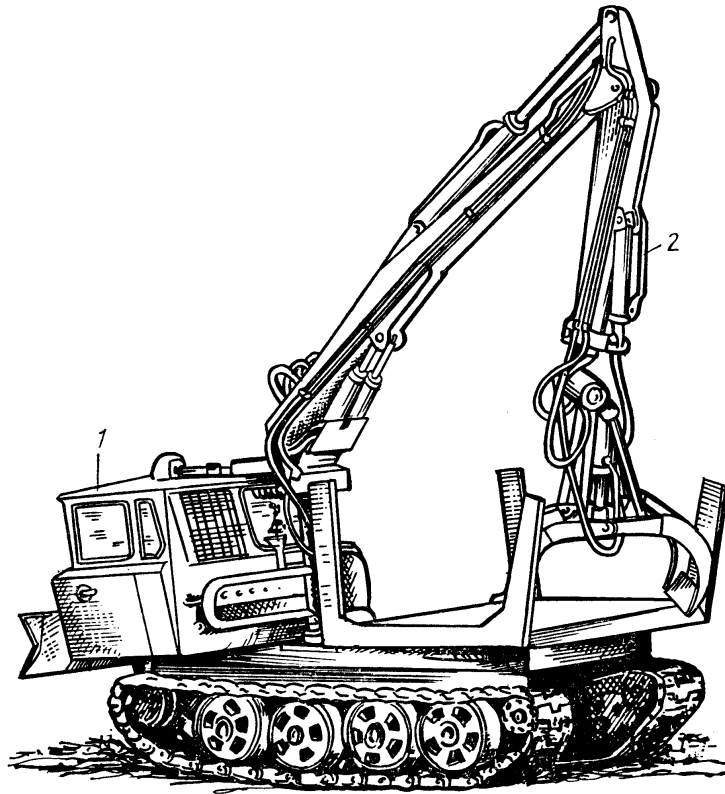
Шчытаўкладчык ЛД-17 (рыс. 7.13) служыць для ўкладкі і разборкі драўляных шчытоў ЛВ-11 і нагельных. Ён таксама дазваляе механізаваць найбольш цяжкія аперацыі – пад’ём і замену шчытоў, рыхтоўку колаправаду, падачу і ўкладку шпалаў і лежакоў асновы. Гэтыя ж аперацыі ён можа выконваць на дарогах з калейным пакрыццём з жалезабетонных пліт.

Шчытаўкладчык створаны інстытутам КарНДІЛП на базе тралёўшчыка ТБ-1, на якім замест коніка ўстанаўліваюць самаперакульную касету для ўкладкі ў яе 4...5 шчытоў, транспарціроўку і разгрузку іх. Да ручкі стралы гідраманіпулятара замест клешчавага захвату замацоўваюць грэйферы.

Дарожны транспарцёр – укладчык ЛД-14 служыць для ўкладкі стужкавых пакрыццяў ЛД-5. Ён з’яўляецца навешаным абсталяваннем на трактары ТДТ-55. На месца тралёвачнага шчыта трактара ТДТ-55 замацоўваюць механізм укладкі, які складаецца з рамы, грузавага, тросавага і накіроўваючага барабана, тормаза і канатна-блочнай сістэмы.

Пры рабоце стужка пакрыцця разматваецца з грузавага барабана і

ўкладваецца паміж гусеніцамі трактара. Прывад гэтага барабана ажыццяўляецца ад лябёдка тралёвачнага трактара з дапамогаю троса, канцы якога прымацаваны да барабана лябёдка трактара і тросавага



Рыс. 7.13. Шчытаўкладчык ЛД-17:
1- укладчык; 2- навешанае абсталяванне

барабана ўкладчыка. На далёкія адлегласці стужкавыя пакрыцці перавозяцца на аўтацягніку МАЗ-509+ГКБ-9383, абсталяваным спецыяльнаю платформаю, на якую ў два рады па шырыні і 6...7 разоў па вышыні ўкладваюць стужкі пакрыцця даўжынёю да 10 м. Пры рабоце ЛД-14 у камплекце з аўтацягніком МАЗ-509+ГКБ-9383 магчыма пабудаваць да 120 п.м. двухкалейнага пакрыцця ў змену.

Укладка і разбор стужкавага пакрыцця ЛД-5 могуць быць выкананы з дапамогаю барабаннага ўкладчыка ДТУ-3 на базе аўтамабіля МАЗ-509 (рыс. 7.14). Канструкцыя і работа падобна ДТУ-2.

На базе тралёвачнага трактара ТТ-4 створана навясное землерыйна-пагрузачнае абсталяванне: карчавальнік ЛД-15, землерыйны аграгат ЛД-18, пагрузчыкі дарожна-будаўнічага матэрыялу. Карчавальнік ЛД-15 прызначаны для карчавання пнёў, здымання расліннага слоя на трасах дарог і пляцоўках лесааднаўлення, для ўборкі павалу і

хмызняку, зграбання сукоў, валкі дрэў і рыхлення цвёрдых грунтоў. Навясное абсталяванне карчавальніка размешчана спераду трактара. Тэхналагічнае абсталяванне на апошнім захоўваецца. Рабочым органам карчавальніка служыць штурхаючая рама з сямю выгнутымі зубамі.

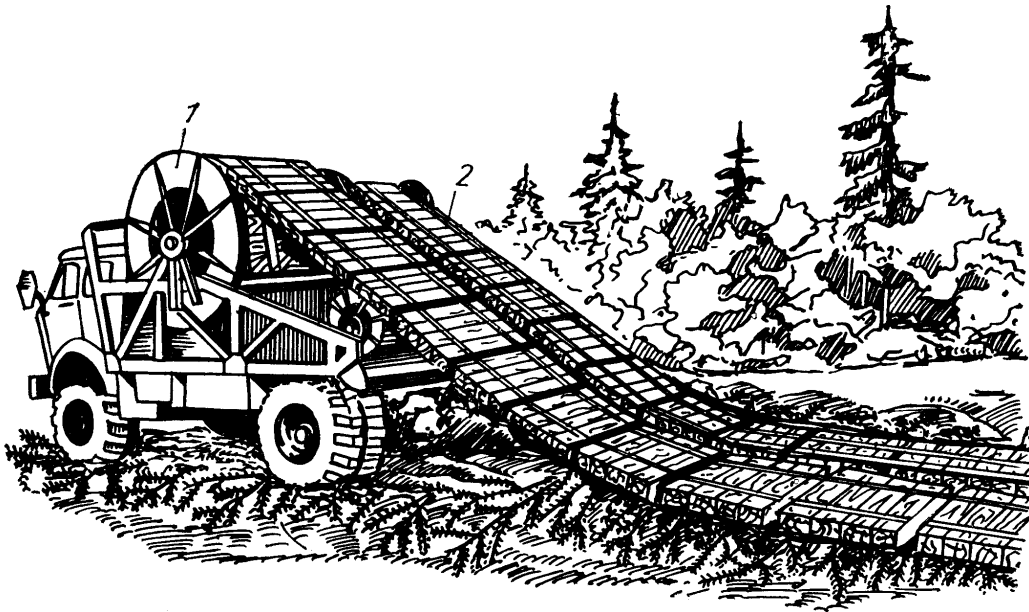


Рис.7.14. Укладка стужкавага пакрыцця ЛД-5 дарожным транспарцёрам укладчыкам ДТУ-3:
1- барабан; 2- стужкавае пакрыцце ЛД-5.

Землярыйны агрэгат ЛД-18 прызначаны для будаўніцтва і ўтрымання лесавозных дарог. Ён выпускаецца ў двух варыянтах, якія адрозніваюцца складам і канструкцыяй навяснога абсталявання да трактара ТТ-4, агрэгат ЛД-18 мае бульдозернае і грэйфернае абсталяванне.

На базе колавага трактара К-703 у ЦНДІМЭ распрацавана і серыйна выпускаецца лесадарожная машина ЛД-30 (грэйдозер).

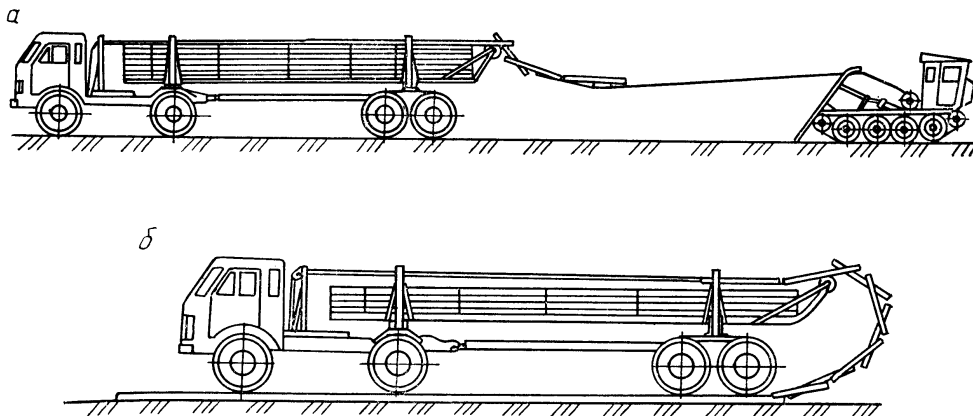
Пры будаўніцтве і эксплуатацыі аўтамабільных лесавозных дарог у лесанарыхтоўчым прадпрыемстве рэкамендуецца мець камплект абсталявання на базе лесанарыхтоўчых машын (гл. табл. 7.4).

Тып абсталявання выбіраецца ў залежнасці ад наяўнасці ў леспрамгасах базавых машын і тыпаў дарог, пры гэтым зменнае абсталяванне неабходна камплектаваць з улікам выкарыстання мінімальнай колькасці базавых машын у дарожна-будаўнічым атрадзе.

З улікам характару выкананых дарожных работ на базе адной машыны павінен быць поўны камплект абсталявання вызначанага тыпу.

Напрыклад, калі прымяняюць самазвальнае абсталяванне паўпрычапнага тыпу. Абсталяванне для зімовага ўтрымання дарог таксама павінна быць у поўпрычапным варыянце. Гэтаму патрабаванню адпавядае камплект паўпрычапнага абсталявання да аўтамабіля МАЗ-509А; самазвальнае ЛТ-113, водапаліўнае - ЛД-21; пескараскідальнае – ДМ-1. Аналагічна і з аўтамабілямі КраЗ-255Л: водапаліўнае – ДМ-3, самазвальнае – ДМ-6.

У Беларускім тэхналагічным універсітэце распрацавана канструкцыя бестыкавага стужкавага пакрыцця, якое можа ўкладвацца і разбірацца з дапамогаю аўтацягніка МАЗ-509+ГКБ-9383 і тралёвачнага трактара (рыс. 7.15). Аўтацягнік абсталяваны спецыяльнай платформай, у тарцовай частцы якой на вышыні 0,8 м устаноўлены ролік, які служыць для прадухілення зачэплення стужкаў пры пагрузцы і разгрузцы. Для перавозкі і ўкладкі аўтацягнік загрузаецца стужкамі даўжынёю 11 м кожная ў два рады па шырыні і 6...7 радоў па вышыні, што складае пагонную даўжыню пакрыцця 120...140 м.



Рыс.7.15. Укладка стужкавага пакрыцця БТІ аўтапоездам МАЗ-509+ГКБ-9383:
а - разгрузка; б - укладка.

За суткі пры перавозцы пакрыцця да 3 км звязно з трох чалавек можа пабудаваць дарогу даўжынёю 60...80 м.

7.10. Пуцявыя машыны для чыгунак каляі 750 мм

Агульныя палажэнні. Для будаўніцтва верхняга збудавання чыгункі прымяняюцца спецыяльныя машыны, якія называюцца пуцявымі. Да іх адносяць будаўніча-рамонтныя цягнікі СРП-2, СРП-3

Укладачны кран-механізм партальнага тыпу з двухкансольнай кран-бэлькай, створаны на базе тармазной вузкакалейнай платформы грузапад'ёмнасцю 140 кН на цялежках з люлячным падвешваннем ад пасажырскага вагона ПВ-40. Платформа крана абсталявана аўтаматычным пнеўматормазам, кіруемым з пераноснага пульта кіравання цягніком і ручным тармазам, кіруемым непасрэдна з боку крана.

Ферма ўкладачнага крана з кран-бэлькай суцельназварная. Асноўныя агрэгаты і вузлы, устаноўленыя на ўкладачным кране, паказаны на рыс. 7.16.

Прамежныя платформы, якія ўваходзяць у склад СРП-3, распрацаваны на базе нетармазных вузкакалейных платформ грузапад'ёмнасцю 140 кН. Па тарцам рамы платформы для лепшага захода пачак звёнаў устаноўлены ральгангі, а ў сярэдняй часці – яшчэ шэсць пар ролікаў для перамяшчэння пакета звёнаў.

Для ўтрымання ніжняга звяна на кожнай платформе ўстаноўлены па два вінтавыя рэйказаціскі і для ўтрымання пакета звёнаў – па два ўв'язачныя прыстасаванні.

Для выканання розных відаў работ СРП-3 мае наступныя прылады: пуцэрасшывальнік, трыянгуль – салазку для перамяшчэння пакета звёнаў па платформах, трохтонныя блокі (3 шт.), башмакі тармазныя вузкакалейныя (2 шт.), рэйкарэзны і рэйкасвідравальны станок, электрашпалападбойкі (2 шт.), чокеры і інш.

Прадукцыйнасць СРП-3 складае 400...500 м пуці ў змену.

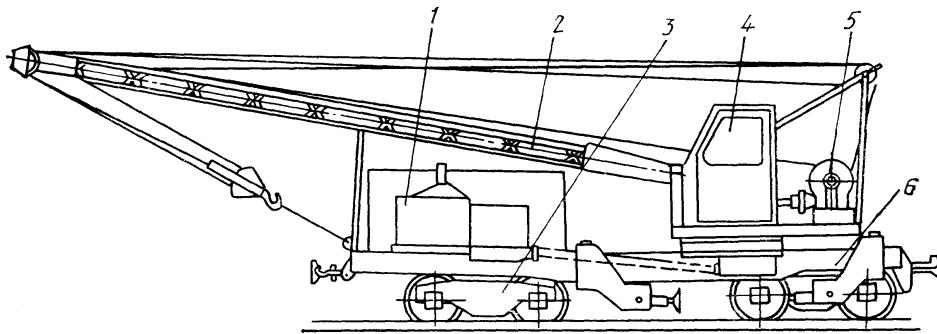
Пуцэперакладчык ППР-2МА. Ён прызначаны для ўкладкі звёнаў і разборкі часовых рэйкавых пуцей і пастаянных пуцей пры будаўніцтве і капітальным рамонце.

ППР-2МА ўяўляе сабою спецыялізаваны цягнік, які складаецца з галоўнага крана ГКП-5, пяці прычাপных прамежных платформ ППЛ-5, адной канцавой прамежнай платформы і самаходнай электрастацыі ЭСЦ-2А, абсталяванай сістэмай дыстанцыйнага кіравання. ППР-2МА адрозніваецца ад СРП-3 тым, што ён спецыялізаваны толькі на звёнавую перакладку рэйкавых пуцей, мае большую ёмістасць цягніка, больш высокія скорасці пад'ёму і перамяшчэння звяна; на прамежных платформах цягніка створаны агароджванні. Укладачны кран ППР-2МА мае аднакансольную кран-бэльку. Назначэнне і прыцып дзеяння асобных агрэгатаў і тэхналагічнае прымяненне іх у цэлым аналагічны СРП-3. Прадукцыйнасць ППР-2МА складае 310 м пуці ў змену.

Кран ЛТ-110. Прызначаны для выканання пагрузачна-разгрузачных работ на лесавозных вузкакалейных чыгунках. Ём можна

выконваць: пагрузку-разгрузку рэек, шпалаў, змацаванняў, аварыйнага лесу; пад'ём аварыйных счэпаў; выкананне грузапад'ёмных работ пры рамонце цягавага і рухомага саставу.

Кран ЛТ-110 (рыс. 7.17) складаецца з непаваротнай і паваротнай частак і дзеліцца на шэраг асноўных функцыянальных груп: нясучую, рабочую, сілавую і органы кіравання.



Рыс. 7.17. Кран ЛТ-110:

1- рухавік; 2- страла; 3- каляска; 4- кабіна; 5- лябёдка; 6- рама.

Нясучая група (рабочае абсталяванне): галоўная страла, падоўжаная страла (страла з устаўкаю), абойма крука.

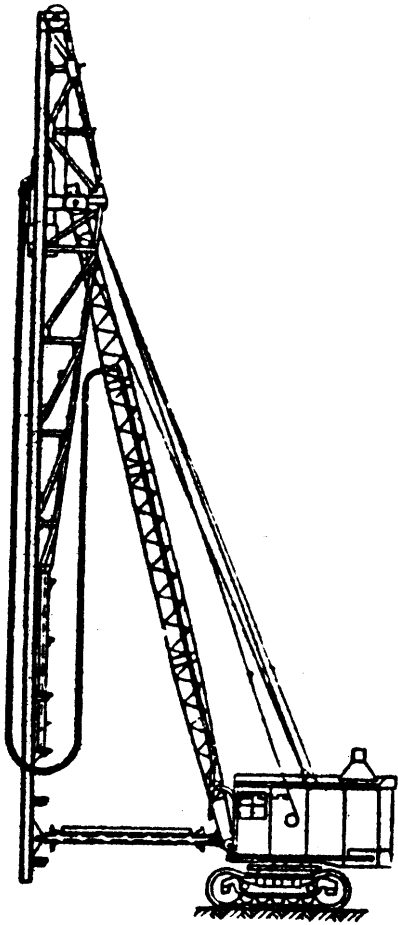
Сілавая група: рухавік Д-48Т, перадачная і размеркавальная каробкі, прамежкавы рэдуктар, механізм пад'ёму і апускання стралы, крука, механізм вярчэння, злучальныя валы і муфты.

Орган кіравання: педалі і рычагі кіравання, прыборы бяспечнасці, электраабсталяванне і гідраабсталяванне.

Пасля ўкладкі рэйкавых звёнаў з дапамогаю СРП-3, ППР-2МА на земляное палатно прыступаюць да баласціроўкі пуці. Баласт да месца ўкладкі з прытрасавых кар'ераў дастаўляюць у самаразгрузных платформах рознай канструкцыі, на звычайных платформах ці ў хопер-дазатарах.

Хопер-дазавальнікі. Яны прызначаны для перавозкі, механізава-най разгрузкі, дазавання і разраўнівання баласту на зададзеную таўшчыню пры будаўніцтве і рамонце чыгунак.

Для лесавозных вузкакалейных чыгунак Кацярынабургскі НДІ лясной прамысловасці распрацаваў некалькі баластных хопер-дазавальнікаў – БХД-2, БХД-3 і Д-20, якія адрозніваюцца ў асноўным грузапад'ёмнасцю: БХД-2 і БХД-3 (ЗА) маюць грузапад'ёмнасць 9 кН, а Д-20 – 200 кН. Хопер-дазавальнікі БХД-2, БХД-3 (ЗА) вырабляюцца на базе платформы грузапад'ёмнасцю 100 кН Камбараўскага машынабудаўнічага завода, а Д-20 – на базе платформы грузапад'ём-



настю 200 кН. Хопер-дазавальнікі БХД-2 і БХД-3 маюць вінтавы прывод для пад'ёму і апускання дазавальніка і драўляны кузаў, а БХД-3А і Д-20 вінтавы пнеўматычны прывод і металічны кузаў.

Хопер-дазавальнік БХД-3 уяўляе сабою кузаў умяшчальнасцю $6,5 \text{ м}^3$ з дазатарам і механізмам прывода, устаноўленымі на вузкакалейнай платформе.

У будаўніцтве дарог для забіўкі паляў выкарыстоўваюць кранавыя капры. Канструктыўная схема палявага кранавага капра паказана на рыс. 7.18.

Рыс.7.21. Палявы кранавы капер

Кантрольныя пытанні. 1. Асноўныя тэхніка-эканамічныя паказчыкі работы дарожна-будаўнічых машын. 2. Што такое стандарцызацыя і уніфікацыя? 3. Асноўныя віды дарожна-будаўнічых машын, іх класіфікацыя. 4. Асноўныя канструктыўныя элементы дарожных машын і іх назначэнне. 5. Як вызначыць прадукцыйнасць дарожных машын з бесперапыннай работай? 6. Як вызначыць прадукцыйнасць дарожных машын цыклічнага дзеяння? 7. Якія прымяняюцца дарожныя машыны для выканання падрыхтоўчых і асноўных работ пры будаўніцтве дарогі? Прыёмы іх работы. 8. Машыны для ўшчыльнення грунтоў земляно-га палатна, матэрыяла дарожнага адзення. 9. Асноўныя машыны на будаўніцтве чыгунак (верхняй пабудовы). 10. Асноўныя машыны і іх прыцып работы пры будаўніцтве штучных збудаванняў.

II. АЎТАМАБІЛЬНЫЯ ЛЕСАВОЗНЫЯ ДАРОГІ

8. ПРАЕКТАВАННЕ АЎТАМАБІЛЬНЫХ ЛЕСАВОЗНЫХ ДАРОГ

8.1. Класіфікацыя і нормы праектавання аўтамабільных лесавозных дарог

Аўтамабільная дарога - комплекс інжынерных збудаванняў (земляное палатно, дарожнае адзенне, масты, трубы, сістэма водаадводу, дарожныя знакі, сродкі сувязі і іншыя), прызначаныя для забяспячэння бяспечнага і зручнага руху транспартных сродкаў з устаноўленымі скорасцямі, нарматыўнымі нагрузкамі і габарытамі, што вызначаецца дзеючымі правіламі дарожнага руху, дзяржаўнымі стандартамі і іншымі нарматыўнымі актамі.

Аўтамабільныя дарогі падраздзяляюцца на аўтамабільныя дарогі агульнага карыстання і ведамасныя аўтамабільныя дарогі.

Аўтамабільныя дарогі агульнага карыстання па адміністрацыйнаму значэнню падраздзяляюцца на рэспубліканскія і мясцовыя аўтамабільныя дарогі.

Аўтамабільныя дарогі агульнага карыстання ў адпаведнасці з БНіП 2.05.02-85 “Аўтамабільныя дарогі” у залежнасці ад інтэнсіўнасці руху (аўт.сут.) падраздзяляюцца на пяць катэгорый: I – інтэнсіўнасць руху больш 7000 аўт./сут., II – 3000...7000, III- 1000...3000, IV-100...1000, V – менш 100 аўт./сут.

Лесавозныя дарогі праектуюць у адпаведнасці з БНіП 2.05.07-85 “Прамысловы транспарт”, у якіх прыведзены нормы праектавання прамысловых аўтамабільных, у тым ліку, лесавозных дарог, чыгунак 1520 мм, а таксама канаткаў, трубаправоднага і кантэйнернага транспарту, а таксама нормы праектавання для звычайных і цяжкіх умоў. Масты і трубы неабходна праектаваць адпаведна БНіП 2.05.03-84. У БНіП 2.05.07-85 даецца, што аўтамабільныя дарогі, якія ў перспектыве будуць уключаны ў склад сеткі дарог агульнага карыстання, павінны праектавацца па нормам БНіП 2.05.02-85.

Агульны прынцып пабудовы норм праектавання заключаецца у тым, што пры большым аб’ёму перавозак неабходна імкнуцца, каб кошт дарогі быў мінімальны. З улікам гэтага ў нормах БНіП прынята наступная класіфікацыя лесавозных дарог у залежнасці ад разліковага

Табл. 8.1.

Нормы праектавання аўтамабільных лесавозных дарог

Паказчыкі	Нормы праектавання для катэгорый					
	Iл	IIл	IIIл	IVл	для ветак	для вусоў
1	2	3	4	5	6	7
Гадавы грузаабарот, тыс. м ³	Больш 1000	500... ...1000	150...500	Меньш 150	-	-
Разліковая скорасць руху (у лічніку ў км/г, у назоўніку ў м/с):	70	60	50	40	30	20
асоўныя	19,4	16,7	13,9	11,1	8,3	5,6
Дапушчальная на цяжкіх участках мясцовасці:	60	50	40	30	20	15
перасечанай	16,7	13,9	11,1	8,3	5,6	4,2
горнай	40	40	30	20	15	10
	11,1	11,1	8,3	5,6	4,2	2,8
Шырыня землянога палатна, м:						
раўнінны і перасечаны рэльеф	12,0	10,5	8,5	5,5	5,0	4,5
горны	10,5	9,0	8,5	5,0	4,5	4,0
Шырыня праезнай часткі, м:						
раўнінны і перасечаны рэльеф	8,0	7,5	6,5	3,5	3,5	3,5
горны	7,5	7,0	6,5	3,5	3,5	3,0
Колькасць палос руху	2	2	2	1	1	1
Мінімальны радыус крывых пры вывазцы хлыстоў, м:						
асноўны	200	125	100	60	50	30
Дапушчальны на цяжкіх участках мясцовасці:						
перасечанай	125	100	60	50	40	30
горнай	60	60	50	40	30	30
Разліковая адлегласць бачнасці перашкод:						
асноўная	150	125	100	75	50	30
Дапушчальная на цяжкіх участках мясцовасці:						
перасечанай	125	100	75	50	30	25
горнай	75	75	50	30	25	20
Кіруючы пад'ём, %:						
раўнінны рэльеф	30	30	30	40	Як на	
перасечаны	50	50	50	60	магістралях	
горны	80	80	80	90		

Заканчэнне табліцы 8.1

1	2	3	4	5	6	7
Найменьшы радыус выпуклых вертыкальных крывых, м:						
асноўны:	5000	4000	2500	1200	600	250
На цяжкіх участках мясцовасці:						
перасечанай	4000	2500	1200	600	250	150
горнай	1200	1200	600	250	150	100
Найменьшы радыус вагнутых вертыкальных крывых, м:						
асноўны:	2000	1500	1200	1000	600	250
На цяжкіх участках мясцовасці:						
перасечанай	1500	1200	1000	600	250	150
горнай	1000	1000	600	250	150	100
У выключных выпадках:						
перасечаны рэльеф	600	300	300	200	100	100
горны	300	200	200	100	100	100

Заўвага: 1. Да цяжкіх участкаў мясцовасці адносіцца рэльеф, у якога рознасць адзнак далін і вадараздзелаў вышэй 50 м на адлегласці не больш 0,5 км. 2. Для аўтамабіляў з габарытнай шырынёй больш 2,7 м шырыня землянога палатна і пакрыцця павінна быць павялічана на 0,5...1,0 м. 3. Для дарог з каляёвым жалезабетонным пакрыццём адпалосную дарогу можна праектаваць пры $Q_{год} = 300$ тыс.м³. 4. Веткі з грузаабаротам больш 200 тыс.м³/год і тэрмінам дзеяння больш 10 год праектуюцца па нормам III катэгорыі. 5. На правых паваротах у грузавым напрамку радыусы крывых менш 100м не дапускаюцца.

гадавога аб'ёму вывазкі драўніны: магістралі з аб'ёмам вывазкі $Q_{год} / 1000$ тыс.м³/год аднесены да I-л катэгорыі, з аб'ёмам $Q_{год} = 500...1000$ тыс.м³/год – да II-л катэгорыі, з $Q_{год} = 150...500$ тыс.м³/год – да III-л катэгорыі і з $Q_{год} \leq 150$ тыс.м³/год – IV-л катэгорыі.

У асобную групу вылучаны веткі з тэрмінам дзеяння болей 5 год. Яны праектуюцца па нормам магістраляў, калі іх катэгорыя адпавядае аб'ёму перавозкі драўніны па дадзенай ветцы. У БНіП 2.05.02 –85 ў асобную групу вылучаны службовыя і патрульныя аўтамабільныя дарогі без выразнага грузаабароту.

Лесагаспадарчыя аўтамабільныя дарогі ў залежнасці ад інтэнсіўнасці руху аўтамабіляў падраздзяляюцца на тры тыпа: I тып ≥ 25 аўт./суткі, II ≤ 25 , III тып – адзіночны рух аўтамабіляў.

Нормы праектавання дарог рознай канструкцыі і назначэння для лесавозных і лесагаспадарчых дарог прыведзены ў табл. 8.1 і 8.2, яны прадстаўляюць звод дапушчальных значэнняў параметраў асноўных

элементаў дарогі, тэхнічных умоў і патрабаванняў, навукова абгрунтаваных, падцверджаных практычным вопытам будаўніцтва і ўстаноўленыя ў залежнасці ад катэгорыі дарогі, асаблівасці транспартных сродкаў, грузаабароту і іншых мясцовых асаблівасцяў будаўніцтва і эксплуатацыі.

У залежнасці ад працягласці работы аўтамабільная лесавозная дарогі падраздзяляюцца на дарогі круглагадовага дзеяння і сезонныя (зімнія і летнія), а ў залежнасці ад тэрміна дзеяння – на пастаянныя (з тэрмінам дзеяння ≥ 5 год) і часовыя (з тэрмінам дзеяння ≤ 5 год).

Да пастаянных дарог адносяцца грузазборачныя дарогі, якія абслугоўваюць неклікі лесанарыхтоўчых прадпрыемстваў, магістральныя.

Табл. 8.2.

Нормы праектавання лесагаспадарчых дарог

Паказчыкі	Тып дарогі		
	I	II	III
Інтэнсіўнасць руху, аўт./сут.	≥ 25	≤ 25	Адзіночныя аўтамабілі
Разліковая скорасць руху, м/с:			
раўнінная мясцовасць	16,7	16,7	11,1
перасечаная	11,1	8,4	5,5
горная	8,4	5,5	4,2
Шырыня землянога палатна, м	6,5	4,5	4,5
Шырыня праезнай часткі, м	3,5	3,5	3,5
Радыус крывых у плане, м:			
асноўны	400	400	400
мінімальны	125/60	125/30	60/20
Найбольшая велічыня падоўжнага ўхілу, ‰	60/90	60/100	90/110
Мінімальныя радыусы вертыкальных крывых, м:			
выпуклых	2500/1000	2500/600	1000/400
вагнутых	1500/300	1500/300	1000/100
Разліковая адлегласць бачнасці, м:			
паверхні дарогі	75/50	75/40	50/25
сустрэчнага аўтамабілю	150/100	150/80	100/50

Заўвага: У назоўніку прыведзены дадзеныя для перасечанага рэльефу дарогі і веткі, якія прымыкаюць да магістраляў і забяспечваюць асваенне асноўнай часткі ляснага масіву.

Да часовых дарог адносяцца веткі, якія дзейнічаюць да 5 гадоў, лесавозныя вусы, дарогі для абслугоўвання падсочкі лесу і г.д.

Грузазборачныя і магістральныя дарогі дзейнічаюць на працягу

ўсяго тэрміна работы лесанарыхтоўчага прадпрыемства, а веткі і вусы – некалькі гадоў. Лесавозныя вусы, як правіла, дзейнічаюць да аднаго года.

Па колькасці палос руху аўтамабільныя лесавозныя дарогі падраздзяляюцца на аднапалосныя, двухпалосныя. Аўтамабільныя дарогі агульнага карыстання бываюць яшчэ і многапалосныя.

У залежнасці ад назначэння, гадавога аб'ёму вывазкі, структуры лесанарыхтоўчага прадпрыемства і іншых умоў аўтамабільная лесавозная дарога можа ўваходзіць у склад лесапункта; быць самастойным цэхам, якая абслугоўвае некалькі лесапунктаў; уваходзіць у склад самастойнага транспартнага прадпрыемства і абслугоўваць некалькі нарыхтоўчых прадпрыемстваў.

8.2. Асноўныя праектныя параметры аўтамабільных лесавозных дарог

Асноўнымі праектнымі параметрамі аўтамабільных лесавозных дарог з'яўляюцца: разліковая скорасць руху, разліковая адлегласць бачнасці дарогі, разліковыя нагрузкі на вось, колькасць палос руху і прапускная здольнасць дарогі. Ад правільнага ўстанаўлення гэтых параметраў залежыць эфектыўнасць работы лесатранспарта.

Разліковая скорасць – максімальная бяспечная скорасць руху аўтамабіляў, якая павінна забяспечвацца на працягу ўсіх участкаў праектуемай дарогі, якія адносяцца да гэтай катэгорыі. З павелічэннем разліковай скорасці павінна быць павялічана адлегласць бачнасці, шырыня землянога палатна і праезнай часткі, а таксама радыусы крывых і г.д. З аднаго боку гэта вядзе да павышэння кошту будаўніцтва дарогі, а з другога – да зніжэння эксплуатацыйных паказчыкаў работы дарогі. Такім чынам, чым вышэй катэгорыя праектуемай дарогі, тым вышэй будзе і разліковая скорасць руху (гл. табл. 8.1).

Разліковая адлегласць бачнасці – мінімальна неабходная адлегласць, на якой вадзіцель павінен заўсёды бачыць перад сабою паверхню дарогі, каб мець магчымасць папярэдзіць наезд на перашкоду.

Разліковая адлегласць бачнасці S_{δ} вызначаецца паводле формулы

$$S_{\delta} = S_n + S_m + S_3,$$

дзе S_n - адлегласць, якую праходзіць аўтамабіль за час падрыхтоўкі вадзіцеля да тармажэння, м; S_m - велічыня адлегласці тармажэння, м;

S_3 - запашная адлегласць, якая патрэбна для астаноўкі аўтамабіля, роўна 8...10 м.

$$S_{\sigma} = t_n V_p + \frac{500kV_p^2}{b + w \pm gi} + S_3, \quad (8.1)$$

дзе t_n - час на падрыхтоўку тармазоў (для аўтапаяздоў 2 с, для цягнікоў вузкай калей да 15 с); V_p - разліковая скорасць руху, м/с; k - каэфіцыент несваечасовага націску тармазоў, роўны 1,4...1,7; b - удзельная тармазная сіла, Н/т; w - удзельнае супраціўленне руху аўтамабіля, Н/т; i - ухіл, %.

Разліковая адлегласць бачнасці сустрэчнага аўтамабіля роўна $S_c = 2 S_{\sigma}$.

Разліковая нагрузка на вось лесавознага аўтапоезда вызначае неабходную трываласць дарожнага адзення і штучных збудаванняў.

У адпаведнасці с ДАСТ 9314-59 прадугледжаны дзве групы рухомага саставу на аўтамабільных дарогах у залежнасці ад нагрузкі на вось:

група А – дапушчальная нагрузка на адзіночную вось 100 кН пры адлегласці паміж сумежнымі восямі болей 2,5 м; 90 кН калі адлегласць паміж сумежнымі восямі ад 1,4 да 2,5 м; 80 кН – ад 1,25 да 1,39 м; 70 кН – ад 1,0 да 1,25 м;

група Б – дапушчальная нагрузка на адзіночную вось 60 кН пры адлегласці паміж восямі болей 2,5 м; 55 кН – ад 1,25 да 2,5 м; 45 кН – ад 1,0 да 1,25 м.

На вывазцы лесу выкарыстоўваюцца аўтамабілі абедзвюх груп.

Прапускная здольнасць дарогі – колькасць паяздоў або аўтамабіляў, якія могуць праехаць па данаму ўчастку дарогі ў адным напрамку за адзінку часу.

На аўтамабільных лесавозных дарогах вызначэнне прапускной здольнасці фактычна гэта ўстанаўленне колькасці палос руху ў межах праезнай часткі дарогі. Гэта значыць, пры праектаванні неабходна вырашыць пытанне аб будаўніцтве дарогі з адною або дзвюма палосамі руху ў межах праезнай часткі.

Тэарэтычная прапускная здольнасць за адзін час вызначаецца паводле формулаў:

$$N_{\text{те}} = \frac{3600V_{\text{ср}}}{S_a + S_{\sigma}};$$

для аднапалоснай дарогі

$$N_{ад} = \frac{3600V_{cp}}{2l + V_{cp} \sum t_{np}},$$

дзе S_a - даўжыня аўтамабіля, м; V_{cp} - сярэдняя скорасць руху аўтамабіля, м/с; l - адлегласць паміж раз'ездамі, м; $\sum t_{np}$ - час на разгон і запавальненне руху і чакання сустрэчнага аўтамабіля на раз'ездзе, с; $\sum t_{np} = \tau_{p.з} + \tau_{чк}$ ($\tau_{p.з}$, $\tau_{чк}$ - адпаведна час на разгон і запавальненне руху і чаканне сустрэчнага аўтапоезда на раз'ездзе, с).

Напрыклад, для двухпалоснай дарогі пры $V_{cp} = 5,6$ м/с; $S_a = 25$ м; $S_b = 75$ м - $N_{дв} = 200$ аўт./г, гэта дастаткова каб вывезці адзін мільён кубаметраў лесу на працягу года, а для аднапалоснай – пры $V_{cp} = 5,6$ м/с; $l = 500$ м; $\sum t_{np} = 180$ с – $N_{ад} = 10$ аўт./г., гэта дастаткова для вывазкі некалькі сот тысяч кубаметраў лесу за адзін год.

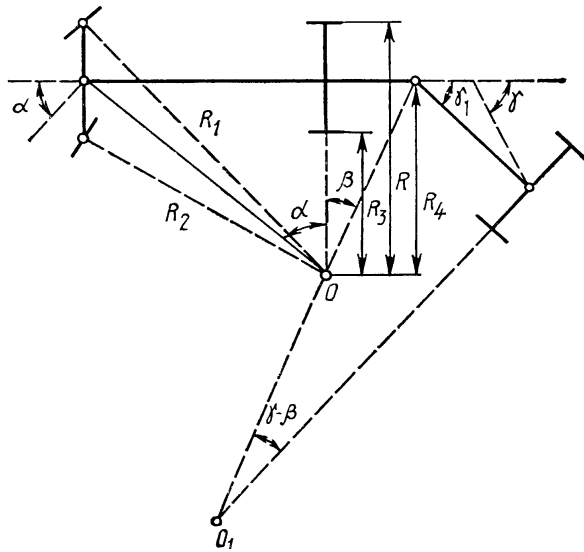
Абмяжваннем прапускной здольнасці аднапалоснай дарогі службыць прапускная здольнасць самага цяжкага ўчастка (перагона). Перагонам называюць участак дарогі паміж суседнімі раз'ездамі.

Капітальныя ўкладанні на будаўніцтва аднапалоснай дарогі ніжэй у параўнанні з двухпалоснай, але на аднапалоснай прадукцыйнасць аўтапаяздоў на вывазцы лесу ў сувязі з большай стратаю часу на выкананне аднаго рэйса, выкліканай доўгім чаканнем сустрэчнага аўтапоезда на раз'ездах. Такім чынам, зніжэнне капітальных укладанняў, у гэтым выпадку, вядзе да павелічэння эксплуатацыйных расходаў.

8.3. Асаблівасці праектавання плана аўтамабільнай лесавознай дарогі на крывых участках

Агульныя палажэнні. Рух аўтапоезда на крывых вучастках дарогі адрозніваецца ад яго руху па прамому вучастку. Адрозненне заключаецца ў наступным: усе кола аўтапоезда рухаюцца па дугам акружнасці розных радыусаў (рыс. 8.1); аўтамабіль займае на крывой большую шырыню праезнай часткі, чым на прамым участку; на аўтамабіль дзейнічае цэнтрабежная сіла, якая імкнецца ссунуць або перакуліць яго ў вонкавы бок крывой. Працэс руху аўтапоезда на крывой складаецца з уезду на крывую, руху па ёй і з'езду з яе. Для гэтага вадзіцель на некаторай адлегласці ад пачатку крывой пачынае паварочваць штурвал руля так пака ён не дасягне вугла α , адпаведнаму радыусу R крывой (рыс. 8.1) ($\text{tg}\alpha = L/R$, дзе L - база аўтамабіля). Далей вадзіцель, захоўвае дасягнуты вугал павароту. Улічваю асаблівасці руху аўтапаяздоў на крывых малых радыусаў, пры праектаванні аўтамабільных

лесавозных дарог неабходна ўстройваць віражы, пашырэнне і пераходныя крывыя.



Віраж. Гэта вучастак дарогі на крывой, які мае аднасіхільны папярочны профіль з ухілам да цэнтру крывой. Галоўнай характарыстыкай віража з'яўляецца папярочны ўхіл аднасіхільнага профіля i_6 . Такім чынам, разлік віража заключаецца ў вызначэнні такога адна-

Рыс.8.1. Схема руху аўтапоезда на крывой, які мае счэпку з дапамогаю дышля.

сіхільнага папярочнага профілю з ухілам i_6 , пры якім не будзе перакульвання і ссоўвання аўтамабіля ў вонкавы бок крывой.

Пры руху аўтамабіля па крывой на яго дзейнічае цэнтрабежная сіла C , накіраваная гарызонтальна і маса аўтамабіля G , накіраваная вертыкальна ўніз (рыс. 8.2, а).

Разглядаючы аўтамабіль цалкам і праектуя сілы на паверхню дарогі, атрымаем значэнне папярочнай сілы, якая імкнецца ссунуць або перакуліць яго у вонкавы бок крывой

$$I = C \cos \alpha \pm G \sin \alpha \quad (8.2)$$

Знак плюс прымаюць тады, калі рух аўтамабіля праходзіць па вонкавай паласе на крывой з двухсільным папярочным профілем, а мінус – па ўнутранай.

Улічваючы, што вугал (ухіла) α малы, прымаюць $\cos \alpha \cong 1$, а $\sin \alpha \cong \operatorname{tg} \alpha = i_b$, тады цэнтрабежная сіла C роўна

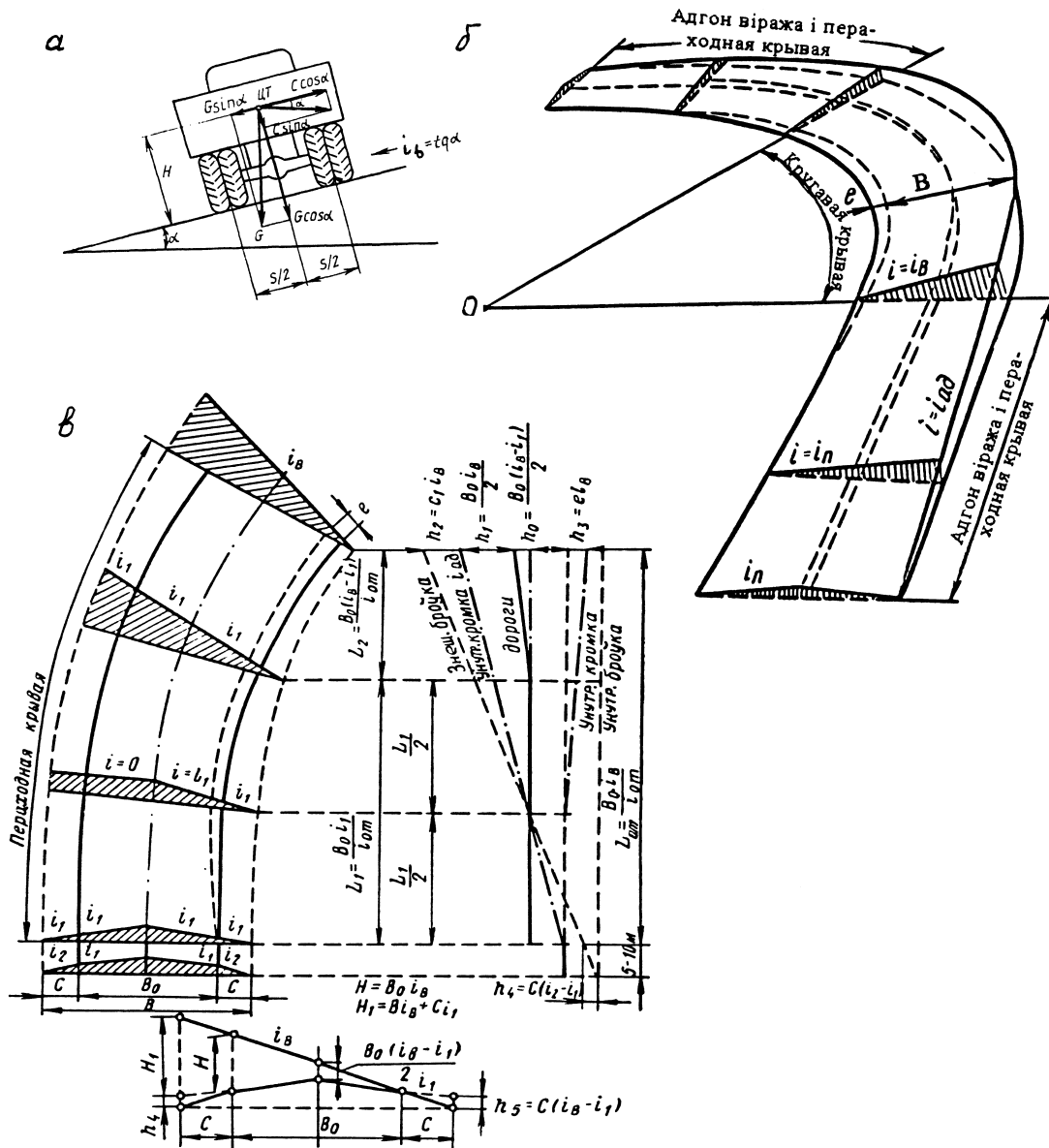
$$C = \frac{GV_p^2}{gR}, \quad (8.3)$$

адкуль атрымаем

$$I = \frac{GV_p^2}{gR} \pm Gi_n, \quad (8.4)$$

дзе C - цэнтрабежная сіла, Н; G - маса аўтапоезда, кг; R - радыус

кривой, м; V_p - разліковая скорасць руху аўтамабіля, м/с; i_n - папярочны ўхіл праезнай часткі, ‰; g - паскарэнне свабоднага падзення, м/с².



Рыс.8.2. Віраж: а – схема для разліку папярочнага ўхілу віража; б – агульны від віража; в – устравіство віража (e – пашырэнне праезнай часткі).

Для рашэння пытання аб устойлівасці аўтамабіля на крывой разглядаюць не само значэнне папярочнай сілы I , а адносіны яе да масы аўтамабіля G , якія называюць каэфіцыентам папярочнай сілы μ і вызначаюць яго паводле формулы

$$\mu = \frac{I}{G} = \frac{V_p^2}{gR} \pm i_n. \quad (8.5)$$

З формулы (8.5) можна вызначыць i_g , калі прыняць разліковае значэнне μ

$$i_g = \frac{V_p^2}{gR} - \mu. \quad (8.6)$$

Адпаведна БНіП 2.05.07-85 прымаюць $\mu = 0,12 \dots 0,20$. Паводле формулы (8.6) вызначаюць ухіл віража з умовы недапушчэння ссоўвання аўтамабіля ў вонкавы бок крывой. Пры гэтым устойліваць будзе забяспечана, калі

$$\mu \leq \varphi\gamma, \quad (8.7)$$

дзе φ - каэфіцыент папярконага счাপлення; γ - каэфіцыент разгрузкі колаў аўтамабіля пры ваганні, які прымаюць для няроўных пакрыццяў $0,5 \dots 0,7$.

Калі віраж на крывой не ўстройваюць, тады ўплыў папярконага ўхіла i_n праезнай часткі будзе складацца з уздзеяннем цэнтрабежнай сілы. У гэтым выпадку з формулы (8.5) можна вызначыць значэнне мінімальнага радыуса крывой, калі не патрабуецца ўстройваць віраж і будзе забяспечаны ўстойлівы рух аўтамабіля

$$R_{\min} < \frac{V_p^2}{g(\mu - i_n)}. \quad (8.8)$$

На аўтамабільных лесавозных дарогах віраж ўстройваюць на магістральных дарогах пры $R \leq 600$ м. Калі па формуле (8.6) атрымаем $i_b > 60\%$, яго неабходна прыняць роўным 60% і абмяжаваць скорасць руху аўтамабіля да велічыні пры якой будзе дасягнуты $i_g = 60\%$ пры зададзеным R .

Пераход ад двухсхільнага папярконага профілю на прамом участку дарогі да аднасхільнага на крывом участку выконваецца ў выніку паступовага пад'ёму вонкавай паловы праезнай часткі (з абочынаю) спачатку вакол восі дарогі да таго часу, пакуль не будзе дасягнуты аднасхільны профіль з ухілам, роўным i_n , а далей вакол унутранага беражка праезнай часткі (без уліку пашырэння) да неабходнага ўхілу на віражы (рыс. 8.2, б). Пераход ад двухсхільнага профілю да аднасхільнага пачынаюць да пачатку кругавой крывой на працягу пераходнай крывой, а пры адсутнасці яе на прылеглай да крывой прамом участку дарогі. Участак дарогі, на яком выконваецца

паступовы плаўны пераход ад двухсхільнага папярочнага профілю да аднасхільнага называецца участак *адгону віражу* (рыс.8.2, б).

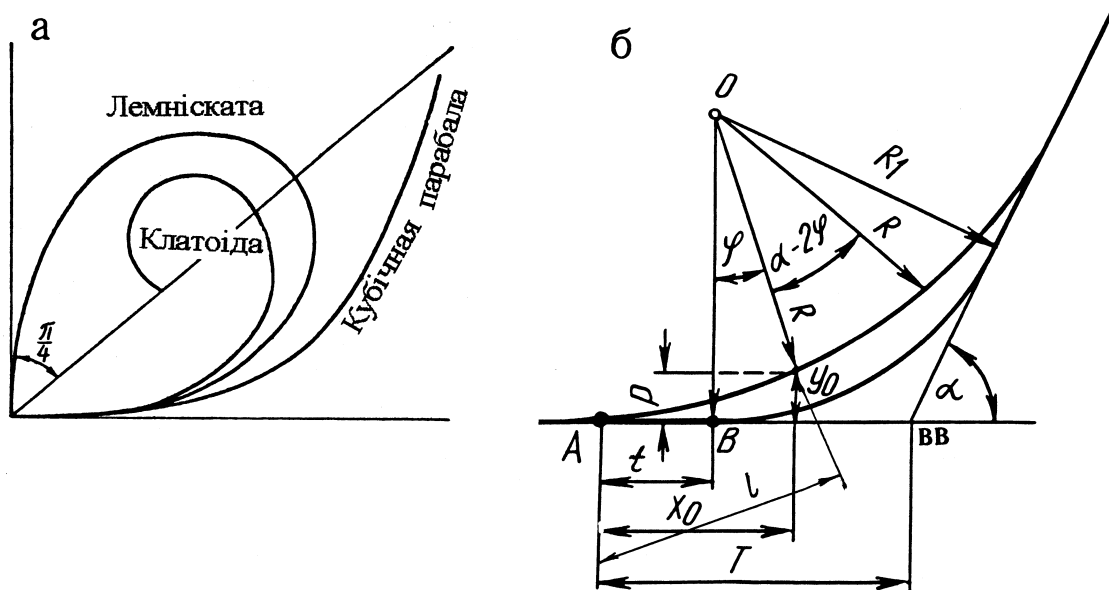
Даўжыню ўчастка адгону віражу вызначаюць паводле формулы

$$L_{адг} = \frac{B_0 i_6}{i_{адг}}; \quad (8.9)$$

дзе B_0 - шырыня праезнай часткі дарогі, м; i_6 - ухіл віражу, ‰; $i_{адг}$ - ухіл адгону віражу, роўны 10...20 ‰.

На віражу ўхіл абочыны аднолькавы з ухілам праезнай часткі.

Пераходныя крывыя. Іх устроюваць для забяспячэння плаўнага пераходу аўтапоезда з прамога участка на кругавую кривую. Пераходныя крывыя маюць пераменнае значэнне радыуса ад бесканечнага ў пачатку кривой, да радыуса кругавой кривой R прыканцы кривой. Гэтай умове задавальняюць знаёмыя з матэматыкі крывыя: лемніската Бернулі, радыяльная спіраль (клатойда), кубічная парабола (рыс.8.3, а).



Рыс.8.3. Пераходныя крывыя:

а – крывыя, якія прымяняюцца для разбіўкі пераходных кривых; б – схема разбіўкі пераходнай кривой: l – даўжыня пераходнай кривой; α – вугал павароту; r – зрух кругавой кривой, які атрымліваецца пры разбіўцы пераходнай кривой; BB – вяршыня вугла; x_0, y_0 – кардынаты кропкі M .

Кардынаты кропак радыяльнай спіралі вызначаюцца паводле формул

$$x = S - \frac{S^5}{40C^2} + \frac{S^9}{3456C^4} - \dots; \quad (8.10)$$

$$y = \frac{x^3}{6C} - \frac{x^7}{336C^3} + \frac{S^{11}}{42240C^5} - \dots, \quad (8.11)$$

дзе S - бягучая даўжыня пераходнай крывой; C - параметр пераходнай крывой, роўны $C = RL$; R - радыус кругавой крывой, м; L - поўная даўжыня пераходнай крывой, м.

Абодва рада (8.12) і (8.13) хутка сыходзяцца і для практычных мэтаў карыстаюцца двума першымі членамі, тады будзем мець

$$x = S \text{ і } y = \frac{S^3}{6S}, \text{ адкуль } y = \frac{x^3}{6C}. \quad (8.14)$$

Гэта ўраўненне (8.14) кубічнай парабалы, якое выкарыстоўваецца для разбіўкі пераходных крывых у выпадку, калі $R > 5L$.

Мінімальная даўжыня пераходнай крывой вызначаецца паводле формулы

$$L_{\min} = \frac{V_p^3}{Rj}, \quad (8.15)$$

дзе j - скорасць нарастання цэнтрабежнага паскарэння, якое з'яўляецца трэцяй вытворчай ад пуці па часу ($0,3 \dots 0,8 \text{ м/с}^3$).

Пры разбіўцы пераходнай крывой цэнтр акружнасці кругавой крывой часта застаецца на месцы або некалькі ссунуты (рыс. 8,3, б), але часцей на месцы пункт пачатку пераходнай крывой (ППК) размешчан ад пачатку кругавой крывой (ПК) на адлегласці

$$m = AE = 0.5L \left(1 - \frac{L^2}{120R^2} \right).$$

Велічыня ссоўвання кругавой крывой вызначаецца паводле формулы

$$P = L^2 (1 - (L^2 / 112R^2)) / 24R.$$

Разбіўку пераходных крывых вядуць па правілам, якія вывучаюць у курсе геадэзіі, і спецыяльным табліцам. Адпаведна СНіП 2.05.07-85 пераходныя крывыя прадагледжваюць пры $R \leq 250$ м (табл. 8.3).

Пашырэнне праезнай часткі на крывых вучастках дарогі. Пры руху аўтамабіля па крывой яго колы рухаюцца па траекторыям у

выглядзе дуг акружнасці розных радыусаў, таму яны займаюць большую шырыню, чым на прамым участку дарогі. У сувязі з гэтым на крывой неабходна пашыраць праезную частку, а ў некаторых выпадках і земляное палатно. Неабходнае пашырэнне разлічваюць з умовы, каб адлегласць паміж сустрэчнымі аўтамабілямі на крывой і на прамым участку былі аднолькавымі.

Табліца 8.3

Нарматывы даўжыні пераходных крывых

Дарогі	Даўжыня пераходнай крывой, м, пры радыусе крывых, м									
	30	50	60	80	100	125	150	200	250	
Магістраль	30	35	40	45	50	55	60	70	80	
Веткі	20	25	25	30	30	Без пераходных крывых				

Пашырэнне праезнай часткі на крывых для адзіночнага аўтамабіля можна вызначыць паводле формулы (рыс.8.4, а).

$$e = \frac{L^2}{R} + \frac{0.36V_p}{\sqrt{R}}, \quad (8.16)$$

дзе L - адлегласць ад пярэдняга бампера да задняй восі аўтамабіля, м; V_p - разліковая скорасць руху аўтамабіля, м/с; R - радыус кругавой крывой, м.

Пашырэнне двухпалоснай праезнай часткі пры левым павароту (8.4, в) абумоўлена тым, што на левым павароту ў межах сустрэчнай паласы можа зайці сярэдняя частка хлыстоў. Каб не дапусціць гэтага назначаюць дабавачнае пашырэнне праезнай часткі на велічыню $l^2/2(4R+b)$ Тады поўнае пашырэнне праезнай часткі дарогі на левым павароту можна вызначыць паводле формулы

$$e_a = \frac{L^2}{R} + \frac{0.36V_p}{\sqrt{R}} + \frac{l^2}{2(4R+b)} \quad (8.17)$$

дзе l - адлегласць паміж конікамі аўтамабіля і паўпрычэпа-ропуска, м; b - шырыня праезнай часткі, м.

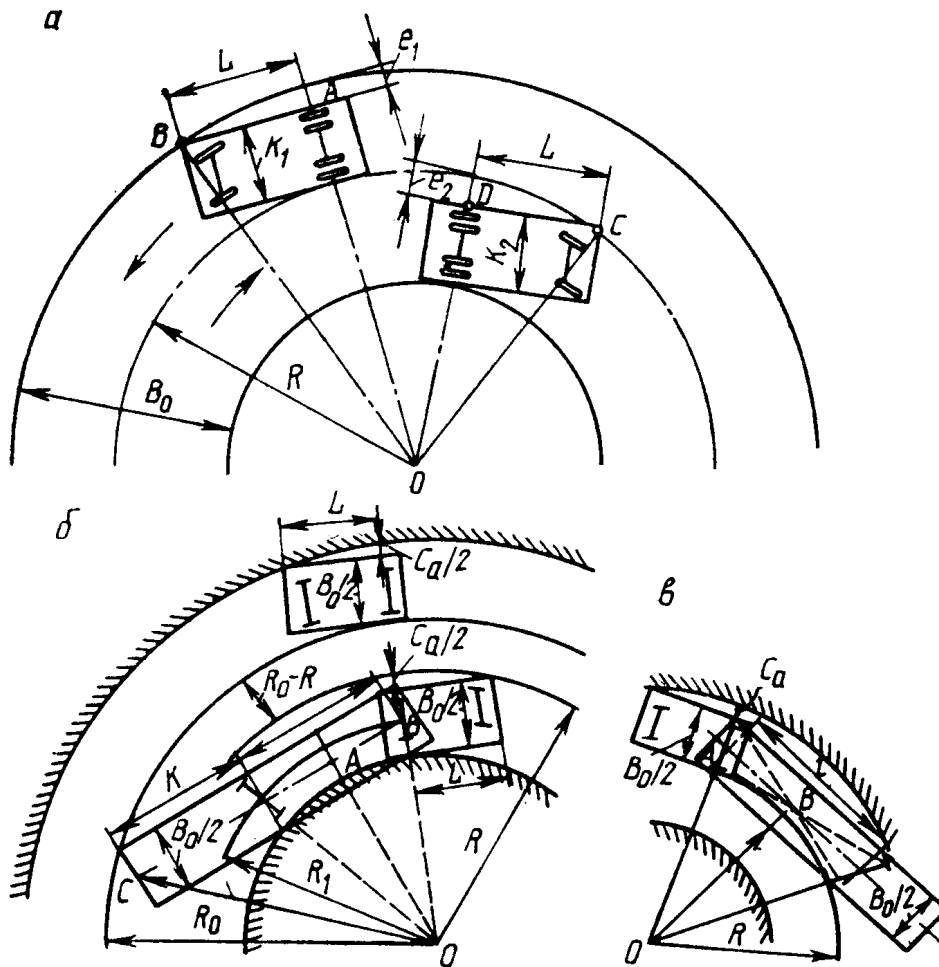
Адлегласць паміж конікамі можна вызначыць паводле формулы

$$l = \frac{Q_{кар}(rL_{хл} - d)}{q_{нр}}, \quad (8.18)$$

дзе $Q_{кар}$ - карысная нагрузка на аўтапоезд, кН; r - каэфіцыент, роўны 0,33 для хлыстоў і 0,37 для дрэў; $L_{хл}$ - даўжыня пачкі хлыстоў (дрэў), м; d - даўжыня пярэдняга звесу пакета хлыстоў, м; $q_{нр}$ -

грузапад'ёмнасць прычэпа-ропуска, кН.

Пашырэнне двухпалоснай праезнай часткі пры правым павароту (8.4, б). У гэтым выпадку заднія канцы пакета хлыстоў на двухпалос-



Рыс.8.4. Разліковыя схемы для вызначэння пашырэння праезнай часткі на крывой:

а – пры руху па дарозе адзіночных фўтамабіляў; б – пры правым павароту (рух аўтапоезда ідзе па ўнутранай паласе); в – пры левым павароту (рух аўтапоезда ідзе па вонкавай паласе).

ных дарогах могуць выйсці ў межы сустрэчнай паласы руху і ўтварыць небяспечную сітуацыю, таму пашырэнне павінна быць такім каб свісаючыя хлысты не перашкаджалі сустрэчнаму руху. Яго можна вызначыць паводле формулы

$$C_{np} = \frac{L^2}{R} + \frac{0.36V_p}{\sqrt{R}} + \frac{14L_{xl} - 167}{R}. \quad (8.19)$$

Для паменшэння велічыні пашырэння праезнай часткі пры вывазцы хлыстоў выкарыстоўваюць аўтапоезд з крыжападобнай счэпкаю, якая забяспечвае супадзенне траекторыі руху задніх колаў аўтамабіля і прычэпа-ропуска.

Адпаведна СНіП 2.05.07-85 велічыню поўнага пашырэння праезнай часткі двухпалоснай дарогі на крывых участках прымаюць па табл.8.4.

Табліца 8.4.

Радыус крывой, м	Пашырэнне праезнай часткі Пры даўжыні хлыстоў, м			Пры вывазцы сартыментаў
	Да 20	21...25	26...30	
50	1,7	1,9	2,2	1,6
100	1,0/1,7	1,1/2,3	1,3/3,0	1,0
150	0,8/1,3	0,9/1,7	1,0/2,1	0,9
250	0,6/0,9	0,7/1,1	0,7/1,4	0,7
300	0,6/0,8	0,6/1,0	0,7/1,2	0,6
400	0,5/0,7	0,5/0,8	0,5/1,0	0,5
500	0,4/0,6	0,5/0,7	0,5/0,8	0,5
700	0,3/0,5	0,3/0,6	0,4/0,7	0,3
1000	-/0,3	-/0,4	0,3/0,5	-

Заўвага: 1. У лічніку – для левага павароту ў грузавым напрамку, у назоўніку – для правых. 2. Пашырэнне праезнай часткі на службовых (ветках) дарогах прымаюць, як пры вывазцы сартыментаў. 3. Пашырэнне праезнай часткі аднапалосных дарог прымаюць роўнае палавіне велічын, узананых у табліцы (у лічніку).

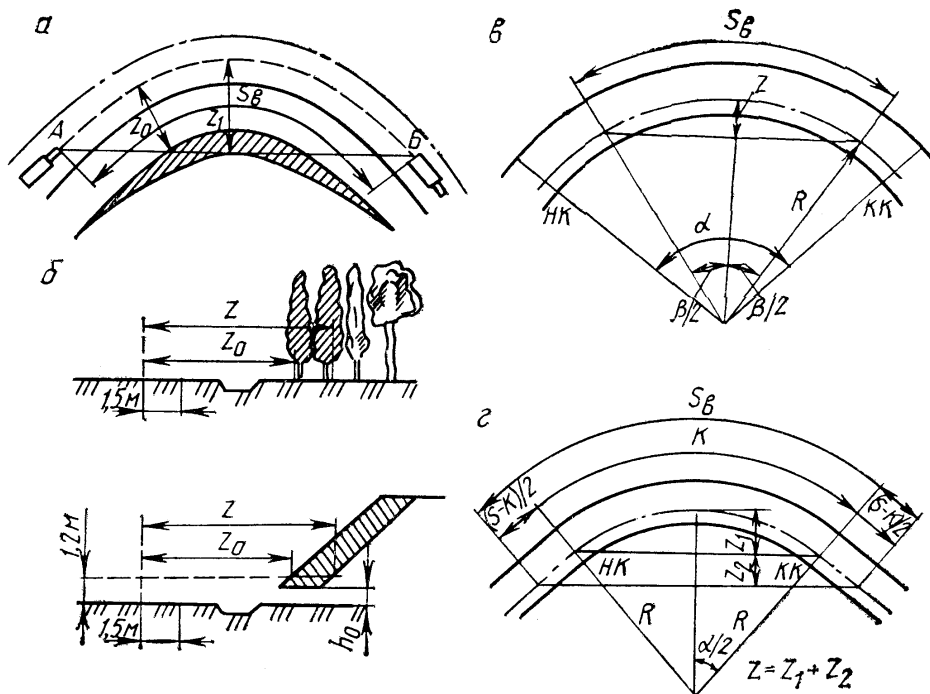
Пашырэнне праезнай часткі дарогі выконваюць з унутранага боку крывой. На дарогах з шырынёй абочыны болей 1 м пашырэнне выконваецца за кошт унутранай абочыны, але каб шырыня абочыны была не менш 1 м. У іншых выпадках неабходна павялічваць шырыню землянога палатна.

На аўтамабільных дарогах з калейным пакрыццём пашырэнне землянога палатна прымаюць як на звычайных дарогах. На дарогах з калейным жалезабетонным пакрыццём пашырэнне колаправодаў выконваюць за кошт устроўвання на пашыранай частцы гравійнага або грунташчэбневага пакрыцця.

Бачнасць дарогі ў плане. На прамым участку дарогі вадзіцель павінен бачыць перад сабою паверхню дарогі на значнай адлегласці. Гэтая адлегласць называецца разліковай адлегласцю бачнасці (гл. 8.2), якая неабходна для поўнага прыпынку аўтамабіля або аб'ехаць перашкоду.

Разліковую адлегласць бачнасці ў плане і профілю прымаюць з умовы размяшчэння вока вадзіцеля на вышыні 2 м над паверхняй праезнай часткі і знаходжання на крайняй правай паласе руху на адлегласці 1,5 м ад краю праезнай часткі.

Для забеспячэння разліковай бачнасці на крывых у плане (закрытай мясцовасці) неабходна, каб вадзіцель, які знаходзіцца ў пункце *A* (рыс.8.5, *a*) мог бачыць дарогу або перашкоду ў пункце *B*. Адлегласць *AB* павінна быць не менш разліковай адлегласці бачнасці, якая прыведзена ў табл.8.1. У сувязі з гэтым з унутранага боку крывой, павінны быць зроблены наступныя мерапрыемствы: высечаны лес і кустарнік; распрацаваны адкос выямак і крутыя схілы; перанесены будынкі, якія перашкаджаюць бачнасці (рыс.8.5, *б*). Шырыня паласы, якую патрэб-



Рыс.8.5. Забяспячэнне бачнасці на крывых у плане:
a – зона, дзе патрэбна расчысціць або зрэзаць перашкоды; *б* – у папярочным профілю; *в* – разліковая схема бачнасці на крывых пры $S_0 > k$.

На расчысціць вызначаецца разлікам, пры гэтым можа быць два выпадка:

а) пры $S_0 \leq K$ (рыс. 8.5, *в*)

$$Z = R \left(1 - \cos \frac{\beta}{2} \right); \quad (8.20)$$

б) пры $S_\delta > K$ (рыс. 8,5, з)

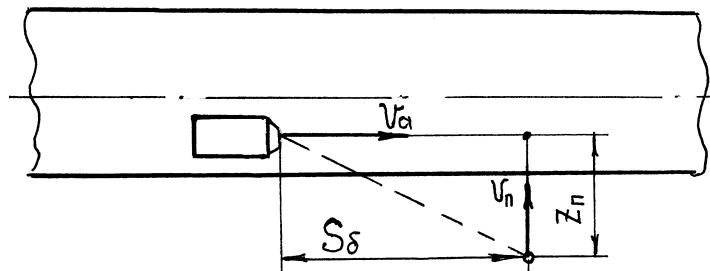
$$Z = R \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right) + \frac{(S_\delta - K) \sin \frac{\alpha}{2}}{2}, \quad (8.21)$$

дзе R - радыус кругавой крывой, м; α - вугал павароту; K - даўжыня крывой, м; S_δ - адлегласць бачнасці, м; β - вугал, абмяжаваны адлегласцю бачнасці ($\beta = S_\delta / R$), пры $S_\delta = K - \beta = \alpha$

На прамых вучастках у плане павінна быць таксама забяспечана бакавая бачнасць (рыс. 8.6). Адлегласць яе (м) вызначаецца з умовы роўнасці часу прыпынку аўтамабіля і выхада пешахода на праезную частку

$$Z_{бок} = \frac{2S_\delta V_n}{V_a}, \quad (8.22)$$

дзе V_n - скорасць пешахода або аўтамабіля на скрыжаванні дарог, м/с; V_a скорасць аўтамабіля, м/с.



Рыс.8.6. Забяспячэнне бачнасці на прамым участку дарогі.

8.4. Асаблівасці праектавання падоўжанага профілю аўтамабільных лесавозных дарог

Вызначэнне кіруючага пад'ёму. Пры яго вызначэнні павінна быць выканана асноўная ўмова - магчымасць работы аўтапоезда з поўным выкарыстаннем яго грузапад'ёмнасці. Улічваючы гэта патрабаванне кіруючы пад'ём вызначаюць паводле формулы

$$i_{кр} = \frac{1}{g} \left(\frac{F_g}{Q} - \omega \right), \quad (8.23)$$

дзе F_g - датычная сіла цягі, Н; Q - маса поезда, т; ω - удзельнае

супраціўленне руху пезда, Н/т.

З формулы (8.23) відаць, што пытанне аб вызначэнні кіруючага пад'ёму неабходна рашыць адначасова з выбарам тыпу аўтамабіля і склада аўтапезда. Значэнне $i_{кр}$ пры праектаванні аўтамабільных лесавозных дарог прымаюць па нормам (табл.8.1 і 8.2), пры гэтым бяруць меншае значэнне, калі гэта не звязана з павелічэннем земляных работ. Ад велічыні $i_{кр}$ залежыць карысная нагрузка на аўтапезд, капітальныя ўкладанні на будаўніцтва дарогі, прадукцыйнасць і сабекошт вывазкі лесу, расход паліва і г.д.

Кіруючы пад'ём павінен быць устаноўлены яшчэ да пачатку і ў крайнім выпадку ў час пошука, таму што трасіраванне дарогі па карце і мясцовасці залежыць ад яго значэння.

Калі па ўмовах мясцовасці значэнне $i_{кр}$, вызначанае паводле формулы (8.23) не можа быць прынята з прычыны вялікага аб'ёму земляных работ або павелічэння даўжыні трасы, то неабходна выбраць другі склад аўтапезда з меншаю карыснаю нагрузкаю або замяніць тып аўтамабіля.

Для аўтамабіляў, якія маюць колавую формулу бх4, у адпаведнасці з нормамі праектавання ўстаноўлены гранічныя значэнні $i_{кр} = 80\%$, а для аўтамабіляў з колавай формулай 4х2- $i_{кр} = 60\%$, для седлавых аўтапаяздоў таксама $i_{кр} = 60\%$.

Вызначэнне дапушчальнага максімальнага спуску. Яго значэнне разлічваецца паводле формулы

$$i_{cn} \leq \frac{1}{g} \left(b + \omega - \frac{500kV_p^2}{S_\delta - S_z - t_n V_p} \right). \quad (8.24)$$

Абзначэнні тыя самыя, што і ў формуле (8.1). Ад i_{cn} залежыць: бяспечнасць руху аўтамабіляў, іх скорасць, капітальныя ўкладанні на будаўніцтва дарогі і г.д.

Для большай бяспечнасці руху ўдзельнае супраціўленне руху ω у формуле (8.24) рэкамендуецца прымаць 300 Н/т для дарогі з выдатным станам пакрыцця.

Па тэхнічным нормам рэкамендуецца прымаць $i_{cn} \leq i_p + 20\%$.

На ветках і вусах велічыня максімальнага спуску дапускаецца да 140% пры ўмове, што ўсе восі аўтапезда тармазныя.

Змякчэнне падоўжанага ухілу на крывых малых радыусаў. Калі крывая малага радыуса супадае з ухілам аўтапезд адчувае дадатковае супраціўленне руху. Дадатковае супраціўленне руху ўзнікае ў выніку дэфармацыі кола пад уздзеяннем цэнтрабежнай сілы (увод кола).

Досляды Я.Х. Закіна паказалі, што ўплыў увода кола можна кампенсаваць змякчэннем (памяншэннем) падоўжанага ўхілу на велічыню вызначаемую паводле формулы

$$\Delta i_{ym} = \frac{10^6 Q_{\text{бр}} g}{nk_c} \left(\frac{V_p^2}{gR} - i_{kp} \right)^2, \quad (8.25)$$

дзе $Q_{\text{бр}}$ - маса аўтапоезда бруто, кг; n - колькасць шын на колах аўтапоезда; k_c - каэфіцыент супраціўлення, $k_c = 70000 \dots 120000$, Н/рад.

На крывых малых радыусаў неабходна ўлічваць і страту магутнасці ў выніку несупадзення напрамку руху аўтамабіля і прычэпароспуска з напрамкамі дзеяння датычнай сілы цягі. Гэта можна ўлічыць змякчэннем ухілу падоўжанага профілю на велічыню, якая вызначаецца паводле формулы

$$\Delta i_m = \frac{250}{R^2} \left(L^2 + \frac{l^2}{4} \right), \quad (8.26)$$

дзе L - жорсткая база аўтамабіля, м; l - адлегласць паміж цэнтрамі цялежак задняга маста аўтамабіля і роспуска, м.

Дабавачнае супраціўленне руху на крывых з правым паваротам адчувае аўтапоезд у выніку скарачэння траекторыі руху яго па ўнутранай паласе. Гэта можа быць улічана змякчэннем падоўжанага ўхілу на велічыню, якая вызначаецца паводле формулы

$$\Delta i_{ym} = \frac{(B_o - 2e - 3)i_p}{2R - B - 2e + 3}, \quad (8.27)$$

дзе B_o - шырыня праезнай часткі, м; e - пашырэнне праезнай часткі на крывой, м; i_{np} - падоўжаны ўхіл па восі дарогі; R - радыус кругавой крывой, м.

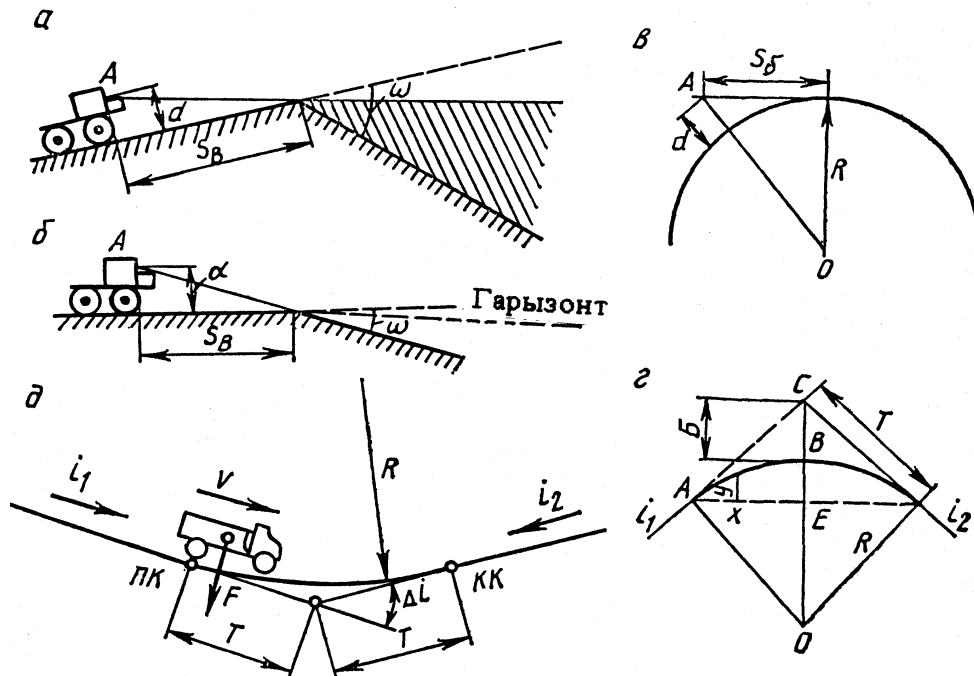
На велічыню паправак, вызначаных паводле формулаў (8.25), (8.26) і (8.27), павінен быць паменшан кіруючы ўхіл (пад'ём), калі ён супадае з крывою, а таксама і іншыя пад'ёмы, калі іх значэнне не задавальняе ўмове

$$i < i_{kp} - (\Delta i_{ym} + \Delta i_m + \Delta i_{np}).$$

На спадах у грузавым напрамку паменшаць ухілы не патрэбна.

Вертыкальныя крывыя і забяспячэнне бачнасці ў падоўжаным профілю. Вертыкальныя крывыя ў падоўжаным профілю ўстройваюць на пераломках праектнай лініі для змякчэння штуршкоў, удараў, паляпшэння бачнасці, забяспячэння плаўнасці руху. Яны бываюць

выпуклыя і ўвагнутыя (рыс. 8.7). Адапаведна ВСН 01-82 вертыкальныя крывыя ўстройваюць, калі алгебраічная рознасць сумежных ухілаў 15‰ і больш (магістраль I катэгорыі), 20‰ і больш (для магістраляў II, III і IV катэгорыі), 30‰ і больш (веткі і вусы).



Рыс.8.7. Вертыкальныя крывыя:

a – бачнасць на пераломе падоўжанага профілю не забеспечана; *б* – бачнасць на пераломе забеспечана; *в* – разліковая схема для вызначэння мінімальнага радыуса выпуклай крывой; *г* – вызначэнне элементаў вертыкальных крывых; *д* – разліковая схема для вызначэння мінімальнага радыуса ўвагнутай крывой.

Выпуклы пералом (рыс.8.7, *a*) абмяжоўвае бачнасць дарогі вадзіцелю. Таму радыусы выпуклых вертыкальных крывых назначаюць зыходзячы з забяспячэння бачнасці вадзіцелям паверхні дарогі і сустрэчнага аўтамабіля на разліковай адлегласці бачнасці.

Бачнасць на выпуклым пераломе падоўжанага профілю будзе забяспечана (рыс.8.7, *б*), калі $\text{tg}\omega \leq d/S_б$ (дзе ω - вугал пералому роўны алгебраічнай рознасці ўхілаў $\omega = i_1 - (-i_2) = i_1 + i_2$; d - вышыня вока вадзіцеля лесавознага аўтапоезда над паверхняй дарогі (2 м); $S_б$ - разліковая бачнасць дарогі, м).

Улічваючы, што для малых ухілаў $\text{tg}\omega \cong \Delta i_1 \cong i_1 - (-i_2) = i_1 + i_2$, можна запісаць умову для выпадку, калі пералом падоўжанага профілю патрэбна змякчыць пабудаваннем вертыкальнай крывой: $\Delta i / 1000 \leq d/S_б$.

Мінімальны радыус выпуклай кругавой крывой можна вызна-

чыць, выкарыстоўваю разліковую схему (рыс. 8.7, в), з гэтай схемы бачым, што

$$S_{\bar{\sigma}}^2 + R^2 = (R + d)^2 \quad \text{адкуль}$$

$$R_{\min} \cong \frac{S_{\bar{\sigma}}^2}{2d} \quad (8.28)$$

На ўвагнутых пераломках бачнасць дарогі забяспечана, але пры пераходзе з аднаго элемента на другі узнікаюць штуршкі, якія могуць выклікаць перагрузку, а ў некаторых выпадках і паломку рысораў аўтамабіля (рыс.8.7, д). Для прадухілення гэтых з'яў увагнутыя пераломы змякчаюць пабудовай увагнутых вертыкальных крывых. Мінімальны радыус увагнутай крывой вызначаюць зыходзячы з гранічнага значэння цэнтрабежнай сілы, дапушчавальнай па ўмове перагрузкі шын і рысораў, г.зн. павінна выконвацца умова

$$C < ma_{\text{дан}} \quad \text{або} \quad \frac{mV_p^2}{R} < ma_{\text{дан}}, \quad (8.29)$$

дзе C - цэнтрабежная сіла; m - маса аўтамабіля; $a_{\text{дан}}$ - цэнтрабежнае паскарэнне, роўнае $0,5 \text{ м/с}^2$; R - радыус увагнутай крывой, м; V_p - разліковая скорасць руху, м/с.

З няроўнасці (8.29) можна атрымаць мінімальны радыус увагнутай крывой

$$R_{\min} = \frac{V_p^2}{a_{\text{дан}}} \cong 2V_p^2 \quad (8.30)$$

Рэкамендуемыя радыусы вертыкальных крывых дадзены ў табл. 8.1 і 8.2.

Значэнне асноўных элементаў вертыкальных крывых (рыс.8.7, з) можна вызначыць паводле наступных прыблізных формулаў:

$$\text{даўжыня вертыкальнай крывой, м} \quad K \cong \frac{R\Delta i}{1000};$$

$$\text{тангенс вертыкальнай крывой, м} \quad T \cong \frac{K}{2};$$

$$\text{бісектрыса вертыкальнай крывой, м} \quad B \cong \frac{K^2}{8R};$$

дзе Δi - алгебраічная рознасць сумежных ухілаў, ‰; R - радыус вертыкальнай крывой, м.

Ардыната ўсякага прамежнага пункта знаходзіцца ад пачатку

крывой на адлегласці x (рыс. 8.7, z), вызначаецца паводле формулы

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

Даўжыня кругавых крывых павінна быць не менш 10 м, бісектрыса – 5 см.

Праектаванне вертыкальных крывых. У практыцы праектаван-
ня аўтамабільных дарог ужываюць стандартны метады разліка і
афармлення вертыкальных крывых. У гэтым метады для спалучэння
практных элементаў падоўжанага профілю выкарыстоўваюць пара-
балу з пачаткам кардынат у вяршыні крывой (рыс. 8.8). Пры
спалучэнні элементаў з ухіламі розных знакаў (рыс. 8.8, a) кардынаты
пачатку крывой ($ПК$) вызначаюць паводле формулаў

$$l_2 = \frac{Ri_1}{1000}; h_1 = \frac{l_1^2 R}{2}, \quad (8.31)$$

а канец крывой $КК$ паводле формул

$$l_2 = \frac{Ri_2}{1000}; h_2 = \frac{l_2^2 R}{2}; \quad (8.32)$$

$$\text{даўжыня крывой} \quad K=l_1+l_2=R\Delta i/1000 \quad (8.33)$$

Пікетнае ($ГК$) месцазнаходжанне вяршыні крывой $ВК$, пачатак $ПК$
і канца $КК$ крывой вызначаюць паводле формулаў

$$ГК ВК = ГК ВВ - 0,5(l_1 + l_2) + l_1 = ГК ВВ + 0,5(l_1 + l_2);$$

$$ГК ПК = ГК ВК - l_1; \quad ГК КК = ГК ВК + l_2,$$

дзе $ГК ВВ$ – пікетнае месцазнаходжанне вяршыні вугла вертыкальнай
крывой.

Практныя адзнакі галоўных пунктаў вертыкальнай крывой
вызначаюць наступным чынам (гл. рыс. 8.8, a):

$$\text{адзнака пачатку крывой } ПК = A \pm li_1$$

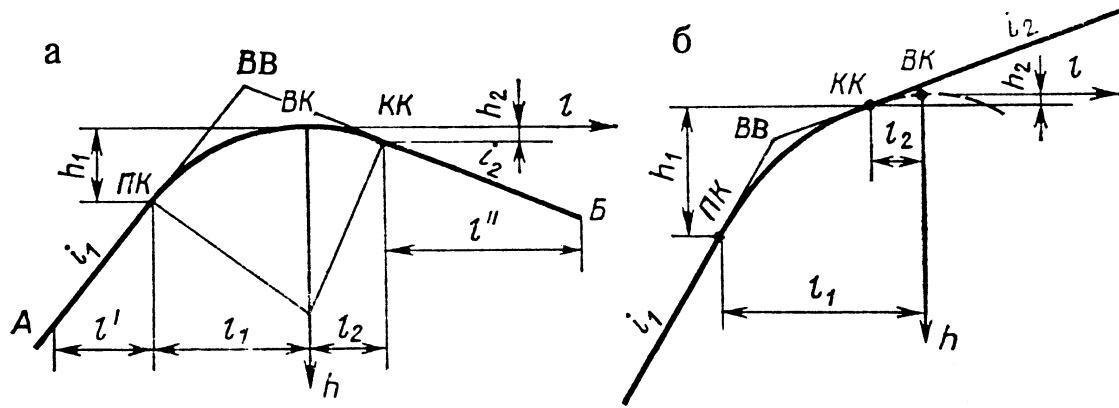
$$\text{адзнака вяршыні крывой } ВК = ПК \pm h_1$$

$$\text{адзнака канца крывой } КК = ВК \pm h_2,$$

дзе A – праектная адзнака бліжэйшага пікета або плюса да пачатку
вертыкальнай крывой; l – адлегласць да гэтай кропкі ад $ПК$. Знак плюс
для выпуклых крывых, а мінус для ўвагнутых.

Пры спалучэнні ўхілаў з аднолькавымі знакамі (рыс. 8.8, b) вяршы-
ня крывой размяшчаецца па-за крывой. У гранічным выпадку, калі $i_2 =$
 0 , вяршыня крывой супадае з кропкай $КК$ (у гэтым выпадку $h_2 = 0$ і

$l_2=0$). Пікетнае месцазнаходжанне галоўных кропак вызначаюць так: $ГК ВК = ГК ВВ - 0,5 (l_1+l_2)$; $ГК ПК$ і $ГК КК$ і l_1, l_2, h_1, h_2 - таксама, як указана вышэй. Аналагічна вызначаюцца кардынаты прамежных кропак (пікетаў і плюсоў).



Рыс. 8.8. Разліковыя схемы для вызначэння пікетнага палажэння і адзнак галоўных кропак вертыкальных крывых:

a – пры спалучэнні ўхілаў розных знакаў; *б* - пры спалучэнні ўхілаў аднолькавых знакаў; ПК, КК – пачатак і канец вертыкальнай крывой; ВК – вяршыня вертыкальнай крывой; ВВ – вяршыня вугла.

У цяперашні час пры праектаванні аўтамабільных дарог агульнага карыстання прымяняюць метады праектавання падоўжанага профілю вертыкальнымі крывымі, якія спалучаюцца непасрэдна адна за другою пры дапамозе прамых уставак і крывых якія маюць вялікія радыусы 10000 м і болей. Для нанесення праектнай лініі на вучастках вертыкальных крывых выкарыстоўваюць празрыстыя шаблоны розных радыусаў у маштабе падоўжанага профілю.

Шаг праектавання. Адлегласць паміж вяршынямі пераломаў праектнай лініі ў падоўжаным профілю называецца *шагам праектавання*. Яго значэнне вызначаецца з умовы забяспячэння магчымасці размяшчэння вертыкальных крывых.

$$l_{шаг} \geq T_1 + T_2 = R_1 \frac{i_1+i_2}{2000} + R_2 \frac{i_2+i_3}{2000}, \quad (8.34)$$

дзе T_1, T_2 - тангенсы вертыкальных сумежных крывых; R_1, R_2 – радыусы вертыкальных крывых; i_1, i_2, i_3 - ухілы элементаў (участкаў) спалучаемых вертыкальных крывых, ‰. Для аўтамабільных лесавозных дарог мінімальны шаг праектавання роўны 50 м на магістралях і 20...30 м на ветках і вусах.

8.5. Праектаванне землянога палатна аўтамабільных лесавозных дарог

Земляное палатно служыць фундаментам для найбольш каштоўнага і важнага элемента дарогі – дарожнага адзення, таму яно павінна праектавацца сумесна з дарожным адзеннем, зыходзячы з патрабаваннем забяспячэння яго найбольшай устойлівасці пры мінімальным стратах на будаўніцтва дарогі цалкам.

Праектаванне землянога палатна выконваюць па тыповым папярочным профілям (рыс. 8.9) з улікам рэльефа, тыпу мясцовасці па характару і ступені ўвільгатнення (табл. 2.1) і дарожна-кліматычнай зоны.

Адрозніваюць дванаццаць тыпаў папярочных профіляў землянога палатна (рыс. 8.9): I – насып вышынёю да 1 м з канавамі або рэзервамі пры папярочным ухілу мясцовасці 1:10 і пячаных і супесчаных грунтах. Пры ўхілу болей 1:25 канавы ўстройваюць толькі з верхняга боку; II – насып вышынёю да 1 м з канавамі або рэзервамі пры папярочным ухілу мясцовасці да 1:10 і сугліністых і гліністых грунтах. Пры ухілу болей 1:25 канавы ўстройваюць з верхняга боку; III – насып на сырых і забалочаных участках пры папярочным ухілу мясцовасці да 1:10. IV – насып з прывознага грунту вышынёю да 1 м без канаў (на валунах, балотах II тыпа і інш.); V – насып вышынёю ад 1 да 12 м пры папярочным ухілу мясцовасці да 1:10 з буйнага і сярэдня буйнага пяска, гравія, галькі з адкосамі 1:1,5 на ўсю вышыню; VI – насып на спаду з крутасцю ад 1:10 да 1:5; VII – насып без рэзерваў на спаду крутасцю ад 1:5 да 1:3; VIII – падтопляемая насып; IX – выемкі без кавальераў у пячаных і супесчаных грунтах глыбінёю да 12 м, пры папярочным ухілу мясцовасці крутасцю болей 1:5 банкеты не ўстройваюць; X – выемкі без кавальераў у гліністых і сугліністых грунтах глыбінёю да 12 м пры папярочным ухіле мясцовасці не болей 1:3, калі больш банкеты не ўстройваюць; XI – выемкі глыбінёю да 12 м у дробных плаватых пясках, лёсах, глінах плаватых пры ўхілу мясцовасці не болей 1:3; XII – выемкі ў слабавыветраных скальных грунтах.

Пры праектаванні і будаўніцтве землянога палатна неабходна кіравацца дарожнай класіфікацыяй грунтоў.

Індывідуальныя праекты землянога палатна, адпаведна і папярочныя профілі іх распрацоўваюць у наступных выпадках:

для насыпу: вышынёю больш 12 м з няскальных грунтоў;

- на участках, якія часова падтапляюцца а таксама ў месцах перасячэння вадаёмаў і вадацёкаў;

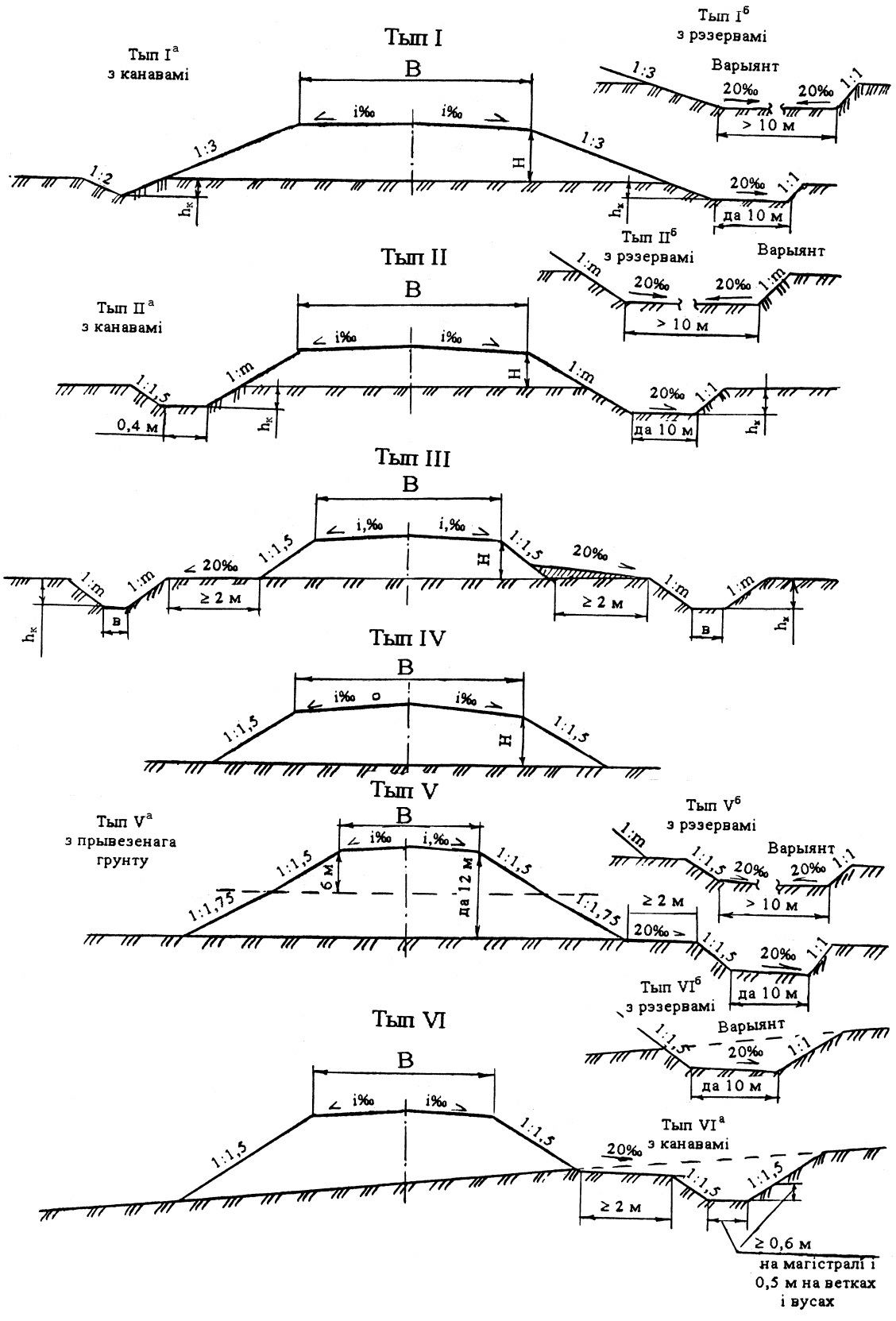
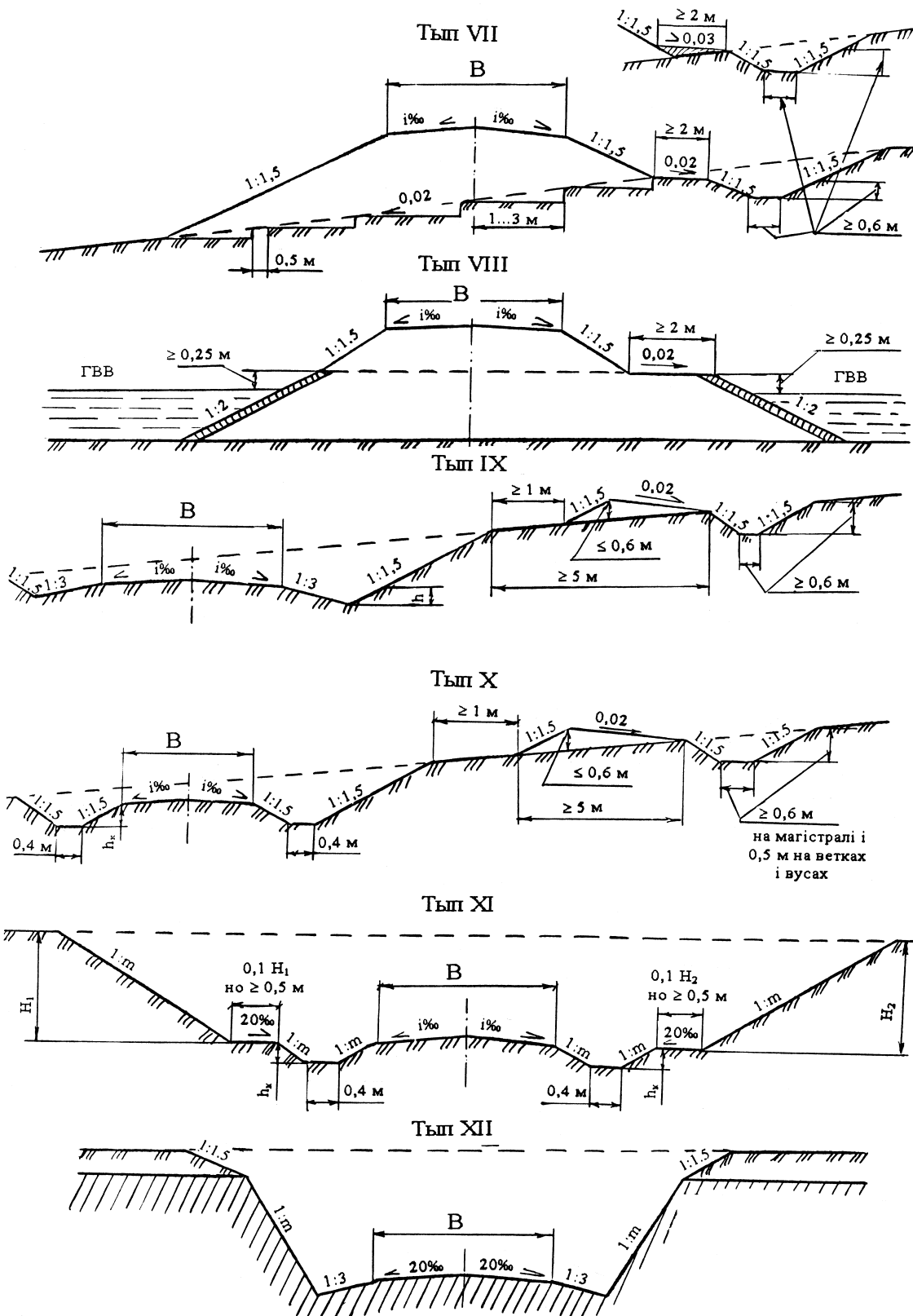


Рис.8.9. Типовыя папярочныя.



профілі земляного палатна

- на балотах глыбінёю больш 4 м або пры меншай глыбіні, калі не прадугледжана вытарфоўванне і калі папярочны ўхіл дна балота болей 1:10;

- на участках з слабым прыродным падмуркам, у тым ліку ў месцах размяшчэння водапрапускных збудаванняў;

- у выпадку пабудовы землянога палатна з моцна набухаючых гліняных грунтаў;

- пры выкарыстанні гідрамеханізацыі або масавых узрывных работ.

Для выемкі:

- у нескальных грунтах пры вышыні адкосаў больш 12 м і ў скальных – больш 16 м пры добрых інжынерна-геалагічных умовах;

- пры вышыні адкосаў менш 16 м у скальных грунтах, якія маюць нахіл слаёў у адзін бок; (у бок землянога палатна);

- у гліністых пераўвільготненых грунтах з каэфіцыентам кансістэн-цыі больш 0,5, або якія адчыняюць ваданосныя гарызонты;

- глыбінёю больш 6 м у гліністых пылаватых грунтах у раёнах з лішнім увільгатненнем;

- у складаных інжынерна-геалагічных умовах (на схілах круцей 1:3, на участках, на якіх магчымы апоўзні, развіццё рова, карста, абвалаў, селей, снежных лавін і іншых).

Каб не было снежных заносаў пры праектаванні землянога палатна трэба:

- астаўляць на мяжы прасекі з кожнага боку дарогі палосы лесу (кустарніка) шырынёю не менш 60 м;

- у адкрытай мясцовасці прадугледжваць шырыню паласы адвода для ўстанаўлення снегавых шчытоў, для гэтага трэба дамовіцца з гаспадаром зямлі, на якіх будуць стаяць шчыты;

- не устройваць кавальеры ўздоўж выемкі глыбінёю болей 2 м;

- насыпі праектаваць вышынёю больш як таўшчыня снегавога пакрыцця, скарачаць працяг выямак і нулявых месцаў.

Вышыня насыпу на магістралі прымаецца з улікам кліматычных умоў, тыпу грунту. На ветках і гаспадарчых дарогах яна павінна быць не менш 0,6 м, над дарожнымі трубамаі не менш 0,5 м.

Броўка палатна пры падыходзе да мастоў і труб у граніцах разліва, пры размяшчэнні дарогі ўздоўж ракі павінна быць не менш чым 0,5 м.

Пры размяшчэнні насыпу на поймах рэкаў для забяспячэння яе ўстойлівасці, павінны прадугледжвацца бермы шырынёю не менш 2 м з ухілам у вонкавы бок 20 %.

Для пабудовы насыпу можна выкарыстоўваць усе грунты за

выключэннем: глеістых, торфа, тлустых глін, а таксама грунтоў, якія ўтрымліваюць больш 8% хларыдных і 5% сульфатных соляў.

Круцізна адкосаў насыпу вышынёю да 1 м, узведзёных з нескальных грунтоў, атрыманых з бакавых рэзерваў, а таксама круцізна ўнутраных адкосаў канаў і рэзерваў назначаецца ад 1:1,5 да 1:3 у залежнасці ад віда грунту, спосабаў узвядзення і выкарыстоўваючых механізмаў.

Карчаванне пнёў на трасе дарогі праектаваць у тым месцы, дзе насып будзе вышынёю ад ніза дарожнага адзення не больш 0,5 м, а пры вышыні насыпу ад 0,5 м да 1 м пень зрэзваюць роўна з зямлёю. Пры большай вышыні насыпу пні пакідаюць вышынёю не больш 0,2 м.

Найменшы каэфіцыент ушчыльнення грунту ў насыпу (адносіны мінімальна патрэбнай шчыльнасці грунту да максімальнай пры стандартным ушчыльненні) прымаецца: для верхняй часткі насыпу (да 1,5 м ад броўкі) – 0,98...0,95; для ніза – 0,95.

Бакавыя рэзервы ўздоўж насыпу павінны праектавацца зыходзячы з умовы забяспячэння патрэбнасці ў грунту і выкарыстання іх у якасці водаадводнай канава. Рэзервы маюць трапецыідальную форму. Глыбіня іх не больш 1,5 м, круцізна адкосаў 1:1...1:1,5. Папярочны ухіл дна рэзерва павінен быць не менш 20% у бок ад землянога палатна пры яго шырыні не больш 10 м і ў сярэдзіну рэзерва пры шырыні больш 10 м.

Рэзервы праектуюць з нагорнага боку, а пры папярочным ухіле менш 1:10 праектуюцца з абюдзвіх бакоў насыпу. На затапляемых поймах рэзервы як правіла не ўстройваюць. У выключных выпадках трэба з нізавага боку пакідаць бярму шырынёй не менш 4 м, а там дзе падмыў насыпу – не менш 2 м.

Круцізна адкосаў вымак прымаецца ў асноўным 1:1,5, а пры глыбіні больш 12 м – назначаецца па індывідуальным праектам.

Кавальеры праектуюць з аднаго або з абюдзвіх бакоў выемкі. Паверхні кавальера надаюць ухіл у бок ад дарогі, круцізна адкосаў кавальераў 1:1,5. На мясцовасці з папярочным ухілам больш 1:5 кавальеры не будуцца. Кавальеры з нагорнага боку праектуюцца без перарыва на ўсёй даўжыні выемкі. Кавальеры з ніжняга боку назначаюцца з разрывамі ў нізкіх месцах шырынёй 1 м праз 50...100 м. Адлегласць ад броўкі адкосу выемкі да падэшвы кавальера прымаюць не менш 5 м, а на слабых грунтах – не менш 10 м. Плошчы паміж кавальерамі і броўкай выемкі прыдаюць ухіл у бок выемкі 20%.

Пры размяшчэнні выемкі з вышынёй адкосаў больш 2 м у дробных і пылаватых пясках, лёсах, у грунтах (пылаватых, тлустых глінах, і

іншых) з лішняй вільготнасцю прадугледжваюць кюветныя полкі шырынёю 0,5...1 м.

У выпадках, калі немагчыма ўстроіць адкосы неабходнай круцізны будуюць падпорныя сценкі.

У выемках, якія пераразаюць ваданосныя слаі грунта, прадугледжваюць меры па забяспячэнню ўстойлівасці землянога палатна (устройванне дрэнажу, замену грунта дрэнажаваным, умацаванне адкосаў).

З мэтай павышэння незанасімасці дарог снегам неабходна: выемкі глыбінёю да 1 м раскрываць, распрацаваў іх пад насып, а выемкі глыбінёю ад 1 да 5 м праектаваць з палогімі адкосамі ад 1:4 да 1:6.

Для паляпшэння ўмовы абцякання выемкі снегапаветраным патокам, лепшага спалучэння дарогі з навакольгай мясцовасцю і змяншэннем паласы адводу, мэтазгодна акругліць верхні беражок адкоса выемак, упісвая крывыя радыусам 5...7 м.

Вызначэнне шырыні землянога палатна і праезнай часткі дарогі (рыс. 8.10). Шырыня землянога палатна вызначаецца паводле формулы

$$B = B_0 + 2C, \quad (8.35)$$

дзе B_0 - шырыня праезнай часткі, м; C – шырыня абочыны, м.

Шырыню праезнай часткі вызначаюць у залежнасці ад тыпу дарожнага адзення, колькасці палос руху, габарытаў аўтамабіля.

Шырыня праезнай часткі (рыс. 8.10, а) для аднапалоснага суцэльнага пакрыцця будзе роўна

$$b_1 = c + n + 2m. \quad (8.36)$$

Шырыня праезнай часткі для двухпалоснага суцэльнага пакрыцця (рыс. 8.10, б) будзе роўна

$$b_2 = c + n + k + z + 2m, \quad (8.37)$$

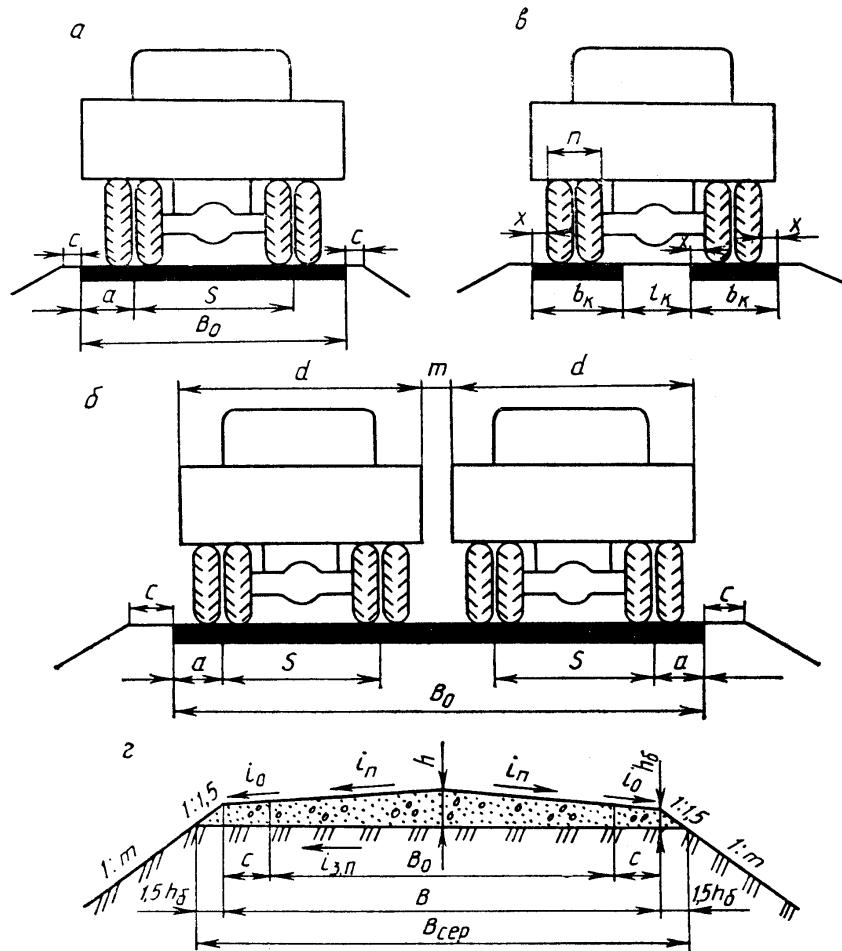
дзе c - шырыня каляі аўтамабіля; n - шырыня спараных колаў; m - адлегласць ад спараных колаў да беражка праезнай часткі; k - габарыт аўтамабіля (шырыня кузава); z - адлегласць паміж двума сустрэчнымі аўтамабілямі.

Значэнне m і z з улікам доследаў М.Ф. Харашылава і спецыфікі лесавозных дарог (малая інтэнсіўнасць руху) можна вызначыць так:

$$m = k_{ум} \sqrt{0,1 + 0,027V_p}; \quad z = (0,3 + 0,19\sqrt{V_1 + V_2})k_{ум},$$

дзе V_1, V_2 - разліковая скорасць сустрэчных аўтамабіляў, м/с; V_p -

разліковая нарміраваная скорасць руху, м/с; $k_{ум}$ - каэфіцыент памяншэння на лесавозных дарогах, роўны (0,8...1,0), для лесавозных дарог можна прыняць $V_1 + V_2 = 2 V_p$.



Рыс.8.10. Разліковыя схемы для вызначэння шырыні землянога палатна: *a* – з аднапалоснай праезнай часткай; *б* – з двухпалоснай; *в* – дарога з калейным пакрыццём; *г* – пры серпападобным профілю дарожнага адзення.

Шырыня колаправодаў калейнага пакрыцця (рыс. 8.10, *в*) вызначаецца паводле формулы

$$b_k = n + 2x, \quad (8.38)$$

дзе x - адлегласць ад спараных колаў да беражка колаправаду. Значэнне x па дадзеным М.С. Замахаева залежыць ад скорасці руху аўтамабіля і вызначаецца паводле формулы

$$x = 0,08 + 0,005V_p.$$

Адлегласць паміж колаправадамі вызначаецца паводле формулы

$$l_k = \frac{C_1 + C_2}{2} - b_k, \quad (8.39)$$

дзе C_1 - шырыня пярэдніх колаў; C_2 - шырыня задніх колаў.

Шырыня землянога палатна адна і двухпалосных дарог вызначаецца паводле формулы

$$B = b + 2a \quad (8.40)$$

Для калейных дарог з адной паласой руху

$$B = 2(b_k + a) + l_k, \quad (8.41)$$

дзе a - шырыня абочыны.

Для пропуску сустрэчных аўтапаяздоў на калейных дарогах і дарогах з адною паласою руху ўстройваюць раз'езды.

Даўжыня раз'ездаў прымаецца не менш 30 м. Яе можна вызначыць паводле формулы

$$l_p = l_m + 4\sqrt{aR}, \quad (8.42)$$

дзе l_m - даўжыня грузонага аўтапоезда, м; a - адлегласць паміж восямі двух сустрэчных аўтапаяздоў, м; R - мінімальны радыус павароту грузонага аўтапоезда, які прымаецца 20...30 м.

Раз'езды размешчаюцца ў межах бачнасці, але не далей 500 м адзін ад аднаго.

У нормах па праектаванню аўтамабільных лесавозных і лесагаспадарчых дарог (табл. 8.1 і 8.2) шырыня землянога палатна і праезнай часткі даецца ў залежнасці ад катэгорыі дарогі.

Праектаванне землянога палатна на балоце. Земляное палатно на перасячэнні балот праектуюць з улікам іх дарожна-будаўнічай класіфікацыі. Балота дзеляцца на тры тыпа:

I тып – балоты, якія цалкам запоўнены торфам устойлівай кансістэнцыі без бакавога выціснення з пад насыпу вышынёю да 3 м, якія падсцілаюцца шчыльнымі мінеральнымі грунтамі.

II тып – балота, запоўненыя торфам неўстойлівай кансістэнцыі, які падсцілаецца слоям сапрапеля, мергеля або глея, ён можа быць перакрыты слоём нанесенага грунту. Слабы грунт выціскаецца пры хуткім узвядзенні насыпу вышынёю да 3 м, але ўшчыльняецца пры павольным узвядзенні.

III тып – балота, запоўненыя рэдкім торфам, з плаваючай тарфяной коркаю (сплавінныя балота).

Кансістэнцыя торфа ўстаноўліваецца, калі ў шурфу 2x2 і глыбінёю 2 м сценка на працягу 5 дзён захоўваецца, гэта значыць торф-устойлівай кансістэнцыі, амкалі не – неўстойлівай.

Пры праектаванні землянога палатна на балотах прадугледжваюць:

а) перасячэнне балот у самым вузкім і неглубокім месцы, які мае найменшы папярочны ўхіл мінеральнага дна;

б) абмяжаванне тэрміна стабілізацыі асадкі насыпу;

в) асушэнне балота ва ўсіх выпадках, калі гэта тэхнічна магчыма і эканамічна мэтазгодна (пры гэтым меліаратыўныя работы выконваюць да ўзвядзення насыпу).

Пры праектаванні лесавозных аўтамабільных дарог з пераходнымі і ніжэйшымі тыпамі пакрыццяў на балотах I тыпу іх будуць без вытарфоўвання або з частковым вытарфаваннем з такім разлікам, каб таўшчыня астаўшагася слоя торфу з улікам яго абціскання была пры пераходных пакрыццях не больш 1/3, а пры ніжэйшых – не больш 1/2 таўшчыні мінеральнай часткі насыпу.

На балотах II і III тыпу насып павінна будавацца з абпіраннем на мінеральнае дно балота.

Веткі і вусы лесавозных дарог з драўлянымі калейнымі пакрыццямі на балотах I і II тыпу устругваюць на драўляных лежках і клетках з бяргвенняў без пабудовы землянога палатна.

Насып на балотах праектуюць з водаўстойлівых гравілістых, пячаных або супесчаных грунтоў.

Вышыня насыпу над паверхняй балота пасля асадкі павінна быць не менш чым для звычайных умоў.

Велічыня асадкі насыпу на балотах I тыпу арыентавана можа быць вызначана паводле формулы $S = (0,2K - 0,3)H_0$, (H_0 – таўшчыня тарфу).

Канструкцыю землянога палатна на балотах выбіраюць у залежнасці ад наступных фактараў:

- катэгорыі дарогі, канструкцыі верхняй пабудовы дарогі, велічыні дапушчальных прагінаў і нераўнамернасці дэфармацыі;

- тыпу балота, яго глыбіні і фізіка-механічных уласцівасцяў торфу;

- тэрміну будаўніцтва.

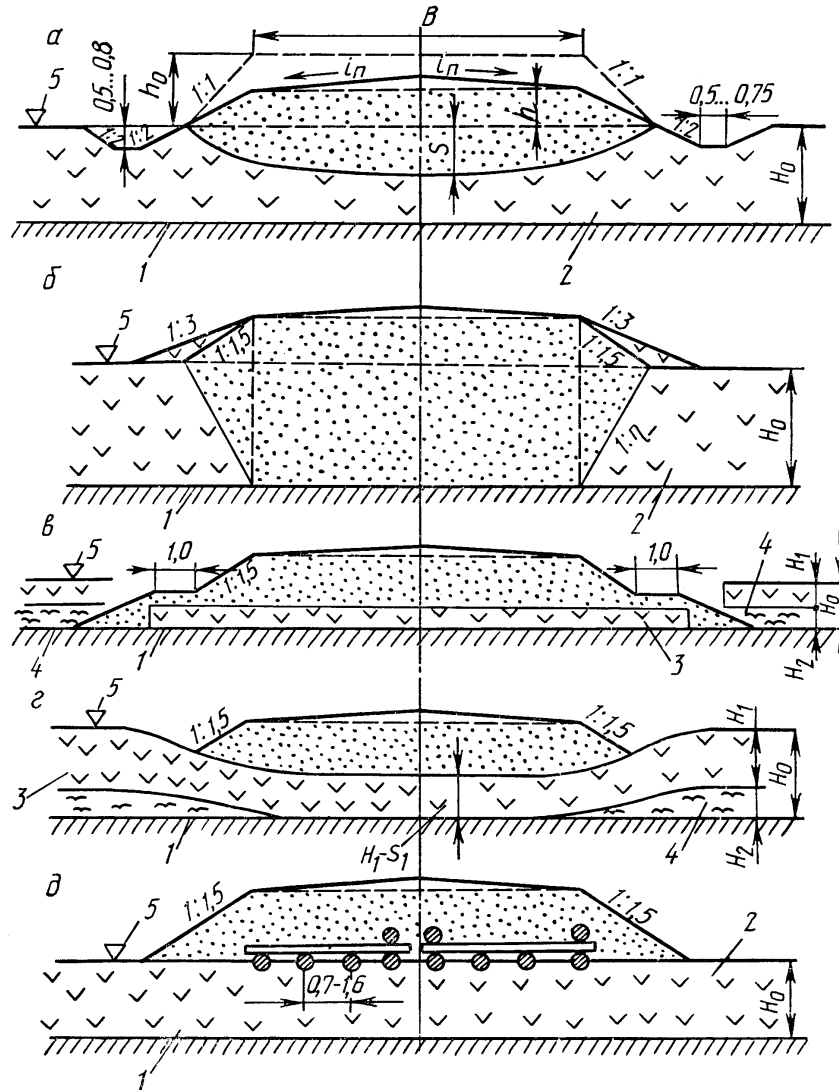
Шматлікасць канструкцый землянога палатна на балотах зведзена да натупных асноўных тыпаў:

I тып – земляное палатно з пасадкаю на мінеральнае дно балота (поўнае вытарфоўванне);

II тып – земляное палатно, завіснае ў торфу (частковае вытарфоў-

ванне);

III тип – земляное палатно з пагружэннем яго на сплавіну;



Рыс.8.11. Тыповыя канструкцыі землянога палатна на балоце:

a – на балоце I тыпу, запоўнены шчыльным торфам без вытарфоўвання; *б* – на балоце I тыпу з поўным або частковым вытарфоўваннем; *в* – на балотах II і III тыпаў (з плаваючай сплавінай) з пасадкаю насыпаў на мінеральнае дно; *г* – таксама, але без уладкавання про-разяў у торфе; *д* – з уладкаваннем драўляных смянў; 1 – мінеральнае днобалота; 2 – шчыльны торф; 3 – сплавіна; 4 – ваткі торф або сапрапелі; 5 – узровень балоту; h_0 – агульная таўшчыня слоя грунта з улікам асядання; h – праектная рабочая адзнака; S – асадка насыпу ($h_0 = h + S$); H_0 – глыбіня балота; H_1 – таўшчыня верхняга слоя; H_2 – таўшчыня ніжня-га слоя; S_1 – асадка верхняга слоя.

IV тип – земляное палатно на насцілу.

Канструкцыі землянога палатна на балотах паказаны на рыс. 8.11.

Паласа адводу і шырыня дарожнай прасекі. Аўтамабільная да-

рога ёсць комплекс інжынерных збудаванняў, якія забяспечваюць рух аўтапаяздоў з разліковай скорасцю. У гэты комплекс уваходзяць земляное палатно, масты, трубы і іншыя збудаванні, для размяшчэння якіх ад землякарыстальнікаў забіраецца паласа зямлі, якая называецца паласой адводу. Шырыня яе прымаецца роўнай для дарог круглагадовага дзеяння – магістралі 30 м, для ветак – 12, для пажарных дарог – 8 м; для зімовых дарог пры ўстройванні грузавага і негрузавага напрамкаў у адной паласе (прасеке) – 14 м, а пры раздзельнай – 8 м для грузавага і 6 м для не грузавага.

Шырыня ахоўнай паласы лесанасаджэнняў прымаецца не менш 60 м з двух бакоў. У той мясцовасці дзе не расце лес шырыня паласы адводу назначаецца з улікам магчымасці ўстаноўкі снегавых шчытоў. Снегавыя шчыты па дамоўленасці з уладальнікамі зямлі могуць быць размешчаны на іх зямлі.

8.6. Тыпы і канструкцыі дарожнага адзення аўтамабільных лесавозных дарог

Асноўныя віды дарожнага адзення. Дарожнае адзенне – штучная канструкцыя ў межах праезнай часткі аўтамабільнай дарогі, якая складаецца з дарожнага пакрыцця і слаёў асновы (аднаго або некалькіх), якія ўспрынімаюць шматразовыя ўздзеянні транспартных сродкаў, пагодна-кліматычных фактараў і забяспечваюць перадачу ўзнікаючага ціску на грунт землянога палатна. Дарожнае адзенне з'яўляецца асноўным элементам дарожнай канструкцыі.

Дарожная канструкцыя – шматслойная сістэма, якая складаецца з дарожнага адзення і землянога палатна.

Дарожныя адзенні па супраціўленню нагрузкам ад транспартных сродкаў і характару дэфармавання дзеляцца на дзве групы: цвёрдыя і няцвёрдыя.

Да цвёрдых адзенняў адносяцца адзенні, у якіх супраціўленне выгіну і модуль пругкасці, практычна не залежыць ад водна-цеплавага рэжыму. Яны могуць быць адно- і многаслойныя. Гэта адзенні з цэментабетонным пакрыццём, жалезабетонных пліт і з драўлянымі колаправадамі.

Да няцвёрдых дарожных адзенняў адносяцца адзенні, у якіх супраціўленне выгіну і модуль пругкасці значна залежаць ад водна-цеплавага рэжыму. Гэта ўсе астатнія віды дарожных адзенняў. У залежнасці ад колькасці канструктыўных слаёў дарожныя адзенні мо-

гуць быць аднаслойныя і шматслойныя. Верхні сой называюць пакрыццём, астатнія – слямі асновы. Пакрыцце вызначае эксплуатацыйную якасць адзення цалкам (роўнасць, шурпатасць, безпыльнасць і г.д.). Некаторыя віды пакрыццяў патрабуюць паверхневай апрацоўкі, якая захоўвае яго ад зносу і пранікнення вільгаці. Слой зносу таўшчынёю 1,5...4,5 см робяць на паверхні пакрыцця з дробнага шчэбня, апрацаванага гарачым вязкім бітумам. Аснова адзення з аднаго або некалькіх слаёў. Яна з'яўляецца асноўным элементам адзення і вызначае яе трываласць.

Ніжэй асноўных слаёў у шэрагу выпадкаў укладваюць дадатковы слой (падсцілка) з пяску і іншых мясцовых зярністых матэрыялаў, які служыць для дрэнажа адзення і павышэння яго трываласці і марозаўстойлівасці. У аднаслойных адзеннях пакрыццё выконвае і яго ролю.

Класіфікацыя дарожных адзенняў. Дарожныя адзенні няцвёрдага тыпу праектуюць у адпаведнасці з інструкцыяй УБН 46-83 (Мінтрансбуда) і дапаможніка да будаўнічых норм Рэспублікі Беларусь 3.03.01-96 да БНіП 2.05.02-85 у якім прынята наступная класіфікацыя дарожнага адзення (табл. 8.5).

Асноўныя тыпы папярочных профіляў дарожнага адзення. У залежнасці ад тэхналогіі будаўніцтва і прымяняемых матэрыялаў адрозніваюць наступныя тыпы папярочных профіляў дарожнага адзення : серпападобны , карытны, паўкарытны і палосны (калейны) рыс. 8.12.

Серпападобны профіль пакрыцця ўстройваюць па ўсёй шырыні землянога палатна, найбольшая таўшчыня па восі дарогі, а на броўцы – 4...5 см. Гэта найбольш простая канструкцыя, якая не патрабуе вялікіх затрат пры будаўніцтве. Пры водапранікальных пакрыццях (гравійнае) не патрабуецца ўстройванне спецыяльнага дрэнажа для адвода вады, але патрабуе павелічанага расходу дарожна-будаўнічых матэрыялаў. Серпападобны профіль прымяняюць: для грунтовых дарог, палепшаных скелетнымі дабаўкамі; для гравійных дарог на земляном палатне з недрэнажавальных грунтаў – пры рознай таўшчыні пакрыцця і рознай шырыні абочын, а пры дрэнажавальных грунтах землянога палатна толькі пры шырыні абочыны менш 1 м, пры большай шырыні абочын – пры таўшчыні пакрыцця да 15 см; для пакрыццяў з грунтаў, умацаваных вязучымі матэрыяламі – рознай таўшчыні пакрыцця, калі шырыня абочыны менш 1 м, пры большай шырыні абочыны – пры таўшчыні пакрыцця менш 15 см (пры розных грунтах).

Карытны профіль прымяняюць у тым выпадку, калі пакрыццё ўстройваюць з дарагіх матэрыялаў (асфальтабетона, цэментабетона,

Табліца 8.5

Тыпы дарожных пакрыццяў

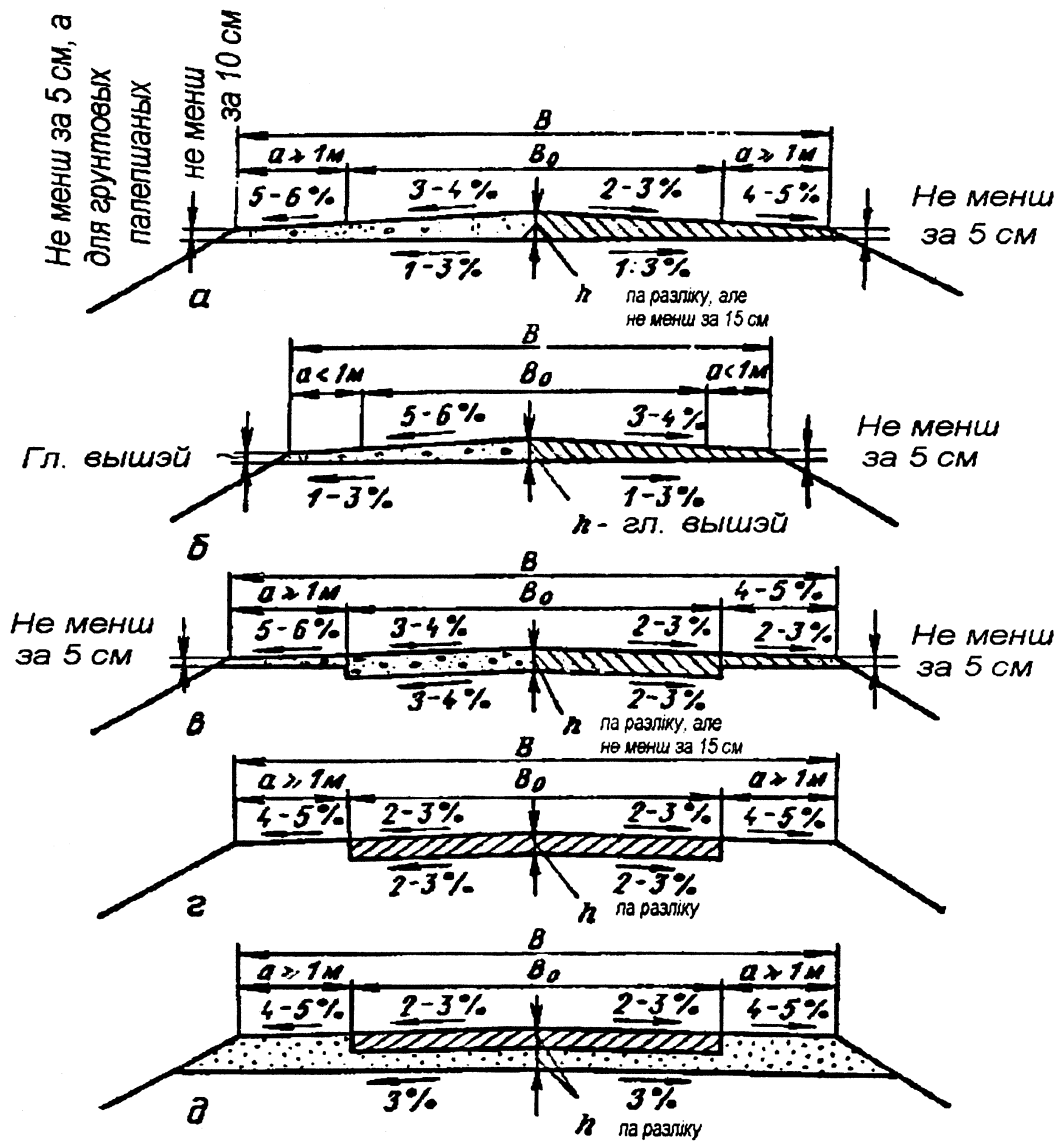
Тып пакрыцця	Назва пакрыццяў	Катэгорыя дарогі, на якой дапускаецца дадзены тып пакрыцця
Удасканаленыя:	З асфальтабетонных шчыльных сумесяў маркі I, якія ўкладваюць у гарачым і цёплым стане.	I л
капітальныя	З асфальтабетонных шчыльных сумесяў маркі II, якія ўкладваюць у гарачым і цёплым стане.	I л і II л
аблегчаныя	З асфальтабетонных халодных сумесяў маркі I, дзегцябетонных шчыльных гарачых сумесяў маркі I і II, халодных маркі I. З асфальтабетонных шчыльных сумесяў маркі III, якія ўкладваюцца ў гарачым і цёплым стане, халодных асфальтабетонных сумесей маркі II, матэрыялаў апрацаваных бітумам па спосабу змешання на дарозе з павярхневай апрацоўкай.	I л і II л
Пераходныя	З каменных матэрыялаў, апрацаваных арганічнымі вяжучымі, чорнага шчэбня апрацаванага ў машыне і ўкладзены па спосабу заклінкі, эмульсійна-бітумамінэральных сумесяў і г.д.	III л і IV л
Ніжэйшыя	З шчэбня, грунташчэбня, гравійныя, шлакавыя, з грунта ўмацаванага вадкімі арганічнымі вяжучымі.	IV л, веткі і іншыя.
	Грунтоваыя, умацаваныя рознымі мясцовымі матэрыяламі. Грунтагравійныя.	Веткі, вусы IV л
	Грунтоваыя з аптымальных сумесяў. Драўляна-грунтоваыя.	

чорнага шчэбня і г.д.). Вартасць гэтага профілю – эканомія дарагіх матэрыялаў, а недахоп – занос гразі з абочын на пакрыццё, неабходнасць устравання дрэнажа для сцёку вады з карыта.

На аўтамабільных лесавозных дарогах гравійнае пакрыццё можна ўкладваць у карыце, якое ўстройваецца ў пячаным падсцілаючым слою, які ўкладваюць на ўсю шырыню землянога палатна дарогі.

Паўкарытны профіль – прамежкавы від профілю паміж карытным і сепарацыйным профілямі. Яго рэкамендуецца прымяняць на аўтамабільных лесавозных дарогах у наступных выпадках: для гравійных пакрыццяў на земляном палатне з дрэнажавальных грунтоў пры шырыні абочын 1 м і больш і таўшчыні слоя болей 15 см; для адзення з пакрыццём з умацаваных грунтоў на земляным палатне з розных грунтоў пры шырыні абочын 1 м і больш і таўшчыні ўмацаванага слоя болей 15 см.

Палосны (калейны) профіль – прымяняюць у асноўным на часовых аўтамабільных дарогах з пакрыццём з жалезабетонных пліт, драўляных шчытоў і інш.



Рыс.8.12. Тыповыя папярочныя профілі дарожнага адзення аўтамабільных лесавозных дарог:

a – серпападобны; *б* – таксама на аднапалосных дарогах; *в* – паўкаратны (левыя часткі профіляў; *a*, *б* і *в* для гравійных, шчэбневых і іншых пакрыццяў; правая – для татэрыялаў і грунтоў, апрацаваных вяжучымі); *г* – карытны; *д* – таксама для гравійных і іншых пакрыццяў у карыце з пясчанага падсцілачнага слоя.

Выбар тыпу папярочнага профілю дарожнага адзення вызначаецца тэхніка-эканамічнымі разлікамі. Пры гэтым неабходна ўдакладніць кошт як пакрыцця, так і ўмацавання абочын пры карытным профілю.

Для адвода вады пры выпадзенні атмасферных ападкаў з паверхні праезнай часткі дарогі ей надаюць папярочны ўхіл (табл. 8.6).

Табліца 8.6

Папярочныя ўхілы праезнай часткі		
Назва пакрыццяў	Папярочны ўхіл, ‰	
	З двума палосамі руху	З адной паласой руху
Гравійныя, шчэбнявыя, апрацаваныя вяжучым	20...30	-
Таксама без апрацоўкі	25...30	50...60
З грунта, апрацаванага вяжучым	20...30	30...40
Грунтовыя з аптымальнай сумесі	-	50...60

За ўвага: Папярочны ўхіл для абочын шырынёю 1 м і больш прымаюць на 10...30‰ больш ухілу праезнай часткі, а для абочын менш 1 м – роўным ухілу праезнай часткі.

8.7. Праектаванне і канструяванне дарожнага адзення

Праектаванне дарожнага адзення заключаецца ў вызначэнні аптымальнай калькасці слаёў, разліковых характарыстык матэрыялаў, разліку і тэхніка-эканамічнага аналізу выбраных канструкцый. Выбар тыпу дарожнага адзення, матэрыялу пакрыцця выконваюць у залежнасці ад катэгорыі дарогі ў адпаведнасці з табл.8.5., саставу і перспектыўнай інтансіўнасці руху аўтапаяздоў, кліматычных і гідралагічных умоў мясцовасці, наяўнасці дарожна-будаўнічых матэрыялаў і інш.

Дарожнае адзенне і земляное палатно неабходна праектаваць сумесна, як адно цэлае, таму што трываласць, доўгавечнасць і эканамічнасць дарожнага адзення, а таксама ўмовы яе работы пад уздзеяннем транспартнай нагрукі і прыродных фактараў залежаць у большай ступені ад стана грунтоў землянога палатна.

Нясучая здольнасць (трываласць) дарожнай канструкцыі – уласцівасць канструкцыі, якая характарызуе яе здольнасць успрымаць без адказу ўздзеяння транспартных сродкаў і пагодна-кліматычных фактараў.

Адказ дарожнай канструкцыі – пераход канструкцыі ў гранічны стан (г. зн. падзея, якая сведчыць аб нарушэнні работаздольнасці канструкцыі).

Гранічны стан дарожнай канструкцыі – стан, пры якім дарожная канструкцыя перастане задавальняць зададзеным патрабаванням.

Работаздольнасць дарожнай канструкцыі – канструкцыя, якая

мае запас трываласці на шматразовыя паўторныя ўздзеянні разліковых аўтамабільных нагрузак.

Пры праектаванні дарожнага адзення ў умовах лішняга ўвільгатнення неабходна прадугледжваць мерапрыемства па асушэнню дарожнай канструкцыі. Пры праектаванні дарогі неабходна прымаць варыянт канструкцыі дарожнага адзення з мінімальнай матэрыялаёмкасцю, асабліва слаёў з прымяненнем арганічных вяжучых. Прынятыя эквівалентныя варыянты канструкцый дарожнага адзення пасля выкананых разлікаў павінны параўноўвацца паміж сабою па суме інвестыцый, дарожных транспартных затрат, неабходных для выканання зададзенага аб'ёму перавозак за тэрмін службы дарожнага адзення, а таксама энергаёмкасць канструкцый. Разглядаемы на стадыі праектавання тэрмін службы дарожнага адзення не павінен перавышаць даўгавечнасць пакрыцця ў натуральных умовах.

Тэрмін службы дарожнага адзення – перыяд часу, у межах якога праходзіць паніжэнне трываласці і надзейнасці дарожнага адзення да разліковага ўзроўня, які дапускаецца па ўмовам руху.

Канструкцыі дарожнага адзення распрацоўваюць для ўчасткаў з аднолькавымі разліковымі значэннямі модуляў пругкасці грунту землянога палатна. Для кожнага такога участка накідваюць канструктыўную схему адзення з пакрыццём зададзенага тыпу, пры гэтым таўшчыня асобных слаёў канструкцыі павінна быць дастатковай для таго, каб было забяспечана фармаванне слоя і яго надзейная работа (табл. 8.7).

Праектаванне дарожнага адзення складаецца з дзвюх паслядоўна выконваемых этапаў – канструяванне і разлік. Гэтыя этапы цесна ўзаімазвязаны і не павінны прычыць адзін аднаму. Канструяванне дарожнага адзення – найбольш творчая частка праектавання. Гэта патрабуе ад праектоўшчыка добрых ведаў аб напружаным стане і механізме дэфармацыі дарожнага адзення, аб уздзеянні кліматычных і гідралагічных фактараў і г.д.

Матэрыялы ў канструкцыі дарожнага адзення неабходна размешчаваць па ўбываючай трываласці ў адпаведнасці з убываннем па глыбіні напружання ад часовай нагрузкі, г.зн. неабходна імкнуцца забяспечыць плаўны пераход ад цвёрдых верхніх слаёў адзення да менш цвёрдых. Пры гэтым суадносіны модуляў пругкасці сумежных слаёў з слабазвязных матэрыялаў не перавышала 5...6 або модуляў дэфармацыі – 1,5...3.

Пры распрацоўцы канструкцый дарожнага адзення аўтамабільных лесавозных дарог неабходна шырока выкарыстоўваць мясцовыя

матэрыялы, адходы і пабочныя прадукты прамысловасці (шлакі, попелыуноса, цэментны пыл, фосфагіпс, молатыя шлакі, якія маюць вяжучыя ўласцівасці і інш.).

Табліца 8.7

Мінімальная дапушчальная таўшчыня канструктыўных слаёў дарожнага адзення

Матэрыял	Таўшчыня, м
Асфальтабетон (дзегцябетон) буйназярністы	0,06...0,07
Таксама, дробназярністы	0,03...0,05
Пясчаны	0,03...0,04
Халодны дробназярністы асфальта і дзегцебетон	0,03
Шчэбневая (гравійная) матэрыялы, апрацаваныя арганічнымі вяжучымі	0,08
Таксама па спосабу насычэння	0,04
Шчэбневая (гравійная) матэрыялы, не апрацаваныя вяжучым, на пясчанай аснове	0,15
Шчэбневая (гравійная) матэрыялы на цвёрдай аснове (камянёвым або з умацаванага грунту)	0,08
Грунты і малатрывалыя каменныя матэрыялы, апрацаваныя арганічнымі, комплекснымі або неарганічнымі вяжучымі	0,10
Грунты павышанай трываласці	0,50

За ўвага. Таўшчыня слоя павіна перавышаць размер найболей буйных часцінак каменнага матэрыялу не меней чым у 1,5 разоў (акрамя слаёў, устравяемых спосабам насычэння).

Пры прымяненні пясчана-гравійных і пясчана-шчэбневых сумесяў неабходна прадугледжваць устраванне праслоек, з геатэкстыляў, якія не дапускаюць загляенне дрэнажаванага слоя.

Такім чынам, пры канструяванні дарожнага адзення неабходна кіравацца наступнымі прынцыпамі:

- тып пакрыцця і канструкцыя дарожнага адзення павінна задавальняць усім транспартна-эксплуатацыйным патрабаванням, якія прад'яўляюцца да дарогі;

- канструкцыя дарожнага адзення павінна ўлічваць мясцовыя пагодна-кліматычныя і гідралагічныя ўмовы;

- пры распрацоўцы канструкцыі дарожнага адзення неабходна шырока выкарыстоўваць мясцовыя дарожна-будаўнічыя матэрыялы;

- пры канструяванні дарожнага адзення неабходна імкнуцца да мінімальнага матэрыяльнага і энергетычнага затрат, забяспечваць тэхналагічнасць і індустрыяльнасць вытворчасці, а таксама ўлічваць вопыт будаўніцтва і эксплуатацыі дарог, прымяняць новыя канструкцыі, матэрыялы і тэхналагічныя рашэнні;

- пры назначэнні тэрміна службы дарожнага адзення неабходна, каб тэрмін службы канструкцыі не перавышаў работаздольнасць аддзельных слаёў і матэрыялаў, гэта звязана з тым, што пры разрушэнні слабага слоя будзе заставацца лішні запас трываласці для іншых слаёў;

- у раёнах з радыяцыйным забруджваннем у выніку аварыі на Чарнобыльскай АЭС прадугледжваць устройванне капітальных і аблегчаных тыпаў пакрыццяў на ўсіх катыгорыях дарог;

- колькасць слаёў дарожнага адзення павінна быць абмяжавана, каб не ўскладняць будаўніцтва дарогі, аптымальнымі лічаць 2...4-слойныя адзенні на магістралі і 1...2-слойныя на ветках;

- таўшчыня слаёў адзення (мінімальная) павінна быць не менш, якія ўказаны ў табл.8.6.;

- таўшчыня слаёў да паверхні адзення павінна паступова паменшацца; неабходна прадугледжваць адвод вады з карыта;

- шырыню ніжніх слаёў дарожнага адзення мэтазгодна павялічваць на 20...30 см з мэтай умацавання кромкі ўдасканаленных пакрыццяў;

- шчэбневая пакрыцці неабходна ўстройваць метадам заклінкі, гэта павышае модуль пругкасці.

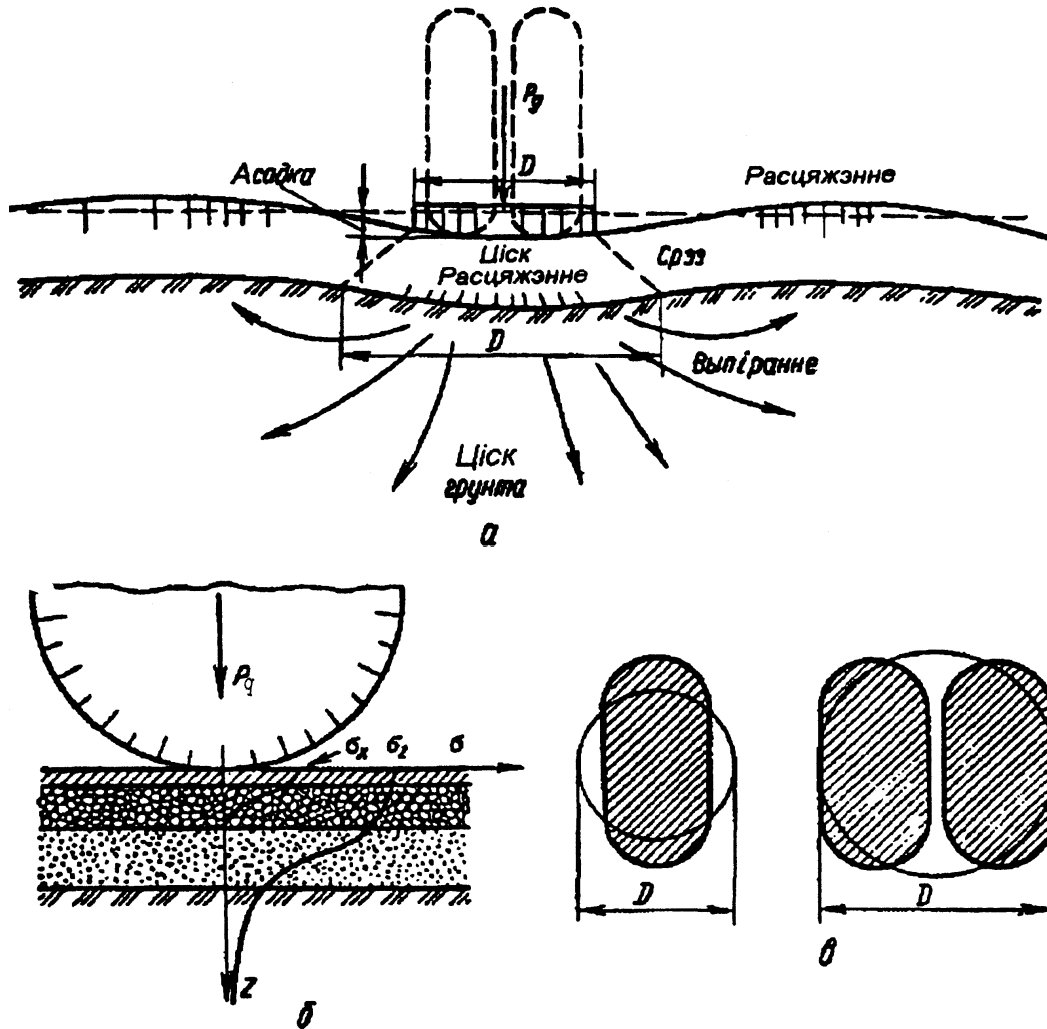
Пры выбары матэрыялу канструктыўнага слоя дарожнага адзення можна карыстацца спосабам распрацаваным праф. Б.І. Ілыным , у адпаведнасці з якім матэрыял $N1$ з модулем пругкасці E_1 і коштам будаўніцтва 1 м^2 слоя таўшчынёю $S_1 = 1 \text{ см}$ будзе верагоднее матэрыялу $N2$ з E_2 і S_2 , калі

$$S_1 \leq S_2 \beta E_1 / E_2 ,$$

дзе β - каэфіцыент, які залежыць ад суадносін E_1 і E_2 . Пры $E_1 < E_2$ - $\beta = 1,05 \dots 1,09$ і пры $E_1 \geq E_2$ - $\beta = 0,92 \dots 0,95$.

8.7.1. Разлік на трываласць няцвёрдых дарожных адзенняў. Уздзеянне на грузкі ад аўтамабіляў на дарожнае адзенне рэзка адрозніваецца ад статычных нагрузак, напрыклад на аснове падмурка будынкаў, гэта таму, што нагрузка перадаецца праз пругкія шыны і пры руху аўтамабіля дзейнічае напрацягу кароткага перыяду часу (0,1с), хутка павялічваецца і паніжаецца. Пры гэтым дэфармацыі адзення і грунта землянога палатна не паспяваюць поўнаасцю праявіцца і таму яны па сваёй велічыне значна меншыя, чым ад аўтамабіля, які стаіць на месцы. Характар дэфармацыі дарожнага адзення пад нагрузкай паказан на рыс. 8.13, а.

У час руху аўтамабіля па дарозе адбываецца ўзаімадзеянне паміж ім і дарогаю праз пнеўматычныя колы, выклікаючы вертыкальныя і гарызантальныя намаганні на паверхні адзення.



Рыс.8.13. Дэфармацыі і напружанні ў дарожнай канструкцыі ад колавай нагрукі:

a – дэфармацыі (на мяжы трываласці); b – разіеркаванне ў пакрыцці напружанняў ад гарызантальных і вертыкальных сіл σ_x , σ_z ; θ – замена сапраўдных слядоў ад колаў на паверхні дарогі роўнавялікім па плошчы кругам.

Вертыкальныя сілы (вага аўтамабіля і дынамічныя намаганні, выкліканыя няроўнасцямі пакрыцця) ствараюць напружаны стан ў больш глыбокіх сляях дарожнай канструкцыі, чым гарызантальныя.

Гарызантальныя сілы (сіла цягі аўтамабіля, тармажныя сілы, цэнтрабежная сіла, якая ўзнікае на павароце і інш.) дзейнічаюць у

асноўным на пакрыццё, выклікая яго знос, а вертыкальныя выклікаюць напружаны стан ўсяго адзення і ў грунце землянога палатна (рыс. 8.13, б). Таму разлік дарожнага адзення вядуць на ўздзеянне вертыкальных сіл, а ўплыў гарызантальных сіл улічваецца пэўным павелічэннем таўшчыні пакрыцця, атрыманай разлікам на трываласць або будовай слоя зносу паверхневай апрацоўкай, якія не ўлічваюцца пры разліку дарожнага адзення.

Даследаванні, выкананыя савецкімі вучонымі ў вобласці тэорыі разліку няцвёрдага дарожнага адзення на трываласць, дазволілі стварыць сучасную метадыку разліку, якая дадзена ў інструкцыі УБН 46-83, у аснову якой пакладзены ўяўленні аб дарожным адзенні і земляным палатну як слаістай пругкай паўпрасторы. Разлік дарожнага адзення заключаецца ў вызначэнні неабходнай таўшчыні яе канструкцыйных слаёў з улікам зададзеных умоў руху, кліматычных, грунтовых і гідралагічных умоў мясцовасці.

Ціск кола з пнеўматычнай шынаю перадаецца на дарогу пругка, пры гэтым след кола мае эліптычную форму (рыс. 8.13, в). Для зручнасці разліку плошчу следа кола прыводзяць да эквівалентнай (роўнавалікай) плошчы круга дыяметрам

$$D = 0.0357 \sqrt{\frac{Qk_{\text{дын}}}{p}}, \quad (8.43)$$

дзе Q - статычная нагрузка на кола аўтамабіля, кН; $k_{\text{дын}}$ - дынамічны каэфіцыент; p - сярэдні разліковы ўдзельны ціск кола на дарогу, МПа.

Дарожнае адзенне на перагонах разлічваюць на кароткачасовае (0,1 с), але шматразовае ўздзеянне рухомай нагрузкі, а на прыпынках, перасячэннях, на чыгуначных пераездах і г.д., акрамя гэтага, на працяглае аднаразовае ўздзеянне статычнай нагрузкі. Пры гэтым прымаюць значэнне модуля пругкасці матэрыялаў і грунтоў, якія вызначаны пры працягласці нагружэння больш 10 мін, а на перагонах пры 0,1 с. Адпаведна УБН 46-83 за разліковую рухомую нагрузку прымаюць найбольш цяжкі аўтамабіль, сістэматычна працуючы на дадзенай дарозе.

Разлік дарожнага адзення выконваюць з улікам надзейнасці, пад якою панімаюць верагоднасць безадказнай работы дарожнай канструкцыі на працягу ўсяго перыяду эксплуатацыі ад капітальнага да капітальнага рамонту.

Адказам лічаць неабходнасць правядзення капітальнага рамонту адзення раней нарматыўнага тэрміна. Тэрмін службы дарогі да капітальнага рамонту прымаюць у залежнасці ад катэгорыі дарогі і

тыпу дарожнага адзення паводле табл. 8.8 (адпаведна дапаможніку 3.03.01-96 да БНіП 2.05.02-85).

Табліца 8.8

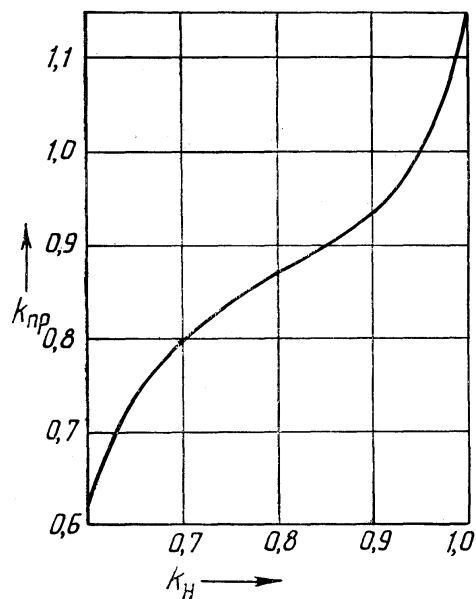
Тэрмін службы дарожнага адзення		
Катэгорыя дарогі	Тып дарожнага адзення	Тэрмін службы адзення да капітальнага рамонту, год
I л	Капітальны	12
II л	Таксама	11
II л	Аблегчаны	10
III л	Таксама	8
III л, IV л	Пераходны, ніжэйшы	5

Колькасным паказчыкам прымаюць *узровень надзейнасці*, які ёсць суадносіны працягласці моцных, якія не патрабуюць капітальнага рамонту, участкаў дарожнага адзення да агульнай працягласці дарогі

$$k_n = \sum L_{np} / L_{az},$$

дзе $\sum L_{np}$ – працяг участка дарогі, якая не патрабуе капітальнага рамонту; L_{az} – агульная даўжыня дарогі.

Дарожны каэфіцыент надзейнасці k_n , які вызначае мінімальнае значэнне каэфіцыента трываласці k_{mp} , нарміраваны і прымаецца паводле табл. 8.9 у залежнасці ад катэгорыі дарогі, капітальнасці дарожнага адзення і тыпу пакрыцця.



Калі пры разліку ўзровень надзейнасці будзе адрознівацца ад значэнняў прыведзеных у табл. 8.9, тады мінімальны каэфіцыент трываласці k_{mp} дарожнага адзення вызначаюць паводле графіку рыс. 8.14.

Рыс.8.14. Замежнасць каэфіцыента трываласці k_{mp} ад узроўня надзейнасці k_n .

З улікам узроўня надзейнасці дарожнай канструкцыі знаходзяць разліковае значэнне вільготнасці грунту

$$W_p = W_{cp} (1 + t\lambda_w), \quad (8.44)$$

дзе W_{cp} - сярэдняя вільготнасць грунту ў долях ад мяжы цяжучасці W_u , прымаецца паводле табл. 8.10.; λ - каэфіцыент варыяцыі вільготнасці, роўны 0,1; t - каэфіцыент нарміраванага адхілення, прымаецца ў залежнасці ад зададзенага ўзроўня надзейнасці паводле табл. 8.9.

Табліца 8.9

Значэнне каэфіцыенту k_n і k_{mp}

Тып дарожнага адзення	Катэгорыя дарогі	Дапушчальны ўзровень надзейнасці,	Каэфіцыент трываласці,	Каэфіцыент нарміраванага адхілення,
Капітальны	I, II, IIIл	0,95	0,95	1,71
Таксама	III, IVл, Ic	0,90	0,85	1,30
Аблегчаны	III, IV, IIc	0,85	0,80	1,06
Пераходны, ніжэйшы	IV, V, IIIc	0,60	0,60	0,26

За ўвага. Лесавозныя дарогі I-л катэгорыі паводле БНіП 2.05.07-85 адпавядаюць III катэгорыі агульнага карыстання, дарогі II-л і III-л катэгорыі – дарогам агульнага карыстання IV катэгорыі і лесавозныя дарогі IV-л катэгорыі і лесагаспадарчыя – дарогам V катэгорыі агульнага карыстання.

Табліца 8.10

Сярэдняе значэнне вільготнасці грунту W_{cp} долі ад W_u

Зоны і падзоны	Тып мясцовасці	Сярэднія значэнні адноснай вільготнасці			
		Супесак лёгкі	Пясок пылаваты	Суглінка і гліны	Супесак пылаваты, суглінак пылаваты
II 1	1	0,60	0,62	0,65	0,70
	2	0,63	0,65	0,68	0,73
	3	0,65	0,67	0,70	0,75
II 2	1	0,57	0,59	0,62	0,67
	2	0,60	0,62	0,65	0,70
III	3	0,62	0,64	0,67	0,72
	1	0,55	0,57	0,60	0,63
	2...3	0,59	0,61	0,63	0,67

Разліковыя нагрузкі і інтэнсіўнасць руху. Пры праектаванні дарожных адзенняў няцвёрдага тыпу ў якасці параметраў, якія характарызуюць размер і паўторнасць ўздзеяння на дарогу нагрузак ад аўтамабіляў і іншых транспартных сродкаў, выкарыстоўваюць: сярэдні ціск p (Па) кола на пакрыццё; разліковы дыяметр D (м) круга, роўнавялікага следу кола нерухомага і рухомага аўтамабіля, а таксама разліковую інтэнсіўнасць N_p (адзінак у суткі).

Разліковыя нагрузкі прымаюць нарміраванымі, адпаведна БНіП 2.05.02 у залежнасці ад групы аўтамабіля. Усе аўтамабілі ў залежнасці

ад нагрузкі на вось падзяляюць на дзве групы: група *A* і група *B* (табл. 8.11).

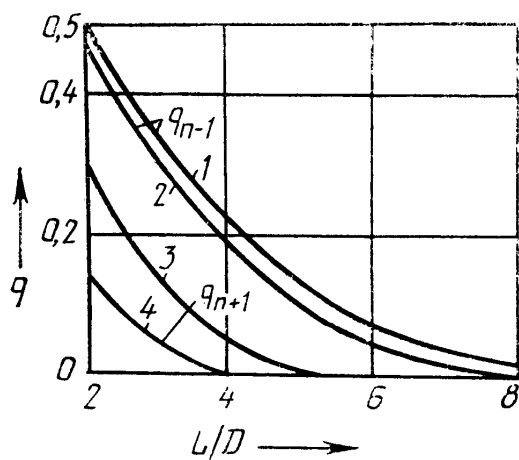
Табліца 8.11

Тып транспарту	Намінальная статычная нагрузка на вось, кН	Нарматыўная нагрузка, якая перадаецца дарожнаму адзенню ад кола аўтамабіля, кН		Сярэдні разліковы ціск <i>P</i> кола на пакрыццё, МПа	Разліковы дыяметр <i>D</i> следа кола аўтамабіля, м	
		Нерухомага, $Q_{н.норм.}$	Рухомага, $Q_{рх.норм.}$		Нерухомага	Рухомага
Аўтамабілі:						
група <i>A</i>	100	50	65	0,6	0,33	0,37
група <i>B</i>	60	30	39	0,5	0,28	0,32

Пры разліку на трываласць дарожнага адзення аўтамабільных лесавозных дарог за разліковую нагрузку на вось прымаюць для двухвосных аўтамабіляў 100 кН, а для трохвосных – 80 кН. Аднак, УБН 46-83 няцвёрдыя дарожныя адзенні разлічваюць на пропуск найболей цяжкіх аўтамабіляў, рух якіх прадугледжваецца на працягу разліковага (неспрыяльнага для работы дарожнага адзення) перыяда году. У гэтым выпадку ў якасці разліковай прымаюць найбольшую эквівалентную нагрузку $Q_{nj}^э$ з параметрамі *p* і *D*. Эквівалентную нагрузку $Q_{nj}^э$ вызначаюць з улікам уздзеяння колаў дадзенай восі і суседніх восей, якія знаходзяцца адна ад другой на адлегласці менш за 2,5 м паводле формулы

$$Q_{nj}^э = Q_{nj} (q_{n-1} + 1 + q_{n+1}) k_q k_{дын}, \quad (8.45)$$

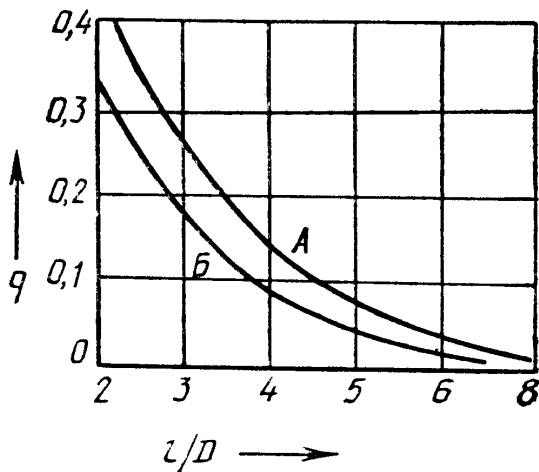
дзе Q_{nj} - намінальная нагрузка на *j*-е кола *n*-й восі, кН; q_{n-1} , q_{n+1} - каэфіцыенты, якія ўлічваюць уздзеянне пярэдніх і задніх колаў на



Рыс.8.15. Залежнасць каэфіцыентаў *q*, які ўлічвае ўплыў колаў іншых восяў транспартнага сродку, ад адносін адлегласці *L* паміж восямі да дыяметру *D* следа зададзенага кола:

1, 2 – значэнні q_{n-1} для дарожнага адзення, якое задавальняе патрабаванням інтэнсіўнага руху аўтамабіляў адпаведна групы *A* і *B*; 3, 4 – таксама для q_{n+1} .

дэфармацыя-напружаны стан дарожнага пакрыцця пад n -й воссю (лічбавыя значэнні можна атрымаць, выкарыстоўваючы рыс. 8.15 у залежнасці ад суадносін адлегласці L паміж восямі да дыяметру D следу дадзенага кола); $k_{дын}$ - каэфіцыент дынамічнасці, роўны 1,3; $k_q = q_{n-1} + 1 + q_{n+1}$; q_{n-1} , q_{n+1} - каэфіцыенты, якія ўлічваюць дадатковае ўздзеянне іншых колаў дадзенай n -й восі і вызначаюцца паводле графіку (рыс. 8.16). Пры $1 < l/D < 2$ прымаюць $q(l) = 1$.



Вызначыць Q_{nj}^o для розных колаў шматколавага транспартнага сродку, за разліковы прымаюць найбольшае значэнне Q_{nj}^o .

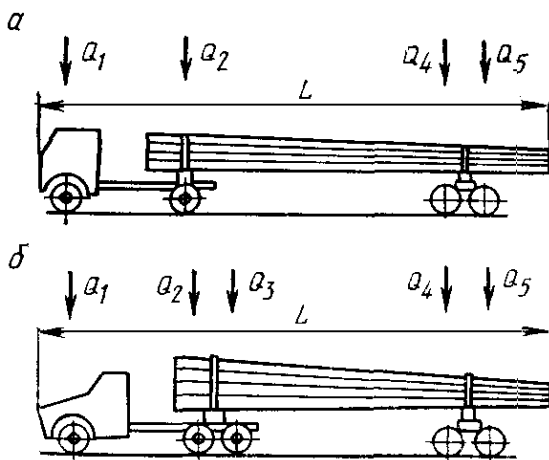
Рыс.8.16. Залежнасць каэфіцыентаў q , які ўлічвае ўплыў іншых колаў дадзенай восі, ад адносін адлегласці l паміж цэнтраў следаў разглядаемых колаў (у папярочным напрамку) да дыяметру D следу зададзенага кола для аўтамабіляў групы А і Б.

Калі атрымаецца, што эквівалентная колавая нагрузка Q_{nj}^o перавышае нарма-тыўную нагрузку ад аўтамабіля групы А яе і прымаюць за разліковую.

Вызначыць Q_{nj}^o , устанаўліваюць параметры p і D паводле формул

$$p = p_6 ; D = \sqrt{4Q_{nj}^o / \pi P} , \quad (8.46)$$

дзе P_6 - ціск у шыне кола, якому адпаведае найбольшая эквівалентная нагрузка.



Асноўныя дадзеныя аб нагрузках, якія перадаюцца на дарожнае пакрыццё лесавознымі аўтапаездамі, прыведзены ў табл. 8.12,

Рыс. 8.17. Схема размеркавання нагрузкаў ад лесавозных аўтапаездаў: а - для аўтамабіляў МА3-509+ГКБ-9383-001, МА3-5434+ГКБ-9383-011; б - КрАЗ-260Л+ГКБ-9383-010, КрАЗ-255Л+ГКБ-9383-010, Урал-375Н+ГКБ-9383-011, ЗІЛ-131+ТМЗ-802, КамАЗ-5410+ТМЗ-802 і іншыя.

Таблиця 8.12

Дадзеныя аб нагрузках, якія перадаюцца на дарожнае пакрыццё ад лесавознага аўтапоезда.

Паказчыкі	МАЗ-509 +ГКБ-9383-011	МАЗ-5434 +ГКБ-9383-011	КрАЗ-260Л+ ГКБ-9383-010	КрАЗ-255Л+ ГКБ-9383-101	УРАЛ-375Н +ГКБ-9383-011	ЗІЛ-131+ ТМЗ-802	КамАЗ-5410 +ТМЗ-802
1	2	3	4	5	6	7	8
Маса аўтапоезда, т	29,4/ 13,6	33/ 13	42,3/ 18	39,9/ 17,1	31,1/ 11,9	21,3/ 9,1	25,4/ 9,2
Статычная нагрузка на вось, кН							
першую $Q_{н1}$	50/44	54/43	72/66	58/55	42/36	32/29	41/32
другую $Q_{н2}$	98/ 92	102/ 43	80/ 35	75,5/ 58	54,5/ 22	36,5/ 19	54,5/ 18
трэцюю $Q_{н3}$	—	—	80/ 35	75,5/ 58	54,5/ 22	36,5/ 19	54,5/ 18
чацвёртую $Q_{н4}$	73/—	87/22	95/22	95/—	80/20	54/12	52/12
пятую $Q_{н5}$	73/—	87/22	95/22	95/—	80/20	54/12	52/12
Нагрузка на пакрыццё ад кола аўтапоезда з улікам $k_{дын}=1,3$ на вось, кН							
першую	32,5/ 28,6	35,1/ 27,9	46,8/ 42,9	37,7/ 35,8	27,3/ 23,4	20,8/ 18,8	26,6/ 20,8
другую	63,7/ 59,8	66,3/ 29,7	52/ 22,7	49/ 37,7	35,4/ 14,3	23,6/ 12,3	35,3/ 11,7
трэцюю	—	—	52/ 22,7	49/ 37,7	35,4/ 14,3	23,6/ 12,3	35,3/ 11,7
чацвёртую	45,5/ —	56,6/ 14,3	61,7/ 14,3	61,8/ —	52/ 13	35,1/ 7,8	33,8/ 7,8
пятую	47,5/ —	56,6/ 14,3	61,7/ 14,3	61,8/ —	52/ 13	35,1/ 7,8	33,8/ 7,8

Заканчэнне табліцы 8.12

1	2	3	4	5	6	7	8
Адлегласць паміж восямі аўтапоезда,							
м							
другой і трэцяй (цягнік)	—	—	1,40	1,40	1,40	1,25	1,32
чацвертай і пятай (прычэп)	1,35	1,35	1,40	1,35	1,35	1,20	1,20
Ціск ад колаў, МПа							
цягніка	0,55	0,53	0,42	0,40	0,53	0,35	0,45
прычэпа	0,50	0,55	0,55	0,55	0,50	0,45	0,45
Дыяметр следа кола для разліку дарожнага адзення на ўздзеянне рухомага аўтапоезда, см							
цягніка	—	—	40/26	40/35	37/24	29/21	31/18
прычэпа	35/—	36/18	38/—	36/18	36/18	31/15	30/15
Сумарны каэфіцыент $S_{\text{сум.л}}$ для ўсіх восяў аднаго аўтапоезда							
для грузонага	2,89	3,58	5,56	5,14	1,79	0,31	0,48
для парожняга	2,16	3,52	5,38	4,82	1,79	0,31	0,47
	0,73	0,06	0,18	0,32	—	—	0,01

Заўвага. У лічніку дадзены паказчыкі для грузонага аўтапоезда, у назоўніку – для парожняга.

схемы размеркавання нагрукі на восі паказаны на рыс. 8.17.

Пры разліку на трываласць дарожнага адзення аўтамабільных дарог неабходна ўлічваць перспектыўную інтэнсіўнасць руху аўтамабіляў розных марак у двух напрамках, якія прыводзяцца да эквівалентнай інтэнсіўнасці ўздзеяння разліковай нагрукі на адну паласу праезнай часткі ў суткі.

Разліковая інтэнсіўнасць руху N_p - гэта сярэднесутачнае перспектыўнае прыведзенае да разліковай нагрукі колькасць праездаў усіх колаў (як вядучых, так і вядзёных), размешчаных па аднаму барту аўтамабіляў і іншых транспартных сродкаў, у межах адной паласы праезнай часткі. Значэнне N_p вызначаюць паводле формулы

$$N_p = f_{пол} \sum_{m=1}^n N_m S_{m.сум} \quad (8.47)$$

дзе $f_{пол}$ - каэфіцыент, які ўлічвае колькасць палос руху і размеркаванне руху па ім (табл. 8.13); n - агульная колькасць розных марак транспартных сродкаў у складзе транспартнага патоку; N - колькасць паездаў у суткі ў двух напрамках транспартных сродкаў m -й маркі; $S_{m.сум}$ - сумарны каэфіцыент прыведзення ўздзеяння на дарожнае адзенне транспартнага сродка m -й маркі да разліковай нагрукі $Q_{разл}$.

Табліца 8.13

Колькасць палос руху	Значэнне каэфіцыента $f_{пол}$		
	Значэнне каэфіцыента $f_{пол}$ для паласы номер		
	1	2	3
1	1,00	-	-
2	0,55	-	-
3	0,50	0,50	-

Заўвага. 1. Нумар паласы лічыцца з правага боку па ходу руху у адным напрамку. 2. Для разліка абочын $f_{пол} = 0,01$.

Для аўтамабільных лесавозных дарог значэнне N_m вызначаюць паводле формулы

$$N_m = \frac{\delta Q_{лет}}{AZQ_{рейс}} \quad (8.48)$$

дзе δ - каэфіцыент, які ўлічвае рух парожняга саставу па грузавой паласе, роўны 1,0...1,1; $Q_{лет}$ - аб'ём вывазкі лесу за весенне-летні перыяд, м³; (для практычных разлікаў можна прыняць $Q_{лет} = (0,4...0,45)Q_{год}$; $Q_{год}$ - гадавы аб'ём вывазкі лесу, м³; A - колькасць

дзён работы ў вясенне-летні перыяд года; $Q_{рэйс}$ - нарматыўная рэйсавая нагрузка аўтапоезда, м³; Z - колькасць рабочых змен у суткі.

Крытэрыі трываласці. Няцвёрдыя дарожныя адзенні разлічваюць на трываласць па трох крытэрыях: а) супраціўленне пругкаму прагіну ўсей канструкцыі; б) супраціўленне зруху ў грунце і сляях з малазвязных матэрыялаў; в) супраціўленне расцяжэнню пры выгіну маналітных слаёў.

Дарожныя адзенні з пакрыццямі пераходнага тыпу разлічваюць па двум крытэрыям – супраціўленню пругкаму прагіну і супраціўленню зруху ў грунце і сляях з слабазвязных матэрыялаў.

Разлік дарожнага адзення па дапушчальнаму пругкаму прагіну. Метад разліку дарожнага адзення па пругкаму прагіну, асноўным аўтарам, якога з’яўляецца савецкі вучоны – дарожнік праф. М.М. Іванаў, пакладзены наступныя асноўныя палажэнні:

дарожнае адзенне ўяўляе сабой складаную многаслойную сістэму з рознай цвёрдасцю, якая ляжыць на грунтовым масіве, якую прымаюць за пругкаізатропную паўпрастору;

асноўным крытэрыям трываласці з’яўляецца дапушчальная велічыня пругкага прагіну, якая прымаецца ў залежнасці ад разліковай інтэнсіўнасці руху;

у якасці асноўных паказчыкаў, якія характарызуюць трываласць (дэфарматыўныя ўласцівасці) матэрыялаў адзення, прыняты іх модулі пругкасці.

З улікам прынятага крытэрыя трываласці дарожнае адзенне цалкам павінна мець пад разліковай нагрузкаю пругкі прагін $l_{np} \leq l_{\text{дп}}$, г.зн. роўны або менш дапушчальнага пругкага прагіну.

Лічаць, што канструкцыя дарожнага адзення задавальняе надзейнасці і трываласці па крытэрыю пругкага прагіну, калі

$$k_{mp} \leq \frac{E_{a2}}{E_{nm}}, \quad (8.49)$$

дзе k_{mp} - каэфіцыент трываласці дарожнага адзення, які вызначаюць паводле графіку (гл. рыс. 8.14) або табл. 8.9 у залежнасці ад дапушчальнага ўзроўня надзейнасці; E_{a2} - агульны модуль пругкасці пакрыцця, які залежыць ад ліку і таўшчыні канструктыўных слаёў землянога палатна, трывалых уласцівасцяў матэрыялаў, а таксама ад параметраў p і D , якія характарызуюць нагрузку ад кола разліковага аўтамабіля, МПа; E_{nm} - патрэбны модуль пругкасці, МПа.

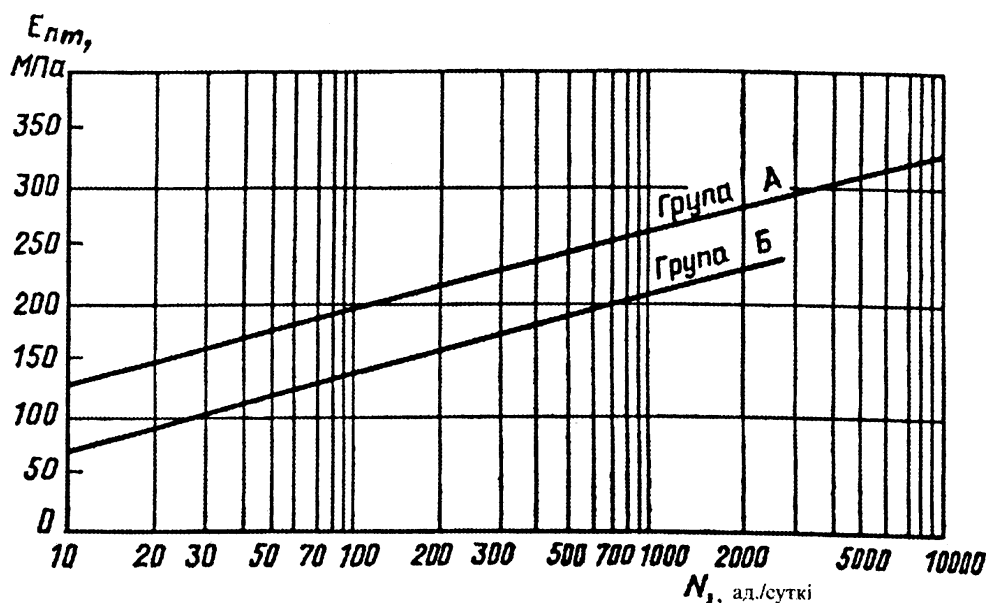
Зыходным параметрам для разліку дарожнага адзення з’яўляецца патрэбны модуль пругкасці, які вызначаюць паводле графіку

(рыс. 8.18) або паводле формулы

$$E_{nm} = a + v \lg N_p, \quad (8.50)$$

дзе N_p - разліковая інтэнсіўнасць руху, аўт./сут.; a і v - каэфіцыенты, роўныя для аўтамабіляў групы A : $a=65$, $v=65$; для групы B – $a=5$; $v=70$. Патрэбны модуль пругкасці павінен быць не менш значэнняў, якія прыведзены ў табл.8.14.

Аналітычны выраз залежнасці E_{ag} ад пералічаных фактараў быў атрыманы праф. Б.І. Коганам (ХАДІ). Аднак з цяжкасцю ўспрымання



Рыс.8.18. Грфік для вызначэння патрабуемага модуля пругкасці E_{nm} для нагрузак групы A і B .

Табліца 8.14

Мінімальныя значэнні неабходных модуляў пругкасці дарожнага пакрыцця

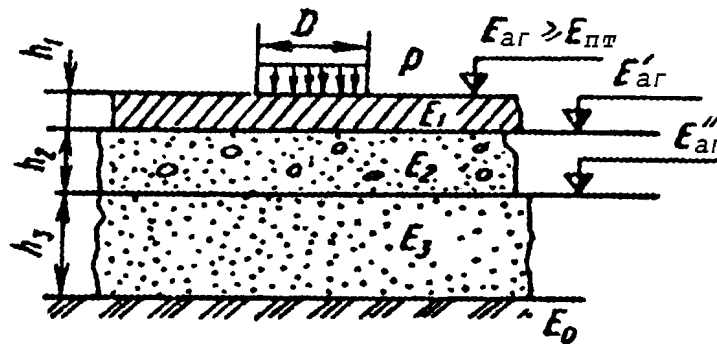
Катэгорыя дарог па БНІП 2.05.02-85	Разліковая інтэнсіўнасць руху, адз./сут.	Патрабуемы модуль пругкасці, МПа, для пакрыцця з удасканаленымі пакрыццямі		пераходнага тыпу
		Капітальных	Аблегчаных	
III	70, групы A	180	160	-
IV	70, B	-	125	65
V	50, B	-	100	50

Заўвагі: 1. Пры выкарыстанні на лесавозных дарогах II-л і III-л катэгорыі рухомага саставу групы A мінімум патрабуемага модуля пругкасці адпаведна роўны 155 і 110 МПа (першая лічба для аблегчаных ўдасканаленых пакрыццяў) і на дарогах IV-л катэгорыі – 100 МПа (для пераходных пакрыццяў). 2. Для службовых дарог і прыраўнаных да іх пры разліковай восевай нагрузцы да 100 кН неабходна прымаць $E_{mp} = 65$ МПа.

гэтага выразу ў разліках пакрыцця на трываласць карыстаюцца некалькі спрощанай формулай Е. Барбера для двухслойнай паўпросторы:

$$E_{i+1}^{(\ominus)} = \frac{\frac{1.05 E_i^{(\ominus)}}{1 + E_i^{(\ominus)} / E_i}}{\sqrt{1 + 4 \left(\frac{h_i^2}{d} \right) \left(\frac{E_i^{(\ominus)}}{E_i} \right)^{-0.67} + \frac{E_i^{(\ominus)}}{E_i}}}, \quad (8.50)$$

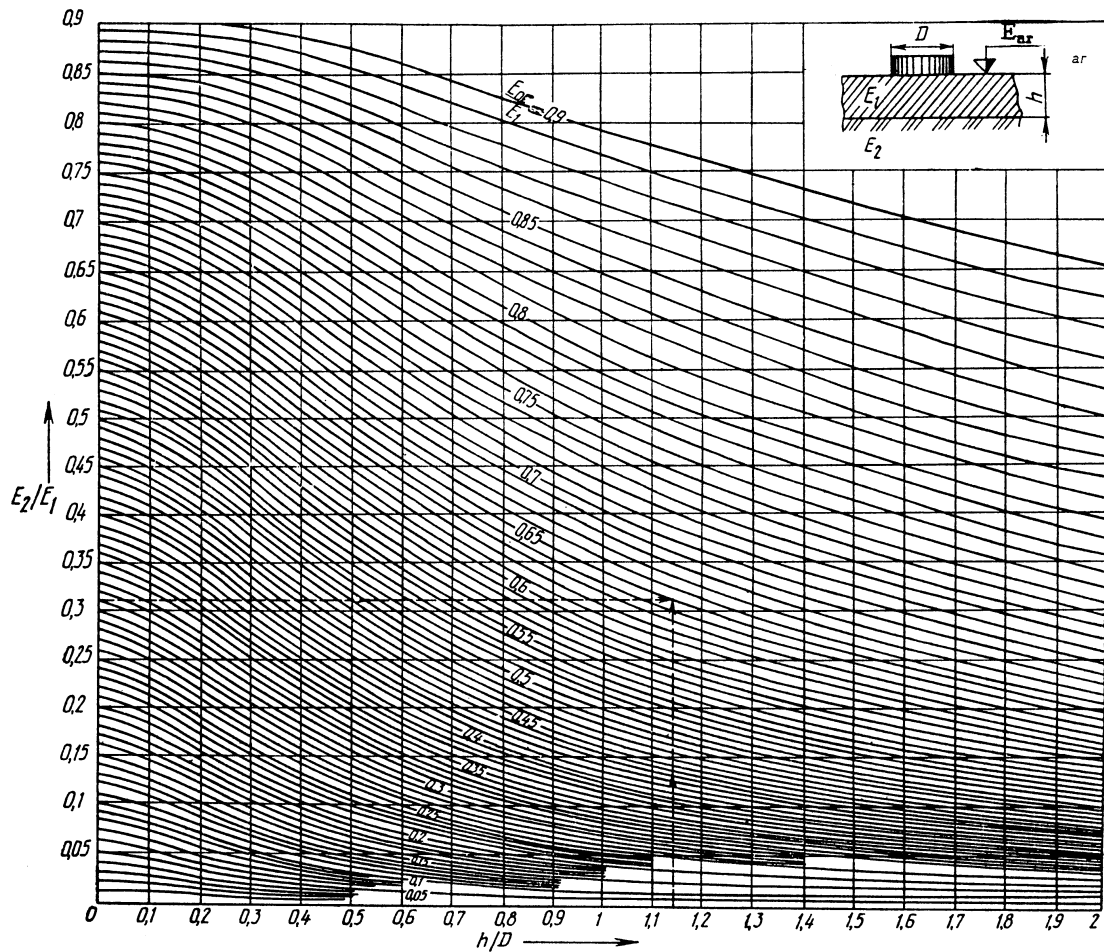
дзе $E_i^{(\ominus)}$ - эквівалентны модуль пругкасці на паверхні $(i-1)$ слоя, МПа; $E_{i+1}^{(\ominus)}$ - таксама на паверхні i -га слоя дарожнага пакрыцця, МПа; h_i - таўшчыня i -га слоя пакрыцця, см; D - разліковы дыяметр следу ад кола, см (гл. табл. 8.1); 1,05 – каэфіцыент, які ўлічвае розніцу ў выніках разліку паводле формулы Б.І.Когана; E_i - модуль пругкасці матэрыялу i -га слоя, МПа.



Рыс.8.19. Разліковая схема для вызначэння трываласці дарожнага адзення па метаду пругкага прагібу.

Вызначыў патрабуемы модуль пругкасці, пачынаюць канструяваць дарожнае адзенне (рыс. 8.19) з улікам наяўнасці дарожна-будаўнічых матэрыялаў, а потым выконваюць разлік кожнага слою адзення, але з тою ўмоваю каб агульны (эквівалентны) модуль пругкасці адзення быў не менш патрабнага і выконвалася ўмова (8.49). Агульны модуль пругкасці вызначаюць з дапамогаю намаграмы (рыс. 8.20). Намаграма звязвае адносіны E_2/E_1 агульнага модуля пругкасці паверхні двухслойнай сістэмы да модуля пругкасці верхняга слою і E_{ag}/E_1 агульнага модуля пругкасці паверхні двухслойнай сістэмы да модуля пругкасці верхняга слою. Выкарыстоўваючы намаграму, можна рашыць дзве задачы: першая – знайсці E_{ag} для двухслойнага адзення пры зададзеных E_1 ,

E_2 , h , D , другая – знайсці таўшчыню h верхняга слою дарожнага адзення пры вядомых значэннях E_1 , E_2 , D і $E_{a2} = E_{nm}$. Для вызначэння E_{a2} (першая задача) знаходзяць адносіны E_2/E_1 і h/D і на намаграме (рыс. 8.20) праводзяць вертыкаль з кропкі на гарызантальнай восі, якое адпаведае значэнню h/D і гарызантальная прмая з кропкі на вертыкальнай восі – E_2/E_1 . Кропка перасячэння гэтых прамых і будзе шукаемае значэнне $z = E_{a2} / E_1$. Ведаючы E_1 вылічваюць E_{a2} ($E_{a2} = z E_1$).



Рыс.8.20. Намаграма для вызначэння агульнага модуля пругкасці двухслойнай сістэмы E_{a2} .

Для вызначэння таўшчыні слою h (другая задача) знаходзяць адносіны E_2/E_1 і E_{nm}/E_1 і на намаграме (рыс. 8.20) праводзяць гарызанталь з кропкі на вертыкальнай восі, якое адпаведае E_2/E_1 да перасячэння з крывой E_{nm}/E_1 ($E_{a2}=E_{nm}$), з гэтай кропкі, апускаюць перпендыкуляр на гарызантальную вось, атрымліваюць значэнне $m = h/D$, адкуль вызначаюць h ($h = mD$).

Паслойны разлік шматслаёвага дарожнага адзення можна выконваць знізу ўверх, пачыная з слоя, які падсцілае дарожнае адзенне, калі неабходна вызначыць E_{a2} , або зверху ўніз, калі зададзены E_{nm} і каэфіцыент трываласці k_{mp} дарожнага адзення.

Разліковыя значэнні модуля пругкасці матэрыялаў і грунтоў можна прыняць паводле табл. 8.15, 8.16, 8.17, 8.18.

Табліца 8.15

Разліковыя характарыстыкі грунтоў, малазалежных ад вільготнасці

Грунты	Разліковыя характарыстыкі		
	E , МПа	ϕ , град.	c , МПа
Пясок:			
буйны	130	42	0,005
сярэдняй буйнасці	120	40	0,005
дробны	100	38	0,005
Супесак лёгкі, буйны	65	40	0,005

Заўвага. Пры разліку пакрыцця на дзеянне статыстычных нарузак модулі пругкасці памяншаюцца на 5%.

Для грунтоў, у якіх модуль пругкасці залежыць ад вільготнасці, таўшчыню пераходнага тыпу дарожнага адзення, неабходна павялічыць: для 1-га тыпу мясцовасці на $0,10 W_u$, для 2-га – на $0,12 W_u$ і для 3-га – на $0,15 W_u$, якія прымаюць у якасці разліковых. Можна карыстацца і значэннямі W з інструкцыі УБН 46-83, дзе яны вызначаны для дарожнага пакрыцця таўшчынёй да $0,5$ м.

Разліковыя значэнні трывалых характарыстык грунтоў, якія падпадаюць пад уплыў вільгаці, прыведзены ў табл. 8.16.

Нарматыўныя значэнні трываласці некаторых асноўных характарыстык дарожна-будаўнічых матэрыялаў прыведзены ў табл. 8.17 і табл. 8.18.

Парадак разліку адзення па крытэрыю пругкага прагіну наступны:

1. У залежнасці ад дапушчальнага узроўня надзейнасці для праектуемага дарожнага адзення паводле табл.8.8 або рыс.8.14 вызначаюць мінімальнае значэнне каэфіцыента трываласці k_{mp} .

2. Паводле формулы (8.45) вызначаюць эквівалентную нарузку $Q_{nj}^{(э)}$ і ў залежнасці ад яе вылічваюць параметры, якія адпавядаюць гэтай нарузцы

$$p=p_в \text{ і } D = \sqrt{4Q_{nj}^{(э)}/\pi p}.$$

3. Вызначаюць прыведзеную разліковую інтэнсіўнасць N_p

Табліца 8.16

Разліковыя значэнні

Грунты	Абзначэнні і вымярэнні	Разліковыя значэнні характарыстык пры вільготнасці грунту, долі ад W_u			
		0,55	0,60	0,65	0,70
1	2	3	4	5	6
Супесак лёгкі	E , МПа	60	56	53	49
	φ , град	36	36	36	35
	c , МПа	0,014	0,014	0,013	0,012
Пясок пылаваты	E , МПа	90	84	78	72
	φ , град	38	37	37	36
	c , МПа	0,024	0,022	0,018	0,014
Суглінкі лёгкія і цяжкія, гліны	E , МПа	90	72	50	41
	φ , град	27	24	21	18
	c , СПа	0,036	0,030	0,024	0,019
Супесак пылаваты, цяжкі пылаваты, суглінак лёгкі	E , МПа	90	72	54	46
	φ , град	27	24	21	18
	c , МПа	0,036	0,030	0,024	0,016
Супесак лёгкі	E , МПа	0,75	0,80	0,85	0,90
	φ , град	45	43	42	41
	c , МПа	35	34	34	33
Пясок пылаваты	E , МПа	0,011	0,01	0,009	0,008
	φ , град	66	60	54	48
	c , МПа	0,012	0,011	0,010	0,009
Суглінкі лёгкія і цяжкія, гліны	E , МПа	34	29	25	24
	φ , град	15	13	11	10
	c , МПа	0,015	0,011	0,009	0,006
Супесак пылаваты, цяжкі пылаваты, суглінак лёгкі	E , МПа	38	32	27	26
	φ , град	15	13	11	10
	c , МПа	0,016	0,013	0,008	0,005

З а ў в а г а . Пры разліку га дзеянне статыстычнай нагрузкі модуль пругкасці для звязаных грунтоў памяншаюць да 15%.

уздзеяння нагрузкі паводле формулы (8.47).

4. У залежнасці ад інтэнсіўнасці руху N_p паводле графіку (рыс. 8.18) або формулы (8.50) вызначаюць патрабуемы модуль пругкасці E_{nt} канструкцыі, які павінен быць не менш значэнняў, якія прыведзены ў табл. 8.14.

5. Вылічваюць $E_{ag}=k_{mp} E_{nt}$.

6. Назначаюць таўшчыню слаёў дарожнага адзення.

7. Паводле формулы (8.44) або табл.8.10 вызначаюць разліковую вільготнасць грунту і ў залежнасці ад яе прымаюць модуль пругкасці грунту актыўнай зоны землянога палатна.

Табліца 8.17

Нарматыўныя значэнні характарыстык

Дарожна-будаўнічыя матэрыялы	Модуль пругкасці, МПа	Трываласць на расцяжэнне пры выгіну, МПа
Шчыльны асфальтабетон I-II маркі:		
на бітуме БНД 40/60	6000	3,2
>> БНД 60/90	4500	2,8
Шчэбень, гравій, апрацаваныя цэмен-там, маркі:		
75	1000	0,7
60	900	0,6
Гравійна-пясчаныя сумесі аптымальна-га складу, умацаваныя цэментам, клас трываласці:		
1	800...550	0,46...0,34
2	530...350	0,33...0,25
Гравійна-пясчаныя сумесі неаптымальнага складу, а таксама буйны і сярэдне-зярністы пясок, умацаваныя цэментам, клас трываласці:		
1	700...500	0,40...0,30
2	480...330	0,28...0,22
Пяскі дробныя і пылаватыя, лёгкі супесак, умацаваныя цэментам, клас трываласці:		
1	550...480	0,35...0,26
2	450...300	0,25...0,18
Супесак цяжкі пылаваты, суглінкі лёгкія і пылаватыя, умацаваныя цэмен-там і інш., клас трываласці:		
1	500...350	0,22...0,16
2	350...230	0,16...0,12
Шчэбень фракцыянаваны, укладзены па спосабу заклінкі:		
з трывалых парод	550...450	-
з асадкавых парод	350...250	-
Каменная маставая, пакеляж	500...400	-

8. Для кожнага матэрыялу слоя дарожнага адзення па табліцам (напрыклад табл. 6.17) прымаюць модулі пругкасці.

9. Па намаграме (рыс. 8.20), выконваю разлік зверху ўніз, знаходзяць модуль пругкасці на паверхні асновы.

10. Калі аснова аднаслойная, тады па модулям пругкасці на паверхні асновы, матэрыялу асновы і грунта землянога палатна вызначаюць таўшчыню асновы па намаграме (рыс. 8.19).

Табліца 8.18

Разліковыя характарыстыкі малатрывалых каменных матэрыялаў, якія ўжываюцца ў сляях асноў дарожнага пакрыцця

Дарожна-будаўнічы матэрыял	Модуль пругкасці, МПа				Счапленне, 10^3 МПа				Вугал унутранага трэння, град				
	Пластычнасць драбназёмаў, %												
	1	2	4	7	1	2	4	7	1	2	4	7	
Шчэбень не ўмацаваны прымессю драбназёму ў колькасці, %	20	180	170	130	100	37	33	26	20	44	42	38	35
	30	170	130	90	50	33	26	18	10	42	38	34	30
	40	150	110	65	35	30	22	12	2	40	36	31	26

Заўвага: 1. Для гравію і гравійна-пячаных сумесяў разліковыя характарыстыкі змяняюцца на 30%. 2. Драбназёмам з'яўляюцца часцінкі памерам 0,69 мм і меншыя.

11. Калі аснова шматслойная, тады неабходна назначаць таўшчыню дабавачных слаёў, а потым паслойна знізу ўверх па намаграме (рыс. 8.20) знаходзяць модуль пругкасці на паверхні дабавачнага слоя (марозаахоўнага, цеплаізаляцыйнага, дрэнажавальнага або іншага дабавачнага слоя), пасля гэтага вызначаюць таўшчыню астатняй часткі асновы.

12. Разлік можна выконваць знізу ўверх з паступовым вызначэннем модуляў пругкасці на паверхні канструктыўных слаёў.

13. Вызначыўшы па намаграме (рыс. 8.20) E_{ag} , знаходзяць каэфіцыент трываласці па пругкаму праіну і параноўваюць яго з мінімальным значэннем k_{mp} , які ўстаноўлены па дапушчальнаму ўзроўню надзейнасці.

Разлік дарожнага адзення па супраціўленню зруху ў грунце землянога палатна. Па гэтаму крытэрыю дарожнае адзенне праектуюць з такім разлікам, каб пад уздзеяннем кароткіх і доўгачасовых нагрузках у падсцілаючым грунце не ўзніклі астатковыя дэфармацыі, якія вызываюцца пластычнымі зрухамі. Зрух у грунце не ўзнікне, калі будзе выканана ўмова

$$k_{mp} \leq \frac{T_{dan}}{T}, \quad (8.52)$$

дзе T_{dan} - дапушчальнае напружанне зруху, якое абумоўлена счапленнем у грунце, МПа; T - актыўнае напружанне зруху ў грунце ад уздзеяння нагрузкі, МПа;

Актыўнае напружанне зруху - гэта рознасць паміж напружаннем

зруху і сіламі, які ўтрымліваюць грунт, абумоўленыя ўнутраным трэннем у грунце. Актыўнае напружанне зруху ў грунце вызначаюць паводле формулы

$$T = \tau_n + \tau_e, \quad (8.53)$$

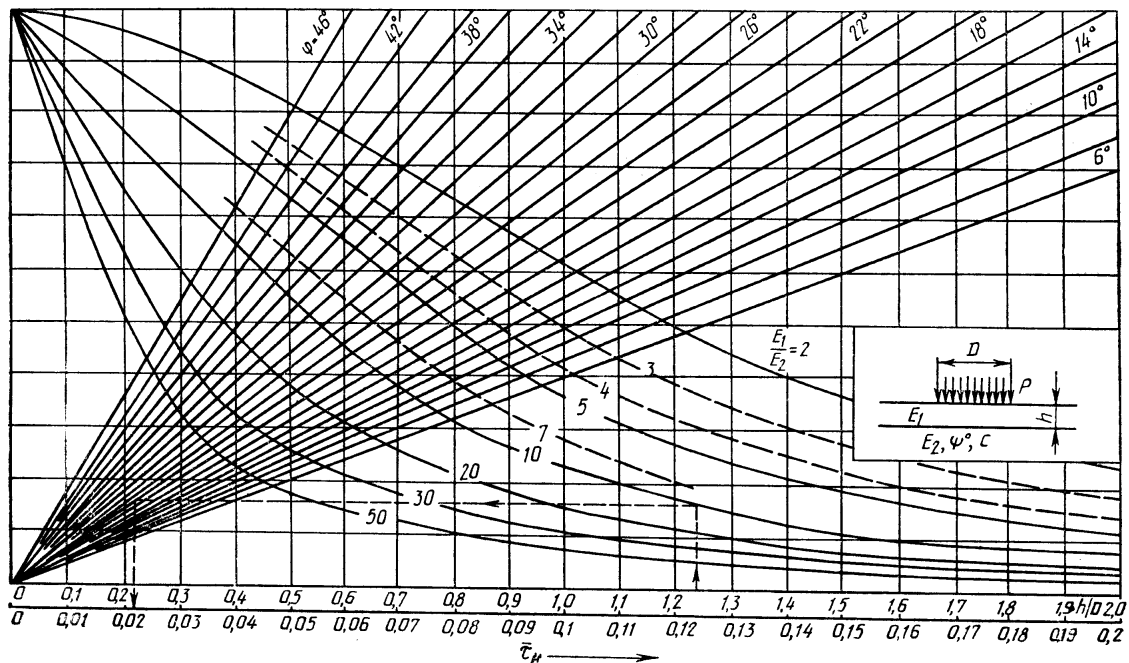
дзе τ_n - актыўнае напружанне зруху ад часовай нагрузкі, МПа; τ_e - актыўнае напружанне ад уласнай масы адзення, МПа.

Значэнне τ_n можна вызначыць паводле формулы

$$\tau_n = [(\sigma_1 - \sigma_3) - (\sigma_1 + \sigma_3) \sin \varphi] / 2 \cos \varphi, \quad (8.53)$$

дзе σ_1, σ_3 - максімальнае і мінімальнае галоўныя напружанні, МПа; φ - вугал унутранага трэння грунту.

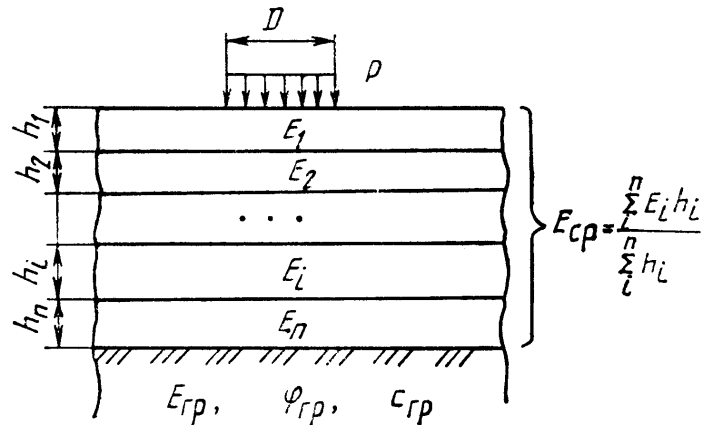
Значэнні σ_1, σ_3 вызначаюць с дапамогаю тэорыі пругкасці для шматслойных сістэм, але гэта зрабіць вельмі цяжка. Улічваючы гэта актыўнае напружанне зруху ад часовай нагрузкі вызначаюць з дапамогаю намаграмы (рыс. 8.21). Для гэтага шматслойную дарожную канструкцыю (рыс. 8.22) прыводзяць да двухслаёвай разліковай мадэлі, у якой ніжнім слоём служыць грунт землянога палатна, а верхнім слой таўшчынёю роўнай суме ўсіх слаёў дарожнага адзення. Сярэдні модуль пругкасці ўсяго дарожнага адзення вызначаюць паводле формулы



Рыс.8.21. Намаграма для вызначэння актыўнага напружання зруху ад часовай нагрузкі у ніжнім слоі двухслойнай сістэмы (пры $h/D = 0 \dots 2$).

$$E_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i h_i}{\sum_{i=1}^n h_i}, \quad (8.54)$$

дзе n - колькасць слаёў дарожнага адзення; E_i - модулі пругкасці матэрыялаў слаёў, МПа; h_i - таўшчыня кожнага слоя, м.



Рыс.8.22. Схема прывядзення шматслойнай канструкцыі да двухслойнай.

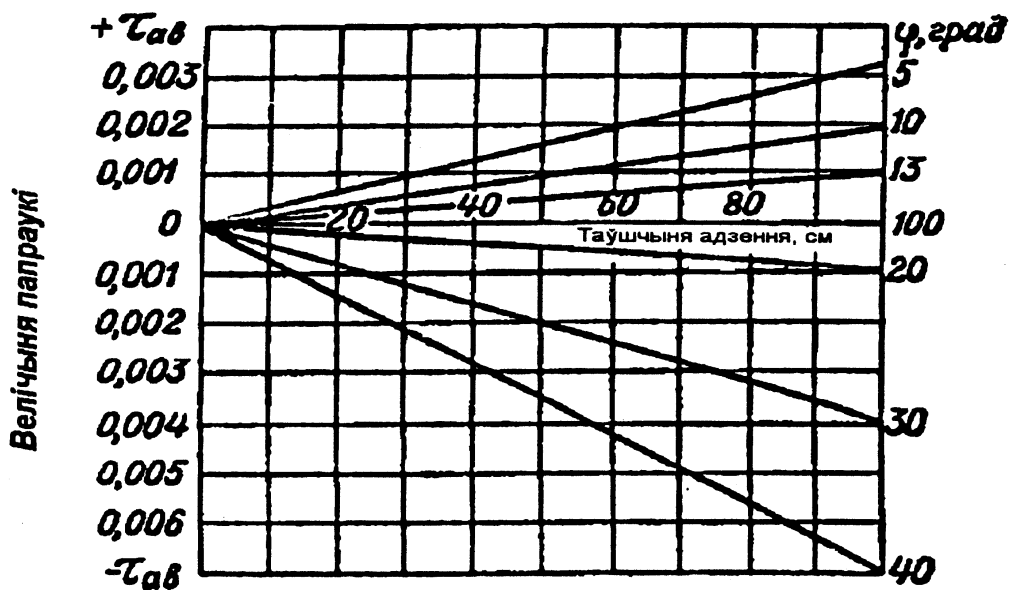
Пасля прывядзення шматслойнай дарожнай канструкцыі да двух-
 слойнай мадэлі па намаграме (рыс. 8.21) знаходзяць $\bar{\tau}_n$ ад адзіночнай
 нагрукі, тады $\tau_n = p \bar{\tau}_n$ (дзе $p = p_n$). Намаграма звязвае адносіны таў-
 шчыні адзення $\sum_{i=1}^n h_i / D$ (на восі абсцыс верхняга гарызантальнага шка-
 ла), адносіны модуляў пругкасці верхняга і ніжняга слаёў
 $E_{cp}/E_{гр} = E_1/E_2$ (крывыя на намаграме), вугал унутранага трэння грунта
 $\varphi_{гр}$ (прамені на намаграме) і максімальнае актыўнае напружанне зруху
 $\bar{\tau}_n$ ад адзіночнай нагрукі ў ніжнім слою (на восі абсцыс ніжняга
 шкала).

Актыўнае напружанне зруху τ_e у грунце ад уласнай масы дарожна-
 га адзення вызначаюць на намаграме (рыс. 8.23) у залежнасці ад
 агульнай таўшчыні $\sum_{i=1}^n h_i$ дарожнага адзення і вугла ўнутранага
 трэння $\varphi_{гр}$.

Дапушчальнае напружанне зруху ў грунце вызначаюць паводле
 формулы

$$T_{дан} = C_{гр} k_1 k_2 k_3, \quad (8.56)$$

дзе C_{cp} - счাপленне ў грунце актыўнай зоны землянога палатна ў разліковы перыяд, МПа; k_1 - каэфіцыент, які ўлічвае ўздзеянне ваганняў на пакрыццё, яно выклікаецца рухомай нагрузкай ($k_1 = 0.6$, а пры працяглым уздзеянні – 0.9); k_2 - каэфіцыент запасу, які ўлічвае неаднароднасць умоў работы, ён вызначаецца па графіку (рыс. 8.24, а пры працяглым уздзеянні або інтэнсіўнасці руху менш за 50 аўт/сут роўны 1.23 ; k_3 - каэфіцыент, які ўлічвае ўплыў уласцівасцяў грунтоў, роўны для пяскоў – $5 \dots 7$, для супескаў і пяскоў пылаватых – 3 і для гліністых грунтоў – 1.5 .



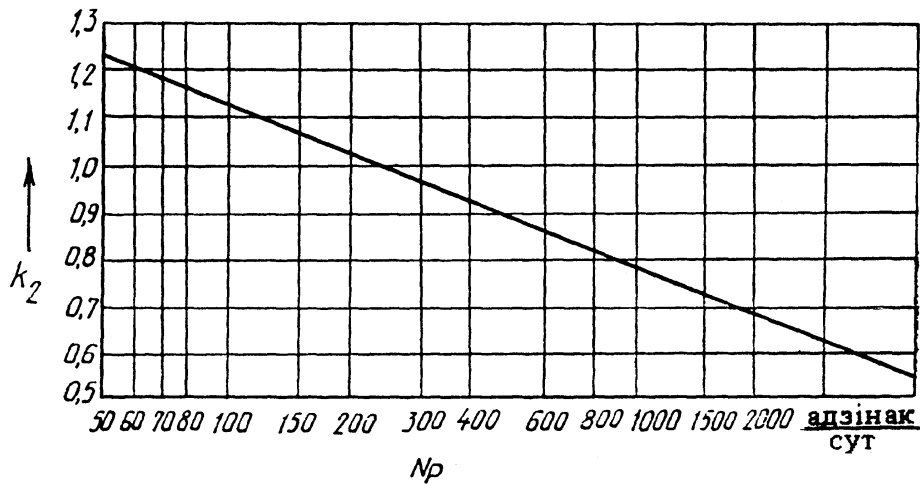
Рыс.8.23. Намаграма для вызначэння актыўнага напружання зруху ад уласнай вагі дарожнага адзення.

Парадак разліку (метад паслядоўнага прыбліжэння) дарожнага адзення па зруху ў грунце землянога палатна наступны:

1. Шматслойнае дарожнае адзенне прыводзяць да двухслойнага з разлікам E_{cp} паводле формулы (8.55) і вызначаюць адносіны E_{cp}/E_{zp} і $\sum_{i=1}^n h_i / D$. Тут E_{zp} - модуль пругкасці грунта, МПа, які вызначаюць у залежнасці ад яго вільготнасці па табл. 8.10; D - разліковы дыяметр, раўнавадыкі следу кола (гл. формулу 8.46).

2. Па намаграме (рыс. 8.21) знаходзяць максімальнае актыўнае напружанне зруху $\bar{\tau}_n$ ад адзінай нагрузкай ў ніжнім слою і вызначаюць актыўнае напружанне зруху ад часовай нагрузкай паводле формулы $\tau_n = p \bar{\tau}_n$.

3. Па намаграме (рыс. 8.23) знаходзяць актыўнае напружанне зруху τ_e у грунце ад уласнай масы дарожнага адзення.



Рыс.8.24. Залежнасць каэфіцыента k_2 , які ўлічвае паўторнасць напружэння, для матэрыялаў і грунтоў, разлічваемых па зруху, ад разліковай інтэнсіўнасці N_p уздзеяння нарузкі.

4. Знаходзяць агульнае актыўнае напружанне зруху ў грунце паводле формулы (8.53).

5. Паводле формулы (8.56) вызначаюць дапушчальнае напружанне зруху.

6. На ўсіх ступенях паслядоўнага прыбліжэння правяраюць умову трываласці па зруху ў грунце паводле формулы (8.52). Пры разліку неабходна, каб $k_{mp} = T_{dan}/T$. Калі $k_{mp} > T_{dan}/T$, тады неабходна павялічыць таўшчыню якога-небудзь слоя дарожнага адзення, або павялічыць E_{cp} за кошт замены матэрыялу якога-небудзь слоя матэрыялам з больш высокім E_i .

Калі $k_{mp} < T_{dan}/T$, тады неабходна паменшыць таўшчыню якога-небудзь слоя (або слаёў) або выкарыстаць матэрыял з меншым модулям пругкасці, каб $k_{mp} = 1$. Пры гэтым неабходна, каб выконвалася ўмова трываласці па крытэрыю пругкага прагіну.

8.7.2. Аптымізацыя канструкцый дарожнага адзення. Пры аптымізацыі дарожнай канструкцыі за асноўны крытэрыі прыняты мінімальны будаўнічы кошт дарожнага адзення

$$S = \sum_{i=1}^n (C_i H_i + \Delta C_i \Delta H_i) \rightarrow \min, \quad (8.57)$$

дзе C_i - адзіночны кошт узвядзення i -га слоя; H_i - таўшчыня слоя; ΔC_i - змяненне адзіночнага кошту, адпаведаючае ΔH_i ; ΔH_i - змяненне таўшчыні слоя адносна H_i ; n - колькасць слаёў.

За аснову прынят ітэратыўны метада аптымізацыі. На першым шагу ітэратыўнага працэсу разглядаюць варыянт канструкцыі, якая адпаведае мінімальнай таўшчыні ўсіх канструкцыйных слаёў.

$$H_{az} = \sum_{i=1}^n H_i \min \text{ пры } j=1$$

Тут H_{az} - агульная таўшчыня слаёў адзення; $H_i \min$ - мінімальна дапушчальная таўшчыня слоя (гл. табл. 8.7); j - шаг ітэратыўнага працэсу.

На гэтым этапе з дапамогаю ЭВМ вызначаецца трываласць канструкцыі (таксама і на зрух) і правераюцца іншыя ўмовы абмяжавання. Калі гэтыя ўмовы не выконваюцца, то на наступным шагу павялічваюць таўшчыню самага ніжняга слоя на ΔH_i (прырашчэнне таўшчыні, якое дапускаецца тэхналогіяй будаўніцтва) і зноў вызначаюць трываласць канструкцыі і зададзеным умовам. Змяненне таўшчыні ніжняга слоя выконваюць да максімальна дапушчальнай таўшчыні $H_i \max$. Потым пераходзяць да варыравання таўшчыні вышэй размешчанага слоя і г.д.

Калі атрымана першае рашэнне, якое задавальняе зададзеным умовам (трываласці і інш.) вызначаюць значэнне мэтавай функцыі S . Калі варыруемы слой па таўшчыні знаходзіцца ўнутры дапушчальнай вобласці, г.зн.

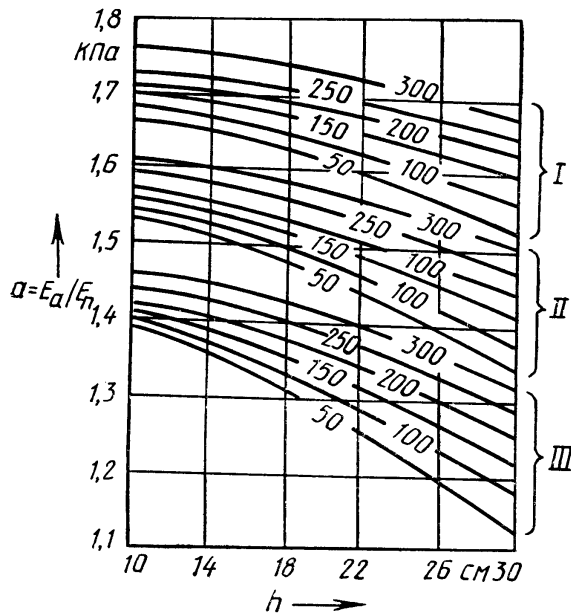
$$H_i \min \leq H_{ij} \leq H_i \max ,$$

Тады далейшае пвелічэнне таўшчыні дадзенага слоя з шагам ΔH_i , пры пастаяннай таўшчыні ўсіх іншых слаёў канструкцыі прывядзе да павелічэння значэння мэтавай функцыі. Таму неабходна перайсці да варыравання таўшчыні наступнага слоя. Алгарытм праграмы прадугледжвае магчымасць разлічыць на ЭВМ дарожнае адзенне, якое можа мець да 10 слаёў.

8.8. Прымяненне сінтэтычных матэрыялаў у дарожных канструкцыях

Для рэгулявання водна-цеплавога рэжыму дарожнай канструкцыі, павышэння яе трываласці ў апошнія гады шырока прымяняюць сінтэ-

тычныя тэкстыльныя матэрыялы (СТМ). Іх яшчэ называюць геатэкстылі. Яны могуць размяшчацца ў падсцілаючым слоі або ў актыўнай зоне землянога палатна. Павышэнне трываласці абумоўліваецца тым, што СТМ выконвае функцыю арматуры, якая павышае супраціўленне расцягванню. Для разліку павышэння модуля пругкасці грунта землянога палатна пры прымяненні СТМ распрацавана намаграма



(рыс. 8.25), на якой паказаны тры групы крывых: I – крывыя для СТМ з E_m 9 кН/м²; II – з $E_m = 4 \dots 8$ кН/м² і III – з $E_m = 2 \dots 4$ кН/м², дзе E_m - модуль дэфармацыі тканіны.

Рыс.8.25. Намаграма для разліку дарожнага адзення і землянога палатна, якія арміраваны СТМ. Лічбы на крывых сцискаючыя напружанні пад верхнім слоём, а на восі абсцыс – таўшчыня вышэй ляжачага над СТМ грунтовага слоя h .

Разлік вядуць наступным чынам:

1. Дарожная канструкцыя прыводзіцца да двухслойнай, за мяжу раздela прымаюць узровень залажэння СТМ (у гэтым выпадку прымаюць $h = 0,1$ м) або ўзровень паверхні грунта, які ляжыць над СТМ.

2. Вызначаюць напружанне сціскання σ (кПа) пад верхнім слоём паводле формулы

$$\sigma = \frac{0,5p}{1 + \left(\frac{h}{D}\right)^2 \left(\frac{E_{ag.в}}{E_{ag.н}}\right)^{2/3}}, \quad (8.57)$$

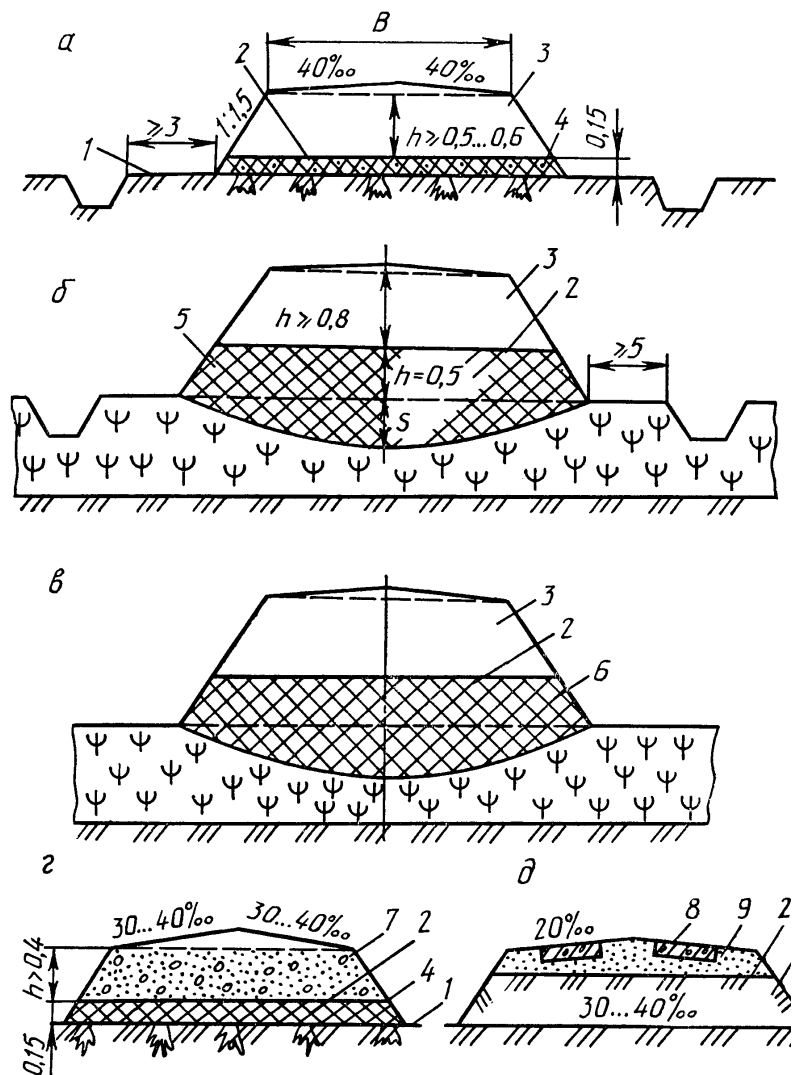
дзе p - ціск, кПа; $E_{ag.в}$ - агульны модуль пругкасці слаёў, якія ляжаць вышэй лініі раздela; $E_{ag.н}$ - таксама ніжэй лініі; h - таўшчыня слоя грунта, які ляжыць вышэй лініі раздela, м; D - дыяметр следу кола, м.

3. На восі абсцыс (рыс. 8.25) адкладваюць таўшчыню h , а на крывых намаграмы знаходзяць крывую, якая адпаведае значэнню σ , і на восі ардынат вызначаюць значэнне $\alpha = E_a / E_n$, адкуль вызначаюць

$E_a = \alpha E_n$ (дзе E_a - модуль пругкасці грунту, які арміраван СТМ; E_n - модуль пругкасці грунту, які не арміраван СТМ).

4. Выконваюць пераразлік дарожнага адзення з улікам павышэння модуля пругкасці грунту і знаходзяць памяншэнне таўшчыні канструктыўных слаёў. Па дадзеным ЦНДІМЭ прымяненне СТМ павышае трываласць дарожнага адзення гравійнага пакрыцця на 20...25%.

Найболей эфектыўна прымяненне СТМ пры ўстройванні землянога палатна і дарожнага адзення з прывезенага грунту. Гэта дае магчымасць зніжэння кошту будаўніцтва дарогі, працаёмнасці і матэры-



Рыс.8.26. Папярочныя профілі лесавозных дарог з прымененнем СТМ:

а, б, в – землянога палатна; *г, д* – дарожнага адзення; 1 - паверхня зямлі; 2 – праслойка СТМ; 3 – насып з прывязенага грунту; 4 – выраўніваючы слой; 5 – тарфяная насып з бакавых рэзерваў; 6 – прывазны торф; 7 – гравійнае адзенне; 8 – калейнае пакрыцце з жалезабетонных пліт; 9 – падстэлаючы слой; 10 – насып з мінеральнага грунту.

ялаёмістасці; скарачэнне тэрміну будаўніцтва, што асабліва важна ва ўмовах дэфіцыта працоўных рэсурсаў у лесанарыхтоўчай прамысловасці і сезоннага характару дарожных работ. У цяперашні час пры будаўніцтве дарог найбольшае распаўсюджванне атрымалі айчынныя матэрыялы дорніт Ф-1 і Ф-2.

У канструкцыях лесавозных дарог праслойкі з СТМ рэкамендуецца прымяняць пры будаўніцтве іх на II і III тыпах мясцовасці па ўвільгатненню і на балотах I і II тыпу.

Папярочныя профілі лесавозных дарог з прымяненнем СТМ паказаны на рыс. 8.26. На II і III тыпу мясцовасці па ўвільгочванню праслойку з СТМ кладуць пад насып на натуральную грунтовую аснову, як паказана на рыс. 8.26, а пні па шырыне землянога палатна зрэзваюць роўна з зямлёю, а паміж натуральным грунтам (асновай) рэкамендуецца ўстройванне выроўніваючага слоя з мясцовага грунту таўшчынёю 0,10...0,15 м. Вышыня насыпу павінна быць не менш 0,5 м на супесчаных грунтах і не менш 0,6 м на сугліністых.

На балотах I тыпу СТМ кладуць на тарфяную насып, якую ўстройваюць з бакавых рэзерваў (рыс. 8.2. б), а на балотах II тыпу – на тарфяную насып, якую ўстройваюць з прывезенага торфу (рыс. 8.26, в). Насып павінна мець вышыню не менш 0,5 м над узроўнем балота з улікам асядання. Верхнюю частку насыпу над праслойкай з СТМ адсыпаюць на высату не менш 0,8 м з прывезенага грунту (пяску).

На рыс. 8.26. г, д паказана канструкцыя дарожнага адзення з праслойкаю з СТМ, якую кладуць на дарогах з калейным пакрыццём з жалезабетонных пліт пад падсцілаючы слой, таўшчыня якога можа быць паменшана да 0,1 м калі земляное палатно адпаведае тэхнічным патрабаванням.

Кантрольныя пытанні. 1. Дайце класіфікацыю аўтамабільных дарог і іх асноўныя нормы праектавання. 2. Асноўныя праектныя параметры лесавозных дарог. 3. Якія асаблівасці праектавання плана і падоўжанага профілю аўтамабільных лесавозных дарог? 4. Ад чаго залежыць шырыня праезнай часткі і палатна аўтамабільных дарог на прамых і крывых участках? 5. Што такое віраж, пераходныя крывыя, іх назначэнне? 6. Як забяспечыць неабходную бачнасць паверхні дарогі ў плане і падоўжным профілю? 7. Вертыкальныя крывыя і іх разлік? 8. Асноўныя тыповыя папярочныя профілі землянога палатна і дарожнага адзення, умовы іх прымянення. 9. Крытэрыі разліку дарожнага адзення, у чым іх сутнасць і разлік яго па крытэрыю пругкага прагінумізацыі.

9. ЧАСОВЫЕ АЎТАМАБІЛЬНЫЯ ЛЕСАВОЗНЫЯ ДАРОГІ

9.1. Тыпы часовых аўтамабільных лесавозных дарог

Асваенне лясных масіваў патрабуе будаўніцтва густой сеткі часовых аўтамабільных лесавозных дарог (вусоў). Штогадова іх будуюць больш за 200 км.

Адрозніваюць наступныя канструкцыі часовых аўтамабільных лесавозных дарог: калейныя з жалезабетонных плітаў і драўляных шчытоў на грунтовым ці шпальным падмурку; калейныя з драўляных стужкаў; калейныя на шпалах; гравійныя; грунтовыя, палепшаныя шкілетнымі дабаўкамі; грунтовыя і драўлянагрунтовыя; з пакрыццём з лесасечных адходаў; зімовыя снегавыя і ледзяныя. Галоўныя віды і класіфікацыя дарожнага адзення часовых аўтамабільных лесавозных дарог прыведзены на рыс. 1.3. і 8.1.

Як правіла, часовыя дарогі ўстройваюць аднапалоснымі з раз'ездамі. Выбар канструкцыі часовых аўтамабільных лесавозных дарог ажыццяўляецца ў залежнасці ад тыпу аўтацягніка і мясцовасці па ўвільгатненню, наяўнасці будаўнічых матэрыялаў, перыяду года (табл. 9.1).

Табліца 9.1.

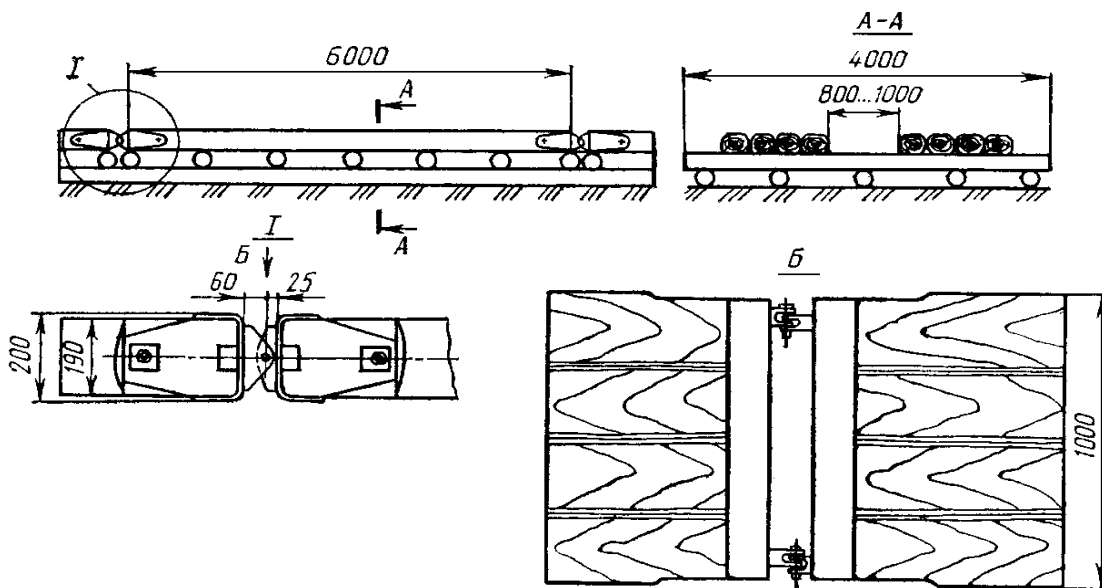
Выбар канструкцыі часовых аўтамабільных лесавозных дарог

Від пакрыцця	Від асновы ў залежнасці ад тыпу мясцовасці			Аўтапоезд на базе аўтамабіля
	I	II	III	
Жалезабятонныя пліты	Спланаваны грунт	Земляное палатно	Высцілка з галля або суцэльны насціл засыпаны грунтам	ЗІЛ, МАЗ, КрАЗ
Драўляныя шчыты	Таксама	Шпалы	Падоўжаныя ляжакі	ЗІЛ, МАЗ, КрАЗ
Драўляныя стужкі	Таксама	Высцілка з галля	Высцілка з галля або суцэльны насціл з дробнай драўніны	ЗІЛ, МАЗ
Грунтовыя	Таксама	Грунт па высцілцы з галля	Суцэльны насціл з галля або без яго	ЗІЛ, МАЗ
Гравійныя або палепшаныя	Таксама	Высцілка з галля	Высцілка з галля	ЗІЛ, МАЗ, КрАЗ

9.2. Канструкцыі драўляных пакрыццяў

У цяперашні час пры будаўніцтве часовых дарог на забалочаных участках, а таксама для II, III тыпаў мясцовасці прымяняюць інвентарныя пакрыцці зборна-разборнай канструкцыі з драўляных шчытоў: шчыты ЛВ-11 і нагельныя, а таксама стужачныя пакрыцці ЛД-5. У Беларускам тэхналагічным інстытуце (БТІ) разпрацавана канструкцыя стужкавага пакрыцця, у якога адсутнічаюць стыкі.

Калейнае пакрыццё са шчытоў ЛВ-11 уяўляе сабою драўлянае пакрыццё, якое складаецца з двух колапровадаў, збіраемых з асобных шчытоў, якія паміж сабою злучаюцца шарнірна. Кожны шчыт вырабляюць з драўляных двухканатных брусоў таўшчынёю 0,18 м ці з круглых лесаматэрыялаў дыяметрам 0,19...0,22 м і даўжынёю 6 м. Шырыня шчыта 1 м. На канцы яго надзяваюцца металічныя агалоўнікі карытападобнага профілю. Брусы ў шчыту злучаюць трыма шпількамі М-20 (рыс. 9.1).

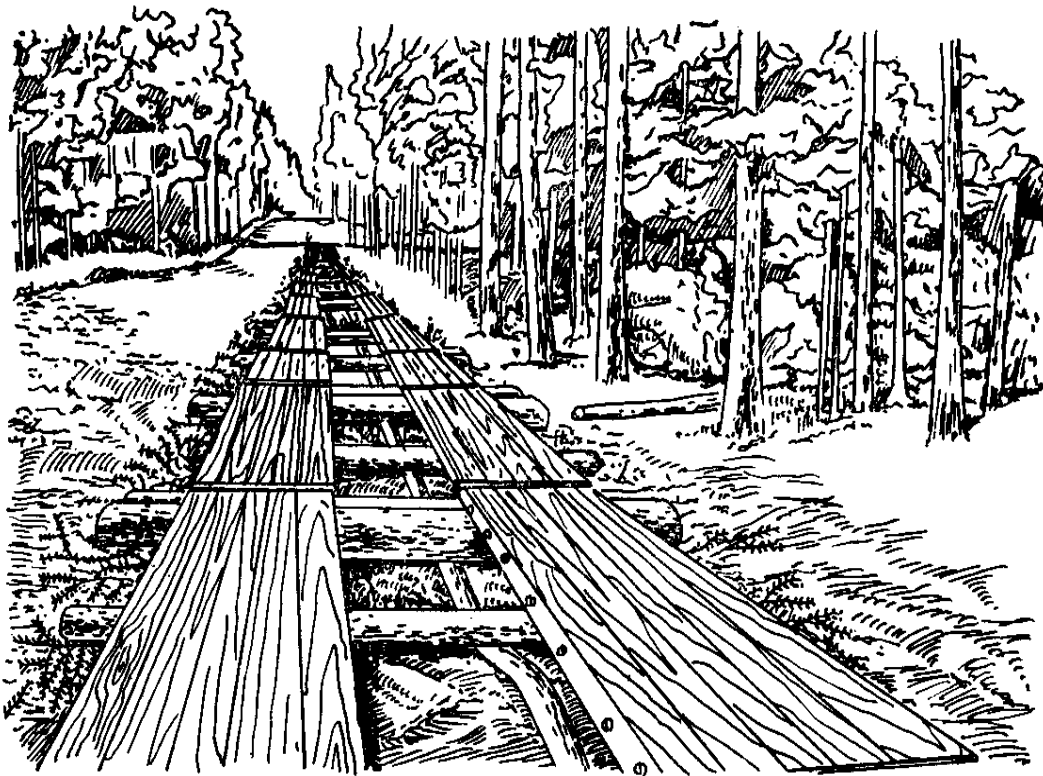


Рыс. 9.1. Канструкцыя шчытоў ЛВ-11

Да агалоўнікаў прывараны правушыны для шарнірнага злучэння шчытоў паміж сабою ў колапровад. Адтуліны пад пальцы ў іх размешчаны на рознай адлегласці ад агалоўніка, што дазваляе пры спалучэнні правушын рознай даўжыні ўкладваць шчыты як на прамых, так і на крывых участках дарогі. На прамых участках пры

ўкладцы шчытоў у колапrowад злучаюць доўгую правушыну з кароткаю, на крывых – кароткую з кароткаю і доўгую з доўгай.

Калейнае пакрыццё са шчытоў з нагельным умацаваннем уяўляе сабою шчыт размерам 1х6 м і таўшчынёю 0,2 м, які збіраецца з двухканатных ці чатырохканатных брусоў, якія злучаюцца паміж сабою драўлянымі нагельмі (рыс. 9.2).

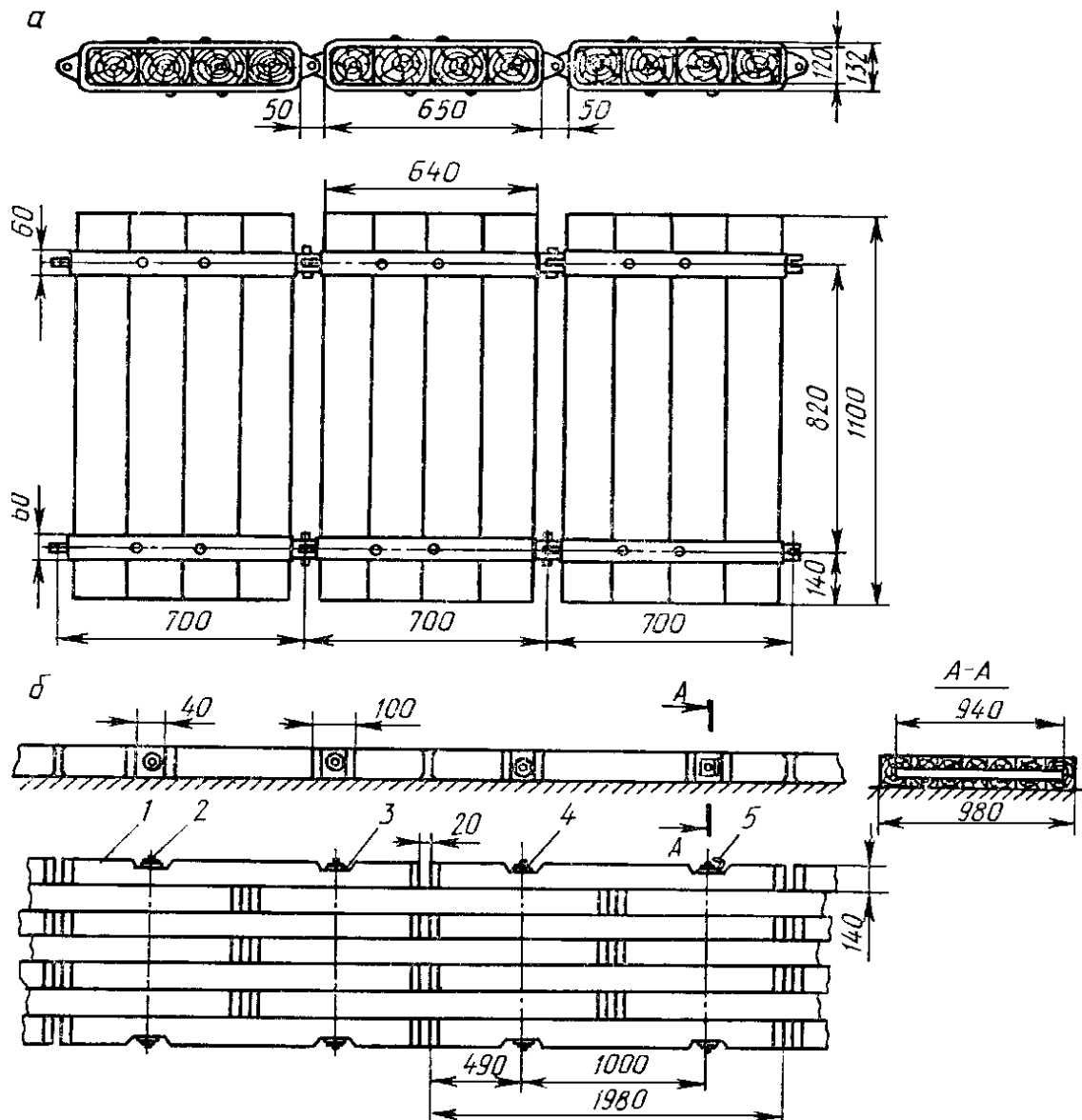


Рыс. 9.2.Нагельныя шчыты на лесавозных вусах

Драўляны нагель – васьміграннік 75 мм і даўжынёю 1 м. Яго робяць з брускоў другасортнай здаровай драўніны паветрана-сухога стану. Адлегласць ад тарцоў шчыта да першага нагеля складае 0,5 м, а паміж нагельмі ўздоўж шчыта – 1 м. Брусы ў шчыту ўкладваюцца ў разнаколеліцу і скрапляюцца шасцю нагельмі, якія запрасоўваюцца роўна з бакавымі гранямі шчыта (дапускаецца выхад не больш 2 см). Для прадухілення вертыкальнага зрушання шчытоў адносна адзін другога у стыках прадугледжваецца ўстаноўка спецыяльнай забіўнай металічнай дэталі.

Стужачнае пакрыццё ЛД-5 уяўляе дзве гібкія стужкі, укладзеныя у колапrowад. Кожная стужка збіраецца з асабных звёнаў (шчытоў), злучаных паміж сабою шарнірна (рыс. 9.3, а).

Стужкі звязваюцца ў колаправоды праз 14 шчытоў злучальным шчытом, які забяспечвае ўстойлівасць пакрыцця і фіксуе міжкалейныя адлегласці. Галоўныя звёны (шчыты) размерам 1,2х0,7х1,1 м збіраюць з чатырохканатных брусоў сячэннем 0,12х0,16 м і даўжынёю 1,1 м. Брусы ў шчыт злучаюць двума металічнымі хамутамі, да канцоў якіх прыварваюць кранштэйны з адтулінамі пад палец для шарнірнага злучэння шчытоў у стужку. У стужцы шчыты ўкладваюцца так, каб рух адбываўся перпендыкулярна да брусоў шчыта. Злучальны шчыт збіраюць з брусоў размерам 0,12х0,16х3 м.



Рыс. 9.3. Канструкцыя стружковых пакрыццяў:

а - ЛД; б - БТІ ім. С.М.Кірава; 1-зборны элемент (брус); 2-шпілька; 3-шайба; 4-гайка; 5-захват.

Стужачнае пакрыццё БТІ – гэта стужка, якая складаецца з асобных элементаў (брусоў) даўжынёю да 2 м, сячэннем 0,14x0,14 м. Брусы вырабляюцца са здаровай драўніны хваёвых ці ліставых парод (рыс. 9.3, б).

Наяўнасць гнілі, расколаў, суцэльных трэшчын не дапускаецца.

Брусы ў стужцы размешчаны ў сем радоў і змешчаны адносна адзін другога на палову даўжыні. Зборныя элементы злучаны шпількамі М18. Такое злучэнне брусоў дазваляе атрымаць гібкую стужку, якая не мае стыкавых злучэнняў. Крайнія элементы пакрыцця могуць быць выраблены з круглага лесу дыяметрам 0,16...0,18 м. У месцах устаноўкі шпілек у брусах зроблены зарубкі для засцеражэння колаў аўтацягніка ад пашкоджвання пры сходзе іх з каляі. На крайніх шпільках з двух старон устаноўлены захваты, якія прызначаны для пагрузкі і разгрузкі стужкаў колаправадаў. Для прадухілення зачэплення брусоў пры разгрузцы стужкаў, а таксама зніжэння няроўнасцяў пакрыцця тарцы брусоў выкананы скошанымі пад вуглом 40...45°.

Шарнірнае злучэнне брусоў стужцы забяспечвае добрае прыляганне колаправадаў да асновы. Здольнасць пакрыцця капіраваць рэльеф мясцовасці дазваляе значна знізіць момант выгіну, які ўзнікае ў элементах канструкцыі, што дае магчымасць рабіць пакрыццё больш лёгкім у параўнанні з другімі тыпамі пераносных пакрыццяў.

Для вырабу адной стужкі пакрыцця даўжынёю 11 м патрабуецца: круглага лесу дыяметрам 0,16...0,18 м і даўжынёю 1,9+ 0,1 м – 10 шт;

Табліца 9.2

Тэхнічная характарыстыка драўляных пакрыццяў

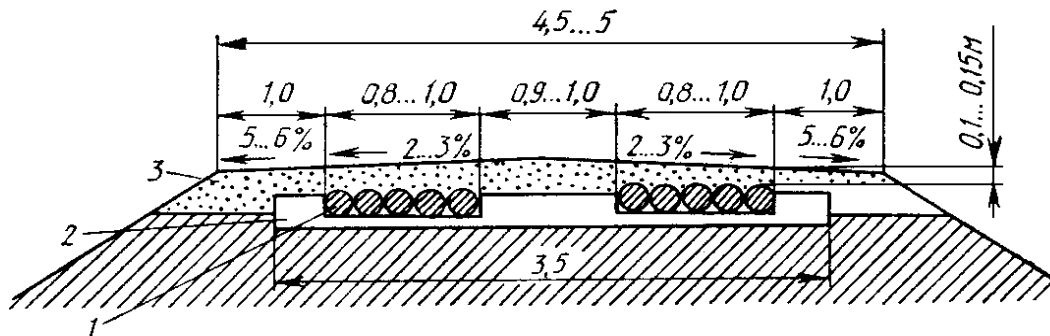
Паказчыкі	Тып пакрыцця			
	Шчыты ЛВ-11	Нагельныя шчыты	Стужачнае пакрыццё ЛД-5	Стужачнае пакрыццё БТІ
Размер шчыта, м				
даўжыня,	6,1	6,0	0,7	11,0
таўшчыня,	0,18	0,20	0,12	0,14
шырыня	1,1	1,0	1,1	0,98
Колькасць шчытоў на 1 км дарогі, шт: асноўных	328	334	2666	200
злучальных	-	-	96	-
Расход драўніны (бруса) на 1 км дарогі, м	345	371	248	280
Расход металу на 1 км дарогі, т	13	4,4	27,5	6,0
Маса аднаго шчыта, кг	750...800	750...800	60	100...120
Колькасць перакладак	Болей 10	8	10	6

*) указана даўжыня адной стужкі, якія вырабляюць з дроў.

брусоў сячэннем 0,14x0,14 м і даўжынёю 1,9+ 0,1 м – 25 шт; шпількаў М18 – 9 шт; шайбаў – 14 шт, гайкаў М18 – 18 шт, захопаў – 4 шт.

Тэхнічная характарыстыка зборна-разборных пакрыццяў прыведзена ў табл. 9.2.

Драўлянагрунтавыя пакрыцці ўяўляюць сабою два колаправады з хлыстоў ці з бярвёнаў пакладзеных на папярочкі даўжынёю 3,5 м і засыпаных пластом грунту таўшчынёю 0,1...0,15 м (рыс. 9.4).



Рыс. 9.4. Драўляна-грунтавае калейнае пакрыццё:

1-ляжакі (бярвенні або хлысты дыяметрам 0,15 і вышэй); 2-шпалы-папярочыны дыяметрам 0,15...0,25 м; 3-дрэнажны грунт

Для засыпкі павінен прымяняцца грунт, па саставу блізка да аптымальнага. Прымяненне для засыпкі драўляных колаправадаў суглінкаў з лікам пластычнасці больш 10...12 не дапускаецца, іх неабходна палепшыць буйназарністымі дабаўкамі.

Для ўстройвання драўлянагрунтавых пакрыццяў прымяняецца як хваёвая так і ліставая драўніна. Шырыня колаправода 0,8...1,0 м.

9.3. Тэхналогія вырабу драўляных пакрыццяў

Тэхналогія вырабу шчытоў ЛВ-11. Іх збіраюць з чатырох ці пяці двухкантных брусоў, якія паступаюць на зборачную пляцоўку са шпаларэзкі ці лесапільнай рамы.

Брусы выпілоўваюць з драўніны хваёвых ці ліставых парод паветрана-сухога стану, якая не мае трэшчын, расколаў і пашкодджванне гнілізнай. Бярвёны падбіраюць з найменшым збегам.

Металічнае мацаванне – агалоўкі, злучальныя пальцы, шпількі вырабляюць на лесанарыхтоўчых прадпрыемствах. Шчыты ЛВ-11 збіраюць на спецыяльным будаўнічым участку, які мае пляцоўку для складзіравання брусоў і гатовых шчытоў.

На пляцоўцы папярэдняй зборкі выконваюць падгонку брусоў з частковай акоркай і падчэсваннем унутраных кантаў. Пасля падгонкі брусы падаюць на варштат, абсталяваны трыма вінтавымі дамкратамі і адкіднымі ўпорамі. Пасля заціскання дамкратамі на канцы шчыта надзяваюць агалоўкі, а затым спецыяльным прыстасаваннем выконваецца свідраванне адтуліны пад шпількі. Прыстасаванне для свідравання адтыліны забяспечвае патрабуемы напрамак свідравання шчыта з двух бакоў. Яно складаецца з карамысла, на канцах якога прывараны ўтулкі. У гэтыя ўтулкі пры свідраванні адтуліны па чарзе ўстаўляецца свердзел са здымнай утулкай. Яна стопарыцца вінтом і дае накірунак інструменту. Каромысел на шчыту фіксуецца пальцам, які цэнтрыруе адтуліны пласціны і касынкі агалоўка і ўмацоўваецца на шчыту вінтом. Пасля свідравання ў адтуліны ўстаўляюцца шпількі і замацоўваюцца гайкамі. Гатовы шчыт вызваляюць ад дамкратаў і падаюць у штабель гатовай прадукцыі. Звяно з трох чалавек збірае 9...10 шчытоў за змену.

Тэхналогія вырабу шчытоў з нагельным умацаваннем. Для вырабу шчытоў сканструявана лінія ЛВ-111. Яна складаецца з свідравальна-запросавачнага станка фарміровачна-падаючага і прыемнага ральганга, папярочнага транспарцёра і двухпільнага нагельнага станка. Акрамя таго, у лінію уваходзяць аўтаматычны захоп для шчытоў і гідраўлічнае ўстройства для развароту часткі брусоў перад фармаваннем шчыта.

Свідравальна-запросавачны станок прызначаны для свідравання адтулін у пакеце брусоў і запрасоўкі драўляных нагеляў. Ён складаецца са свідравальнай карэткі з электрарухавіком, запросавачнай карэткі з прыводам ад гідрацыліндра, дзвюх пар накіроўваючых, па якім перамяшчаюцца карэткі, вертыкальнага і двух бакавых гідраўлічных прыціскаў, стужкава-скрабковага транспарцёра для ўборкі стружкі, гідра- і электрасістэм.

Свідравальная карэтка злучана дзвюма цягамі з запросавачнаю карэткаю, у выніку запрасоўка нагеляў і падача свердла ажыццяўляецца ад аднаго гідрацыліндра. На свідравальнай карэтцы ёсць адкідны рычаг, якім прыводзіцца да руху стужка скрабковага транспарцёра пры цыкле “запрасоўка”.

Фармаванне пакета з брусоў і падача яго ў свідравальна-запросавачны станок выконваецца фарміровачна-падаючым ральгангам. Ральганг складаецца з чатырох прывадных рабухаў і дзвюх непрывадных ролікаў, прывадной станцыі з ланцуговай перадачай на рабухі. Кіраванне прыводам ажыццяўляецца з цэнтральнага пульта, размешчанага

на свідравальна-запросовачным станку.

Канструкцыя прыёмнага ральганга аналагічна канструкцыі фарміровачна-падаючага з дапамогаю якога перамяшчаюцца гатовыя шчыты ўздоўж лініі.

Папярочны транспарцёр прызначаны для падачы брусоў на фармовачны ральганг, адначасова ён з'яўляецца буфернай горкай для брусоў. Транспарцёр складаецца з двух цягавых ланцугоў (утулачна-ролікавых), зманціраваных на асобных бакавінах, чатырох папярочын для злучэння бакавінаў паміж сабою, прываднай станцыі з ланцуговаю перадачай прываднага вала і двух нацяжных устройстваў. Кіраванне прывадам ажыццяўляецца з выноснага пульту.

Нагельны станок прызначаны для вырабу драўляных васьмігранных нагеляў. Станок складаецца з карэткі з пярэдняю дзятліцельнаю галоўкаю і задняю бабкаю, прываднага вала з двума дыскавымі піламі, прывода і станіны. Карэтка з замацаванаю загатоўкаю перамяшчаецца па накіруючым станіны ўручную. Брусы ад шпонарэзкі ці лесапільнай рамы папярочным транспарцёрам падаюцца на фармовачны ральганг, дзе іх набіраюць у пакеты. Затым па фармовачнаму ральгангу пакет падаецца ў свідравальна-запросовачны станок і заціскаецца гарызантальнымі і вертыкальнымі прыціскамі. Свідруюць адтуліны і запрасоўваюць нагелі. Гатовыя шчыты перамяшчаюцца па ральгангу і пад'ёмнікам укладваюць у штабелі.

Адлегласць паміж нагелямі раўняецца 1,0 м, а ад тарца да першага нагелі – 0,5 м. Вылет нагеля з бакавой грані дапускаецца не больш 20 мм.

Прадукцыйнасць лініі ЛВ-111-258 м у змену ці 65 м на чалавека.

Тэхналогія вырабу стужачных пакрыццяў ЛД-5. Стужачныя пакрыцці ЛД-5 збіраюць на спецыяльнай будаўнічай пляцоўцы, якая аснашчана асноўным абсталяваннем – гідраўлічным запросовачным станком, ральгангам для зборкі шчытоў у стужкі і грузапад'ёмным механізмам для ўкладкі гатовых стужкаў у штабель.

Рабочым органам запросовачнага станка з'яўляецца гідрацыліндр, на шток якога замацоўваецца траверса. Стол мае два папярочныя пазы для ўстаноўкі хамутоў. Зборку шчытоў пачынаюць з устаноўкі хамутоў у папярочныя пазы. Затым падаюць на стол два брусы і запрасоўваюць, а рассоўваючым клінам размяшчаюць іх па краям. Паміж крайнімі брусамі запрасоўваюць два сярэднія.

Пры адсутнасці запросовачнага станка шчыты можна збіраць на двухмясцовым варштаце, абсталяваным дзвюма вінтавымі дамкратамі. У гэтым выпадку тэхналогія зборкі шчытоў наступная: на варштат

укладваюць чатыры брусы і шчыльна сціскаюць дамкратам, потым канцы сціснутага пакета брусоў абчосваюць пад размер хамута і з дапамогаю кувалды робяць шчыльную яго насадку. Пасля насадкі хамутаў як у першым, так і ў другім выпадку для злучэння хамутаў з брусамі забіваюць яршы ў адтуліны, якія знаходзяцца зверху у хамутах. Гатовыя шчыты збіраюць ў ленты і грузапад'ёмным механізмам укладваюць у штабелі гатовай прадукцыі.

Звяно з двух чалавек на варштаце за змену вырабляе 34...40 шчытоў, ці 28 м стужкі колаправада.

Тэхналогія вырабу стужачных пакрыццяў канструкцыі БТІ. Стужкі колаправаду збіраюцца на будаўнічай пляцоўцы звяном у складзе двух чалавек. Для зніжэння транспартных расходаў на перавозку драўніны і гатовых вырабаў будпляцоўку трэба размяшчаць як можна бліжэй да лесасекі, а пры магчымасці на лесасецы.

Стужкі колаправаду вырабляюць з чатырохкантовага абразнога ці не абразнога бруса сячэннем 0,14x0,14 м. Брус выпіліваюць на падоўжана-распіловачным станку тыпу ПДТ-5-2 ці на другім абсталяванні, прызначаным для падоўжанай распілоўкі драўніны, і складаюць у штабель. Потым выконваюць апрацоўку брусоў па даўжыні. Для гэтага іх укладваюць на падкладкі, выраўноўваюць тарцы з аднаго боку, адмерваюць даўжыню 1,9+0,1 м і распілоўваюць бензапілою ці электрапілою. Зборку стужкі выконваюць на спецыяльнай эстакадзе, якая ўяўляе сабою насціл з досак таўшчынёю 0,04 м, укладзенных на апоры. Апоры могуць быць драўлянымі ці жалезабетоннымі. Даўжыня насцілу 11 м, шырыня – 1,2 м. Па бакам насцілу прыбіваюць дзве плаціны шырынёю 0,10 м вышынёю 0,04 м і дзве рэйкі сячэннем 0,05x0,05 м. У рэйках праз 1 м зроблены пазы глыбінёю 0,02 м і шырынёю 0,02 м. Пазы дазваляюць выконваць свідраванне адтуліны без папярэдняй разметкі і выконваюць ролю накіравальных.

Для зборкі стужкі брусы ўкладваюць на эстакаду ў сем радоў (па пяць у кожным). Кожны другі рад зрушваецца адносна першага на палавіну даўжыні. З мэтай павышэння прадукцыйнасці работы пры зборцы стужкаў на рэйках эстакады (для ўказання месца ўкладкі другога раду) робяць меткі праз 1 м. Электрадрэляй ў брусах прасвідроўваюць насрозь адтуліны дыяметрам 20 мм у якія ўстаўляюць шпількі, потым надзяваюць шайбы і закручваюць гайкі. На крайніх шпільках з двух бакоў устанаўліваюць захопы, якія прызначаны для пагрузкі і разгрузкі стужкаў. Захопы выкананы з металічнай паласы шырынёю 60 мм і таўшчынёю 6 мм.

Сабраныя стужкі з дапамогаю спецыяльнай пагрузачнай прылады

ўкладваюць у штабелі вышынёю не больш 2 м. Пагрузачная прылада ўяўляе сабой падоўжаную бэльку даўжынёю 8 м, на тарцах якой ўстаноўлены папярочныя бэлькі з завесамі. За змену брыгада з двух чалавек збірае 4-5 стужкаў.

На будаўніцтва 1 км пакрыцця затрачваецца 75...80 чалавека-дзён. Для зніжэння затрат ручной працы працэс вырабу стужкаў калёсаправадаў можна механізаваць пры дапамозе паточнай лініі па тыпу ЛВ-111.

Стужкі калёсаправадаў могуць быць сабраны з круглага лесу ці двухкантных брусоў. Аднак у гэтым выпадку неабходна руплівая сартыроўка бярэнаў па дыяметру, у залежнасці ад якога прымаецца азначаная колькасць радоў зборных элементаў. Так, пры дыяметры бярэнаў 0,16...0,18 м збіраюць шасцірадовыя стужкі. Шырыня стужкі павінна быць 0,95...1 м.

Як варыянт магчыма канструкцыя пакрыцця з чатырохкантных брусоў у сярэдзіне, а па баках якіх укладваюць круглыя бярэны дыяметрам 0,15...0,18 м. Гэтыя бярэны выконваюць ролю колаадбояў. У месцах устаноўкі шпількаў у бярэнах робяць зарубкі для прадухілення пашкоджвання шын пры сходзе аўтацягніка з пакрыцця.

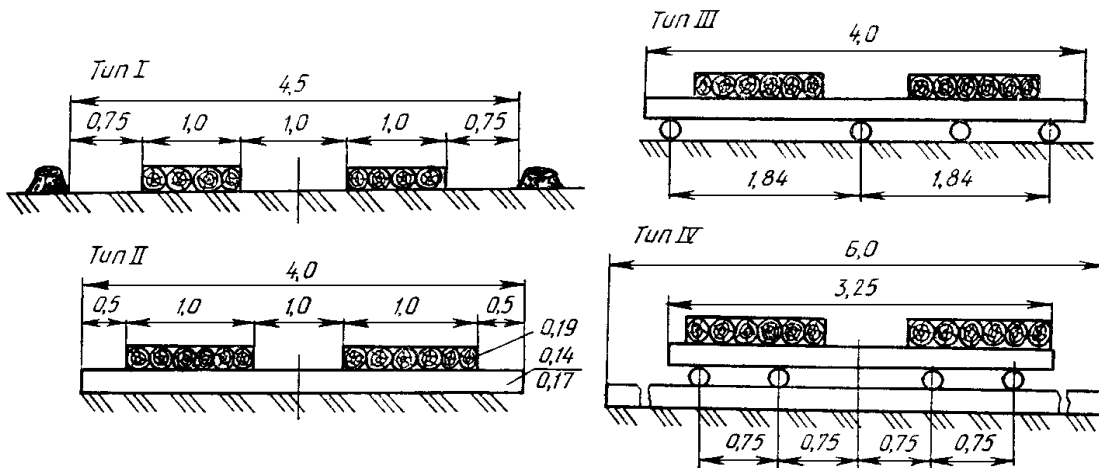
9.4. Тэхналогія будаўніцтва часовых аўтамабільных лесавозных дарог (вусоў).

Тэхналогія будаўніцтва вусоў з шчытавым пакрыццём. У залежнасці ад тыпу мясцовасці, характару і ступені ўвільгатнення грунтоў, грузаабароту дарогі і яе тэрміну эксплуатацыі рэкамендуецца чатыры тыпы асноўных часовых дарог (рыс. 9.5).

Тып I выкарыстоўваецца на перыядычна ўвільготненых мінеральных грунтах, якія не дапускаюць шматразовага праходу аўтацягнікоў. Пакрыццё ў гэтым выпадку ўкладваецца непасрэдна на грубасплавную аснову. Падрыхтоўка асновы ўключае наступныя работы: уборку павалу, зрэзку пнёў роўна з зямлёю, планіроўку дарожнай паласы бульдозерам шырынёю 5 м.

Тып II прымяняецца на пераўвільготненых грунтах і тарфяніках глыбінёю да 0,5 м. Падрыхтоўка асновы заключаецца ў расчыстцы дарожнай паласы ад валуноў, павалу, зрэзку пнёў роўна з зямлёю. Раслінны слой па магчымасці захоўваецца. Пры наяўнасці мясцовага дрэнажаванага грунту на раслінны слой адсыпаюць пячаную падушку таўшчынёю 0,10...0,20 м ці ўкладваюць галлёвую высцілку

таўшчынёю 0,10...0,25 м у ўшчыльнённым стане. Ушчыльненне галлёвай падушкі ажыццяўляюць шматразовым праходам тралёвачнага трактара. Калі ёсць магчымасць прымяняць на ўкладцы пакрыцця грузапад'ёмную тэхніку (аўтамабільны кран, шчытаўкладчык), стужкі колаправадаў укладваюць на папярочныя лежакі (шпалы), адлегласць паміж якімі складае 1,5 м. Для стужачных пакрыццяў канструкцыі БТІ ім.С.М.Кірава гэтая адлегласць раўняецца 0,65 м.



Рыс. 9.5. Папярочныя профілі вусоў з шчытавым пакрыццём і стружковым пакрыццём канструкцыі БТІ ім. Кірава

Тып III прымяняецца на сырых і забалочаных мясцовасцях. Аснова пад пакрыццё ўяўляе сабою пясчаную ці галлёвую падушку таўшчынёю 0,20...0,25 м, паложаную на суцэльны папярочны насціл з дрвяной драўніны. У раёнах, дзе няма мясцовага дрэнажаванага грунту на раслінны слой укладваюць падоўжныя лежакі, адлегласць паміж якімі 0,9 м. На падоўжаныя лежакі ўкладваюць шпалы праз 1,5; для стужкавых пакрыццяў БТІ ім.С.М.Кірава гэтая адлегласць роўна 0,65 м.

Тып IV прымяняецца на перыядычна ўвільгатняемых балотах з магутнасцю торфу да 2 м, якія не дапускаюць праход трактараў з нормальнымі гусеніцамі. У дадзеным выпадку на раслінны слой укладваюцца падоўжаныя лежакі дыяметрам 0,10...0,15 м, зверху якіх размяшчаюць суцэльны папярочны насціл з дрвяной драўніны. Папярочны насціл засыпаюць дрэнажаваным грунтом таўшчынёю 0,20...0,30 м ці ўкладваюць галлёвую падушку таўшчынёю 0,20...0,25 м у ўшчыльнённым стане. Пры ўкладцы пакрыцця аўтакранам аснову ўстройваюць у выглядзе клеткі з падоўжаных і папярочных лежакоў.

Шпалы вырабляюць пры рассяканні прасекі з мелкатаварнай

драўніны. Дыяметр іх для другога тыпу мясцовасці можа быць 0,06...0,10 м. Ва ўсіх астатніх выпадках дыяметр шпалаў рэкамендуецца прымаць 0,10...0,14 м. Зарэзныя шпалы, якія маюць пазы глыбінёю не менш 0,10 м на шырыню стужкі, вырабляюцца з драўніны дыяметрам 0,24...0,26 м.

Шырыню прасекі пры будаўніцтве вуса назначаюць не менш 10 м, а шырыню карчавання ці зрэзкі пнёў роўна з паверхняй зямлі пры I і II тыпу вусоў – 5 м, пры III – 7 і пры IV тыпу вусоў – 8 м.

У працэсе падрыхтоўкі асновы пад пакрыццё з драўляных шчытоў верхні слой грунту астаўляюць некранутым, так як ён павялічвае яго апорную здольнасць. Аснова для драўляных шчытоў у залежнасці ад умоваў мясцовасці ўстройваюць шляхам зрэзкі пнёў роўна з паверхняй зямлі. Перад укладаннем шчытоў праводзяць разбіўку трасы (фіксуюць месцазнаходжанне наружнай кромкі аднаго з колаправодаў, замацоўваюць яе калочкамі, па якім нацягваецца шнур.

На крывых разбіўку праводзяць па хордах. Другі колаправод укладваюць па шаблону на заданай адлегласці ад першага. Размер шаблона, які вызначае ўзаемаразмешчэнне двух колаправодаў, назначаюць у адпаведнасці з тыпам аўтацягнікоў, якія працуюць на вывазцы лесу. Паверхні злучаемых шчытоў у колаправодаў павінны знаходзіцца на адным узроўні, а ўзвышэнне аднаго шчыта над другім не можа быць больш 1 см.

Палажэнне шчытоў правага і левага колаправодаў правяраюцца па рэйцы. Розніца ў іх узроўнях не павінна перавышаць 2 см. Стыкавыя зазоры ў шчытах на прамых дапускаюцца не больш 1 см. Плаўнасць крывых дасягаецца за кошт зазораў у стыках да 3 см.

Драўляныя шчыты ўкладваюць у пакрыццё аўтакранам. Тэхналогія работ на ўкладцы драўляных шчытоў аўтакранам наступная. Аўтакран, рухаючыся заднім ходам па паложанаму пакрыццю, прыпыняецца на апошнім шчыту, не даездзя да яго канца прыблізна на 1,5 м, і ўстанаўліваецца на аўтрыгеры.

Адзін з рабочых звяна (на ўкладцы працуе звяно 3...5 рабочых) застропвае шчыт, пасля чаго шафёр-кранаўшчык пад'ёмам і паваротам стралы падае шчыт да месца ўкладкі, затрымліваючы яго на вышыні 0,4...0,5 м. Пры гэтым трое рабочых напраўляюць шчыт устык з раней пакладзеным шчытом.

Пасля плаўнага апускання шчыта на месца і вызвалення захопу страла аўтакрана адводзіцца да кузава аўтамабіля для страпоўкі наступнага шчыта. Канчаткова шчыт падганяюць уручную, правяраючы правільнасць яго палажэння з дапамогаю шаблона, візіркаў і рэйкі.

Пасля заканчэння распрацоўкі лесасекі пакрыццё вуса з шчытоў перавозаць на новую лесасеку. Пры разборцы шчытоў усе аперацыі выконваюцца ў наступнай паслядоўнасці. Перад устаноўкаю аўтакрана на разборку двое рабочых аглядаюць шчыты. Услед за гэтым аўтакран і парожні аўтамабіль для пагрузкі шчытоў размяшчаюцца на пакрыцці вуса таксама, як пры іх укладцы. Адзін рабочы застропвае шчыт, шафёр-кранаўшчык пад'ёмам і паваротам стралы падае шчыт на аўтамашыну, дзе яго прымае і ўкладвае ў кузаў другі рабочы. Потым кран і аўтамабіль перамяшчаюцца на адзін шчыт, і разборка прадоўжваецца.

Укладка шчытоў можа выконвацца шчытаўкладчыкамі ЛД-17, ЛД-14 (гл. параграф 7.7), аўтакранамі.

Тэхналогія ўкладкі стужачных пакрыццяў канструкцыі БТІ. Тып асновы дадзенай канструкцыі пакрыцця аналагічны шчытавым пакрыццям (гл. рыс. 9.5).

Стужкавае пакрыццё пры ўкладцы на груба спланіраваную аснову, на галлёвую ці пячаную падушку дастаўляюць да месца будаўніцтва на лесавозным аўтапоезду, абсталяваным здымнай плат-формай. Платформу робяць з швелера №20. Яе даўжыня – 11, шырыня 1,8 м. Платформу размяшчаюць на коніках аўтамабіля і прычэ-па-ропуска. У тарцовай частцы платформы на вышыні 0,8 м уста-ноўлены ролік, які служыць для прадухілення зачэплення стужкаў пры пагрузцы і разгрузцы. За адзін рэйс на платформе можна перавезці пагонную даўжыню стужачнага пакрыцця да 140 м (14 стужак).

Укладку пакрыцця выконваюць па наступнай тэхналогіі. Грузаны стужкамі аўтапоезд паязджае да пачатку пад'язнога пуці, які будзецца, а калі магчыма, заднім ходам падаецца да месца ўкладкі пакрыцця. Далей тросам тралёвачнага трактара з дапамогаю спецыяльнай расчалкі з платформы разгружаюць адну-дзве стужкі пакрыцця і адцягваюць на адлегласць 30...40 м, затым паслядоўна знімаюць астатнія стужкі колаправаду (гл. рыс. 7.15, а). Стужкі злучаюць па дзве-тры разам, адцягваюць на месца ўкладкі тралёвачным трактарам і стыкуюць з раней укладзеным пакрыццём. Пры руху тралёвачнага трактара над колаправадам адна з гусеніц трактара рухаецца па абочыне, другая – па міжкалейнай прасторы. Колаправад знаходзіцца паміж гусеніцамі і не падвяргаецца іх уздзеянню. Тралёвачны трактар заднім ходам з'язджае з пакрыцця і падаецца да месца разгрузкі стужкаў, бярэ яшчэ 20...30 м стужачнага пакрыцця і адцягвае колаправад да другой каляі, фіксаваў якой выконваецца праз кожныя 10...15 м шляхам забіўкі калоў дыяметрам

5...6 см і вышынёю 1 м па баках каляі.

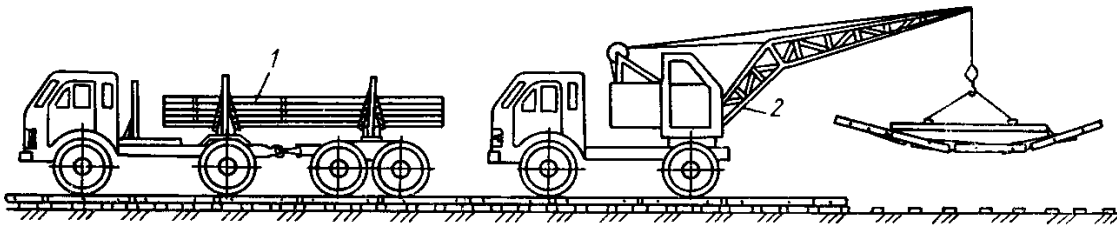
Пасля ўкладкі пакрыцця на ўсім працягу пад'язнога пуці робіцца канчатковае выраўноўванне асновы шляхам падкладкі пад пакрыццё ў месцах перакосу хмызняку, падоўжаных і папярочных лежакоў.

Усе работы па ўкладцы пакрыцця выконвае звяно з трох чалавек (трактарыст і два дарожных рабочых). Пры перакладцы пакрыцця на новы ўчастак дарогі спачатку праводзяць разборку яго на стужкі даўжынёю 11 м, а потым падымаюць і грузяць на аўтацягнік МАЗ-509, ТМЗ-803, якія маюць платформу. Парадак разборкі наступны. Аўтацягнік праязджае па часовай дарозе да канца, разварачваецца і прыпыняецца на першых стужках колапровадаў. Трос лябёдка аўтамабіля раскручваюць, падаюць праз ролік платформы зверху і замацоўваюць на дзве расчалкі, якія ўстанаўлены на стужках колапровадаў. Петлі расчалкаў надзяваюць на захопы стужкаў. Пры накручванні троса на барабан лябёдка і адначасовым руху аўтацягніка стужкі колапроваду праз ролік нагужаюць на платформу (гл. рыс. 7.15, б). Потым загрузаюць наступныя дзве стужкі. У такой паслядоўнасці на платформу грузяць 6...7 пар стужкаў, што складае 120...140 м пакрыцця. Калі грунтовыя ўмовы не дапушчаюць самастойнага руху аўтамабіля, стужкі колапровадаў выцягваюць тралёвачным трактарам на сухія ўчасткі мясцовасці і пагружаюць на платформу. На разборцы пакрыцця працуе звяно з 3 чалавек (шафёр і два дарожных рабочых). У залежнасці ад грунтовых умоў на пагрузку двух стужкаў затрачваюць 10...15 мін.

Укладку стужкаў на шпальную аснову выконваюць адным ці дзвюма аўтамабільнымі кранамі. Пры рабоце двух кранаў адзін выкарыстоўваецца на разборцы пакрыцця, другі – на ўкладцы. Пры рабоце аднаго аўтакрана ён пераязджае разам з аўтацягніком ад пункта пагрузкі да месца ўкладкі стужкаў. Для выканання работы можа быць выкарыстаны аўтакран грузапад'ёмнасцю 1 т з вылетам стралы /7 м.

Стужкі даўжынёю 7 м падвозяць да месца ўкладкі на аўтацягніку. Для разгрузкі і ўкладкі стужкаў прымяняюць спецыяльнае ўстройства, якое выканана з падоўжанай бэлькі даўжынёю 4 м, на тарцах якой устаноўлены папярочкі з петлямі (рыс. 9.6). Тэхналагічны працэс укладкі стужкаў наступны (рыс. 9.6): аўтакран, рухаючыся па пакладзенаму пакрыццю, спыняецца не даязджаючы да канца стужкі прыблізна 1...2 м; аўтамабіль з прычэпам, нагужаны стужкамі даўжынёю 7 м падаюць да крана, кожную стужку страбуюць петлямі пагрузачнага ўстройства за скобы на стужцы, падаюць да месца зборкі і ўкладваюць устык з раней пакладзенымі так, каб элементы адной стужкі

ўваходзілі ў зазор паміж элементамі другой. На ўкладцы стужкаў аўтакранам працуе звяно (кранаўшчык і два дарожных рабочых).



Рыс. 9.6. Укладка стружкавага пакрыцця аўтакранам:
1-звёно стружкавага пакрыцця; 2-аўтакран

Стужкі ўкладваюць так, каб перакос колапровода не перавышаў 0,02 м. Разборка пакрыцця выконваецца ў адваротнай паслядоўнасці. Канструкцыя раз'ездаў такая ж, як і асноўнага шляху (ці з галлёвай высцілкі). У месцах з'езду з часовай дарогі ўстройваюць суцэльнае пакрыццё шляхам укладкі ў міжкаляёвую прастору яшчэ адной стужкі. Даўжыню раз'езда прымаюць па даўжыні парожняга аўтацягніка. Пляцоўкі для развароту парожніх аўтацягнікоў – грунтовыя, калі дазваляюць умовы мясцовасці, ці з галлёвай высцілкі.

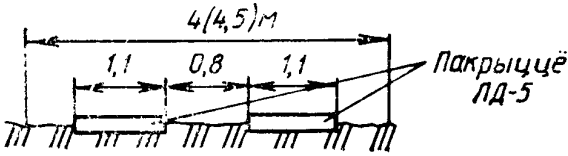
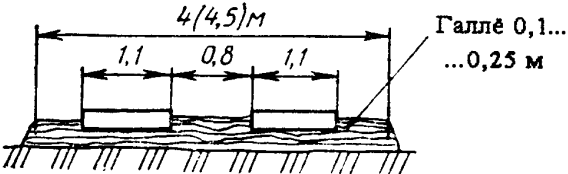
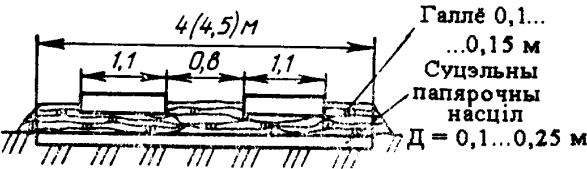
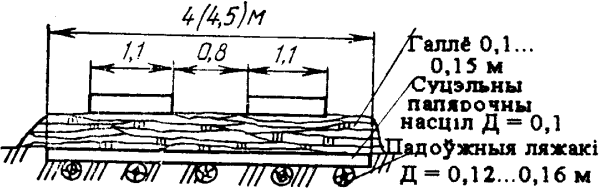
Тэхналогія ўстройвання вусоў са стужкавым пакрыццём ЛД-5. У залежнасці ад аб'ёму вывазімай драўніны і шчыльнасці грунтоў пад пакрыццём ЛД-5 рэкамендавана чатыры тыпы асновы (табл. 9.3).

На высечанай паласе ажыццяўляюць карчаванне і зрэзку пнёў, убіраюць ламачча і валуны, засыпаюць ямы. Пры неабходнасці ўкладваюць падоўжаныя і папярочныя лагі і зверху ўкладваюць галлёвую высцілку, якая ўшчыльняецца пяццю-шасцю праходамі тралёвачнага трактара. Пасля ўстройвання асновы прыступаюць да ўкладкі стужачнага пакрыцця ЛД-5. Стужкі ўкладваюць дарожным транспарцёрам ДТУ-3 (гл. рыс. 7.14). Пагрузка стужкі на ўкладчык ДТУ-3 адбываецца пры накручванні троса на барабан лябёдка трактара. Укладку пакрыцця з дапамогаю ДТУ-3 пачынаюць з пачатку ці з канца вуса. Спачатку ўкладваюць злучальны шчыт і сумяшчаюць яго з пазначанымі левым і правым колаправадамі. Да злучальнага шчыта з дапамогаю пальцаў прымацоўваюць стужкі. Пры руху ДТУ-3 выконваецца ўкладка пакрыцця (гл. рыс. 7.14). Злучальныя шчыты ўкладваюць праз кожныя 14 м, іх фіксуюць супрацьугоннымі каламі даўжынёю 1,2...1,5 м і дыяметрам 8...10 см, якія забіваюць пасля заканчэння нацягвання стужкі. Пры ўкладцы пакрыцця на крывых

радыусам 100 м і больш кривая апісваецца за кошт допускаў, якія ёсць у шарнірах, на крывых радыусам менш за 120 м у шарніры ўстаўляюцца дадатковыя ўстаўкі (падаўжальнікі).

Табліца 9.3

Тыпы асноў пад пакрыццё ЛД-5

Тып профілю	Канструкцыя	Прымяненне
I		На сухіх месцах з пясчаным і супясковым грунтамі I тыпа мясцовасці
II		На супясковых і сугліністых грунтах з непаўрашаным раслінным слоём II тыпа мясцовасці і на I тыпу мясцовасці пры эксплуатацыі ў перыяд распушчэння
III		На балотах са слоём шчыльнага слою ад 25 да 50 см
IV		На балотах са слоём шчыльнага слою больш 50 см

За змену дарожны ўкладчык пры перавозцы пакрыцця на адлегласць 2 км укладвае да 80 паг.м.

Вусы з пакрыццём з галлёвай высцілкі. Прымяняюць на слабых грунтах у сухіх лесасеках. Пры будаўніцтве вуса выконваюць наступныя работы: зразаюць кустоўе і падлесак, убіраюць павал і валуны; зразаюць пні роўна з зямлёю; перавозяць сукі з лесасека на дарожнае палатно, а потым ушчыльняюць пакрыццё.

На дарожнай паласе пні зразаюць на шырыню праезнай часткі ў адпаведнасці з прынятым тыпам папярочнага профілю, пры гэтым захоўваюць раслінны слой і карнявую сістэму. Шырыня праезнай часткі павінна быць не менш 4,5...5 м, таўшчыня ушчыльнянай галлёвай

высцілкі – 15...20 см. Для ўстройвання галлёвай высцілкі ўжываюць сукі і парубачныя рэшткі, якія ўкладваюць на гатовае дарожнае палатно. Сукі і падрубачныя рэшткі атрымліваюць пры прасячэнні прасекі. Работы па прасячэнню прасекі вядуцца патокам на ўчастках даўжынёю 40...50 м. На першым участку дарожнай паласы шырынёй 4,5...5 м бензаматорнаю пілою зразаюць пні роўна з зямлёю, пры умове захоўвання расліннага слоя і каранёвай сістэмы. Пасля вырубкі кустоў і падлеска бульдозерам у бок ад дарожнай паласы ссоўваюць камяні і буйныя рэшткі драўніны. На забалочаных участках укладваюць па-доўжныя лежакі. На другім участку па падрыхтаванай аснове робяць галлёвую высцілку. На трэцім участку пакладзеныя сукі і парубачныя рэшткі ўшчыльняюцца трактарам.

Усе работы па ўстройванню вуса выконвае комплексная брыгада.

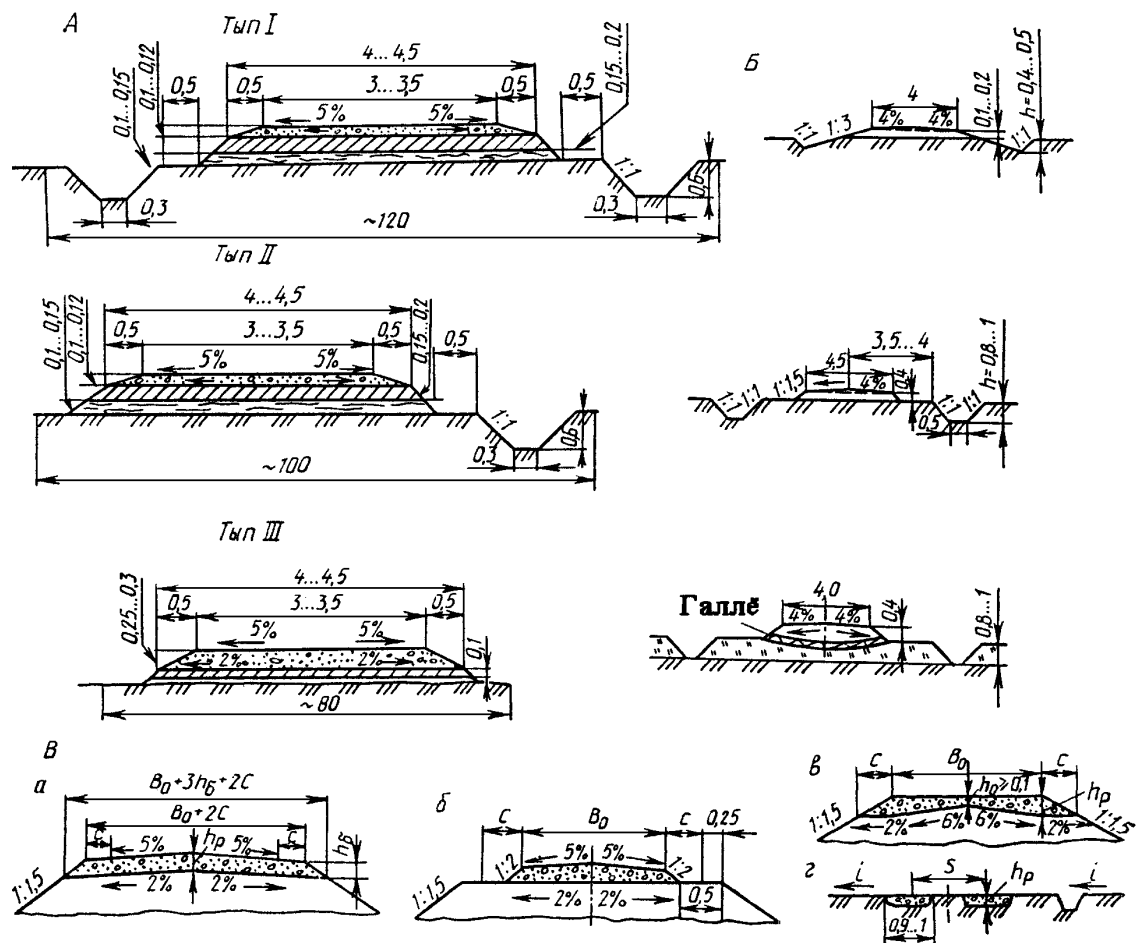
Вусы з гравійным пакрыццём, паложаным на земляное палатно з галлёвай высцілкаю. Прымяняюць у лесасеках на сырых месцах, якія не маюць адводу паверхневай вады, пры наяўнасці пячана-гравійных матэрыялаў у радыусе да 5 км. У залежнасці ад тыпу вуса ўстройваюць адпаведныя папярочныя профілі.

Паверхні слоя грунту, насыпанаму на галлёвую высцілку прыдаецца двухсхільны папярочны профіль з ўхіламі 1...5%. Гравійнае пакрыццё адсыпаецца ў адзін слой серпападобнага профілю таўшчынёю 10...20 см з папярочным ухілам, роўным 5...6%. Для ўстройвання галлёвай высцілкі прымяняюць сукі і парубачныя рэшткі, якія ўкладваюць пасля зрэзкі пнёў. Галлёвую высцілку ўшчыльняюць трактарам за 3...4 праходы па аднаму месцу. Земляное палатно на галлёвай высцілцы робяць з грунту, атрыманага пры ўстройванні водаадводных падоўжаных канаў канавакапальнікам. У тым выпадку, калі мясцовы грунт не прыгодны для ўкладкі ў земляное палатно, яго адсыпаюць з прывознага грунту з самых блізкіх кар'ераў (рэзерваў). Разпрацоўка і пагрузка грунту і гравію ў кар'еры выконваецца экскаватарам з каўшом аб'ёмам 0,3...0,5 м³, перавозка ажыццяўляецца аўтасамазвалам. Развалка кучаў, планаванне грунту і гравійнага матэрыялу, прыданне яму неабходнага папярочнага профілю выконваецца аўтагрэйдэрам за 4...6 кругавых праходаў.

Гравійнае пакрыццё ўшчыльняюць 6...8 праходамі катка па аднаму следу. Першыя два праходы па кожнай паласе выконваюць на першай скорасці трактара-цягача, наступныя праходы – на павышанай. Ушчыльненне ў час дажджу і пасля яго не рэкамендуецца.

Вусы з гравійным пакрыццём і галлёвай высцілкаю маюць працяглы тэрмін службы.

На галлёвай высцілцы (рыс. 9.7) у залежнасці ад мясцовых інжынерна-геалагічных умоў рэкамендуецца тры тыпы канструкцый вусоў з гравійным пакрыццём: тып I – на сырых месцах з незабяспечаным адводам паверхневай вады, пры грунтах, прыгодных для ўкладкі ў насып, папярочны ўхіл мясцовасці менш 1:25; тып II – на неглыбокіх балотах, запоўнення шчыльным торфам ад паверхні да дна з адсыпкай насыпу з прывазнага грунту, які ўкладваецца на ўшчыльнены слой парубачных рэшткаў; тып III – на забалочаных участках і ў сырых месцах з лішнім увільгатненнем.



Рыс. 9.7. Папярочныя профілі канструкцыі вусоў:

A - з гравійным пакрыццём або высціланне з сухога галля; B - без пакрыцця; B - з пясчана-гравійным пакрыццём; тып I – на сырых участках і роўнай мясцовасці; тып II – на забалочаных і сырых участках у горнай мясцовасці; тып III – на сырых і забалочаных участках; а – серпападобны профіль; б, в – з мінімумам матэрыялу; г – калейнае пакрыццё

Наяўнасць галлёвай падушкі забяспечвае больш хуткае прасыханне землянога палатна ў параўнанні з вусамі другіх тыпаў.

У залежнасці ад наяўнасці канаў, шырыня прасекі павінна быць не менш 20 м. Пні карчуюць карчавальнікамі ці бульдозерам у месцах размяшчэння канаваў (шырыня паласы 3,5 м). У межах насыпу пні зразаюць роўна з зямлёю на паласе шырынею 6 м. Парубачныя рэшткі ў няўшчыльнённым стане павінны мець таўшчыню 35...40 см.

Пры папярочным ухіле мясцовасці больш за 1:25 дастаткова адной канава. У гэтым выпадку неабходная вышыня насыпу павінна забяспечвацца за кошт грунту. атрыманага ад пашырэння канава ці разработкі другой канава як рэзерва.

На 1 км вуса патрабуецца 600 м³ гравійнага матэрыялу ці гравійна-пясчанай сумесі ў разрыхлёным стане.

Пры наяўнасці мясцовых дрэнажавальных матэрыялаў, галлёвая высцілка можа засыпацца наяўным грунтом. Вопыт эксплуатацыі такога тыпу вусоў паказаў іх добрую працаздольнасць.

Пабудова профіліраваных вусоў без пакрыцця. Профіліраваныя грунтовыя вусы без пакрыцця прымяняюцца пры спрыяльных грунто-вых умовах у раёнах з пераважна сухой пагодай у цёплыя перыяды года. Яны будуецца ў лесасеках з дрэнажавальнымі грунтамі, ці слаба дрэнажавальнымі (буйнаабломачныя, пясчаныя і супясчаныя), на шчыльных слабаўвільгатненых грунтах; на шчыльных гліністых грунтах, якія ўключаюць абломачныя матэрыялы.

У першым выпадку вусы будуецца без канаў, у другім і трэцім – з устраваннем водаадводных канаваў.

Эксплуатацыйныя якасці вусоў без пакрыцця залежаць ад грунто-ва-гідралагічных умоў і стану пагоды у цёплы перыяд часу. У раёнах з лішнім увільгатненнем і неспрыяльнымі кліматычнымі ўмовамі працягласць нерабочага перыяду можа быць да 60-70 дзён у годзе.

У мэтах павышэння трываласці і працаздольнасці вуса без пакрыцця рэкамендуецца загадзя сячы прасекі шырынёю не менш 40 м; устравіць падоўжаныя водаадводныя канавы на слабадрэнажавальных грунтах.

Пры пабудове землянога палатна з водаадводам суцэльнае карчаванне пнёў праводзіцца ў межах водаадводных канаваў, а на праезнай часткі пні зразаюць роўна з зямлёю.

Планіраванне грунтовай асновы са зрэзкаю няроўнасцяў і засыпкаю ямаў пасля карчавання ажыццяўляецца бульдозерам.

Земляное палатно будуецца з грунту, які атрымліваюць пры пабудове водаадводных канаў. Папярочны ўхіл землянога палатна павінен быць у межах 5...6%. Прафіляванне вядзецца аўтагрэйдэрам ці пры-чапным грэйдэрам. Ушчыльненне выконваецца прычапнымі

катками на пневмашынах.

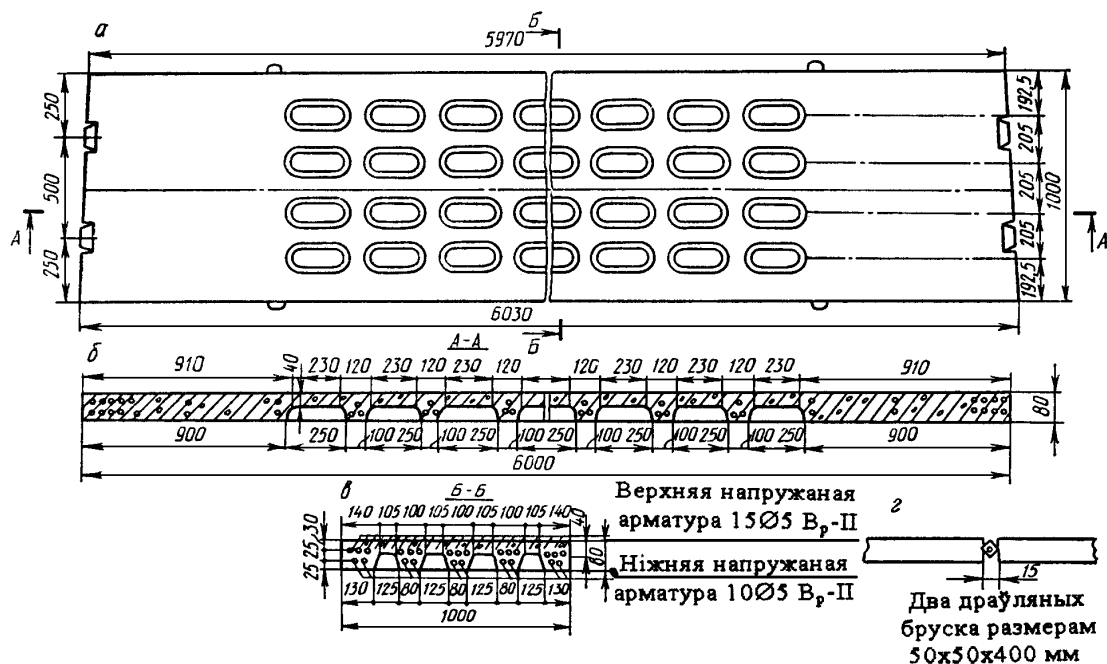
Вусы без пакрыцця на дрэнажавальных грунтах здавальняюча працуюць толькі пры наяўнасці водаадводных канаў і добра спрафіляванай праезнай часткі землянога палатна.

Папярочныя профілі землянога палатна грунтовых вусоў без умацавання і з умацаваннем праезнай часткі, а таксама з гравійным адзеннем прыведзены на (рыс. 9.7)

9.7. Калейныя жалезабетонныя пакрыцці аўтамабільных лесавозных дарог

Пакрыцці з жалезабетонных пліт, як правіла, устроююць на дарогах III і IV катэгорый, на часовых (вусах) у тых раёнах, дзе адсутнічаюць іншыя дарожна-будаўнічыя матэрыялы (гравій і інш).

Дарогі IV катэгорыі ўстроююць аднапалосныя, а вышэйшых



Рыс. 9.8. Дарожная жалезабетонная пліта для калейных пакрыццяў з пругка-падатлівым стыкам:

а – план пліты; б, в – падоўжны і папярочны разрэзы; г – пругка-падатлівы стык

катэгорый – двухпалосныя. На двухпалосных дарогах жалезабетонныя пакрыцці ўстроююць толькі на грузавой паласе, а на не грузавой –

гравійнае, шчабневае і г.д.

Па канструкцыі жалезабетонныя пліты могуць быць *суцельныя*, *рабрыстыя* (ячэйкавыя) і *крацістыя*, а па форме – *прамавугольныя* і *трапецаідальныя*. Жалезабетонныя пліты ў адпаведнасці с ДСТ 13-79-79 “Пліты жалезабетонныя для пакрыццяў аўтамабільных лесавозных дарог” вырабляюць з бетону маркі 300 і 400, якія могуць быць двух тыпаў: рэбрыстыя (ячэйкавыя) марак ПДЗ (прамавугольная ў плане) і ПДТЗ (трапецаідальныя ў плане) з размерамі 3х1х0,14 (0,18) м, а таксама праднапружаныя пліты марак ПДб (прамавугольныя ў плане) і ПДТб (трапецаідальныя ў плане) з размерамі 6х1х0,14 м (рыс. 9.8).

Па трываласці жалезабетонныя пліты выпускаюцца трох груп: лёгкія для разліку станоўчага моманта выгіну $M_{\text{вг}}$ 17 кН м; сярэднія – 17...21 кН м і цяжкія для $M_{\text{вг}}$ 21 кН м. Пліты розных груп адрозніваюцца размерамі ячэяк па даўжыні і шырыні (найбольшы размер ячэяк у плане для пліт І групы 350х225 мм) пры аднолькавай колькасці ячэяк 32.

Наяўнасць ячэяк на ніжняй паверхні пліт забеспечвае лепшае счапленне іх з грунтам і дае эканомію бетону. Расход матэрыялаў на 1 км дарогі прыведен у табл. 9.4.

Дарожныя адзенні з пакрыццём з жалезабетонных пліт праектуюць у адпаведнасці з тыпавымі папярочнымі профілямі (рыс. 9.9).

Табліца 9.4

Асноўныя параметры жалезабетонных пліт калейнага пакрыцця

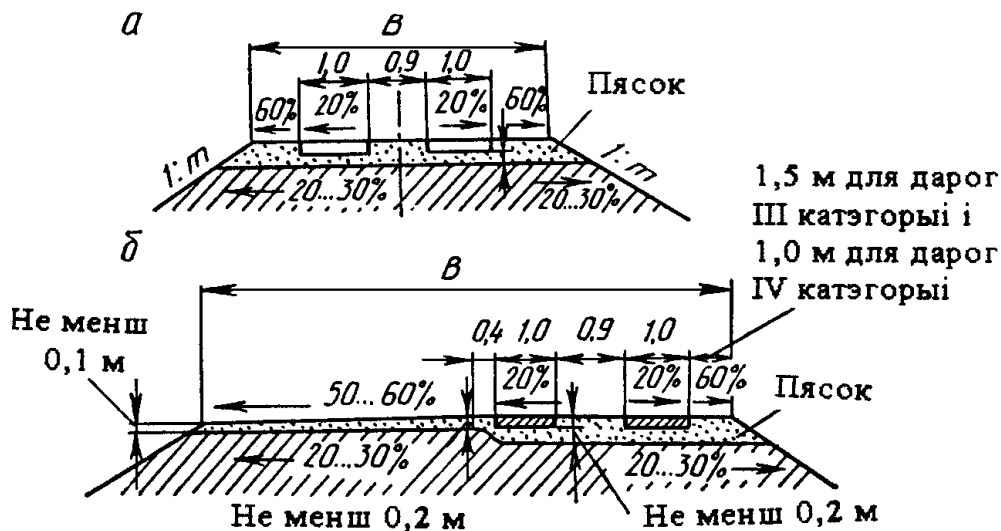
Марка пліт	Значэнне моманту выгіну, кНм	Колькасць пліт на 1км, шт	Асноўны размер пліты, м	Маса адной пліты, т	Расход металу на 1км, т	Рэкамендуецца на дарогах пры аб’ёму вывазкі, тыс.м ² /год
ПДЗ-1	16,5/15,3	666	3·1·0,14	0,82	21,3	Да 250
ПДТЗ-1		666				
ПДЗ-2	17,1/16,3	666	3·1·0,14	0,90	21,4	251...500
ПДЗ-3		666				
ПДТЗ-3	23,2/20,7	666	3·1·0,18	1,22	22,3	Болей 500 і навусах
		666				
ПДб-1	16,8/17,2	333	6·1·0,12	1,60	16,8	251...500
ПДТб-1		333				
ПДб-2	20,6/21,1	333	6·1·0,14	1,85	18,8	Болей 500
ПДТб-2		333				

Заўвага: 1. Марка ПДЗ-1 азначае пліта дарожная прамавугольная ў плане, даўжыня 3 м, 1-й нясучай здольнасці. Т – трапецаідальная ў плане з даўжынёю бакоў у 3-метровай пліты – 2985 і 3015 мм і ў 6-метровай – 5970 і 6030 мм. 2. У графе 2 паказаны значэнні станоўчага моманту выгіну ў лічніку і адмоўнага – ў назоўніку, пры нагрузцы ад кола аўтамабіля групы А і разліку па метаду М.І. Гарбунова-Пасадава.

Модуль дэфармацыі асновы для ўкладкі пліт вызначаюць у залежнасці ад тыпу аўтапаяздоў, інтэнсіўнасці іх руху і тэрміна службы дарогі. Пры разліку жалезабетонных пліт на трываласць модуль дэфармацыі рэкамендуецца прымаць у залежнасці ад гадавога грузаабароту дарогі: пры $Q_2 = 250 \dots 500$ тыс. м³/год модуль дэфармацыі прымаюць 25 МПа; пры $Q_2 < 250$ тыс. м³/год – 20 МПа.

Таўшчыню пясчанага слоя асновы пад плітамі прымаюць у залежнасці ад тыпу грунту: з дробных пяскоў і супеску 15...20 см; з цяжкіх супескаў і пылаватых пяскоў – 20...25 см. У нулевых месцах і выемках, якія будуць у дробных і пылаватых пясках, лёгкіх і цяжкіх супескаў – 25...30 см, у лёгкіх і цяжкіх суглінках, пылаватых супескаў і суглінках – 30...35 см. Большыя значэнні прымаюць пры выкарыстанні сярэдніх пяскоў, меншыя – для буйных пяскоў.

Укладку пліт выконваюць спецыяльнымі плітаўкладальнікамі або аўтамабільнымі кранамі. На прамых участках дарогі ўкладваюць прамавугольныя пліты, на крывых – трапецаідальныя ў спалучэнні з прамавугольнымі (чаргаванне залежыць ад радыуса крывой). Адлегласць паміж унутранымі бакавымі гранямі пліт залежыць ад тыпу аўтапоезда, які праектуецца для руху па дадзенай дарозе: для аўтапаяздоў на базе аўтамабіляў ЗІЛ яна роўна 0,8 м; для аўтамабіляў МАЗ – 0,9 м і для аўтамабіляў КраЗ – 1,0 м. На крывых участках дарогі міжкалейная адлегласць павелічваецца на 0,2...0,6 м (у залежнасці ад радыуса крывой) за кошт ссоўвання ўнутранага колапроваду.



Рыс. 9.9. Тыпавыя папярочныя профілі дарожных адзенняў з калейным пакрыццём з жалезабетонных пліт:
а – аднапалосных; б – двухпалосных

Для аб'яднання пліт у колапровад ў іх тарцовыя ўглубленні забіваюць драўляныя брускі (рыс. 9.8, з).

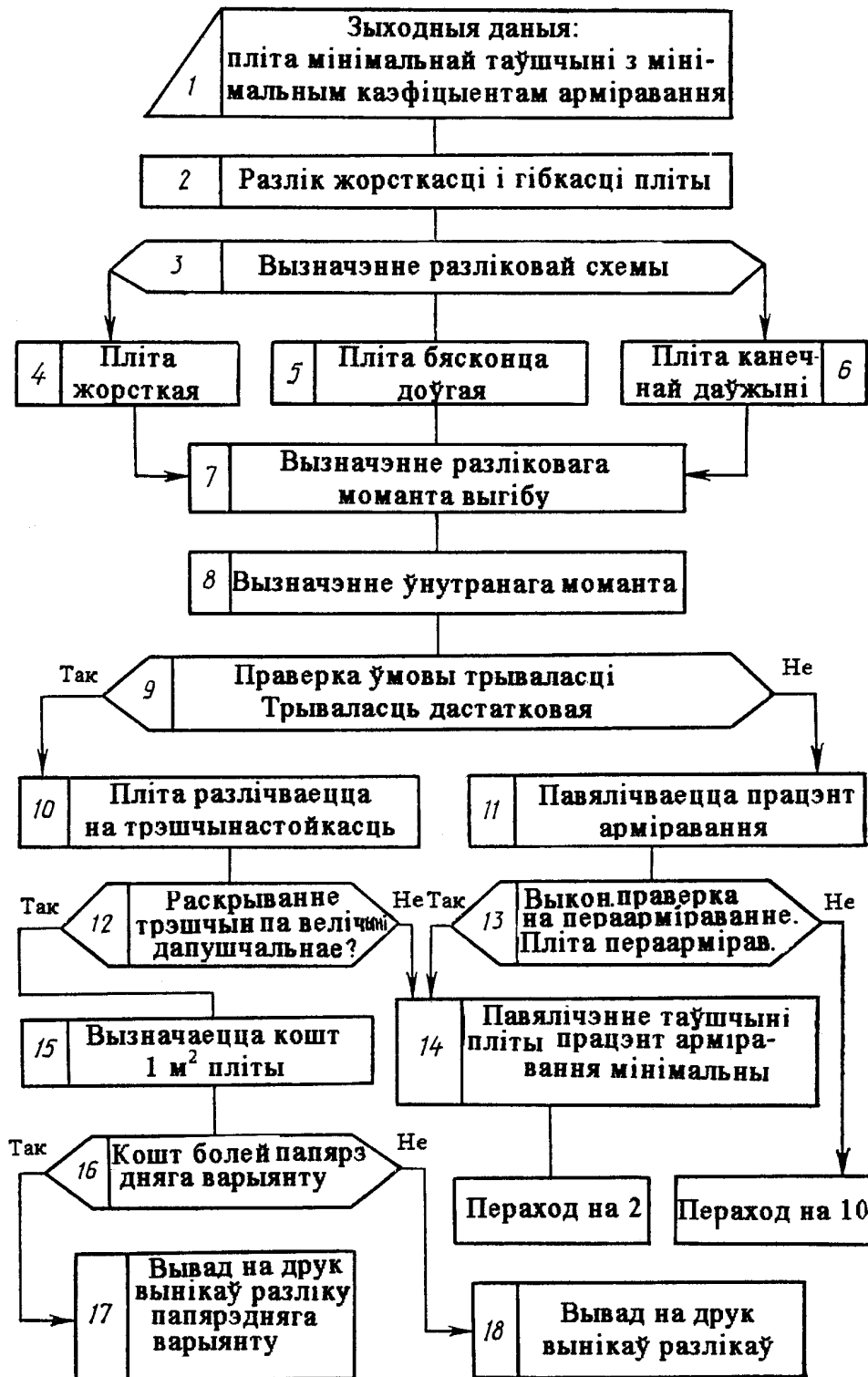


Рис. 9.10. Блок-схема алгарытма разліку жалезабетонных пліт на трываласць

Пасля ўкладкі пліт міжкалейны прамежак і абчыны ўзровень з імі запаўняюць дрэнажаваным матэрыялам.

Для разліку на трываласць жалезабетонных пліт на ЭВМ распрацаваны праграмы, убуйнёная блок-схема якая паказана на (рыс. 9.10.)

9.8. Утрыманне і рамонт часовых лесавозных дарог

Утрыманне і рамонт часовых лесавозных дарог з драўляным калейным пакрыццём. Рух гусенічнай тэхнікі па драўлянаму пакрыццю катэгарычна забараняецца. У месцах перасячэння тралёвачнага волаку з пад'езным пуцём павінен быць збудованы пераезд у выглядзе папярочнага насцілу з бярвення.

Часовыя лесавозныя дарогі ў перыяд іх эксплуатацыі павінны знаходзіцца ў спраўным стане і забеспечваць устаноўленыя скорасці руху аўтапаяздоў. Шчытавыя пакрыцці дапускаюць рух з грузам са скорасцю 15...20, без грузу – 20...25 км/г, гібкае стужачнае пакрыццё – адпаведна 5...8 і 8...10 км/г.

У працэсе эксплуатацыі для прадухілення аварыйнага стану часовай дарогі неабходна своєчасова праводзіць рамонтныя работы: выраўноўванне калапровадаў, устранне перакосаў, устаноўку адпаведнай міжкалейнай прасторы, адвод вады. Гэтыя работы ажыццяўляе спецыяльная брыгада, аснашчаная бензапілою, сякерамі, лапатамі і другімі неабходнымі інструментамі. У распараджэнні брыгады ёсць тралёвачны трактар ці аўтамабіль з лябёдкаю.

Пры эксплуатацыі часовых дарог з драўлянымі калейнымі пакрыццямі найбольш часта адбываецца перакос калапровадаў і змяненне міжкалейнай прасторы. Перакосы пакрыцця папраўляюць шляхам пад'ёму прасеўшага ўчастка з дапамогаю вагаў ці крана і падбіўкі пад яго грунту, галля ці драўняных адрубкоў. Няшчыльнае прыляганне шпалаў да падоўжаных лежакоў устраняецца падбіўкаю кліноў ці падкладкаю ніжніх лежакоў, пры гэтым даўжыня лежака выбіраецца з такім разлікам, каб захаваць дзве шпалы.

Міжкалейную прастору аднаўляюць лябёдкаю тралёвачнага трактара. У месцах, дзе найбольш часта парушаецца міжкаляёвая адлегласць, ленты колапровадаў фіксуюцца драўлянымі каламі даўжынёю да 1 м і дыяметрам 5...6 см. Пры значнай асадцы колапровадаў стужкі падымаюць з дапамогаю лябёдкі тралёвачнага трактара і ў каляіны засыпаюць мясцовы грунт, падкладваюць галлё ці падоўжаныя лежакі з тонкамеру.

Пры сходзе колаў аўтацягніка з пакрыцця не дапускаецца буксанне аўтамабіля ўздоўж усёй часовай дарогі, каб пазбегнуць яе разбурэння.

Зношаныя, разломаныя брусы стужкавага пакрыцця БТІ замяняюць у працэсе яго эксплуатацыі. Для гэтага выбіваюць дзве шпількі, пашкоджаныя брусы дастаюць і на іх месца ўкладваюць новыя.

Дэфекты на вусах са стужачным пакрыццём ЛД-5 папраўляюць з дапамогаю ДТУ-2 шляхам пад'ёму стужкі пакрыцця без разборкі. Для гэтага ДТУ-2 заднім ходам падыходзіць з боку да колаповаду і спыняецца так, каб напраўляючы барабан знаходзіўся над ім. Колапровад злучаецца са стропамі грузавага барабана і пры кручэнні апошняга падыходзіць над асновай. У глыбокую каляіну ўкладваюць падоўжныя лежакі з тонкамеру, а ямы засыпаюць грунтом ці завальваюць парубачнымі рэшткамі. На адноўленую аснову ўкладваюць колапровад.

У працэсе эксплуатацыі шчытовых і стужачных (ЛД-5) пакрыццяў увесь час сочаць за шчыльнасцю кліноў у замковым злучэнні (нагельныя шчыты) і шплінтоўкай пальцаў шарнірнага злучэння (шчыты ЛВ-11, стужкі ЛД-5). Аслабленыя кліны падбіваюцца, а пальцы шарнірнага злучэння зашплінтоўваюцца. Пры значным пашкоджанні шчытоў яны павінны быць заменены.

У перыяд галалёдзіцы драўляныя пакрыцці неабходна пасыпаць пяском, які загадзя завозіцца на дарогу.

Утрыманне і рамонт вусоў з гравійным ці грунтовым пакрыццём на галлёвай высцілцы. Асноўным відам работ па ўтрыманню данага тыпу вусоў ў спраўнасці з'яўляецца рэгулярная планіроўка паверхні праезнай часткі аўтагрэйдарам, мэта якой – разраўноўванне каляі асобных паглыбленняў, у якія можа назапашвацца вада. Нават невялікія запасы вады прыводзяць да разрэджвання верхняга слоя грунту і хуткага яго разбурэння.

Кантрольныя пытанні. 1. Якія вы знаеце тыпы часовых аўтамабільных дарог і ўмовы іх прымянення? 2. Назавіце перавагі і недахопы калейных пакрыццяў з жалеза-бетонных пліт і драўляных шчытоў на пастаянных і часовых дарогах. 3. Раскажыце тэхналогію вытворчасці драўляных пакрыццяў. 4. Як будуецца часовыя аўтамабільныя лесавозныя дарогі на вусах? 5. Якія вы знаеце канструкцыі жалеза-бетонных пліт, іх перавагі і недахопы? 6. Якімі мерапрыемствамі можна падоўжыць тэрмін вывазкі лесу па ледзяным дарогам? 7. Як выконваецца ўтрыманне і рамонт часовых лесавозных дарог і які іх склад?

10. АСНОЎНЫЯ ПРЫНЦЫПЫ АРГАНІЗАЦЫІ БУДАЎНІЦТВА ДАРОГ

10.1. Асноўныя віды дарожна будаўнічых работ

Сучаснае будаўніцтва дарог гэта складаны працэс па вытворчасці або здабычы будаўнічых матэрыялаў, вытворчасці канструкцый, перавозцы будвўнічых матэрыялаў і канструкцый да месца будаўніцтва, выкананню будаўніча-мантажных работ, кантролю якасці і выкананню шэрагу іншых работ.

Усе работы па будаўніцтву лесавозных дарог дзеляць на дзве групы: падрыхтоўчыя і асноўныя. *Да падрыхтоўчых работ адносяць:*

тэхнічная падрыхтоўка;

арганізацыя дарожна-будаўнічых атрадаў і камплектаванне брыгад;

вытворча-гаспадарчая падрыхтоўка;

прасячэнне прасекі;

падрыхтоўка дарожнай паласы да будаўніцтва дарогі (валака дрэваў, карчоўка пнёў, уборка буйных каменяў, зняцце расліннага слоя і г.д.).

Асноўныя работы па будаўніцтву лесавозных дарог:

будаўніцтва водаадводных і водапрапускных збудаванняў;

узвядзенне землянога палатна;

будаўніцтва дарожнага адзення ў аўтамабільных дарог і верхняй пабудовы ў чыгунак;

апрацоўчыя работы і добраўпарадкаванне дарогі;

будаўніцтва лініі сувязі.

Асаблівасць работ па будаўніцтву дарог у адрозненне ад прамысловага і грамадзянскага будаўніцтва з'яўляецца тое, што яны выконваюцца на вузкай і вельмі доўгай паласе. Таму аб работах па будаўніцтву дарог, таксама як лініі электраперадач, нафтапроводаў і іншых, гавораць, што яны маюць лінейны характар і *назваюць іх лінейнымі работамі.*

Да лінейных работ у дарожным будаўніцтве адносяць работы, якія выконваюцца на ўсім або большай частцы, працягласці дарогі ў больш-менш аднолькавых аб'ёмах на адзінку даўжыні дарогі. Да гэтых работ адносяць прасячэнне прасекі, карчаванне пнёў і ўдаленне валуноў, узвядзенне невысокіх да 2 м насыпаў, распрацоўку не глыбокіх выемкаў, пабудову малых водапрапускных збудаванняў, будаў-

ніцтва дарожнага адзення, узвядзенне верхняй пабудовы чыгункі і г.д.

Але на паласе дарогі сустракаюцца ўчасткі на якіх аб'ём работ вялікі і работы сканцэнтраваны ў адным месцы. Гэтыя работы *назваюць сканцэнтраванымі*. Да іх адносяць будаўніцтва вялікіх і сярэдніх мастоў, высокіх насыпаў, глыбокіх выемкаў, будаўніцтва землянога палатна на глыбокіх балотах і г.д. У асноўным будаўнічыя работы маюць лінейны характар.

У лясной прамысловасці будаўніцтва лесавозных дарог ажыццяўляюць арганізаваныя ў складзе будаўніча-мантажных упраўленняў (БМУ) і перасоўных механізаваных калонаў (ПМК) дарожна-будаўнічыя ўчасткі (ДБУ) ці дарожна-будаўнічыя атрады (ДБА).

Дарожна-будаўнічы атрад з'яўляецца асноўнай вытворчай адзінкай па будаўніцтву лесавозных дарог. Абыкнавенна ДБА на працягу года будзе 15...20 км двухпалосных дарог летняга дзеяння. Састаў ДБА ад 20...100 чалавек у залежнасці ад катэгорыі дарогі, якая будзецца, і катэгорыі цяжкасці будаўніцтва. ДБА аснашчаецца неабходнымі дарожна-будаўнічымі машынамі.

10.2. Асноўныя прынцыпы арганізацыі будаўніцтва дарог

Эфектыўная работа будаўнікоў і дарожных машын магчыма пры дастаткова добрай арганізацыі работы. Пад тэрмінам арганізацыя работы разумеюць комплекс мерапрыемстваў, якія ўстанаўліваюць метады выканання работ, колькасць і размяшчэнне працоўных і матэрыяльна-тэхнічных рэсурсаў, іх узаемадзеянне і парадак выкарыстання, а таксама сістэму кіравання на працягу ўсяго перыяда будаўніцтва.

У арганізацыі дарожна-будаўнічых работ выдзяляюць два этапы. На першым этапе праектуюць арганізацыйныя мерапрыемствы, на другім – практычная рэалізацыя рашэнняў, якія прынялі на першым этапе.

Праектаванне арганізацыйных мерапрыемстваў вядзецца праектарыўшчыкамі пры распрацоўцы тэхнічнага або тэхна-рабочага праекта ў раздзеле “Праект арганізацыі будаўніцтва” (ПАБ) і непасрэдна будаўнікамі пры распрацоўцы праекта “Праект вытворчых работ” (ПВР).

Пры арганізацыі дарожна-будаўнічых работ неабходна рашыць наступныя асноўныя задачы:

- выкананне ўсіх будаўнічых работ у ўстаноўленыя планам тэрміны;
- забяспачэнне высокай прадукцыйнасці калектыва будаўнікоў;
- эканомія працоўных, матэрыяльна-тэхнічных і грошавых рэсурсаў;

забяспячэнне высокай якасці работ.

Арганізацыя дарожна-будаўнічых работ павінна быць увязана з тэхналогіяй работы. Пад тэхналогіяй разумеюць сукупнасць прыёмаў і спосабаў выканання дарожна-будаўнічых работ у пэўнай паслядоўнасці.

Каб правільна арганізаваць работу, неабходна ведаць асноўныя прынцыпы арганізацыі сучаснага будаўніцтва. Гэтыя прынцыпы наступныя:

1. *Індустрыялізацыя будаўніцтва.* Гэта механізаваны спосаб выканання мантажна-будаўнічых работ пры ўзвядзенні дарогі, збудаванняў і будынкаў з буйнапамерных элементаў і канструкцый, а таксама і дарожна-будаўнічых матэрыялаў заводскай вытворчасці.

Мехаізаваны спосаб можа быць часткова механізаваны і комплексна. Часткова механізаваны службыць для механізацыі найбольш цяжкіх працэсаў, а комплексны, калі механізаваны ўсе працэсы. Найвышэйшай ступенню механізацыі з'яўляецца аўтаматызацыя.

У цяперашні час на будаўніцтве лесавозных дарог дасягнута комплексная механізацыя работ і ў вопытным парадку прымяняюцца аўтаматызаваныя машыны, напрыклад, бульдозеры ДЗ-54 і ДЗ-18, абсталяваныя сістэмай "Аўтаплан-1". Аўтаматызаваны некаторыя працэсы вытворчасці будаўнічых матэрыялаў і паўфабрыкатаў, напрыклад, вытворчасць бетонных і асфальтабетонных сумесяў.

Выкананне будаўніча-мантажных работ з буйнапамерных элементаў заводскай вытворчасці дазваляе значна скараціць тэрміны будаўніцтва і выдаткі працы на дарожнай паласе.

2. *Паточны метада арганізацыі работ.* Гэта такая арганізацыя работы, пры якой брыгады або звяно рабочых паслядоўна пераходзяць з аднаго ўчастка дарогі на другі, выконваю на кожным з іх аднолькавую работу, адным і тым жа спосабам, прымяняю аднолькавыя машыны.

3. *Круглагадовае і раўнамернае выкананне будвўніча-мантажных работ,* без перапынкаў на працягу года. Такая арганізацыя работ стала магчыма ў выніку развіцця тэхнікі і стварэнню машын, якія здольны працаваць у зімовых умовах. Круглагадовае будаўніцтва дазволіла сфарміраваць у дарожных арганізацыях кваліфікаваныя пастаянныя кадры, палепшыць выкарыстанне машын, паменшыць тэрмін і кошт будаўніцтва.

4. *Стварэнне зачыну на вызначаны перыяд года.* Мэтай стварэння зачыну з'яўляецца забяспячэнне фронта работы і ў выніку паменшэння кошту і працавыдаткаў на будаўніцтва. Напрыклад,

распрацоўку прасекі для дарогі мэтазгодна і эканомна весці зімой. Гэта не толькі дазволіць стварыць фронт работы на пачатак летняга перыяда для карчоўкі пнёў і ўзвядзення землянога палатна, але забяпечыць умову для вывазкі нарыхтаванага лесу ў час разрубкі на ніжні склад або да месца будаўніцтва мастоў.

5. *Своечасова выкананне падрыхтоўчых работ.* Ад своечасовага і якаснага выканання падрыхтоўчых работ залежыць поспех выканання асноўных работ і ўсяго будаўніцтва дарогі.

10.3. Асноўныя прынцыпы эканомікі будаўніцтва дарог

Асноўныя прынцыпы арганізацыі лесавозных дарог цесна звязаны з асноўнымі прынцыпамі эканомікі будаўніцтва. Гэтыя прынцыпы наступныя:

1. Узвядзенне ў першую чаргу збудаванняў, участкаў дарог і будынкаў пускавога комплексу. Пад пускавым комплексам разумеюць такі набор збудаванняў, участкаў дарог і будынкаў, якія пры мінімальным выдатках працоўных, матэрыяльна-тэхнічных і грошавых рэсурсаў забяспечвае ўзвядзенне вызначанай вытворчай магутнасці. Гэта значыць будаўнічая арганізацыя павінна будаваць не якія-нібудзь увогуле збудаванні, дарогі і будынкi, а перш за ўсё, якія ўваходзяць у пускавы комплекс.

Для таго, каб будаваць аб'екты пускавога комплексу, неабходна правільна складаць тытульныя спісы, якія рэгуліруюць капітальныя ўкладанні па гадам.

2. Канцэнтрацыя чалавечых і матэрыяльна-тэхнічных рэсурсаў на галоўных аб'ектах пускавога комплексу з мэтай скарачэння ўзвядзення іх у дзеянне. Павольнае будаўніцтва выклікае змярцвенне сродкаў і можа прывесці да таго, што праектныя рашэнні да пачатку пуску дарогі ў эксплуатацыю будуць ужо недаснавальны.

10.4. Метады арганізацыі будаўніцтва лесавозных дарог

10.4.1. Падрадны і гаспадарчы спосабы будаўніцтва дарог. Будаўнічыя трэсты штогодна заключаюць дагаворы з лесанарыхтоўчымі аб'яднаннямі на будаўніцтва пэўных аб'ектаў, у тым ліку і лесавозных дарог. Такі спосаб будаўніцтва называецца **падрадным**. Будаўнічая арганізацыя, якая будзе весці будаўніцтва, называецца **падрадчыкам**,

а лесанарыхтоўчая прадпрыемствы, якія заключылі дагавор – **заказчыкам**. Узаемаадносінны паміж падрадчыкам і заказчыкам вызначаюць “Правіла аб дагаворах на капітальнае будаўніцтва”, зацверджаныя вышэйстаячымі арганізацыямі.

Кантроль за выкананнем падраднага дагавора, праверку якасці скрытых работ і правільнасці вызначэння аб’ёму выконваемых работ (працантовак) пры будаўніцтве новых прадпрыемстваў ажыццяўляе дырэкцыя лесанарыхтоўчага прадпрыемства, якое будзеца, а ў дзеючых прадпрыемствах – адзел капітальнага будаўніцтва (АКБ).

Пры невялікім аб’ёму будаўніцтва дарог, будынкаў і збудаванняў гэтыя работы выконваюцца сіламі лесанарыхтоўчых прадпрыемстваў. Такі спосаб выканання будаўнічых работ называюць **гаспадарчым**.

Для вядзення работ гаспадарчым спосабам па будаўніцтве, эксплуатацыі і рамонту лесавозных дарог у вытворчых лесанарыхтоўчых прадпрыемствах прадугледжана служба падрыхтоўкі вытворчасці, якую ўзначальваюць намеснік галоўнага інжынера ў лесанарыхтоўчых прадпрыемствах I катэгорыі, начальнік службы падрыхтоўкі вытворчасці на прадпрыемствах II катэгорыі і старшы майстар на астатніх прадпрыемствах.

10.4.2. Паточны метады будаўніцтва лесавозных дарог. Работы па будаўніцтве лесавознай дарогі выконваюць у наступнай паслядоўнасці: выкананне работ па арганізацыі буддвара, узвядзенню часовых збудаванняў, падрыхтоўцы кар’ераў, устройванню сувязі, нарыхтоўцы будматэрыялаў і іншых; выкананне падрыхтоўчых работ па аднаўленню трасы; прасячэнне прасекі, разбіўцы земляных работ і г.д.; будаўніцтва штучных збудаванняў; выкананне сканцэн-траваных земляных работ; выкананне лінейных земляных работ (узвядзенне землянога палатна, устройванне дарожнага адзення, а на чыгунках – верхняга збудавання, умацавальныя і апрацавальныя работы, уладкаванне дарогі дарожнымі знакамі); здача дарогі ў эксплуатацыю.

Сканцэн-траваныя і лінейныя работы могуць выконвацца адначасова.

Сучаснае дарожнае будаўніцтва характарызуецца шырокім прымяненнем індустрыяльных спосабаў з укараненнем комплекснай механізацыі і аўтаматызацыі тэхналагічных працэсаў, пры гэтым адрозніваюць два асноўныя спосабы арганізацыі лінейных дарожна-будаўнічых работ: *паточны і непаточны*.

Паточным метадам арганізацыі вытворчасці называюць метады, пры якім забяспечваецца бесперапынны і раўнамерны выпуск

прадукцыі бесперапынным і раўнамерным выкарыстаннем трудавых і матэрыяльна-тэхнічных рэсурсаў. За роўныя прамежкі часу (змену, суткі) пачынаецца будаўніцтва роўных па даўжыні участкаў дарогі.

Патокам называюць усе паслядоўна выконваемыя работы, аб'яднаныя разам. Па складу і назначэнню адрозніваюць частковыя, спецыялізаваныя, аб'ектныя і комплексныя патакі.

Частковы патак – арганізацыя работы звяна аднатыпных машын (бульдозераў, скрэпераў, каткоў), якія паслядоўна выконваюць тую ці іншую аперацыю тэхналагічнага працэсу на адпаведным участку, які называецца *захваткаю*.

Спецыялізаваны патак – сукупнасць частковых патокаў выканання комплексу працэсаў данага віду работ, аб'яднаных агульнай прадукцыяй, напрыклад, участак землянога палатна, дарожнага адзення і г.д.

Аб'ектны патак – сукупнасць спецыялізаваных патокаў, якія забяспечваюць у выглядзе прадукцыі цалкам гатовы участак дарогі, мост і г.д.

Комплексны патак – сукупнасць аб'ектных патокаў узвядзення ўсіх інжынерных збудаванняў дарогі, увязаная па параметрах. Галоўнымі элементамі патоку з'яўляюцца: скорасць, тэмп, даўжыня, шаг, захватка, перыяды разгортвання і згортвання патоку.

Спецыялізаваныя і комплексныя патакі характарызуюцца лічбавымі параметрамі, вызначэнне якіх прыведзена ніжэй.

Працягласць дзеяння патоку. Для комплекснага патоку – гэта час ад пачатку да канца работы апошняга. Для спецыялізаванага патоку – гэта працягласць работы патоку, уключаючы перыяды разгортвання і згортвання работ.

Працягласць дзеяння спецыялізаванага патоку ў зменах вызначаюць паводле формулы

$$T = mk + (z - 1)k = (m + z - 1)k, \quad (10.1)$$

дзе m - колькасць захваткаў на дарозе, якая будзецца; z - колькасць звёнаў у спецыялізаваным патоку; k - рытм патоку ў зменах, г.зн. час выканання працэсу на захватцы ў зменах.

Скорасць патоку – даўжыня ўчастка дарогі, на якім патак заканчвае работы ў адзінку часу (час, змену). Скорасць патоку – велічыня пераменная, а ў планавых разліках неабходна выкарыстоўваць яе сярэднія значэнні. На лінейных работах скорасць патоку характэрызуе яго прадукцыйнасць у адзінках вымярэння выконваемых работ (m^2 , m^3) у адзінку часу (гадзіну, змену).

Скорасць (ці тэмп) любога патоку вымяраецца ў метрах гатовай дарогі ў суткі і вызначаецца паводле формулы

$$V = \frac{L}{T - t_{pn} - t_e - t_{np}}, \quad (10.2)$$

дзе L - даўжыня ўчастка дарогі, на якім земляныя работы выконвае вядучая машына, м; T - працягласць будаўнічага перыяду, дзён; t_{pn} - час, неабходны для ўступлення ў работу ўсіх спецыялізаваных звёнаў ці брыгад, г.зн. перыяд разгортвання патоку, дзён; t_e - колькасць выхадных і святочных дзён; t_{np} - час прастояў па метэаралагічных умовах, дзён (5...6).

Захватка – участак дарогі, на якім на працягу змены працуюць машыны частковага патоку.

Даўжыню захваткі неабходна назначаць з улікам патрабаванняў эканоміі і тэхналогіі выконваемых на ёй работ, а таксама эксплуатацыйных характарыстык, працуючых машын. Напрыклад, павелічэнне даўжыні захваткі пры ўшчыльненні насыпу паелічвае прадукцыйнасць, асабліва нерэвірсійных каткоў. Такое рашэнне вядзе да павелічэння перыяду разгортвання спецыялізаванага патоку цалкам, што эканамічна невыгодна, так як у перыяд разгортвання будуць прастойваць некаторыя машыны.

Даўжыня захваткі павінна быць роўна тэмпу патоку ці больш за яго. Для таго, каб каэфіцыент выкарыстання вядучай машыны быў роўным 1, даўжыню захваткі ўдакладняюць па прадукцыйнасці вядучай машыны паводле формулы

$$l_3 = \frac{n\Pi}{a}, \quad (10.3)$$

дзе n - колькасць вядучых машын у камплекце; Π - зменная прадукцыйнасць рабочай машыны; a - сярэдні аб'ём земляных работ на ўчастку працягласцю 1 м. Значэнне a вызначаецца паводле формулы

$$a = \frac{V_e}{L}, \quad (10.4)$$

дзе V_e - вытворчы аб'ём земляных работ, які выконваецца вядучай машынаю.

Пры выкананні вядучаю машынаю дзвюх тэхналагічных аперацый зменную прадукцыйнасць вызначаюць паводле формулы

$$\Pi = \frac{\Pi_1 \Pi_2}{\Pi_1 + \Pi_2}, \quad (10.5)$$

дзе P_1, P_2 – зменная прадукцыйнасць на першай і другой тэхналагічных аперацыях.

Даўжыня спецыялізаванага, аб’ектнага ці комплекснага патоку – сума захваткаў частковых патокаў, яго ўтвараючых.

Шаг патоку – час паміж пачаткам работы чарговых звёнаў, у перыяд разгортвання патоку ці паміж пачаткам работы кожнага з іх на любой наступнай захватцы. Інакш – гэта інтэрвал часу паміж частковымі патокамі.

Шаг павінен забяспечваць паміж суседнімі звёнамі (частковымі патокамі) мінімальную неабходную даўжыню захваткі, а таксама час на тэхнічныя перапынкі (напрыклад, для цвярдзення бетону ў дарожным пакрыцці і г.д.).

Перыяд разгортвання патоку – перыяд часу, неабходны па тэхналагічным, арганізацыйным умовам для паступовага ўвядзення ў работу ўсіх сродкаў патоку. Для комплекснага патоку перыяд разгортвання роўны часу неабходнага для ўвядзення ў работу ўсіх спецыялізаваных патокаў.

Перыяд разгортвання спецыялізаванага патоку можа быць вызначан паводле формулы

$$t_{pn} = k(z - 1). \quad (10.6)$$

Перыяд згортвання патоку – перыяд часу, неабходны для паступовага вывада з работы ўсіх сродкаў патоку.

Звяно машын – група аднатыпных машын, якія выконваюць работы частковага патоку, колькасць і тып іх у звяне вызначаюць разлікам.

Камплект машын – група звёнаў, працуючых машын, вызначаная разлікам для данага спецыялізаванага патоку.

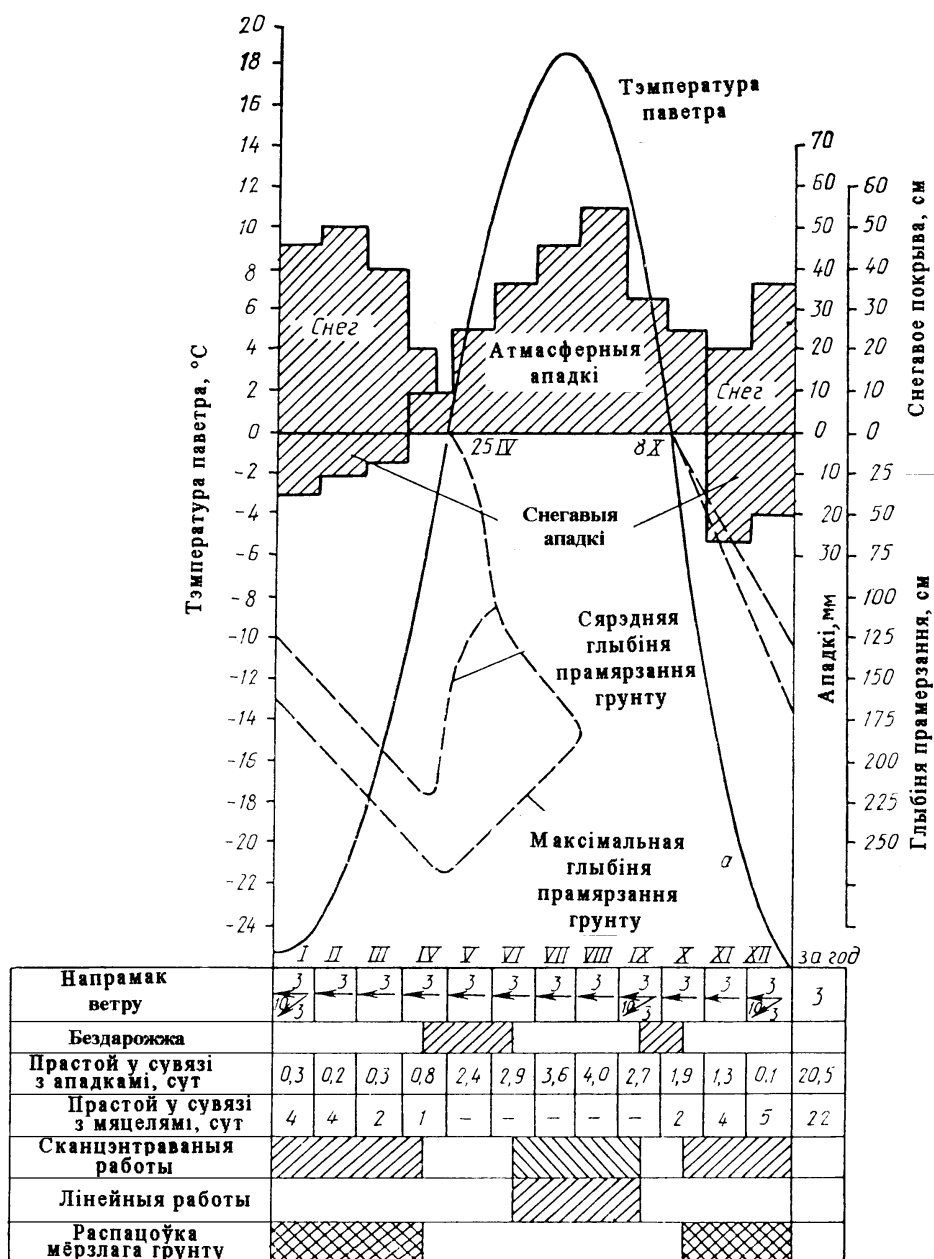
Непаточныя метады арганізацыі будаўніцтва дарог прымяняюць рэдка. Да іх адносяцца: *метады раздзельнай арганізацыі вытворчасці і некомплексны паточны метады*. Метады раздзельнай арганізацыі вытворчасці заключаецца ў тым, што кожны будаўнічы працэс выконваецца самастойна. Ён прымяняецца на аб’ектах невялікай працягласці (напрыклад, пры падаўжэнні існуючых дарог). Некомплексны паточны метады – гэта калі земляное палатно, водапрапускныя і водаадводныя збудаванні ўзводзяць за год да пабудовы дарожнага адзення, якое будуецца асобна паточным метадам.

Пры выкананні сканцэнтраваных работ таксама можа прымяняцца цыклавы паточны метады, пры якім будаўнічы аб’ект (вялікі мост, высокі насып) дзеліцца на рад участкаў – захватак, выконваемых

самастойнымі паточнымі метадамі.

Пры планаванні дарожна-будаўнічых работ важным з’яўляюцца даныя аб пагодна-кліматычных умовах раёна будаўніцтва, якія адлюстроўваюць на дарожна-кліматычным графіку (рыс. 10.1). Маючы гэтыя дадзеныя, вызначаюць пачатак, канец і працягласць лінейных і сканцэнтраваных работ паводле формулы

$$T_p = T - T_{вяс} - T_{ас} - t_n - t_{вх}, \quad (10.7)$$



Рыс. 10.1 Дарожна-кліматычны графік

дзе T - працягласць будаўнічага сезона (пры круглагадавой рабоце $T=365$); $T_{вяс}$, $T_{ас}$ - працягласць вясновага і асенняга бездарожжа; t_n , t_{ex} - колькасць нерабочых дзён па метэаралагічных умовах, а таксама выхадных і святочных. Пры круглагадавой рабоце ўлічваюць колькасць дзён з заваямі T , м).

Даты пачатку вясновага бездарожжа Z_n вызначаюць паводле формул праф. У.М. Сідэнко:

$$Z_n = T_o + 5/a; Z_k = T_n + 0,7h_{np}/a, \quad (10.8)$$

дзе T_o - дата пераходу тэмпературы паветра праз $^{\circ}C$ вясною; a – кліматычны каэфіцыент, які характарызуе скорасць адтайвання грунту ў даным раёне, см.

Дата пачатку вясновага бездарожжа абыкнавенна адносіцца да сярэднямесячнай тэмпературы паветра ад $+3^{\circ}C$ да $+5^{\circ}C$, а канца – да $0^{\circ}C$ у асенні перыяд.

Вызначэнне сярэднемаксімальнай глыбіні прамярзання грунтоў у дадзеным раёне можна выканаць па метаду, у аснове якога ляжаць карты ізаліній, якія распрацаваны аўтарам і праф. І.І. Леановічам.

Парадак разліку сярэднемаксімальнай глыбіні прамярзання па гэтаму метаду наступны:

1. Для зададзенага раёна будаўніцтва па карце ізаліній (рыс. 10.2, а) знаходзяць сярэдняю шматгадовую глыбіню прамярзання грунту h_{cp} , а па карце ізаліній (рыс. 10.2, б) – каэфіцыент варыяцыі C_v .

Табліца 10.1

Модульны каэфіцыент k_s па С.І.Рыбкіну пры $C_s = 2C_v$

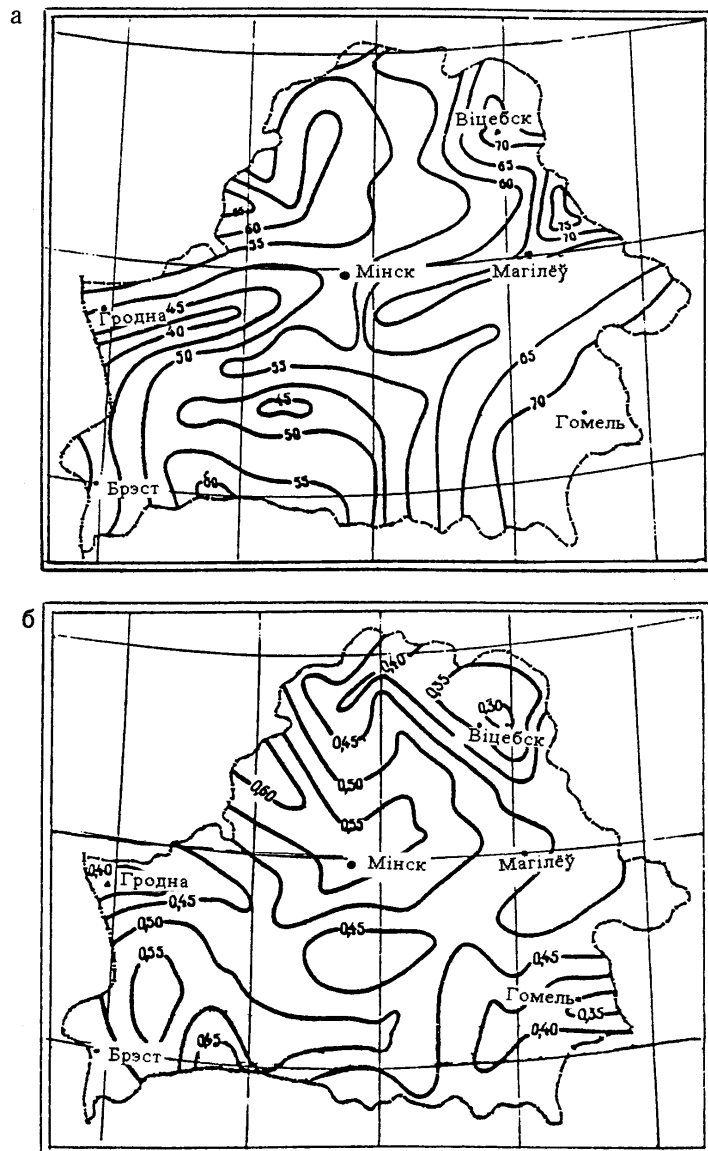
Каэфіцыент варыяцыі	Працэнт забяспечанасці		
	5	10	20
0,18	1,314	1,237	1,148
0,20	1,350	1,264	1,164
0,25	1,445	1,332	1,202
0,30	1,540	1,399	1,240
0,35	1,638	1,468	1,276
0,40	1,736	1,536	1,312
0,45	1,837	1,603	1,345
0,50	1,938	1,670	1,378
0,55	2,042	1,737	1,408
0,60	2,146	1,804	1,438
0,65	2,252	1,871	1,468
0,70	2,358	1,938	1,427
0,45	2,463	2,001	1,520
0,80	2,568	2,064	1,544

2. У залежнасці ад зададзенага працэнта забяспечанасці (для лесавозных дарог I катэгорыі працэнт забяспечанасці рэкамендуецца прымаць роўным 5%, для II і III – 10; для IV – 20%), каэфіцыентаў варыяцыі C_v і асіметрыі $C_s = 2 C_v$ па табліцам С.І.Рыбкіна (табл. 10.1) вызначаюць модульны каэфіцыент k_s .

3. Ведаючы модульны каэфіцыент k_s і сярэднюю шматгадовую глыбіню прамярзання h_{cp} , вызначаюць значэнне h_{np} паводле формулы

$$h_{np} = k_s h_{cp},$$

дзе h_{cp} - сярэднямаксімальная глыбіня прамярзання грунту, м.



Рыс. 10.2 Карта ізалініяў:

а – шматлетняй глыбіні прамярзання грунту; б – каэфіцыент варыяцыі C_v

Улічваючы, што дарога ачышчаецца ад снегу, сярэдняя-максімальная глыбіня прамярзання грунту землянога палатна вызначаецца паводле формулы

$$Z_{з.п.} = k_n h_{np},$$

дзе k_n - каэфіцыент пераходу ад глыбіні прамярзання грунту пад снегам да глыбіні прамярзання без снега, роўны для лесавозных дарог – 1,5...2,0 (прымаюць у залежнасці ад катэгорыі дарогі).

10.5. Бригадны падрад на будаўніцтве лесавозных дарог

У апошні час на будаўніцтве лесавозных дарог выкарыстоўваецца метадаў брыгаднага падраду. Будаўнічая арганізацыя заключае з брыгадаю рабочых дагавор на выкананне работ па аб'екту. У адпаведнасці з гэтым дагаворам брыгада бярэ на сябе абавязкі выканаць работы ў устаноўленыя тэрмін ў дакладнай адпаведнасці з праектам: у межах каштарысу рацыянальна расходаваць дарожна-будаўнічыя матэрыялы, выконваць будаўнічыя нормы і правілы, ахову працы, а прадпрыемствы, асабліва дарожна-будаўнічая арганізацыя – своечасова забяспечыць брыгаду тэхнічнай дакументацыяй, машынамі і механізмамі, а таксама будаўнічымі матэрыяламі ажыццявіць інжынерна-тэхнічнае кіраўніцтва работамі, укараненне перадавай тэхналогіі работ, якая забяспечвае рост прадукцыйнасці працы. У дагаворы указваецца тэрмін выканання работ і разліковы кошт у адпаведнасці з аб'ектнымі каштарысамі ці калькуляцыямі, сума заробтнай платы па акорднаму нараду і прэмія на здзельна-прэміяльнай сістэме з улікам якасці работ, аб'ём матэрыяльных і працоўных затрат, неабходных для выканання работы. Па заканчэнні работ спецыяльная камісія складае акт прыёмкі аб'екта з указаннем тэрміна і якасці выкананых работ. Укараненне брыгаднага падраду значна паляпшае дысцыпліну працы, павышае якасць работ і дазваляе скараціць тэрмін будаўніцтва дарогі.

10.6. Тэхнічная дакументацыя на будаўніцтве лесавозных дарог

10.6.1. Праект арганізацыі будаўніцтва і праект вытворчых работ. Будаўніцтва прадпрыемстваў вядзецца па зацверджаным праектам.

Праектная арганізацыя распрацоўвае праект арганізацыі будаў-

ніцтва (ПАБ), які з'яўляецца раздзелам тэхнічнага праекта на будаўніцтва новага лесанарыхтоўчага прадпрыемства. У ім разглядаюцца наступныя пытанні: вызначэнне тэрміна будаўніцтва, састаўленне плана фінансавання і зводнага каляндарнага плана; арганізацыя індустрыяльнай базы і падрыхтоўка будаўнічай пляцоўкі; вызначэнне аб'ектаў пускавога перыяду; выбар метадаў і тэхналогіі будаўнічых работ з адпаведным абгрунтаваннем; разлік колькасці будаўнічых патокаў, патрэбнасці ў працоўных кадрах і арганізацыя іх падрыхтоўкі; набор, размяшчэнне, а таксама разлік тэхніка-эканамічных паказчыкаў.

На аснове ПАБ і тэхналагічных правіл інжынерна-тэхнічныя працаўнікі складаюць праект вытворчых работ (ПВР). У ім выкладзены наступныя асноўныя работы: аб'ём і характарыстыка дарожна-будаўнічых работ на будучы год; вызначэнне ўчасткаў і аб'ёмаў сканцэнтраваных работ, разлік тэмпаў патокаў і вызначэнне іх складу; вызначэнне патрэбнасці ў рабочых, машынах, інструментах, абсталяванні, матэрыялах, паліве і другіх матэрыялах па кожнаму віду работ; разлік тэрміна заканчэння будаўніцтва ўчасткаў дарог, распрацоўка праектаў кар'ерных гаспадарак і другіх дапаможных прадпрыемстваў; распрацоўка лінейнага календарнага графіка будаўніцтва; разлік патрэбнасці па ўсім відам матэрыяльных рэсурсаў на год і асноўных тэхніка-эканамічных паказчыкаў.

10.6.2. Тэхналагічныя карты. Для нізавага апэратыўнага планавання, правядзімага ў будаўнічых арганізацыях, распрацоўваюць тэхналагічныя карты (тыпавыя і рабочыя).

Тыпавыя тэхналагічныя карты распрацоўваюць праектныя інстытуты. Іх складаюць для сярэдніх умоў, напрыклад, на збудаванне насыпу ў вызначаных межах яго вышыні і пры выкарыстанні вызначанага віду грунту і машын.

Рабочыя тэхналагічныя карты – гэта ўдакладнёныя тыпавыя карты, якія адпавядаюць мясцовым умовам правядзення работ. У тэхналагічнай карце ёсць указанні па арганізацыі і тэхналогіі выканання асобных рабочых працэсаў пры выкарыстанні сучасных машын і абсталявання найбольш прагрэсіўнымі спосабамі. Тыпавая тэхналагічная карта ўключае наступныя раздзелы: вобласць прымянення, склад работ, тэхналагічныя патрабаванні і правіла прыёмкі, механізмы і інструменты, састаў і размяшчэнне рабочых, тэхніка-эканамічныя паказчыкі. У рабочых картах, акрамя таго, прыводзяць схемы работы патоку і размяшчэнне рэсурсаў па захваткам для прынятай скорасці па-

току, а таксама выдаткі працы і расцэнкі. Тэхналагічную паслядоўнасць працэсаў паказваюць у выглядзе схемы з размеркаваннем усіх відаў работ па працэсам на ўзбудынены вымяральнік (на 1 км дарогі, 1000 м²асновы або пакрыцця). У карце ўказваюць прынятую прадукцыйнасць механізмаў са спасылкай на адзіныя нормы і расцэнкі (АНiP) ці на разлік, які прыкладваецца да карты. Форма, па якой складаюць тэхналагічныя карты паказана табл. 11.3.

Вызначаўшы па тэхналагічнай карце патрэбнасць у машына-зменах, на ўбудынены вымяральнік па скорасці патоку падбіраюць састаў машын у атрадзе і састаўляюць схему іх работы з указаннем колькасці машын.

Пры камплектаванні атрада неабходна імкнуцца да таго, каб забяспечыць поўную загрузку вядучых і тых з дапаможных машын, у якіх кошт адной машына-змены найбольшы. Калі па тэхналагічнай карце патрабуемай колькасці машын для зададзенай скорасці патоку няма, тады рашаюць адваротную задачу. Пры наяўнасці асноўных машын у будаўнічай арганізацыі вызначаюць скорасць патоку. Пры пабудове схемы патоку трэба мець на ўвазе, што чым больш захватак, тым больш даўжыня спецыялізаванага і аб'ектнага патокаў, г.зн. фронт іх работ. У будаўнічых арганізацыях на аснове праекта арганізацыі будаўніцтва, тэхналагічных правіл і карт на кожны год складаюць праект работ з календарным графікам іх выканання. У ім з улікам фактычнай наяўнасці машын і рэсурсаў удакладняюць скорасць патокаў і іх склад, неабходнасць у рабочых, машынах, матэрыялах, ТЗМ, распрацоўваюць праекты кар'ернай гаспадаркі і даюць зводны разлік матэрыяльных рэсурсаў.

10.7. Каляндарныя і сеткавыя графікі на будаўніцтва лесавозных дарог

Каляндарны графік у спалучэнні с тэхналагічнымі картамі работы спецыялізаваных патокаў з'яўляецца адным з дакументаў, якія вызначаюць арганізацыю будаўніцтва дарог. Каляндарны графік можа быць выкананы ў выглядзе табліцы з гарызантальнай пабудовай тэрміна выканання работ (рыс 10.3) ці ў воях каардынат (рыс. 10.4). Каляндарныя графікі ў выглядзе табліц будуюць для стацыянарных аб'ектаў і асобных рабочых працэсаў. Кожны рабочы працэс на гэтым графіку паказваецца адрэзкам, даўжыня якога адпавядае часу яго выканання; прыводзіцца надпіс з указаннем нумара звяна, атрада, участка работ,

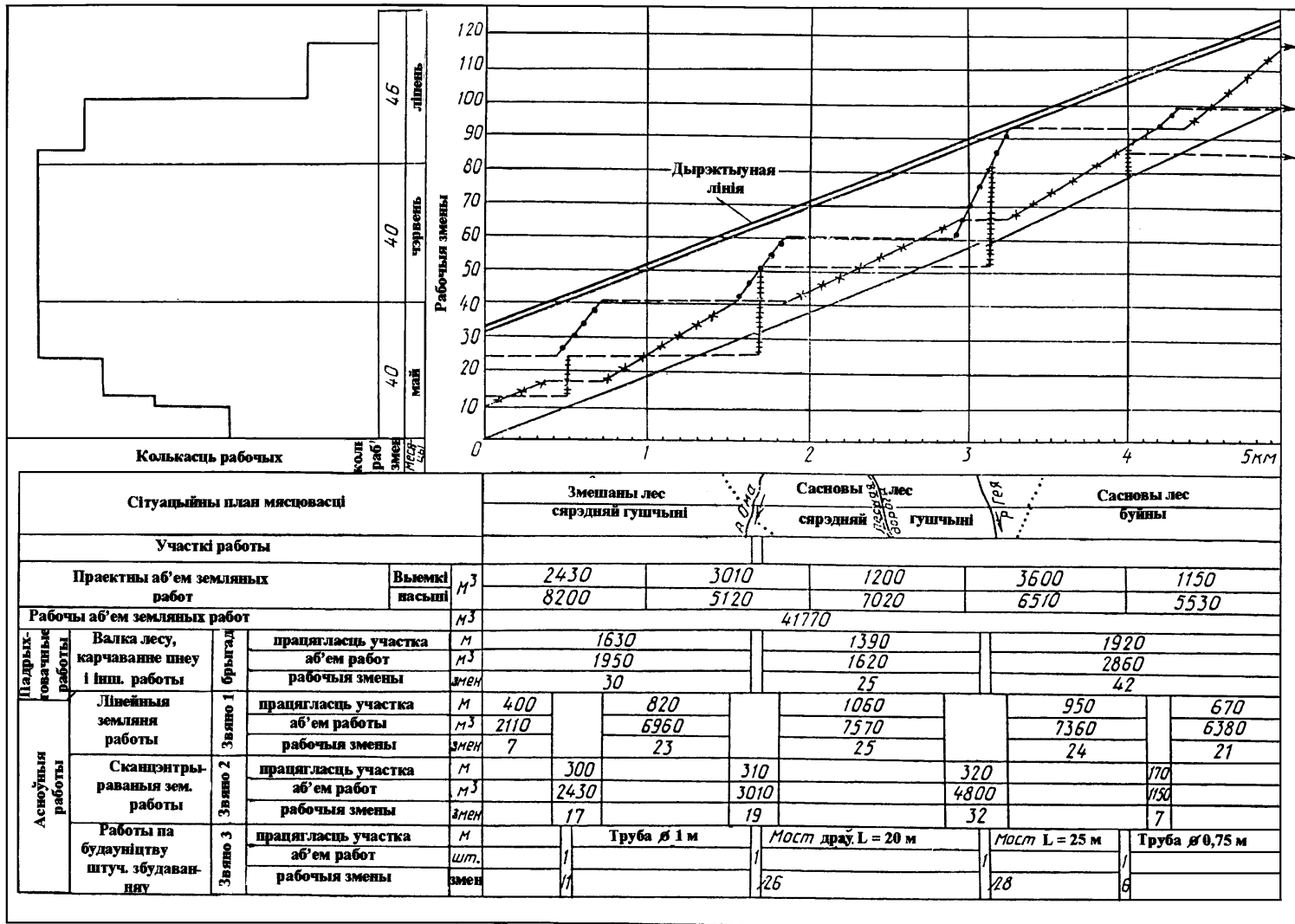


Рис. 10.4 Лінейны календарны графік будаўніцтва аўтамабільнай дарогі

выкарыстоўваемых рэсурсаў і г.д.

Недахоп гэтага графіка – абмежаванасць матэматычнага апісання, ён не дазваляе правесці разлік і аналіз плана, азначыць важнасць работ і ўстанавіць рэзервы часу.

Для будаўніцтва аўтамабільных дарог вялікай працягласці з разнастайнымі аб'ектамі і відамі работ на ўчастках вялікае распаўсюджанне атрымалі лінейныя каляндарныя графікі (рыс. 10.4), якія будуць у воях каардынат. На восі абсцыс адкладваецца даўжыня ўчастка дарогі, які будзецца, на восі ардынат – час у календарных днях на ўвесь перыяд будаўніцтва. На графік наносаць дырэктывную лінію, якая абмяжоўвае тэрмін будаўніцтва дарогі, устаноўлены агульным планам будаўніцтва і лініі, характарызуючыя работу землярых і дарожных машын, звёнаў і брыгад. Пад графікам паказваюць выраўнаны ў лінію план дарогі з размяшчэннем усіх збудаванняў, а ніжэй – аб'ёмы ўсіх работ на кожным кіламетры ці на 5 км.

Ніжэй графіка нумары і склад атрадаў і звёнаў, якія ўдзельнічаюць у працы. Злева – графік патрэбнасці ў дарожных рабочых, справа – у грузавых аўтамабілях.

На каляндарным графіку (гл. рыс. 10.4) лініі работ усіх збудаванняў наносаць па тэрмінам дапушчальнага іх будаўніцтва. Будаўніцтва нелінейных аб'ектаў (труб, мастоў, падпорных сценак, дарожных і транспартных будынкаў) паказваюць у выглядзе вертыкальных лініяў супраць месцаў іх размяшчэння на плане дарогі ў адпаведнасці з тэрмінам, прыёмкі па тыпавым ці індывідуальным праектам. Лініі работ нелінейных збудаванняў наносаць з улікам тэрміна работы брыгад і звёнаў, а таксама з улікам паслядоўнасці і паточнасці работ.

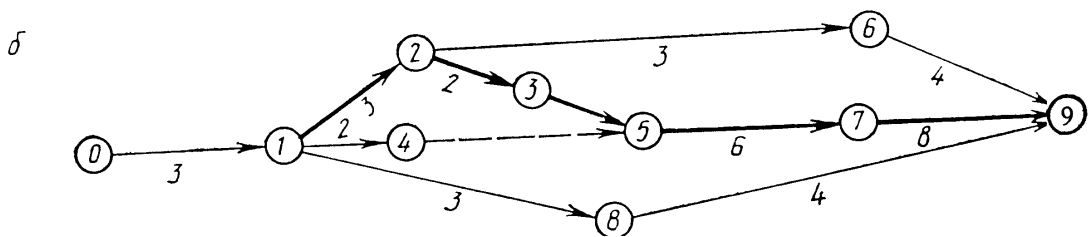
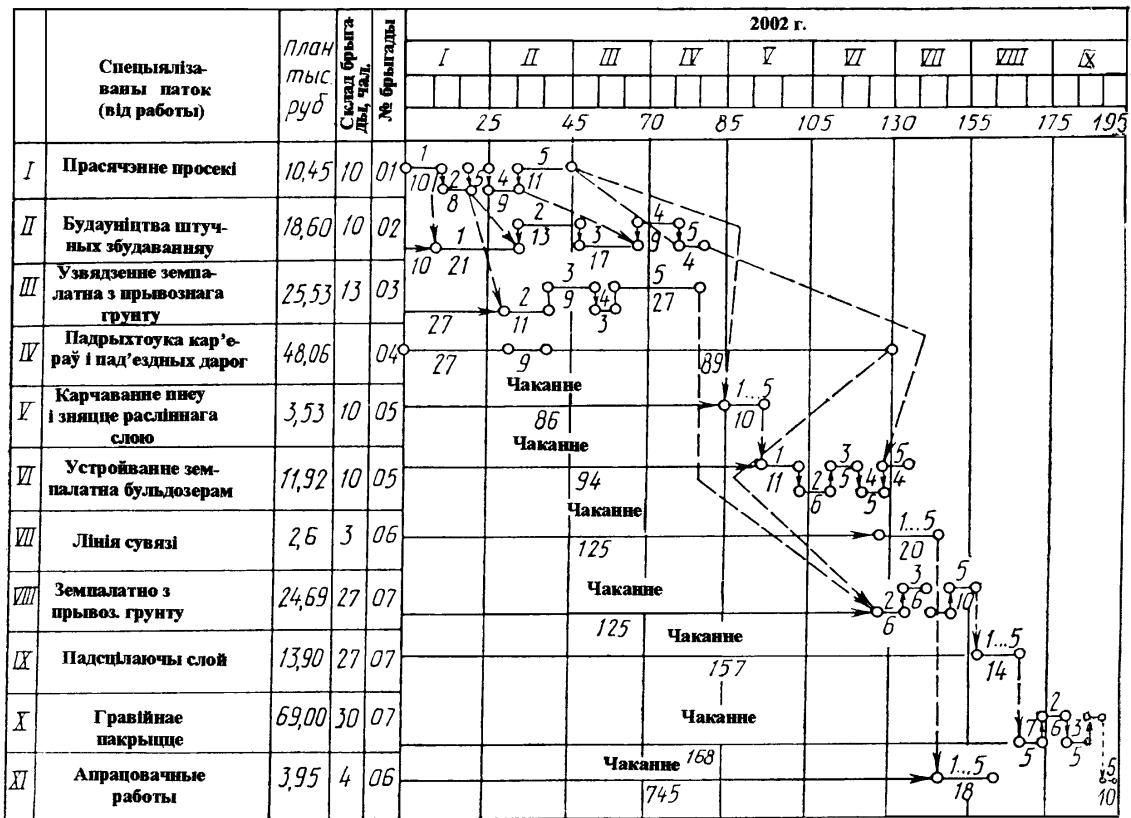
Лінейныя каляндарныя графікі, не гледзячы на яўную нагляднасць, маюць шэраг недахопаў: на графіку не выдзяляюцца галоўныя работы ў выніку несваечасовага выканання якіх можа затрымацца і прыпыніцца будаўніцтва дарогі; нельга дакладна прагназіраваць ход работы, што ўплывае на правільнае прыняцце рашэнняў пры выкананні далейшых работ; абмежавана магчымасць прымянення матэматычных метадаў з выкарыстаннем ЭВМ.

У сувязі з тым, што дарожнае будаўніцтва з'яўляецца складаным працэсам, для прыняцця правільных рашэнняў патрэбна не любая, а своечасовая інфармацыя аб тым, што ў дадзеным выпадку з'яўляецца рашаючым і патрабуе ўвагі кіраўніцтва. Таму неабходна сістэма, якая вызваляла бы кіраўнікоў будоўлі ад аналізу ўсяго патоку інфармацыі і выбару на яго аснове галоўных падзей, якія рашаюць у даны момант выкананне плана цалкам. Нярэдка пры адсутнасці такой сістэмы ўвагу

канцэнтруюць не на галоўных падзеях, а на другарадных, і на будоўлі накіраванаюцца скрытыя працэсы адставання, якія могуць прывесці да зрыву плана пры поўнай забяспечанасці работ усім неабходным. Такім чынам, патрэбны спосаб, з дапамогаю якога можна эфектыўна планавать і кіраваць будаўніцтвам. Гэтым патрабаванням адказваюць метады сеткавага планавання і кіравання (СПК), кіруючым дакументам якога з'яўляецца сеткавы графік (рыс. 10.5).

Сеткавы графік уяўляе сабою мадэль аб'екта, які будзецца і на якім вызначаным вобразах паказваюць работы ў іх тэхналагічнай сувязі і ўзаемасувязі ад пачатку да поўнага завяршэння будаўніцтва.

Графік уяўляе сабою пранумараваныя кружкі, злучаныя безмаштабнымі стрэлкамі. Асноўнымі элементамі сеткавага графіка з'яўляюцца работы, падзеі, чаканне і шлях.



Рыс. 10.5 Сеткавы графік на будаўніцтва ўчастка аўтамабільнай лесавознай дарогі

Работа – працоўны працэс (тэхналагічная аперацыя), якая патрабуе выдаткаў працы, рэсурсаў і часу (напрыклад, прасячэнне прасекі для дарогі, узвядзенне землянога палатна, ушчыльненне грунту і г.д.). На сеткавым графіку работа абазначаецца суцэльнай лініяй са стрэлкаю, абыкнавенна з указаннем яе працягласці і назвы.

Падзея – гэта пачатак або канец адной ці некалькіх работ, якія дазваляюць пачынаць наступную па тэхналагічнай паслядоўнасці работу ці работы. Падзея таксама абазначае момант завяршэння ўсіх работ. Яна валодае ўласцівасцямі як бы “сшываць” работы (напрыклад, падзея можа абазначаць, што падрыхтоўчыя работы закончаны і можна пачынаць узвядзенне землянога палатна і г.д.). Падзея – гэта не працэс, і яна не мае працягласці ў часе. Яе лічаць здзейсненай, калі ўсе работы, якія ў яе ўваходзяць, выкананы. Падзея, якая стаіць у пачатку сеткавага графіка, у якую не ўваходзіць не адна работа, *называецца зыходнай*, а тая, якая стаіць у канцы графіка і з якой не выходзіць ні адной работы – *завяршаючай*. На графіку падзея абазначаецца кружком, усярэдзіне якога ставяць парадкавы нумар або код.

Чаканне – працэс, які не патрабуе затрат працы, рэсурсаў, але адымае час, г.зн. тэхналагічны ці арганізацыйны перапынак паміж работамі або перад пачаткам работы, неабходны па тэхналогіі ці абумоўлены выбранай схемай работы (напрыклад, чаканне набору моцы бетонам). Чаканне на графіку паказваецца суцэльнай прамой лініяй з указаннем часу ці “фіктыўную работу”.

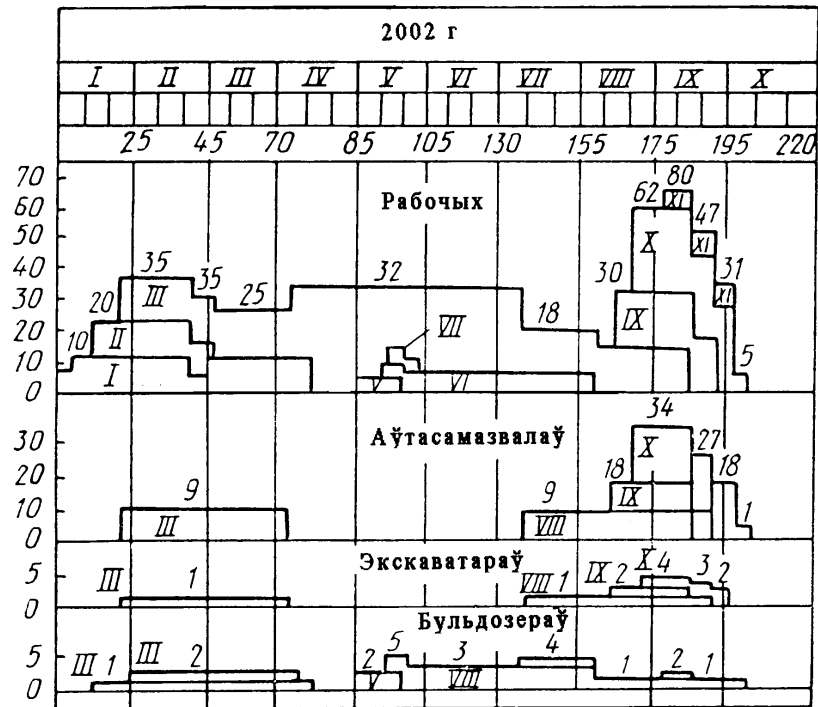
Фіктыўная работа – працэс, які не патрабуе ні якіх затрат, нават затрат часу. Яе абазначаюць пункцірнай лініяй, стрэлкай і ўводзяць у графік для адлюстроўвання ўзаемасувязі паміж работамі, якія абумоўліваюць наступленне дадзеных падзей наступленнем якойсці другой падзеі (напрыклад, карчаванне пнёў на першым кіламетры дарогі, можна пачынаць пасля заканчэння прасячэння прасекі). Працягласць работы абазначаецца літарай t . На графіку неабходны час (у сутках ці зменах) для выканання работы звычайна пішуць пад стрэлкай. Усе стрэлкі работы напраўлены ў адзін бок (да канечнай падзеі) і утвараюць ланцужкі, ці шляхі.

Шлях – сукупнасць работ у безперапыннай тэхналагічнай паслядоўнасці ад зыходнай падзеі сеткі да завершаючай. *Працягласць шляху* – гэта сума працягласці работ, якія ўваходзяць у шлях. Абазначаецца праз t_i .

На сеткавым графіку (рыс. 10.6) могуць быць устаноўлены наступныя чатыры шляхі і іх працягласць у днях: $0,1,2,6,9=3+3+3+4=13$; $0,4,5,7,9=3+2+6+8=19$; $0,1,2,3,5,7,9=3+3+2+6+8=22$; $0,1,8,9=3+3+4=10$.

Пры параўнанні шляхоў выяўляюць адзін з іх, які мае найбольшую працягласць. У нашым прыкладзе гэта 0+1+2+3++5+7+9, які роўны 22

а



б



Брыгада	Склад чал	Плош										
0.1	10	1045	5.65	4.9								
0.2	10	1860	3.25	6.23	5.45	3.70						
0.3	15	2533		19	10.38	2.25						
0.4		4835	6.86	154	2.36	2.95	13.35	15.15				
0.5	10	353					3.33					
0.6	3	20					4.36	7.96				
0.7	27	2469						0.26	1.74			
0.7	27	1349						2.08	22.61			
0.7	30	580							13.90			
0.8	4	325							17.70	413		
			15.68	20.57	18.66	18.90	21.24	25.40	1.36	2.04	0.74	0.41
		22163		54.89			65.54		25.71	33.64	41.44	0.41
										100.79		

Рыс. 10.6 Эпюра патрэбнасці ў рабочых і дарожна-будаўнічых машынах:
а – да каракціроўкі сеткавага графіка; б – пасля каракціроўкі

дням. Такі шлях называюць *крытычным* і абазначаюць $t_{кр}$. Менавіта гэты шлях вызначае працягласць усёй будоўлі. Крытычны шлях на графіку вычэрчваецца чырвонай ці тоўстай лініяй таго ж колеру, у якім выкананы ўвесь графік.

Для складання сеткавага графіка неабходна мець: тэхнарабочы праект на будаўніцтва дарогі; аб'ём усіх работ у натурным выяўленні; тэхналагічныя карты выканання асобных відаў работ; састаў дарожна-будаўнічага атрада; брыгады і звёнаў (колькасць рабочых, наяўнасць механізмаў); дадзеныя аб крыніцах забеспячэння дарожна-будаўнічымі матэрыяламі і іншымі рэсурсамі (размяшчэнне прытрасавых кар'ераў, адлегласць перавозкі жалезабетонных і драўляных канструкцый і г.д.); дарожна-кліматычны графік раёна будаўніцтва і разлікі магчымага тэрміна выканання асобных відаў работ; дырэктыўны тэрмін будаўніцтва дарогі, пачатак і канец выканання работ; нарматыўныя і справачныя матэрыялы для вызначэння прадукцыйнасці машын, норм выпрацоўкі рабочых.

Прыклад сеткавага графіка будаўніцтва ўчастка лесавознай аўтамабільнай дарогі працягласцю 5 км, шырынёю землянога палатна 8 м, па дадзеным праф. Г.Ф. Грэхава, паказаны на 10.6.

Для вызначэння колькасці дзён, неабходных для выканання работ на кожным кілометры, па кожнаму віду работ прымаецца склад і тэхнаўзброенасць звёнаў і брыгад. Вызначаецца зменная прадукцыйнасць вядучай машыны комплекта машын па асобным работам і на гэтай аснове падлічваецца працягласць дзён работы. У левай частцы сеткавага графіка (гл. рыс. 10.6) дадзены нумары і пералік відаў работ у іх тэхналагічнай паслядоўнасці выканання, каштарыс работ у рублях і колькасны састаў брыгад, а таксама іх нумары. У правай частцы паказана сетка графіка. Гарызантальнымі лініямі паказаны работы. Зверху лініі паказваецца кіламетр, на якім вядуцца работы, знізу – працягласць выканання работы ў рабочых днях з улікам прастояў па кліматычным умовам (дождж, буран і г.д.).

На рыс. 10.6 паказаны эпіюры неабходнасці ў рабочых і асноўных дарожна-будаўнічых машынах. На эпіюры паказваецца не толькі агульная колькасць рабочых, але і неабходнасць па асобным відам работ (на рыс. 10.6, *а*, *б* паказаны рымскімі лічбамі). Такі спосаб абазначэння прыняты і для дарожна-будаўнічых машын. Пад эпіюрамі (рыс. 10.6, *б*) прыведзены колькасны састаў брыгад і каштарыс работ (агульныя і па месяцах года).

Сеткавы графік паказаны на рыс. 10.6, аптымізаваны (адкарэкціраваны). Да аптымізацыі неабходнасць у рабочых і асноўных дарож-

на-будаўнічых машынах выглядыць, як паказана на рыс. 10.6, *a*; неабходнасць у рабочых вагаецца ад 5 да 80 чалавек, прычым максімальная іх колькасць неабходна толькі 12 дзён. Такая ж нераўнамернасць назіраецца і ў неабходнасці дарожна-будаўнічых машын. У сувязі з гэтым выконваецца карэкціроўка, якая заключаецца ў змяненні тэрміна правядзення асобных відаў работ і арганізацыі будаўніцтва ў дзве змены. У выніку карэкціроўкі ўстаноўлена, што неабходнасць у рабочых на ўвесь перыяд будаўніцтва стабільная і складае 30 чалавек, стабільнай стала і патрэбнасць у дарожна-будаўнічых машынах.

Кантрольныя пытанні. 1. Назавіце асноўныя віды дарожна будаўнічых работ і іх склад. 2. Якія асноўныя прынцыпы арганізацыі будаўніцтва дарог? 3. У чым сутнасць падрадлага і гаспадарчага спосабаў будаўніцтва дарог, іх перавага і недахопы? 4. Што называецца паточным метадам? 5. Якія Вы ведаеце патокі? 6. Што называецца захваткай, і як вызначыць яе даўжыню? 7. Што ўваходзіць у склад праекта арганізацыі будаўніцтва і праекта вытворчых работ? 8. Тэхналагічныя карты: тыпавая і рабочая, як яны складаюцца? 9. Каляндарны і сеткавы графікі будаўніцтва дарогі, іх перавага і недахопы, прынцыпы іх пабудовы.

11. ПАДРЫХТОЎЧЫЯ І ЗЕМЛЯНЫЯ РАБОТЫ ПРЫ БУДАЎНІЦТВЕ АЎТАМАБІЛЬНЫХ ЛЕСАВОЗНЫХ ДАРОГ

11.1. Вызначэнне аб'ёмаў работ неабходных для расчысткі дарожнай паласы

Да выканання асноўных відаў работ на ўчастках, адведзеных для будаўніцтва дарогі і яе збудаванняў, а таксама на ўчастках часовага адводу зямель для патрэбаў будаўніцтва павінны быць выкананы наступныя падрыхтоўчыя работы: аднаўленне і замацаванне трасы; расчыстка паласы адводу ад лесу, кустоўя, пнёў і г.д.; перанос і пераўладкаванне паветраных і кабельных ліній сувязі, трубаправодаў і інш.; стварэнне геадэзічнай разбівачнай сістэмы; разбіўка элементаў землянога палатна; пабудова часовых дарог уездаў і з'ездаў для скрэпераў, аўтамабіляў і інш.; пабудова часовых збудаванняў і г.д.; водаадводныя і асушальныя работы; падрыхтоўка (расчыстка, планіроўка) асновы насыпу ў неабходных выпадках рыхленне грунтоў у рэзерваў і выемках і г.д.

Для правядзення гэтых работ спачатку складаецца паўчастковая ведамасць аб'ёмаў работ (табл. 11.1) з указаннем запасу ліквіднай драўніны, з характарыстыкаю лесанасаджэнняў, плошчаў, якія заняты пад пнямі, хмызняком, дробналесем на працягу ўчастка дарогі (прасекі), якая падлягае прасячэнню, уборцы і карчаванню ў заданы перыяд часу. Звесткі для запаўнення данай ведамасці (таб. 11.1) павінны быць атрыманы пры пошуку дарогі. Калі гэтыя дадзеныя адсутнічаюць, то выконваецца суцэльны ці стужкавы пералік дрэў у прыроды пры аднаўленні трасы і замацаванні яе на мясцовасці. Аб'ём работ па расчыстцы паласы адводу вызначаюць з улікам буйнасці і гушчыні лесу, а таксама шырыні паласы адводу.

Усе зямельныя ўчасткі, якія адводзяцца ў перыяд будаўніцтва для прытрасавых рэзерваў, часовых збудаванняў і будынкаў, якія падлягаюць звароту землекарыстальніку пасля заканчэння будаўніцтва ў прыгодным для сельскай гаспадаркі стане, г.зн. павінна быць праведзена рэкультывацыя земляў. Прыступаюць да земляных работ без зацвярджэння плана паласы адводу не дазваляецца.

Адначасова са складаннем паўчастковай ведамасці (табл. 11.1) вызначаюць месцы размяшчэння верхніх прамежных складоў (пагрузачных пляцовак) для захавання драўніны, атрыманай пры прасячэнні прасекі.

Табліца 11.1.

Ведамасць аб'ёмаў работ

Характарыстыка паласы адводу	Месцазнаходжанне пікета		Дліна участка, м	Шырыня паласы адвода або землянога палатна, м	Плошча, га	Сярэдні дыяметр дрэваў на вышыні грудзі, м	Колькасць дрэваў, шт	Ліквідны запас драўніны, м ³	Сярэдні аб'ём хлыстоў, м ³	Від наладжэнняў
	ад ПК +	ад ПК +								
Лес сярэдняй буйнасці і гушчыні	21+55	29+15	760	30	2,84	0,32	576	628	1,09	Сасна
Лес дробны сярэдняй гушчыні	67+20	70+70	350	30	2,04	0,20	420	110	0,26	Елка
Разам	-	-	1625	-	4,88	-	996	738	-	-
Кустоўе	399+60	405+100	540	30	1,72	-	-	-	-	-
	419+40	422+50	260	30	0,78	-	-	-	-	-
Разам	-	-	800	-	2,50	-	-	-	-	-
Убіранне расліннага слою:	405+00	411+90	690	10	0,69	-	-	-	-	-
ралля луг	427+50	430+00	250	10	0,25	-	-	-	-	-
выган	425+10	427+50	240	10	0,24	-	-	-	-	-
Разам	-	-	1180	-	1,18	-	-	-	-	-
Карчаванне пнеў	411+90	414+40	760	20	1,52	-	576	-	-	-
Разам	-	-	760	-	1,52	-	576	-	-	-

Прамежныя склады звычайна размяшчаюцца па за тэрыторыяй правядзення земляных работ, на сухіх участках трасы ў 500...700 м адзін ад другога. Склады пажадана размяшчаць недалёка ад будаўніцтва буйных штучных збудаванняў і другіх месцаў ужывання драўніны. Яны павінны быць зручнымі для пагрузкі хлыстоў на транспартныя сродкі.

Па даных табл. 11.1 устанаўліваюць пераважны від насаджэнняў (напрыклад, сасна, ёлка (састаў 8С2Е), агульны ліквідны запас,

сярэдни запас драўніны на 1 га, плошчу занятую падлескам і галлём. На аснове гэтых дадзеных выбіраюць машыны і механізмы, распрацоўваюць тэхналогію выканання падрыхтоўчых работ.

11.2. Тэхналогія выканання падрыхтоўчых работ

У склад работ па аднаўленню трасы ўваходзяць: вынас у натуру і замацаванне на мясцовасці ўсіх асноўных кропак (вяршыні вуглоў, часовыя рэперы і г.д.), якія вызначаюць палажэнне трасы, палосы адводу і праводзіцца разбіўка кругавых і пераходных крывых.

Першае пратычкоўванне трасы выконваюць візуальна, другое – інструментальна. Вось дарогі замацоўваюць каламі і 2...3 метровымі тычкамі, якія ўстанаўліваюцца праз 0,5...1 км на прамых участках у кропках пачатку і канца крывых, а на крывых участках праз 20 м пры $R > 500$ м, праз 10 м пры $R = 100...500$ м і праз 5 м пры $R < 100$ м.

Вуглы павароту замацоўваюць стаўбамі дыяметрам 0,1 м і вышыняю 0,5...0,75 м. Калі стаўбы пападаюць у зону земляных работ, замацоўваемыя знакі выносяць за яе межы.

Пры аднаўленні пікетажу ажыццяўляюць дваіны прамер даўжынь сталею стужкаю, пасля чаго замацоўваюць пікеты і плюсы калкамі і паўторнікамі, якія ўстанаўліваюцца за межамі паласы работы машыны. На кожным пікету і плюсу ставяць два паўторнікі з аднаго ці абодвух бакоў ад восі дарогі ў створы з пікетамі ці плюсам калкам перпендыкулярна да восі трасы на прамых участках ці датычнай да крывой на крывых участках трасы з указаннем адлегласці іх вынаскі (рыс. 11.1, а).

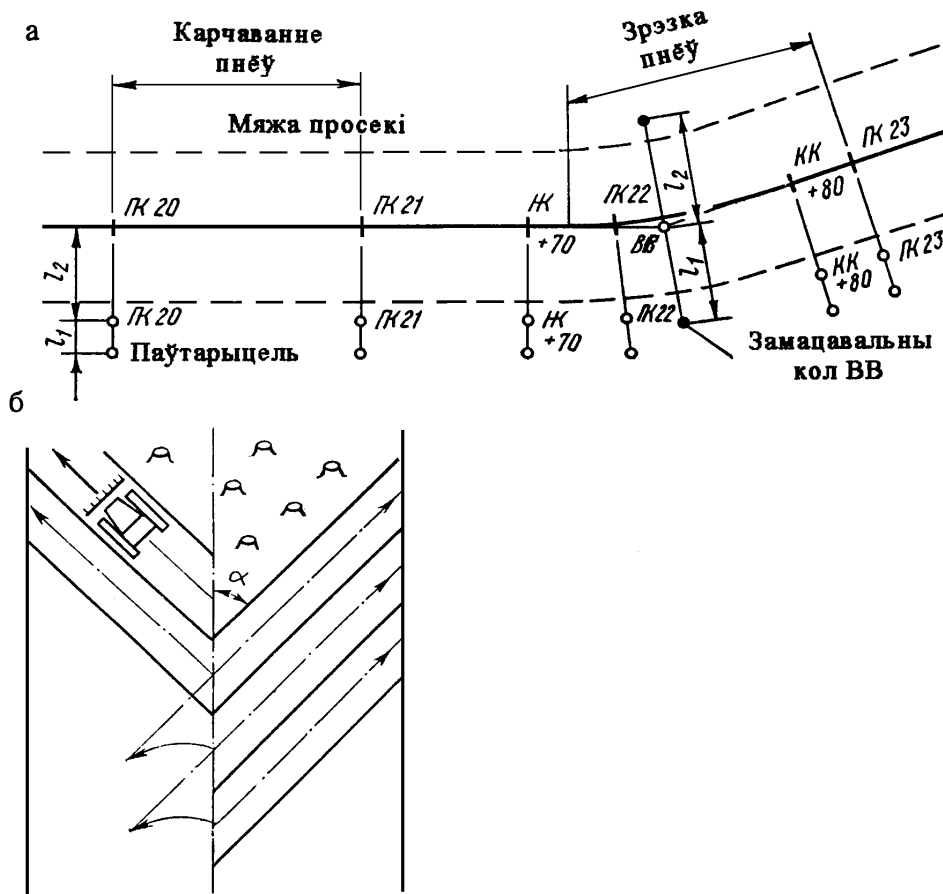
Калі адноўлены пікетаж расходзіцца з пошукавым больш за 1 м, назначаюць рубленыя (даўжыняю 100 м) пікеты, дзякуючы якім магчыма ўвязка кропак з праектнымі падоўжнага профілю.

Восі штучных збудаванняў замацоўваюць кропкаю і старажком на восі дарогі і слупамі, якія ставяць у створу і выносяць за межы паласы адводу. Слупы ставяць на адлегласці не менш 10 м адзін ад другога.

Асноўныя рэперы ўздоўж трасы дарогі ў раўніннай мясцовасці ўстанаўліваюць не радзей, чым праз 2 км, а ў горнай – праз 1 км, дадатковыя рэперы размяшчаюць ля глыбокіх выемкаў (больш за 3 м) і высокіх насыпаў (вышэй за 3 м), паблізу ад штучных збудаванняў.

Усе работы па аднаўленню і замацаванню трасы афармляюць дакументальна – складаюць акты, да якіх прыкладваюць ведамасці рэпераў, вуглоў павароту, прывязку да падоўжанага профілю дарогі.

Валку лесу, карчаванне пнёў, зразанне кустоўя і здыманне расліннага слоя выконваюць загодзя, за 1...2 гады да правядзення земляных работ.



Рыс. 11.1 Тэхналагічныя схема:
 а – вынасу паўтарыцыляў і разбіўка работ на паласе дарогі; б – работы карчавальніка

У дзейнічаючых лесанарыхтоўчых прадпрыемствах прасяканне прасекі выконваюць асноўныя лесанарыхтоўчыя брыгады, а ў ізноў будуемых - ствараюць новыя брыгады.

У залежнасці ад канструкцыі і магчымасці карчавальніка, пароды, дыяметра і колькасці пнёў прымяняюць розныя метады іх карчавання і спосабы выканання работ (рыс. 11.1, б). Пні дыяметрам да 0,2 м карчуюць карчавальнікамі з пасійным рабочым органам на трактарах Т-100, Т-130 без прыпынку машыны “з ходу”. Такія пні пры карчаванні карчавальнікамі з актыўным рабочым органам (ЛД-9, ЛД-15) выдаляюць пры паступальным руху трактара. Пры дыяметры пнёў 0,2...0,4 м зубы карчавальніка перад падыходам да пня заглябляюць

на 0,3...0,6 м (у залежнасці ад узроўню залягання бакавых каранёў) і пасля прыпынку карчавальніка каля пня рабочы орган падымаюць гідрацыліндрамі пад'ёму ці тросамі, вырываюць корні і выварочваюць пень.

Для выдалення буйных пнёў выкарыстоўваюць узрыўны спосаб з разліку 0,02 кг выбуховых рэчываў (аманіту) на 0,01 м дыяметра пня.

Карчаванне пнёў праводзіцца пад усімі насыпамі вышынёю да 0,5 м у месцах будучых выемкаў, рэзерваў. Пры насыпу вышынёю ад 0,5 да 1 м пні зразаюць роўна з зямлёю, а пры насыпу вышынёй больш за 1 м пні можна пакідаць вышынёй да 0,2 м.

Валуны дыяметрам да 0,5 м выдаляюць з паласы адводу з дапамогаю карчавальнікаў-збіральных, бульдозераў, а больш буйныя папярэдне драбняць узрывам. Ямы, якія ўтвараюцца пасля карчавання пнёў і ўборкі валуноў, паслойна засыпаюць і ўшчыльняюць.

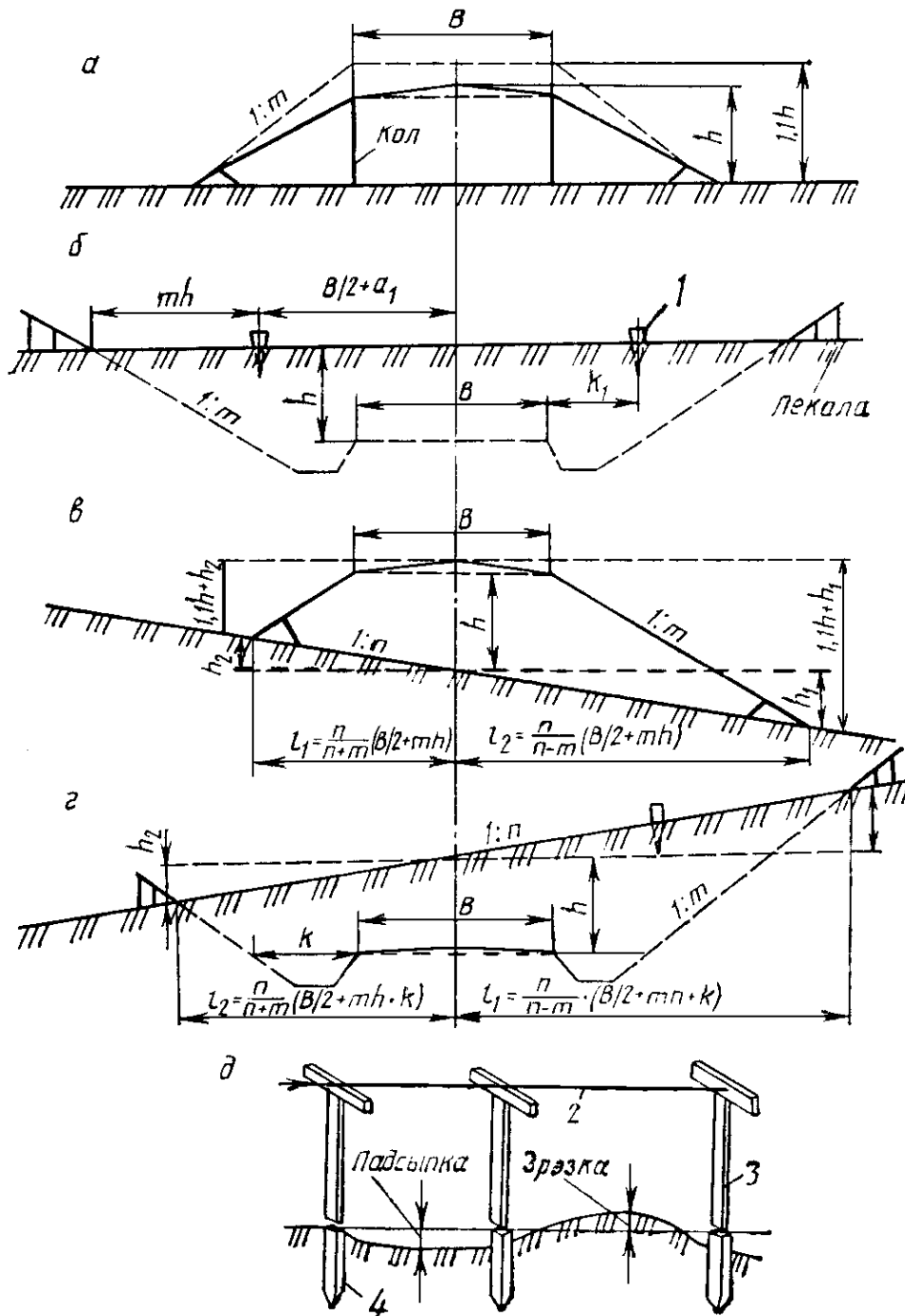
Слой расліннага грунту зразаюць пад насыпам вышынёю да 1 м на ўсю шырынню яго асновы і ссоўваюць за межы дарожнай паласы аўтагрэйдэрам ці бульдозерам. Пазней гэты грунт выкарыстоўваюць для планіроўкі адкосаў. Таўшчыня выдаляемага слою залежыць ад яго магутнасці і вагаецца ад 0,05 да 0,2 м. Раслінны слой таксама выдаляюць з тых плошчаў, дзе назначаецца разробка рэзерваў ці грунтовых кар'ераў, выемкаў. У шэрагу выпадкаў пры выкананні падрыхтоўчых работ забяспечваюць адвод паверхнявых вод, асушэнне і іх паніжэнне.

Аднавіўшы трасу і расчысціўшы дарожную паласу, прыступаюць да дэталёвай разбіўкі землянога палатна ў адпаведнасці з “Указаннямі па разбівачным работам”. Яна заключаецца ў устаноўцы праз кожныя 20...50 м знакаў, якія паказваюць асноўныя размеры землянога палатна, па якім можна ўзнавіць папярочны профіль дарогі ў натуре.

Разбіўку земляных работ праводзяць з улікам папярочнага профілю землянога палатна і прынятага спосабу выканання работ. У склад гэтых работ уваходзяць: устаноўка вышыннікаў і паўтораў у месцах пераломаў падоўжанага профілю дарогі, а таксама на бісектрысах вертыкальных крывых; абзначэнне межаў насыпаў, выемкаў, бакавых рэзерваў, кавальераў і палажэння адкосаў; устаноўка праз кожныя 20...30 м калкоў у найбольш характэрных месцах выемкаў і рэзерваў з указаннем глыбіні распрацоўкі грунту; разбіўка трасы водаадводных збудаванняў з адзнакамі іх глыбіні на калках; разметка лініі ходу некаторых землярых машын (аўтагрэйдэра, канавакапальнікаў і інш.); устаноўка дадатковых рэпераў пры ўстройванні землянога палатна на спаду.

Пры разбіўцы насыпў вышынёй да 2 м па восі дарогі на пікетах,

плюсовых кропках устанаўліваюць вышыннікі (тычкі) з прыбітай да іх гарызантальнаю планкаю. Пры насыпу вышынёй больш за 2 м тычкі ўстанаўліваюць, як правіла, у час правядзення работ па абедзвюх броўках землянога палатна.



Рыс. 11.2 Схema разбіўкі землянога палатна:

а – насып; б – выемка; в – насып на спаду; г – выемка на спаду; д – схема размяшчэння візіраў пры рабоце; 1 – кол вонкавай грані кювета; 2 – промень зроку; 3 – візір; 4 – калочкі

Пры разбіўцы насыпу неабходна прадугледзіць запас па вышыні на садку.

Пры ўзвядзенні землянога палатна бульдозерам і другімі машынамі нельга захаваць калкі і тычкі, пастаўленыя па восі дарогі, таму знакі, якія ўказваюць вышыню насыпу, выносяцца ў бок за яго падэшву. На мясцовасці палажэнне падэшвы адкосу насыпу і кавальераў, броўкі выемкаў і другія кропкі азначаюць калкамі (рыс. 11.2). На рыс. 11.2 паказана разбіўка насыпу і выемкі на гарызантальных і спадных участках дарогі, на ім прыведзены формулы для вызначэння адлегласці ад восі трасы да падэшвы насыпу ці адкосу выемкі. Для кантролю правільнасці залажэння адкосаў выкарыстоўваюць адкосныя лякала ці пераносныя шаблоны.

Для вызначэння глыбіні зрэзкі, таўшчыні падсыпкі, глыбіні кюветаў, а таксама з мэтай сістэматычнага кантролю за ўзвядзімым насыпам пасля адсыпкі кожнага слою грунту прымяняюць візіркі – камплект з трох штук (рыс. 11.2, д). У адной візіркі перакладзіна робіцца ў 2 разы шырэй, чым у двух другіх, і напалавіну фарбуюць у чорны ці чырвоны колер для лепшай бачнасці. Крайнія візіркі ўстанаўліваюць не далей 100 м адну за другой.

Пры разбіўцы землянога палатна з прысыпнымі абочынамі насып устрайваюць некалькі шырэй і ніжэй, чым прадугледжана праектам, а пры ўстройванні паўпрысыпных абочын верхнюю частць насыпу робяць гарызантальнаю, паніжаючы броўку на значэнне, вызначаемае разлікам.

Перад пачаткам работ абазначаюць лініі першага ходу для аўтагрэйдэраў, універсальных бульдозераў.

11.3. Будаўніцтва штучных збудаванняў

На лесавозных дарогах з вялікай колькасці штучных збудаванняў у асноўным будуецца мосты і водапрапускныя трубы. Пры іх пабудове прымяняюць паслядоўны, паралельны і паточны метады.

Паслядоўны метады прадугледжвае пачарговае будаўніцтва штучных збудаванняў, г.зн. брыгада пераходзіць на наступнае збудаванне толькі пасля поўнага заканчэння работы на папярэднім. Яго выкарыстоўваюць пры малай каолькасці штучных збудаванняў на дарозе.

Паралельны метады – адначасова будуецца ўсе штучныя збудаванні на дарозе. Метады патрабуюць вялікай колькасці рабочых і машын і выкарыстоўваецца пры тэрміновым будаўніцтве.

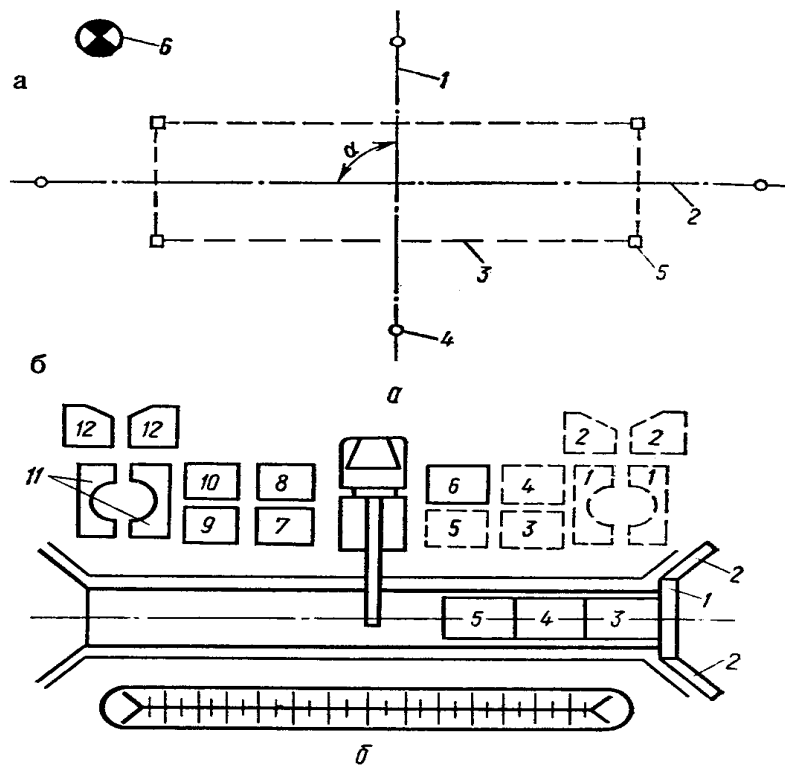
Паточны метад прадугледжвае раздзяленне брыгады на звёны. Кожнае звяно на кожным штучным збудаванні выконвае вызначаны аб'ём работ. Напрыклад, звяно выконвае забіўку колаў і падрыхтоўку апор да мантажу пралётных збудаванняў. Закончыў гэтыя работы звяно пераходзіць для выканання гэтых работ на другое збудаванне і г.д. Малыя штучныя збудаванні неабходна пабудавать за 1...2 тыдні да будаўніцтва землянога палатна.

Водапрапускныя жалезабетонныя трубы, як правіла, будуюць са зборных элементаў заводскай вытворчасці. На будаўніцтве часцей за ўсё прымяняюць круглыя трубы дыяметрам 1; 1,25; 1,5 і 2 м часамі прамавугольныя 1,5x1,5; 2x2 м. Даўжыня звяна труб ад 1 да 3 м.

Тэхналогія будаўніцтва водапрапускных жалезабетонных труб наступная:

1. Расчыстка плошчы пад трубу ад пнёў, камянёў.

2. Разметка месцазнаходжання трубы, тычкамі абазначаюць вось дарогі, далей ад пікета адкладваюць адлегласць да восі трубы, месцазнаходжанне якой замацоўваюць тычкамі. Вугал α паміж восямі дарогі і трубы вызначаюць тэадэлітам, бусоллю, экерам (рыс. 11.3, а).



Рыс. 11.3 Будаўніцтва водапрапускной трубы:

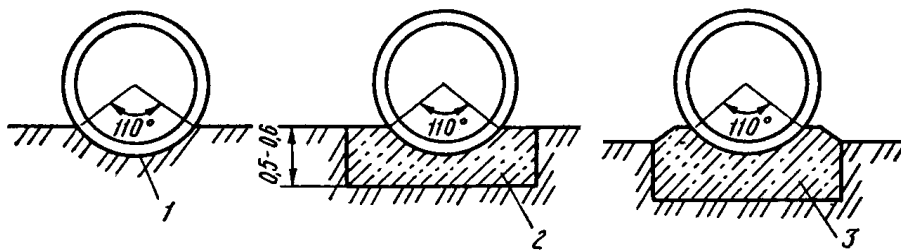
а – схема разбіўкі трубы; 1 – вось дарогі; 2 – вось трубы; 3 – контур котлавана; 4 – тычка; 5 – кол; 6 – часовы рэпер; б – схема ўкладання элементаў зборнай жалезабетоннай трубы на месцы яе будаўніцтва; лічбамі указаны нумары элементаў агалоўкаў і звёнаў трубы

У адпаведнасці з праектам намячаюць і замацоўваюць на мясцовасці калочкамі контур катлавана, а таксама ўстанаўліваюць часовы рэпер.

3. Падвозка элементаў трубы і ўкладка іх у адпаведнасці са схемаю (рыс. 11.3, б).

4. Капанне катлавана бульдозерам або экскаватарам. Грунт перасоўваюць у насып, а частку яго пакідаюць на засыпку пазух паміж фундаментам і трубай.

5. Устройванне фундамента, тыпы якіх паказаны на рыс.11.4. Фундамент часцей за ўсё будуюць з бетонных лекальных блокаў і часам з маналітнага бетону.



Рыс. 11.4 Устройства падмурка жалезабетоннай трубы:

1 – земляное рэчышча; 2 – падушка з графію або шчэбня; 3 – лекальны блок падмурка

6. Мантаж трубы выконваюць аўтамабільнымі кранамі грузапад'ёмнасцю 5...10 т КС-1562А, КС-1571, КС-2561, КС-3577. Мантаж пачынаюць з выхаднога агалоўка. Адзнакі рэчышча неабходна назначаць з улікам будаўнічага пад'ёму. На шчыльных глінах, суглінках і супесках будаўнічы пад'ём прымаюць 1/40 вышыні насыпу, на гравілістых, галечных і пячаных грунтах - 1/80. Адзнака рэчышча ў уваходнага агалоўка ва ўсіх выпадках павінна быць больш самай большай адзнакі будаўнічага пад'ёму. Падоўжны ўхіл трубы робяць 6...10 ‰. Швы фундаментных блокаў заліваюць цэментным раствором, а паміж элементамі труб запаўняюць жгутамі з насычанай бітумам пакулля, з вонкавага боку прыклеіваюць два слоя рубероіду, а знутры заманалічваюць цэментным раствором.

7. Гідраізаляцыю трубы выконваюць двайною абмазкаю гарачым бітумам. Рэчышча перад уваходным і за выходным агалоўкамі ўмацоўваюць камямі або бетоннымі плітамі. Засыпку трубы выконваюць грунтам сляямі таўшчынёю 15...20 см і ўшчыльняюць каля трубы ручнымі пнеўматрабібоўкамі. Вышыня насыпу над трубай павінна быць не менш 0,5 м.

На лесавозных дарогах будуоць таксама драўляныя і жалезабетонныя мосты на палявых апорах. Калі забіць палю цяжка, напрыклад, у грунтах з валунамі, тады прымяняюць рамка-лежнявыя або ражавыя апоры. Пралётныя збудаванні ў асноўным робяць бэлькавай канструкцыі.

Пры распрацоўцы праекта вытворчых работ разглядаюць наступныя пытанні: якія масты неабходна аднесці да сканцэнтраваных работ, а якія да лінейных; якія мосты будаваць зімою; якія элементы мостаў мэтазгодна вырабляць на будаўнічай базе.

Тэхналагічны працэс будаўніцтва малых мостаў наступны:

1. Падрыхтоўка плошчы пад мост.

2. Разбіўка маста. Для гэтага замацоўваюць вась дарогі слупкамі і ўстанаўліваюць рэпер. Пачатак моста прывязваюць да пікета. Далей намячаюць і замацоўваюць тычкі восі апор, калочкамі – месца забіўкі поляў. Пры глыбіні вады болей 1...1,2 м або скорасці цячэння вады вышэй 0,8...1 м/с разбіўку выконваюць з устраваннем лёгкіх падмосткаў, на яком вась моста абазначаюць цвікамі, якія забіваюць праз 5...10 м. Па цвікам нацягваюць вяроўку і абазначаюць таксама цвікамі, месца забіўкі паляў і ставяць іх нумар.

3. Забіваюць палі дызельнымі (падвяснымі, парапаветранымі) молатамі або вібрапагрузальнікамі. На будаўніцтве лесавозных дарог прымяняюць у асноўным падвясныя молаты з копавымі стрэламі, якія замацоўваюць на трактарах ТДТ-55, ТТ-4, аўтамабільных кранах.

4. Выконваюць мантаж пралётных збудаванняў з дапамогаю стралавых кранаў грузапад'ёмнасцю 3...10 т.

5. Выконваюць спалучэнне насыпу з мостам строга па праекту.

6. Устравяюць пакрыццё моста, поручні тратуары і выконваюць уладкаванне, а таксама ўмацоўваюць конусы і адкосы насыпу, калі гэта ёсць у праекце.

11.4. Збудаванне землянога палатна

11.4.1. Асноўныя правіла ўзвядзення землянога палатна. Збудаванне землянога палатна выконваецца толькі з добракаснага грунту. Прыгоднасць грунту ўстанаўліваюць па грануламетрычнаму саставу, фізіка-механічным уласцівасцям і наяўнасці прымесьяў арганічных рэчываў, ці соляў, якія ўплываюць на ўстойлівасць і трываласць землянога палатна. Таму нельга ўзводзіць насыпы дарог з грунту з прымессю торфа ці глею, утрыманнем водарастварымых соляў. Насыпы ад-

сыпаюцца гарызантальнымі сляямі з ушчыльненнем кожнага слоя ў асобнасці да неабходнай шчыльнасці. Кожнаму слою грунту прыдаецца папярочны ўхіл 15...20 ‰. Таўшчыню адсыпаемых аднародных слаёў прымаюць ў залежнасці ад уласцівасці грунтоў, віду ўшчыльняючых машын і норм шчыльнасці, якая вагаецца ў межах 0,2...0,4 м.

Пры адсыпанні насыпу гарызантальнымі сляямі забяспечваецца нармальнае паслойнае разраўноўванне грунту аўтагрэйдэрамі і бульдозерамі, а добрае яго ўшчыльненне павышае іх трываласць, воданепранікальнасць, марозаўстойлівасць. Пры адсыпанні насыпу з неаднародных грунтоў, грунты, якія менш дрэнажуюцца, неабходна размяшчаць у ніжніх сляях насыпу; а грунты, якія дрэнажуюцца ў верхніх, за выключэннем выпадкаў абароны асновы насыпу ад яе ўвільгатнення грунтовай ці капілярнай вадой. Таму, калі насып узводзіцца ў III тыпу мясцовасці па ўвільгатненню, то першыя яго слаі адсыпаюцца з грунтоў, якія дрэнажуюцца на вышыню не менш 0,5...0,6 м. Пры I тыпу мясцовасці па ўвільгатненню ніжнія слаі можна адсыпаць з грунтамі, якія не дрэнажуюцца, а верхнія – з грунтоў, якія дрэнажуюцца.

Паверхня слоя грунту, які не дрэнажуецца, пры ўкладцы па яму грунту, які дрэнажуецца, павінна мець ухіл не менш 40 ‰ ад восі насыпу да яго краёў, а паверхню слоя грунту, якія дрэнажуюцца, робяць гарызантальнай. Пры адсыпанні насыпу неабходна ўлічваць запас на ўшчыльненне і зрэзку пры планіраванні.

Калі папярочны ўхіл мясцовасці менш 1:10, то рэзервы можна закладваць з аднаго ці двух бакоў землянога палатна, а калі папярочны ўхіл мясцовасці больш 1:10, то рэзерв закладваецца толькі з аднаго, нагорнага боку. На затапляемых поймах рэк рэзервы закладваюць толькі з ніжняга боку з устройваннем бермы шырынёю не менш 4 м. Рэзервам прыдаюць трапецеідальную форму папярочнага сячэння, дну рэзерву – папярочны ўхіл у бок ад землянога палатна (калі яго шырыня менш 10 м) ці да сярэдзіны рэзерву (калі яго шырыня больш 10 м). У падоўжаным напрамку рэзерву прыдаецца ўхіл не менш 2 ‰, а таксама ўстройваюць каналы для адводу вады з рэзерву ў бок паніжэння землянога палатна.

Пры ўзвядзенні насыпу на схілах з папярочным ухілам менш 1:10 для павышэння ўстойлівасці насыпу на ўсю шырыню асновы неабходна знімаць раслінны слой, пры ўхіле ад 1:10 да 1:5 – рыхліць грунт і пры ўхілах ад 1:5 да 1:3 – устройваць уступы вышынёю 0,2...0,3 м, шырынёю 0,8...2,0 м з прыданнем ім папярочнага ўхілу ў бок схілу 20 ‰.

Спосаб разроботкі выемкі і машыны, якія прымяняюцца для гэтых

мэтаў, выбіраюць у залежнасці ад яе глыбіні, катэгорыі і прыдатнасці грунту для выкарыстання ў насыпу і ад эканамічнай мэтазгоднасці прымянення сродкаў механізацыі. Калі глыбіня выемкі невялікая, то разработку яе вядуць на поўную глыбіню з аднаго гарызонту, а калі глыбіня больш 3 м, то асобнымі тэрасамі на некалькіх гарызонтах на ўсю шырыню выемкі. Вышыня кожнага забою назначаецца ў залежнасці ад катэгорыі і складу грунту, яго аднароднасці і прымяняемых сродкаў.

Пры ўстройстве выемкі на схілу прымяняюць спосаб падоўжаных забояў, размяшчаемых уступамі. Грунт з верхніх уступаў ссоўваюць на ніжнія ці самастойна з кожнага уступу транспарціруюць у насып. На стромкіх схілах прымяняюць спосаб яруснай разработкі выемкі адразу некалькімі бульдозерамі з падоўжаным перамяшчэннем грунту ў насып. Рознасць гарызонтаў ярусаў не павінна перавышаць 2...3 м. Па ўмовах бяспечнасці гэтую схему можна прымяняць у тым выпадку, калі ў грунтах не ўтрымліваецца абломачных каменных матэрыялаў. Пры збудаванні землянога палатна павінен быць забяспечаны водаадвод з рэзерваў, выемкаў і палатна дарогі ў бок.

Узвядзенне землянога палатна на балотах у зімовы час выконваецца, як правіла, з прывозных пячаных і супячаных грунтаў. Пры гэтым неабходна звяртаць асабліва ўвагу на ўшчыльненне грунту.

У залежнасці ад напрамку перамяшчэння грунту пры ўзвядзенні насыпу і разработцы выемкаў у практыцы дарожнага будаўніцтва прымяняюць папярочны, падоўжаны і змешаны спосабы.

Папярочны спосаб перамяшчэння грунту выкарыстоўваюць пры ўзвядзенні насыпу з бакавых рэзерваў, падоўжаны – калі грунт з выемкі перамяшчаецца ў насып, і змешаны – калі грунт з бакавых рэзерваў шляхам папярочнага перамяшчэння канцэнтрыруецца ў пэўным месцы насыпу, а потым шляхам падоўжнай транспарціроўкі дастаўляецца на месца ўкладкі. Гэты спосаб часта прымяняюць на подступах да мастоў і труб, пры ўзвядзенні землянога палатна на забалочаных участках.

Пры разработцы выемкаў лішні грунт неабходна выкарыстоўваць для ўстройвання пляцовак, з'ездаў, адхонаў, прылягаючых насыпаў і, як выключэнне, адсыпаць яго ў адвал (кавальер).

11.4.2. Выбар камплекта машын для збудавання землянога палатна і тэхніка-эканамічнае абгрунтаванне адлегласці перамяшчэння грунту рознымі машынамі. Узвядзенне землянога палатна праводзіцца рознымі камплектамі машын, у якіх вядучымі машынамі

могуць быць: грэйдар, бульдозер, скрэпер, экскаватар. У сувязі з гэтым для правядзення земляных работ спачатку неабходна выбраць асноўныя (вядучыя) машыны, пры дапамозе якіх будзе эканамічна мэтазгодна выконваць асноўныя аб'ёмы земляных работ у адпаведных умовах, а потым выбраць дапаможныя машыны для выканання ўсіх іншых работ, якія ўваходзяць у тэхналагічны працэс збудавання землянога палатна.

Вядучыя і дапаможныя (камплектуючыя) машыны неабходна выбіраць з улікам іх прадукцыйнасці, комплекснай механізацыі работ.

Для папярэдніх меркаванняў па рацыянальнаму вбару вядучай машыны можна карыстацца дадзенымі табл. 11.2.

Канчатковы выбар машын і абсталявання для выканання розных відаў работ пры будаўніцтве аўтамабільных лесавозных дарог праводзяць, кіруючыся рэкамендацыямі БНіП, на аснове тэхнікаэканамічнага параўнання варыянтаў правядзення работ.

Колькасць машына змен вызначаюць паводле формулы

$$N = \frac{V_e}{P}, \quad (11.1)$$

дзе P - прадукцыйнасць вядучай машыны ў змену, вызначаецца па ЕНіР. Пры выкананні вядучай машынай двух тэхналагічных аперацый зменную прадукцыйнасць вызначаюць паводле формулы (10.5).

Удзельныя капіталаўкладанні разлічваюць паводле формулы

$$k = \frac{TS}{12V_e}, \quad (11.2)$$

дзе T - перыяд будаўніцтва ўчастка дарогі ў месяцах; S - кошт машыны.

Ступень механізацыі дарожна-будаўнічых работ (M , %) вызначаюць паводле формулы

$$M = \frac{100C_m}{C}, \quad (11.3)$$

дзе C_m - кошт работ, якія выконваюцца механізаваным спосабам, руб; C - поўны кошт будаўнічых работ, руб.

Пры выбары вядучай машыны карыстаюцца папакетным графікам разсеркавання земляных работ, улічваюць адлегласць транспартавання глебы, аб'ём і спосаб правядзення работ.

Для ўстанаўлення эканамічна мэтазгоднай адлегласці перамяшчэння глебы будуецца графік кошту разробкі і перамяшчэння глебы

Табліца 11.2

Выбар машын для будаўніцтва землянога палатна

№ кам-плек-та	Тып землянога палатна	Сярэдняя рабочая адзнака, м	Сярэдняя адлегласць перамяшчэння груктк, м	Аптымальная даўжыня ўчастка (захватка), м	Вядучая машына
1	Насып з мясцовага грукту з абодзвюх бакавых рэзерваў	Да 1,0	Да 10	Не меней 500	Аўтагрэйдэры, бульдозеры
2	Таксама	Да 1,0	Да 20	Таксама	Бульдозеры
3	Таксама	Болей 1,0	10...30	Не меней 150	Бульдозеры для нізу насыпу, скрэперы для верхняй Скрэперы, аўтамабілі-сама-звалы, трактарныя каляскі. Пагрузка экскаватарамі, бульдозерамі з эстакады
4	Насып з прывазнага грукту	Не абмежавана	500	200...500	Бульдозеры
5	Чаргаванне насыпу і выемкі	Да 1,5	Да 100	}	Бульдозеры
6	Таксама	Таксама	100	}	Скрэперы
7	Паўнасып, паўвыемка на схіле	Не абмежавана	Да 30	50...100	Універсальныя бульдозеры, экскаватары з каўшом ёмкасцю 0,8...1м ³
8	Паўнасып, паўвыемка на схіле	Таксама	Не меней 500	Не болей 250	Скрэперы
9	Насып на балоце	Па праекту	Не абмяжавана	Залежыць ад даўжыні балота і ўмоў работы	Аўтамабілі-самазвалы, трактарныя каляскі. Пагрузка экскаватарамі або бульдозерамі з эстакады
10	Насып і выемкі ў горных умовах пры скальных або мерзлых груктах	Таксама	Да 500	Залежыць ад умоў	Кампрэсары, ўніверсальныя бульдозеры, аўтамабілі-самазвалы і экскаватары пры падоўжным перамяшчэнні грукту звыш 100м

дадзенай групы рознымі механізмамі з улікам удзельных капіталаўкладанняў у залежнасці ад адлегласці вывазкі (рыс. 11.5). Кошт разробкі і перамяшчэння грукту вызначаюць па АНіР і па каштарысным цэнам для будаўніцтва дарог.

Выбраўшы вядучую машыну, праводзяць выбар дапаможных машын. У склад камплекта машын па збудаванню землянога палатна, акрамя вядучых, уключаюцца наступныя: каткі для паслойнага ўшчыльнення грунту; рыхліцелі для рыхлення плотных грунтоў; планіроўшчыкі адкосаў насыпаў; аўтагрэйдэры ці грэйдэры для профілявання паверхні насыпу і планіроўкі адкосаў і дна рэзерваў; бульдозеры, грэйдэры ці аўтагрэйдэры для разраўноўвання грунту дастаўленага аўтамабілямі-самазваламі ці трактарнымі цялежкамі; палівальныя машыны.

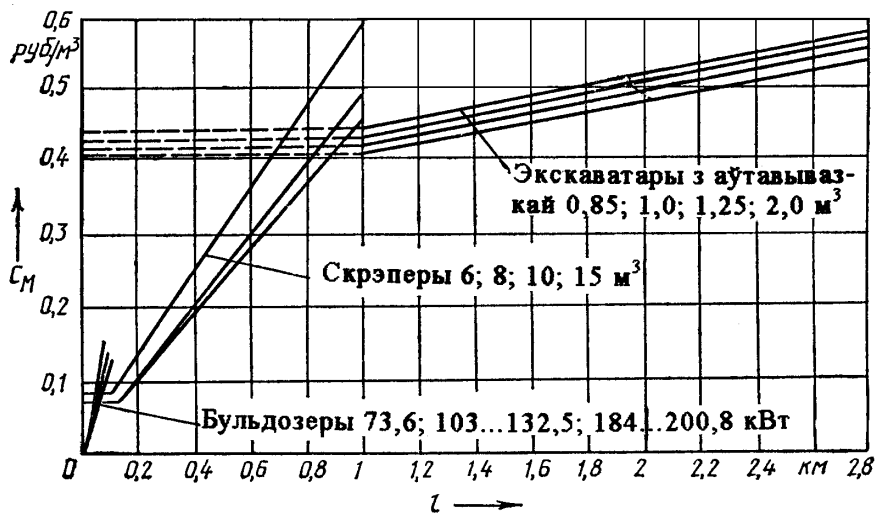


Рис. 11.5 Графік кошту распрацоўкі і перасоўвання грунту I катэгорыі

Пры выбары камплекта машын неабходна ўлічваць канкрэтныя ўмовы будаўніцтва, асноўнымі з якіх з'яўляюцца: агульны гадавы аб'ём работ дадзенага віду, у тым ліку на адным аб'екце; зададзены тэрмін выканання работ; забяспечанасць кадрамі; грунтовыя ўмовы па цяжкасці распрацоўкі і па нясучай здольнасці; наяўнасць пунктаў тэхнічнага абслугоўвання і рамонтнага і інш. Падбор камплекта машын праводзіцца на аснове тэхніка-эканамічных разлікаў.

11.4.3. Разлік рэсурсаў, саставу камплекта машын і колькаснага саставу брыгады спецыялізаванага патоку па ўзвядзенню землянога палатна.

Агульныя ўказанні. Разлік працоўных і матэрыяльна-тэхнічных рэсурсаў на ўзвядзенне землянога палатна неабходна пачынаць з разліку тэмпу патоку і даўжыні захваткі.

Пры разліку рэсурсаў у якасці нарматыўнай крыніцы неабходна

выкарыстоўваць АНіР.

Прадукцыйнасць машын, на якія нормы АНіР не прыведзены, неабходна разлічваць аналітычна.

Нормы часу і расцэнкі ў АНіР даны для марак машын, якія цяпер не выпускаюцца, таму нормы для сучасных машын рэкамендуецца прымаць па магутнасці рухавіка або па ёмістасці каўша.

Найболей рацыянальным метадам разліку рэсурсаў, камплекта машын і колькаснага саставу брыгады з'яўляецца таблічны, які ў максімальна сціснутай форме дае магчымасць наглядна ўявіць вынікі разліку. Ніжэй прыведзены прыклады разлікаў.

Прыклад разліку рэсурсаў на ўзвядзенне землянога палатна.

Зыходныя дадзеныя. Вядучая машыгна бульдозер ДЗ-27С, вытворчы аб'ём на ўчастку працягласцю 3 км $V_e = 27200 \text{ м}^3$; сярэдняя адлегласць перамяшчэння грунту 50 м, вышыня насыпу 0,8 м, грунт II групы. Апроч таго, ёсць участак насыпу вышынёю 1,3 м па балоту працягласцю 0,8 км з $V_e = 12500 \text{ м}^3$.

Рашэнне. Вызначым тэмп патоку(м) паводле формулы (10.2)

$$l = \frac{3000}{61 - 4 - 18 - 6} = 91$$

Удакладнім даўжыню захваткі па прадукцыйнасці ($\text{м}^3/\text{змену}$) вядучай машыны – бульдозера, якая пры распрацоўцы і перамяшчэнні грунту (АНіР 2-1-15, табл.2 п.ІІ, б, д) роўна

$$П_1 = \frac{T_3 \cdot I_3}{t_1 + t_2} = \frac{8,2 \cdot 100}{0,38 + 0,32 \cdot 4} = 494,$$

дзе T_3 - працяг змены, ч; I_3 - вымеральнік норм, м^3 ; t_1 - норма часу на перамяшчэнне грунту на адлегласць да 10 м (прымаецца па нормам), ч; t_2 - дадатак да нормы часу на кожныя наступныя 10 м (прымаецца па нормам). ч.

Прадукцыйнасць ($\text{м}^3/\text{змену}$) бульдозера на разраўноўванні грунту (АНіР 2-1-20 табл.2, п.з,д)

$$П_2 = \frac{T_3 I_3}{t_1} = \frac{8,2 \cdot 100}{0,41} = 2000$$

Вызначаем паводле формулы (10.5) зменную прадукцыйнасць бульдозера на разраўноўванні, перамяшчэнні і разраўноўванні грунту

$$П = \frac{494 \cdot 2000}{494 + 2000} = 396.$$

Табліца 11.3.

Тэхналагічная паслядоўнасць аперацый з разлікам аб'ёмаў работ і неабходных рэсурсаў на ўвядзенне землянога палатна.

Даўжыня захваткі 130м. Колькасць захватак на участку23.

№ пра-цэса	№ пра-цэса	Крыніца аб-грунтавання прадукцый-насці (АНiP)	Апісанне тэхналагічных аперацый з указаннем колькасці праходаў машын. Назва і марка машыны. Разлік аб'ёму работ на участках.	Адзін-ка вы-мярэн-ня	Аб'ём работы на <u>участак</u> захватку	Прадукцый-насць машыны ў змену	Затраты машын, машына-змены		Затраты працы, чалавека-дзен	
							На участку	На зах-ватку	На участак	На зах-ватку
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	§2-1-15 табл.2 пІ, б, д	Распрацоўка і перамяшчэнне грунту бульдозерам Д-27С на адлегласць 50м. Таўшчыня слою Н=0,4м	м ³	$\frac{13600}{591}$	494	27,50	1,20	27,50	1,20
2	1	§2-1-20 табл.2 п3, д	Разраўноўванне грунту бульдозерам ДЗ-27С	м ³	$\frac{13600}{591}$	2000	6,80	0,30	6,80	0,30
3	2	§2-1-22 табл.3 п. 1, 7, г	Ушчыльненне слоя грунту Н=0,4м, самаходным катком на пнеўмашы-нах ДУ-29 за 8 праходаў па аднаму следу	м ³	$\frac{13600}{591}$	1170	11,62	0,51	11,62	0,50
4	3	§2-1-15 табл.2 п. ІІ, б, д	Распрацоўка і перамяшчэнне грунту бульдозерам ДЗ-27С на адлегласць 50м Н=0,4м	м ³	$\frac{13600}{591}$	494	27,50	1,20	27,50	1,20
5	3	§2-1-20 табл.2 п3, д	Распрацоўванне грунту бульдозерам Д-27С	м ³	$\frac{13600}{591}$	2000	6,80	0,30	6,80	0,30
6	4	§2-1-22 табл.3 п1, 7, г	Ушчыльненне слою грунту Н=0,4м, самаходным катком на пнеўмашы-нах ДУ-29 за 8 праходаў па аднаму следу	м ³	$\frac{13600}{591}$	1170	11,62	11,62	11,62	0,51
7	5	§2-1-26 табл.3 п1, б	Планаванне верху і адкосаў земля-нога палатна і дна рэзерваў аўта-грэйдарам ДЗ-31-1 за 4 прахода па аднаму следу $F=(10+2+2 \times 8) \cdot 3000=84000 \text{ м}^2$	м ²	$\frac{84000}{3650}$	11710	7,17	7,17	7,17	0,31
Разам							99,01	4,33	99,01	4,33

Заканчэнне табліцы 11.3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	§2-1-8 табл.3 п. 5, а	Увядзенне насыпу на балоце аўтавывазкай (21 работы дзень). Распрацоўка і пагрузка пяску ў кар'еру экскаватарам ЭО 4111Б	м ³	12500	600	20,83	41,66	41,66	2,0	
2	Разлік 1	Падвозка пяску аўтамабілям-самазвалам МАЗ-503 на адлегласць 3м	м ³	12500	65	192,30	192,30	192,30	9,16	
3	§2-1-20 табл.2 п3, з	Разраўноўванне грунту дызель-трамбавальнай машынаю ЦНДІБ-РРМЗ, таўшчыня слоя Н=0,65м	м ³	6500	3280	1,98	0,10	1,98	0,10	
4	§2-1-23 табл.2 п. 3, г	Ушчыльненне грунту дызель-трамбавальнай машынаю ЦНДІБ-РРМЗ, за тры прахода па аднаму следу Н=0,65м	м ³	6500	910	21,42	0,93	21,42	0,93	
5	§2-1-20 табл.2 п. 3, д	Разраўноўванне грунту дызель-трамбавальнай машынаю ЦНДІБ-РРМЗ, таўшчыня слоя Н=0,65м	м ²	6000	3280	1,83	0,09	1,83	0,09	
6	§2-1-23 табл.2 п. 3, г	Ушчыльненне грунту дызель-трамбавальнай машынаю ЦНДІБ-РРМЗ, за тры прахода па аднаму следу Н=0,65м	м ³	6000	910	19,77	0,87	19,77	0,87	
7	§2-1-26 табл.3 п. 1, б	Планаванне верху і адкосаў насыпу аўтагрэйдарам ДЗ-31-1 за чатыры прахода па аднаму следу $F=(10+4)800=11200\text{м}^2$	м ²	11200	11710	1,00	0,05	1,00	0,05	
		Разам					259,13		279,96	
		Усяго					358,14		378,97	

Визначыў прадукцыйнасць бульдозера на распрацоўцы, перамяшчэнні і разраўнованні грунту, падлічым даўжыню захваткі (м) пры рабоце трох машын паводле формулы (10.3)

$$l = \frac{3 \cdot 396 \cdot 3000}{27 \cdot 200} = 132.$$

Акругляем даўжыню захваткі да 130 м. Далей выконваем разлік неабходных працоўных, матэрыяльна-тэхнічных рэурсаў, вынікі якога прыведзены ў табл. 11.3.

У сувязі з тым, што ў АНiP няма норм часу на падвозку грунту аўтамабілямі-самазваламі, таму іх прадукцыйнасць вызначаем паводле формулы.

Зменную прадукцыйнасць аўтамабіля-самазвала МАЗ-503 (м³/змену) вызначаем паводле формулы

$$P = \frac{T_3 k q}{\left(\frac{2l}{V} + t\right) \gamma_o} = \frac{8,2 \cdot 0,86 \cdot 7}{\left(\frac{2 \cdot 3}{20} + 0,2\right) 1,5} = 65,$$

Табліца 11.4.

Каплект машын і састаў спецыялізаванай брыгады ўзвядзенню землянога палатна

Назва машын і іх маркі	Патрабуецца машына-змен на захватку	Прынята машын, шт	Кафіцыент выкарыстання	Спецыяльнасць рабочага	Разрад	Патрабуецца чалавек-дзен на захватку	Прынятая колькасць рабочых
Бульдозер ДЗ-27С	3,00	3	1,0	Машыніст	VI V	0,6 2,4	1 2
Самаходны каток на пнеўмашынах ДУ-29	1,00	1	1,02	Машыніст	V	1,00	1
Аўтагрэйдзер ДЗ-31-1	0,36	1	0,36	Машыніст	VI	0,36	1
Экскаватар ЭО-4111Б	1	1	1,00	Машыніст Дапаможнік машыніста	VI V	1,0 1,0	1 1
Аўтамабілі-самазвалы МАЗ-503	9,16	9	1,02	Шафёр	V	9,16	9
Дзізель-грамбавальная машына ЦНДiД-РРМЗ	1,99	2	1,00	Машыніст	V	1,99	2
Усяго	16,53	17				17,53	18

дзе T_3 - працягласць змены, ч; k - каэфіцыент унутрызменнай загрузкі; q - грузапад'ёмнасць аўтамабіля-самазвала, т; l - адлегласць падвозкі, км; V - скорасць руху аўтамабіля-самазвала, км/гадз.; t - час на пагрузку і разгрузку, гадз.; γ_0 - аб'ёмная маса пяска, т/м³.

Прыклад разліку саставу камплекта машын і колькаснага саставу брыгады.

Разлік саставу камплекта машын і колькаснага саставу брыгады спецыялізіраванага патоку ўзвядзення землянога палатна выконвам па даным табл. 11.4., падлічвая колькасць машына-змены і чалавека-дзён па тыпам машын. Вынікі разліку прыводзім у табл. 11.4.

У цяперашні час для выбару аптымальнага саставу дарожна-будаўнічага атрада разработаны (у прыватнасці, у МЛУ) праграмы на ЭВМ.

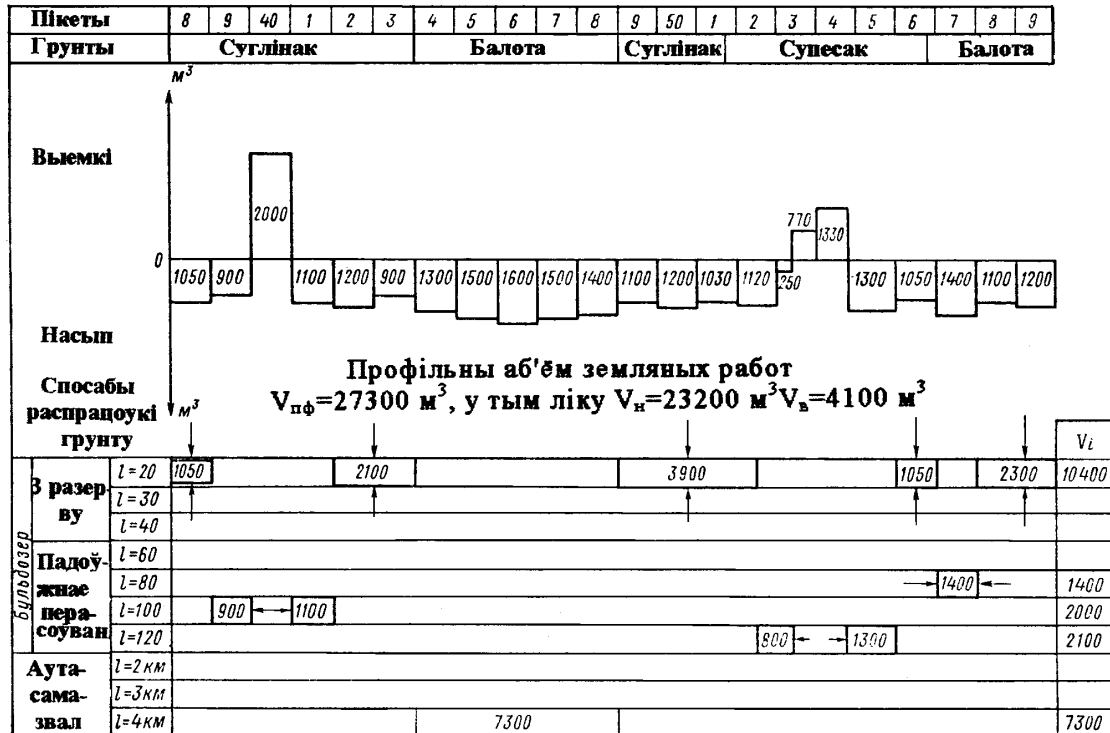
11.5. Размеркаванне земляных мас

Разлік патрэбнасці колькасці выбранага тыпу вядучых машын выконваецца на аснове дадзеных аб размеркаванні земляных мас. З гэтай мэтай складаецца графік размеркавання земляных работ. Для яго састаўлення спачатку належыць устанавіць, як будзе будавацца земляное палатно па даўжыні трасы: у выглядзе насыпу з бакавых аднабакowych і двухбакowych рэзерваў; у выглядзе насыпу і выемкаў, якія чарадуюцца, рознай вышыні, глыбіні і даўжыні; у выглядзе насыпаў і выемкаў, параўнальна вялікай вышыні, глыбіні. Такія насыпы ўзводзяцца з грунтоў, выемкаў, якія да іх прылягаюць, або са спецыяльных рэзерваў. Грунт пры разработцы выемкаў выкарыстоўваецца для ўзвядзення насыпаў, а непрыдатны і яго лішкі ўкладваюцца ў кавальеры ці адвалы.

Графік размеркавання земляных мас (рыс. 11.6) састаўляецца на аснове папакетных аб'ёмаў земляных работ, прыведзеных у ведамасці аб'ёмаў земляных работ, з улікам каэфіцыента адноснага ушчыльнення, тэхніка-эканамічнага абгрунтавання распрацоўкі адлегласці і дальнасці перамяшчэння грунту рознымі механізмамі, а таксама рэкамендацый па выбару вядучых машын для земляных работ.

У графіку ўказваюцца папакетныя аб'ёмы насыпу, выемкі і кювета, месцы атрымання грунту для ўзвядзення насыпу і спосабы размеркавання земляных работ. Аб'ём работ па адсыпцы насыпу размяркоўваецца з улікам каэфіцыента ўшчыльнення пры дапамозе выбраных землярых механізмаў. На графіку ўказваюцца таксама месцы ўзяцця

грунту і выгрузкі яго (стрэлачкі на плане). Вынікі размеркавання земляных работ падводзяцца па кожнаму кіламетру. Па дадзеным графіка размеркавання гэтых работ складаецца ведамасць аб'ёмаў. Пры складанні графіка размеркавання земляных работ неабходна імкнуцца да максімальнага выкарыстання грунту з выемкаў і кюветаў. Грунт, якога не дастае для ўзвядзення насыпу атрымліваюць са сканцэнтраваных і прытрасавых рэзерваў.

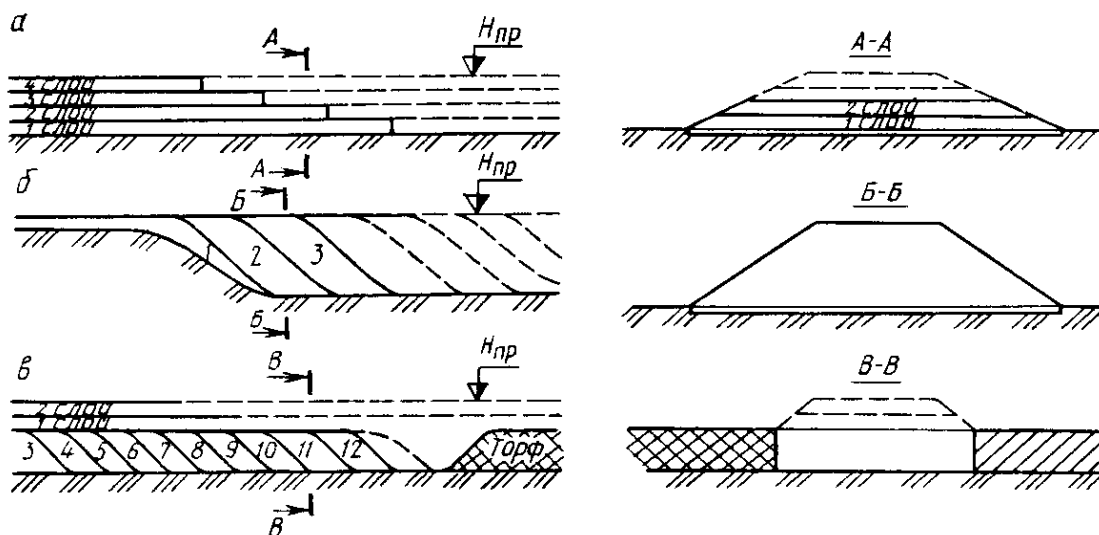


Рыс. 11.6 Графік размярківання земляных мас

З мэтай забеспячэння мінімальнай канфіскацыі зямель, прыдатных для сельскагаспадарчага выкарыстання, нанясення ім мінімальнай шкоды і ў сувязі з неабходнасцю аховы акружаючага асяроддзя і высокім коштам указаных зямель прадугледжваецца закладка сканцэнтраваных рэзерваў. На непрыдатных для сельскагаспадарчага выкарыстання землях, на ўчастках, якія праходзяць па лясных масівах, могуць закладвацца прытрасавыя рэзервы.

11.6. Узвядзенне насыпаў і распрацоўка выемкаў

Спосабы адсыпкі насыпаў. Адсыпку насыпаў вядуць такім чынам, каб утварыўся роўны слой вызначанай таўшчыні, які можна было бы лёгка ушчыльніць. Паслядоўна ўкладваючы слаі грунту адзін на другі і ўшчыльняючы іх, адсыпаюць насып да праектнай адзнакі. Такі спосаб устроўвання насыпу называецца спосабам паслойнай адсыпкі (рыс. 11.7, а). Годнасць гэтага спосабу з'яўляецца магчымасць атрымаць насып з неабходнай шчыльнасцю грунту ў любой яго частцы, а таксама выкарыстоўваць розныя грунты. Пры гэтым спосаб адсыпкі насыпу асноўныя работы вядуць на двух захватках: на адной ствараюць слой грунту, на другой – ушчыльняюць яго. Потым гэтыя аперацыі мяняюць месцамі і так – да поўнай адсыпкі насыпу.



Рыс. 11.7 Схемы адсыпкі насыпу:
а – паслойнае; б – згалавы; в – камбіраванная адсыпка

Пры ўзвядзенні землянога палатна на ўчастках перасячэння балот ці яру з крутымі схіламі выканаць паслойную адсыпку грунту немагчыма. У гэтым выпадку адсыпку насыпу вядуць з самага пачаіку да праектнай адзнакі, а нарошчванне яго выконваюць бесперапынна да таго часу, пакуль ён не перасячэ ўчастак балота ці яру. Такі спосаб устроўвання насыпу з галавы (рыс. 11.7, б). Недахопам гэтага спосабу з'яўляецца немагчымасць ушчыльнення грунту ўсяго насыпу. Ушчыльненне адбываецца пад уздзеяннем уласнай масы грунту, аўтамабіляў і другіх прыродных фактараў. Для ўстранення гэтага

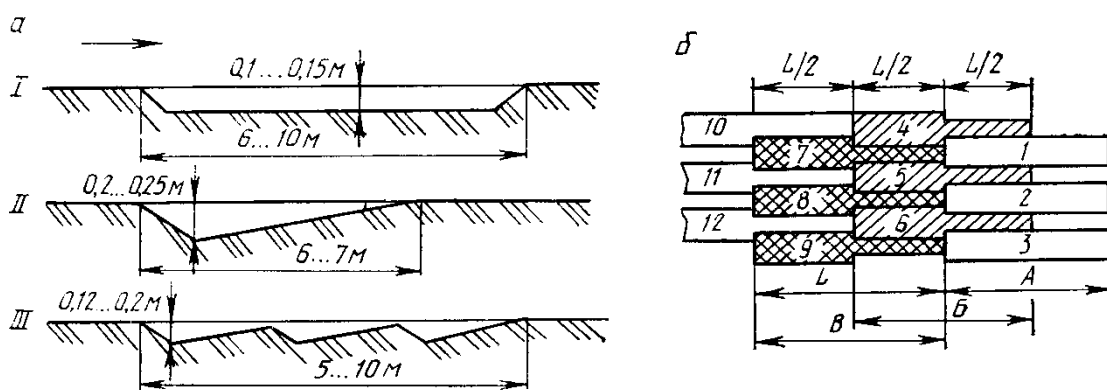
недахопу прымяняюць так званы камбінаваны спосаб адсыпкі насыпу (рыс. 11.7, в). Сутнасць яго - у спалучэнні адсыпкі насыпу з галавы і паслойнай адсыпкі. Напрыклад, пры збудаванні насыпу праз балота можна ніжнюю яго частку ад мінеральнага дна да паверхні балота весці па спосабу з галавы, а верхнюю – адсыпаць паслойна.

Узвядзенне насыпаў і распрацоўка выемак бульдозерам. Бульдозеры прымяняюць у якасці асноўных (вядучых) машын пры правядзенні падрыхтоўчых і асноўных работ у камплекце з іншымі машынамі. У якасці машыны, якая з'яўляецца вядучай, бульдозеры можна выкарыстоўваць пры ўзвядзенні насыпаў вышыняю да 1,5 м з глебы з сумежнага схілу вышыню насыпу можна даводзіць да 2 м. Пры большай вышыні насыпу верхнюю яго частку адсыпаюць скрэперамі ці экскаватарамі.

Рабочы цыкл бульдозера пры ўзвядзенні землянога палатна складаецца з зарэзання глебы, яго перамяшчэння, укладкі і зваротнага халастага ходу бульдозера ў забой (рэзерв).

Пры зарэзанні глебы нож адвалу бульдозера заглыбляецца ў глебу з адначасовым перамяшчэннем бульдозера наперад. Пасля таго, як глебу дасягае верхняй мяжы адвалу, заглубленне яго спыняецца і прызма валачэння аб'ёмам 3...6 м³ перамяшчаецца да месца ўкладкі глебы. Далей адвал падымаюць уверх, калі глебу укладваюць кучаю, ці прыпадаюць на таўшчыню слою, калі неабходна глебу разраўнаваць у залежнасці ад умоў работы выкарыстоўваюць тры асноўныя схемы зрэзкі і набору глебы (рыс. 11.8): прамавугольную, клінападобную і грабенчатую.

Прамавугольную схему прымяняюць для атрымання раўнамернай



Рыс. 11.8 Схемы зрэзкі глебы:

а – бульдозерам; б – набору глебы скрэперам; I – прамавугольная; II – клінападобная; III – грабенчатая; А...В – рады праходаў скрэпераў; 1...12 – паслядоўнасць зарэзання; L – даўжыня зарэзання

стружкі пры распрацоўцы схілаў і выемкаў. Яна можа выкарыстоўвацца для ўсіх відаў грунтоў пры руху бульдозера пад ухіл. *Клінападобную* схему прымяняюць на лёгкіх і вільготных грунтах. Пры адным і тым жа аб'ёме выразаемага грунту гэтая схема забяспечвае найбольш хуткае (5...7с) запаўненне адвалу і найлепшае выкарыстанне магутнасці трактара (да 100%). *Грабеньчатую* схему прымяняюць на цяжкіх (цвёрдых і перасохшых) грунтах, калі сіла цягі трактара недастаткова для набору поўнага аб'ёму грунту за адзін прыём. Пры рабоце па гэтай схеме адвал заглыбляюць у грунт да замежнай перагрузкі рухавіка і, паўтараючы заглыбленне і пад'ём 2...3 разы, забяспечваюць поўны набор грунту перад адвалам (час рэзання – 15 с, выкарыстанне магутнасці – 90-100%).

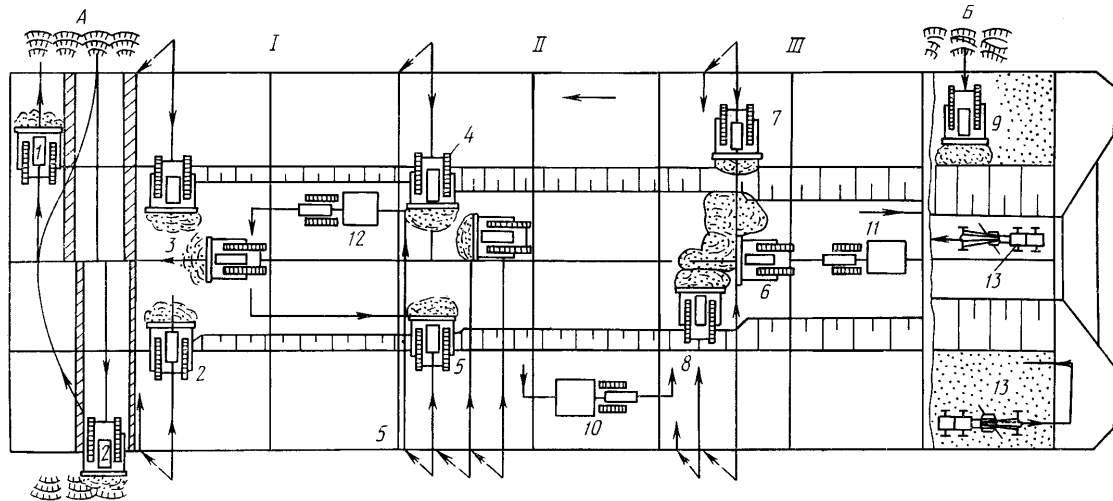
Пры ўзвядзенні насыпаў з бакавых рэзерваў бульдозеры расстаўляюць з аднаго або двух бакоў (пры двухбаковых рэзервах) уздоўж насыпу на адлегласці адзін ад другога, кратнай зменнай прадукцыйнасці бульдозераў, занятых на асноўных работах.

Разработку грунту ў рэзервах ажыццяўляюць траншэйным спосабам, г.зн. перамяшчэннем грунту ў асобнай паласе – траншэі. Пры гэтым паміж суседнімі траншэямі пакідаюцца перамычкі шырынёю 0,4...0,6 м, якія зразаюць і перамяшчаюць у верхнюю часць насыпу пасля распрацоўкі грунту ва ўсіх траншэях. Насып з рэзерваў можна ўзводзіць па розных тэхналагічных схемах. Напрыклад, пры невысокіх насыпах работу выконваюць на дзвюх захватках: на першай з іх грунт з рэзерву адсыпаюць у насып і разраўноўваюць, на другой – ушчыльняюць каткамі на пнеўмашынах. Пры значных аб'ёмах работ мэтазгодна выкарыстоўваць некалькі бульдозераў: адзін толькі для перамяшчэння грунту, другія – для яго разраўноўвання. Тэхналагічная схема ўзвядзення землянога палатна бульдозерамі з камплектуючымі машынамі (каткі, аўтагрэйдэр) прыведзена на рыс.11.9.

Узвядзенне насыпу вялікай працягласці больш за 200 м з бакавых рэзерваў найбольш эканамічна, калі яе вышыня не будзе перавышаць 1,5 м. Пры большай вышыні спалучаюць папярочнае перамяшчэнне грунту бульдозерамі ў ніжнія слаі насыпу з падоўжанай транспарціроўкай грунту скрэперамі ці аўтамабілямі самазваламі, якія адсыпаюць верхнюю частку насыпу звыш 1,5 м да праектных адзнакаў. Калі высокі насып мае даўжыню менш 200 м, то падоўжанае перамяшчэнне грунту, якога не хапае можна ажыццяўляць бульдозерамі з сканцэнтраваных рэзерваў ці выемкаў.

Распрацоўку выемкаў вядуць ярусным спосабам, пачынаючы з участкаў найбольш блізкіх да ўзвядзімага насыпу. Гэты спосаб заклю-

чаецца ў распрацоўцы грунту слямі (вышынёю каля 0,8 м) на поўную плошчу выемкі ці кар’еру. Кожны ярус на ўсю шырыню і даўжыню выемкі распрацоўваюць падоўжанымі траншэямі, пакідаючы паміж імі сценку шырынёю да 1 м. . Край наступнага яруса зрушваецца ў бок восі выемкі на адлегласць, роўную таўшчыні знімаемага слоя на залажэнне адкосу. Пры планіроўцы адкосаў уступы, якія ўтварыліся і іншы грунт зразаюць.



Рыс. 11.9 Тэхналагічная схема узвядзення насыпу бульдозерам з камплектуючымі машынамі:
I...III – захваткі; 1...9 – бульдозеры; 10...12 – каткі; 13 – аўтагрэйдэр

Распрацоўку выемкаў можна праводзіць і папярочным перамяшчэннем грунту ў кавальеры ці другія месцы. Такі спосаб прымяняюць пры неглыбокіх выемках ці ў тым выпадку, калі грунт, атрымліваемы пры разроботцы выемкаў, не прыгодны для адсыпкі насыпаў.

Распрацоўку грунту на схілах лепш заўсё выконваць бульдозерам з паваротным адвалам з цыліндрам перакосу ці тэрасерам. Устанавіўшы адвал бульдозера пад вуглом да паверхні грунту і зразаючы клінападобную стружку, за некалькі праходаў устройваюць гарызантальны (рабочы) уступ шырынёю 3...3,5 м, з якога ажыццяўляюць далейшую распрацоўку схілу падоўжанымі хадамі ўніверсальнага бульдозера.

Створаны ў цяперашні час спецыяльна для будаўніцтва лесавозных дарог агрэгат ЛД-4 з універсальным бульдозерам ЛД-10 дазваляе, акрамя распрацоўкі грунту папярочным перамяшчэннем, узводзіць насыпы па падоўжна-кругавой тэхналагічнай схеме, устройваць і ачышчаць пры адпаведнай устаноўцы адвалу водаадводныя канавы, планіраваць адкосы насыпаў, вымак, рэзерваў і інш. Па гэтай схеме

распрацоўка грунту і падача яго ў бок насыпу або пры неабходнасці на абрэз адбываюцца бесперапынна ў працэсе руху машыны паралельна восі дарогі.

Тэхналагічная схема ўзвядзення насыпу агрэгатам ЛД-4 наступная: пасля ўстаноўкі калкоў, якія фіксуюць мяжу будучай падэшвы насыпу, уздоўж іх робяць першы праход для таго, каб дакладна абазначыць мяжу падэшвы. Далейшымі праходамі (двума-трыма) пры шырыні рэзерву 6...7 м зразаюць раслінны слой, адсоўваючы яго ў бок ад дарогі за межы будучага рэзерву. Пасля гэтага падоўжанымі праходамі ажыццяўляюць заразанне. Шырыня зразаемага слоя прымаецца невялікай, а таўшчыня рэгулюецца па загрузцы рухавіка. Зразаемыя валікі перамяшчаюць на земляное палатно і ўкладваюць упрытык, пачынаючы ад сярэдзіны палатна. Па дасягненні праектнай вышыні насыпу за кошт рэгулявання таўшчыні стружкі ствараецца падоўжаны ўхіл дна рэзерву.

Аналагічна апісанаму, узводзяць насып лесадарожнай машынай ЛД-30. Адрозненне складаецца ў тым, што хады на распрацоўку спалучаюцца з рыхленнем грунту зубам рыхліцеля. Але машына ЛД-30 не пераходзіць праз вась дарогі, як пры падоўжана-кальцавой схеме, а вяртаецца па гэтаму боку заднім ходам і рыхліць грунт. Такую схему работы называюць падоўжна-чаўночны.

Узвядзенне насыпаў грэйдэрамі. Работа грэйдэра (аўтагрэйдэра) па ўзвядзенню насыпаў аналагічна рабоце агрэгата ЛД-4 з універсальным бульдозерам ЛД-10. Грэйдэр паслядоўнымі падоўжанымі праходкамі выразае трохвугольную ці прамавугольную стружку грунту і ажыццяўляе падачу яго ў палатно дарогі, пасля чаго грунт разраўноўваюць і ўшчыльняюць. Работу арганізуюць па кругавой схеме на ўчастках (захватках) даўжынёю, роўнай зменнай выпрацоўцы (500...1500 м).

Распрацаваны грэйдэрам грунт укладваюць у насып наступнымі спосабамі: паслойна з разраўноўваннем, г.зн. грунт з рэзерву укладваюць у насып сляямі таўшчынёю 0,15...0,2 м; у паўпрыціск, г.зн. валікамі, якія шчыльна прылягаюць адзін да другога, вышыня якіх пасля планіроўкі грабянёў дасягае 0,3 м; у прыжым, г.зн. павялічанымі па вышыні валікамі, вышыня якіх пасля планіроўкі грэбянёў складае 0,4...0,5 м. Паслойная ўкладка грунту прымяняецца пры павышанай яго вільготнасці грунту, блізкай да аптымальнай.

Збудаванне землянога палатна скрэперам. У якасці вядучай машыны скрэперы прымяняюць у дарожным будаўніцтве пры ўзвядзенні насыпу з грунту бакавых і сканцэнтраваных рэзерваў, устройванне

выемкаў з перамяшчэннем грунту ў насып ці кавальеры. Скрэперы бываюць прычапныя да гусенічных і калёсных трактароў, паўпрапныя да аднавосных цягачоў і самаходныя. Прычапныя скрэперы эфектыўны пры транспарціроўцы грунту на 300...500 м. Для скрэпераў з вялікімі каўшамі (аб'ёмам больш за 10...15 м³) адлегласць транспарціроўкі грунту можа быць павялічана да 1,5 км, а для паўпрычапных і самаходных скрэпераў адлегласць вывазу грунту можа быць 2...3 км.

Працэс работы скрэпера ўключае рэзанне грунту з адначасовай загрузкаю каўша, ход з грузам, разгрузку каўша і халасты ход. Асноўным рабочым органам скрэпераў з'яўляецца коўш з рэжучымі нажамі. Коўш устаноўлены на калёсах з пнеўматычнымі шынамі і абсталяваны механізмам апускання, пад'ёму і разгрузкі грунту. Пры рэзанні і загрузцы коўш заглыбляюць на максімальную глыбіню, пасля чаго, не прыпыняючы скрэпер, коўш паслядоўна падымаюць. Глыбіня рэзання грунту ў залежнасці ад яго тыпу складае 15...35 см, а пучь набору – 7...35 м, які вызначаецца паводле формулы

$$l_3 = \frac{qk_n k_c k_{nc}}{bhk_p}$$

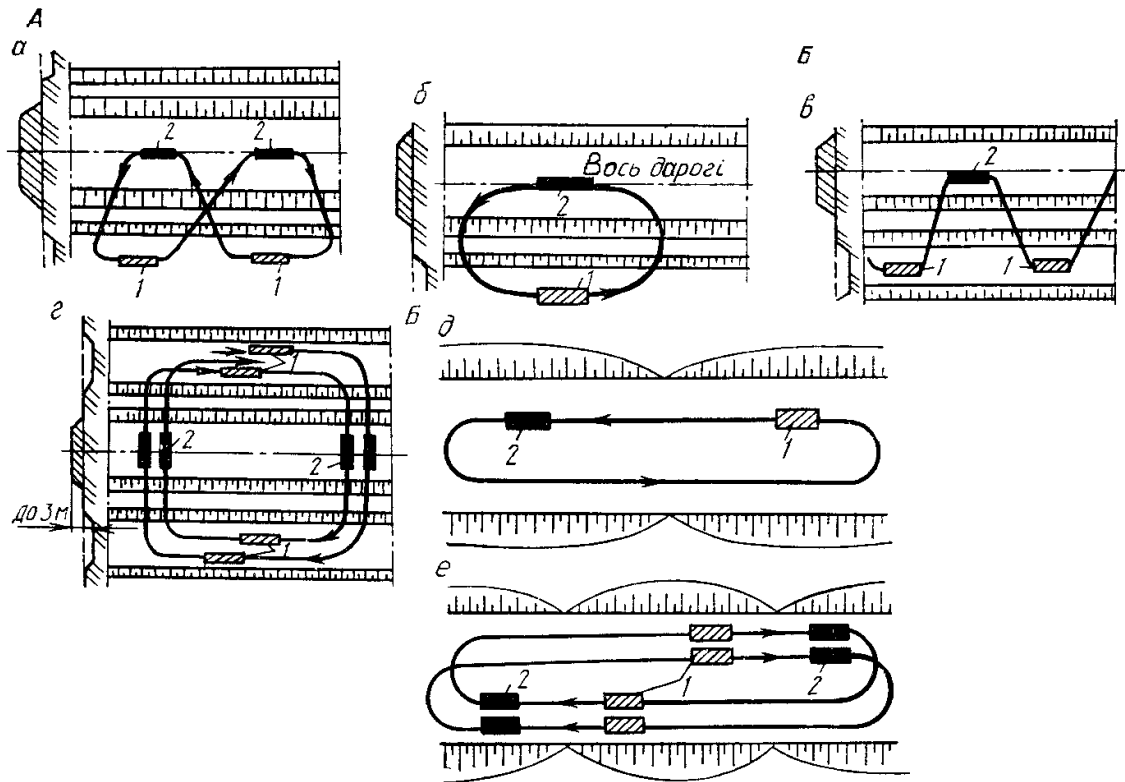
дзе q - змяшчальнасць каўша скрэпера, м³; k_n - каэфіцыент напаўнення каўша, роўны 0,8...1,25; k_c - каэфіцыент, які ўлічвае страты грунту, роўны 1,3; k_{nc} - каэфіцыент, які ўлічвае нераўнамернасць таўшчыні зразаемай стружкі, роўны 0,7; b , h - шырыня і глыбіня рэзання; k_p - каэфіцыент разрыхлення грунту.

Для аблягчэння запаўнення каўша скрэпера ў шчыльных неразрыхленых грунтах прымяняюць шахматную схему яго набору (рыс. 11.10). Таўшчыня слоя адсыпкі грунту складае 0,15...0,35 м і рэгуляецца апусканнем ці падыманнем каўша скрэпера.

Пры ўзвядзенні насыпу або распрацоўцы выемкі рух скрэпера можа быць арганізаваны па наступным схемам: васьмёрцы, эліпсу, зігзагу, спіралі. Ад правільна выбранай схемы руху скрэпераў залежыць іх вытворчасць.

Работа па схеме васьмёркай (рыс. 11.10, а) прымяняецца пры распрацоўцы аднабаковых рэзерваў участкамі даўжынёю 100...200 м. Эліптычная схема (рыс. 11.10, б) – пры даўжыні ўчасткаў 50...100 м. Зігзагападобная – прымяняецца на ўчастках даўжынёю больш за 200 м (рыс. 11.10, в). пры распрацоўцы двухбакавых рэзерваў выкарыстоўваюць спіральную схему (рыс. 11.10, г). Пры гэтым шырыня насыпу павінна быць не менш шляху разгрузкі каўша, а рознасць адзнакаў насыпу і рэзерваў – не перавышаць 2 м.

Выемкі часцей за ўсё распрацоўваюць па эліптычнай схеме з перамяшчэннем грунту ў адзін сумежны насып (рыс. 11.10, а), або ў два насыпы, размешчаныя з двух бакоў выемкі (рыс. 11.10, б).



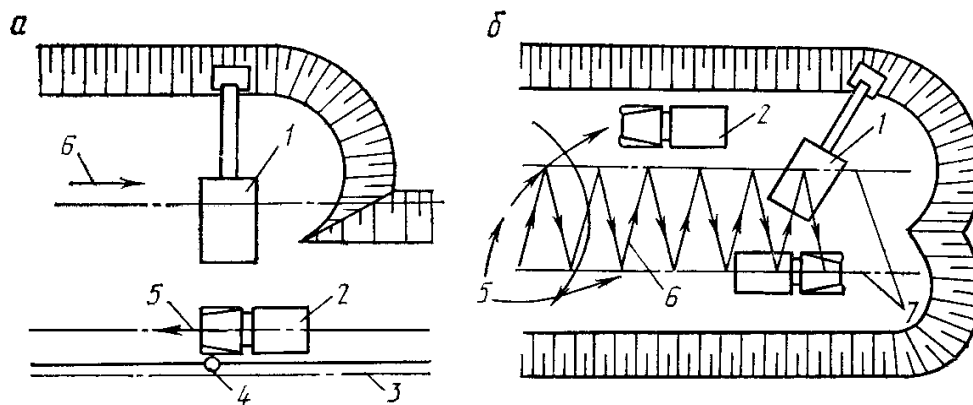
Рыс. 11.10 Схема руху скрэпера пры ўстройванні насыпу (А) і выемкі (В):
1 – загрузка коўша скрэпера грунтам; 2 – выгрузка і разраўноўванне грунту

На практыцы пры ўзвядзенні насыпу ці распрацоўцы выемкі атрымала найбольшае распаўсюджванне эліптычная схема руху, таму што на кожны цыкл прыходзіцца толькі адзін паварот.

Прымяненне экскаватараў і аўтасамазвалаў пры ўзвядзенні землянога палатна. Экскаватары ў якасці вядучай машыны прымяняюць для распрацоўкі выемкаў, кар’ераў грунту будаўнічых матэрыялаў з пагрузкаю ў транспартныя сродкі, галоўным чынам у аўтамабілісамазвалы. Рабочым органам экскаватара з’яўляецца прамая ці адваротная лапата. Пры будаўніцтве лесавозных дарог у асноўным выкарыстоўваюць аднакаўшавыя экскаватары з рабочым органам у выглядзе прамой лапаты. Імі распрацоўваюць грунты ў высокіх забоях, узводзяць насыпы з грунтаў бакавых рэзерваў, а адваротнай лапатай распрацоўваюць глебу ніжэй узроўню экскаватара.

Пры распрацоўцы глыбокіх выемкаў, сканцэнтраваных рэзерваў ці

грунтовых кар'ераў спачатку распрацоўваюць траншэю на ўсю даўжыню выемкі. Падобная траншэя ўтвораная экскаватарам за адзін праход у адным напрамку выемкі ці кар'еру, называецца праходкай ці забоем. Для экскаватара з прамою лапатаю прыняты два віды праходак: бакавыя і лабавыя. Пры бакавых праходках (рыс. 11.11, а) грунт грузыць у аўтамабілі-самазвалы, якія стаяць збоку ад экскаватара, пры лабавых праходках (рыс. 11.11, б) аўтамабілі-самазвалы пад'язджаюць заднім ходам і становяцца за экскаватарам. Бакавыя праходкі прымяняюць пры распрацоўцы выемкаў і кар'ераў грунту для пагрузкі ў транспартныя сродкі ці адвал, які размяшчаецца паралельна ходу экскаватара, а лабавыя – пры першых праходах у выемках і кар'ерах, кароткіх выемках на крутых склонах, распрацоўцы скальных выемкаў і катлаванаў пад фундаменты будынкаў.



Рыс. 11.11 Схемы забоеў экскаватараў з прамою лапатаю:

а – бакавая праходка; б – лабавая праходка; 1 – экскаватар; 2 – аўтасамасвал; 3 – вась папярэдніх параходкі; 4 – тычка; 5 – напрамак руху аўтасамасвалаў; 6 – напрамак рабочага ходу экскаватара; 7 – вась бакавога размяшчэння экскаватара

Каб забяспечыць нападзенне каўша з “шапкаю”, вышыня забое для грунтоў I...II катэгорый па цяжкасці распрацоўкі павінна быць для экскаватара з умяшчальнасцю каўша 0,25...0,5 м³-1,5 м, 0,65...0,8-2,5; з умяшчальнасцю каўша 1...2,5 м³ – 3 м.

Экскаватары, якія маюць рабочае абсталяванне ў выглядзе драглайна, пры будоўніцтве лесавозных дарог прымяняюць рэдка. Імі распрацоўваюць глыбокія выемкі і траншэі, а таксама ўстройваюць верхнюю частку высокіх насыпаў і г.д.

Насыпы з прывазных грунтоў будуюць на балотах, валунных участках, дзе мясцовы грунт нельга выкарыстоўваць для адсыпкі насыпу. Тэхналагічная паслядоўнасць узвядзення землянога палатна з прымя-

неннем экскаватараў і аўтасамазвалаў наступная: распрацоўваюць кар’ер і грузяць грунт аднакаўшовымі экскаватарамі ў аўтасамазвалы; аўтамабілямі-самазваламі дастаўляюць грунт да месца ўкладкі і разгружаюць; разраўноўваюць грунт аўтагрэйдэрамі ці бульдозерамі, ушчыльняюць грунт каткамі; планіруюць адкосы землянога палатна планіроўшчыкам адкосаў на трактары ці аўтагрэйдэрам з аткоснікамі; профіліруюць паверхню землянога палатна аўтагрэйдэрам.

Экскаватары падбіраюць па іх прадукцыйнасці, размерам земляных збудаванняў, катэгорыі грунтоў і іншым мясцовым умовам, а пры выбары транспартных сродкаў неабходны наступныя суадносіны ёмістасці каўша экскаватара і кузава аўтамабіля:

$$q_a = (4K \text{ б})V_k \gamma_z,$$

дзе q_a - грузапад’ёмнасць аўтамабіля-самазвала, т; V_k - ёмістасць каўша экскаватара, м³; γ_z - аб’ёмная маса грунта, т/м³.

Неабходную колькасць аўтасамазвалаў для забяспячэння загрузкі экскаватара можна вызначыць па формуле:

$$N = \frac{t_a V_k \gamma k_n}{t_n q_a k_p},$$

дзе t_a - працягласць аднаго рэйса экскаватара, с; k_n - каэфіцыент напаўнення каўша; t_n - працягласць цыкла экскаватара, с; k_p - каэфіцыент разрыхлення грунта.

11.7. Узвядзенне землянога палатна на балотах

У адпаведнасці з тыпам балота і катэгорыяй дарогі насыпы на балотах могуць узвядзіцца: без вытарфоўвання з адсыпкаю грунта непасрэдна на балота; з частковым ці поўным вытарфоўваннем, з пасадкаю насыпу на мінеральнае дно. Ва ўсіх выпадках вышыня насыпу магістраляў і веткаў павінна быць не менш 0,5 м.

Будаўніцтва насыпу з адсыпкаю грунта непасрэдна на балота (без вытарфоўвання) выконваецца ў наступнай паслядоўнасці. Пры высечцы прасекі на балоце пасечаныя рэшткі (сукі і вяршыні дрэў) укладваюць уздоўж восі дарогі на поўную шырыню асновы насыпу слоём таўшчынёю 0,7...0,8 м. Гэты слой ушчыльняюць двума-трыма праходкамі трактара. Калі даўжыня ўчастка дарогі па балоту не больш 100...150 м і ў сумежных выемках ці рэзервах ёсць дастатковая колькасць прыдатнага (дрэнажаванага) для ўзвядзення землянога палатна

грунту, то для яго ўзвядзення прымяняюць бульдозеры, якія падоўжанымі хадамі перамяшчаюць грунт ад краю да сярэдзіны балота. Калі даўжыня ўчастка дарогі па балоту больш за 150 м і ў суседніх выемках ці рэзервах адсутнічае дрэнажаваны грунт, то насып адсыпаюць з кар'ернага грунту, які дастаўляецца аўтамабілямі-самазваламі.

Вышыню насыпу адсыпаюць з улікам яго асядання, якое можа быць прынятым

$$S = (0,2K - 0,3)H_6,$$

дзе H_6 - глыбіня балота.

Узвядзенне насыпаў на балотах рэкамендуецца выконваць у зімовы час. Гэта звязана з тым, што зімою параўнальна лёгка можна распрацоўваць кар'еры сухіх пячаных і жвіравых радовішч. Асабліва эфектыўна ўзводзіць насыпы на балотах, якія прамярзаюць на глыбіню, якая забяспечвае бяспечную работу землерыйных і транспартных машын. Насыпы зімою адсыпаюць серпападобнымі слямі на ўсю шырыню з дасканальным ушчыльненнем грунту.

Пры будаўніцтве землянога палатна на балотах з частковым ці поўным вытарфоўваннем, як правіла, прымяняюць экскаватары. Работы рэкамендуецца вясці ў зімовы час. Шлях, па якому будзе рухацца экскаватар, ачышчаюць ад снегу і расліннасці. Пасля прамярзання ачышчанай паласы на глыбіню 0,3...0,4 м торф выдаляюць экскаватарам, абсталяваным абаротнай лапатаю або драглайнам. Паласу для пракладкі траншэі пакідаюць пад снегам да пачатку работ. Даўжыня траншэі павінна быць дастатковай для работы экскаватара на працягу змены. Калі з аднаго боку распрацоўваюць траншэю цалкам (за змену адным экскаватарам) немагчыма, то каб пазбегнуць замярзання яе з другога боку неабходна прадугледзець работу двух экскаватараў, якія ідуць насустрач адзін другому па бакам будучай дарогі. Пры распрацоўцы траншэі яе адкосы хутка прамярзаюць, таму пасля зачысткі дна траншэі пачынаюць падвозку грунту самазваламі і адсыпку падземнай часткі насыпу. Пры выкананні работ у летні час неабходна прымяняць экскаватар з пашыранымі гусеніцамі ці мець шчыты, якія перакладваюцца, для яго перамяшчэння. На сухіх неглыбокіх балотах I тыпу вытарфоўванне можна выконваць бульдозерамі.

На слабазбалочаных участках для паскарэння асадкі насыпу і зніжэння вільготнасці грунтоў устройваюць вертыкальныя пячаныя дрэны або дрэнажаваныя прарэзы, якія забяспечваюць скарачэнне шляху фільтрацыі вады ўшчыльняемага слоя. Акрамя таго, самы палі і запоўненыя пяском проразы ўспрымаюць частку нагрузкі ад масы насыпу.

Звычайна пясчаныя дрэны дыяметрам 0,3...0,4 м устройваюць у шахматным парадку пры адлегласці паміж імі 1,5...3 м.

Для ўстройвання пясчаных дрэн у грунт пагружаюць стальную трубу-лідэр і ў яе засыпаюць пясок. Пры выцягванні трубы пясок праз башмак, які сам раскрываецца, высыпаецца і запаўняе прастору.

Папярочныя дрэнажаваныя прарэзы пры магутнасці торфу менш 3 м устройваюць экскаватарам, абсталяваным абаротнай лапатаю, а торф выкідваюць у адвал. Пясок падвозяць аўтасамазваламі і бульдозерам засыпаюць траншэі-проразы.

На балотах пры таўшчыні торфу 0,8...1 м у залежнасці ад вышыні насыпу грунт можа быць адсыпаны непасрэдна на нераскарчаную аснову або з умацаваннем асновы высцілкай хмызняку. Пры таўшчыні торфу 1...2 м пад хмызняковую высцілку ўкладваюць падоўжныя лагі (з бярвён дыяметрам 0,14...0,15 м) праз 0,5...1 м, а пры таўшчыні торфу больш 2 м зверху лаг укладваюць суцэльныя касы насціл (звычайна пад вуглом 60⁰ да восі дарогі) з недзелавага даўгаця дыяметрам 0,08...0,12 м. Гэты насціл носіць назву слань. Шырыня насцілу (у м) можа быць вызначана па формуле

$$B_n = B + 2mH + 2a,$$

дзе B , H - шырыня і вышыня землянога палатна, м; m - залажэнне адкошу насыпу; a - паласа запасу, роўная 0,3...0,5 м.

Устройванне галлёвай высцілкі, сланяў дазваляе паменшыць асадку насыпу і забяспечыць больш раўнамерную перадачу нагрузкі на слой торфу.

Паслядоўнасць узвядзення насыпаў такая ж як пры адсыпцы на галлёвую аснову ці на торф. Устройванне сланяў патрабуе вялікага расхода драўніны – 800...20000 м³ на 1 км дарогі, шмат ручной працы, таму прымяненне іх павінна быць абгрунтавана тэхніка-эканамічным разлікам.

11.8. Ушчыльненне грунтоў землянога палатна

Ушчыльненне ўяўляе сабою штучнае паляпшэнне будаўнічых уласцівасцяў грунтоў без карэннага змянення іх фізіка-хімічных уласцівасцяў. Гэта самы танны спосаб павышэння трываласці, марозаўстойлівасці, зніжэння водапранікальнасці, порыстасці, набухаемасці грунтоў.

Шчыльнасць грунтоў выражаецца каэфіцыентам ушчыльнення ў

долях ад максімальнай (аптымальнай) шчыльнасці $\delta_{ск.мах}$ і вызначаецца паводле формулы

$$\delta_{зр} = k_y \delta_{ск.мах}.$$

Для верхніх слаёў землянога палатна каэфіцыент ушчыльнення прыняты не ніжэй за 0,98...1,0, для ніжніх слаёў ён можа быць зніжаны да 0,95. Значэнне k_y для лесавозных дарог прымаецца 0,95...0,98.

У цяперашні час дзякуючы стварэнню цяжкіх каткоў можна дасягнуць каэфіцыента ўшчыльнення 1,05...1,07. Пры такіх k_y модуль пругкасці грунту землянога палатна значна павышаецца, а значыць, умяншаецца таўшчыня дарожнага адзення і расход будаўнічых матэрыялаў. У выніку зніжаецца кошт будаўніцтва дарогі.

Для дасягнення максімальнай шчыльнасці вільготнасць грунту павінна быць аптымальнай.

Калі грунт землянога палатна мае празмерную вільготнасць, то яго неабходна падсушыць, а пры недастатковай вільготнасці земляное палатно паліваюць вадою.

Колькасць вады, што неабходна дабавіць да грунту, каб давесці яго вільготнасць да аптымальнай, вызначаецца паводле формулы

$$Q = k_y \delta_{мах} (W_0 - W) a,$$

дзе Q - дабавачная колькасць вады, т на 1 м³ грунту ў шчыльным стане; $\delta_{мах}$ - максімальная шчыльнасць грунту, г/см³; W_0 , W - адпаведна аптымальная і прыродная вільготнасць грунту ў долях адзінкі; a - каэфіцыент, які ўлічвае выпарэнне часткі вады (у засушлівых раёнах прымаюць $a = 1,2$).

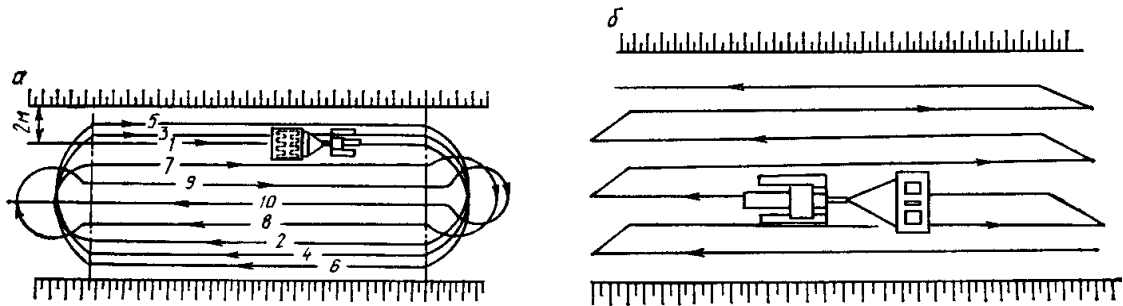
Для забяспячэння патрабуемай шчыльнасці грунту неабходна праводзіць яго паслойнае ўшчыльненне пры ўзвядзенні насыпаў і паверхні землянога палатна ў выемках.

Машыны, якія прымяняюцца для ўшчыльнення грунту землянога палатна, прыведзены ў гл. 7.

Эфектыўнае ўшчыльненне грунту ўезджваннем забяспечваецца пры ўмове, калі ціск рабочага органа катка на грунт блізкі да яго мяжы трываласці спачатку ушчыльнення. Калі ж ціск большы, то шчыльнасць грунту пры ўезджванні не павялічваецца, а паменшаецца з прычыны ўтварэння хваль грунту перад вальцамі або коламі катка.

Для павышэння мяжы шчыльнасці грунту і паступовага павелічэння ціску на яго ўшчыльняючых сродкаў пры ўшчыльненні ўезджваннем рыхлы свежаадсыпаны грунт кожнага слоя неабходна падвяргаць папярэдняму ўшчыльненню. Пачынаць ушчыльненне неабходна

больш лёгкімі каткамі, а потым пераходзіць да больш цяжкіх, яны павінны рухацца ад краю насыпу да яго сярэдзіны па кругавой (рыс. 11.12, а) ці чаўночнай (рыс. 11.12, б) схеме, пры кожным праходзе катка папярэдні след павінен перакрывацца на 0,3...0,4 м.



Рыс. 11.12 Схемы ўшчыльнення грунту:

а – прычэпным катком на пнеўмашынах па кругавой схеме; б – вібрацыйным катком па чаўночнай схеме; 1...10 – паслядоўнасць праходаў

Пры ўшчыльненні верхніх слаёў насыпу наадварот, неабходна рухацца, адступаючы ад краю насыпу пры першых праходах на 0,5...1,5 м у залежнасці ад вышыні насыпу і масы каткоў, з тым каб не вызываць спаўзання краю землянога палатна.

Пры ўшчыльненні грунтоў важнае значэнне мае выбар рацыянальнага скараснога рэжыму работы каткоў. Пад ім разумеюць такое спалучэнне скорасці руху каткоў на разных стадыях, пры якім без зніжэння якасці ўшчыльнення грунтоў дасягаецца максімальная выпрацоўка. Першы праход каток выконвае на малой хуткасці, чым забяспечваецца роўнасць паверхні, якая захоўваецца і пры наступных праходах на вялікай скорасці. За наступныя праходы адбываецца ўшчыльненне, блізкае да аптымальнага. Два апошніх праходы, як правіла, выконваюць на малой скорасці (не вышэй за 2...2,5 км/гадз.). Рацыянальны скарасны рэжым ушчыльнення звязаных грунтоў павышае выпрацоўку каткоў у 2 разы і дае эканомію да 30...40% агульнага кошту ўшчыльнення.

Даўжыня ўчастка, на якім выконваюцца работы па ўшчыльненню грунтоў, залежыць ад вільготнасці грунту і агульнай арганізацыі работ па ўзвядзенню землянога палатна. Звычайна даўжыню ўчастка прымаюць не менш 100...200 м. Павелічэнне фронту ўезджвання павышае прадукцыйнасць работ.

Кантроль якасці ўшчыльнення ажыццяўляецца ў працэсе работы палявымі лабараторыямі. Ён заключаецца ў сістэматычным вызначэн-

ні шчыльнасці грунтоў кожнага ўшчыльняемага слоя і параўнанні яе з патрабуемай, а таксама ў назіранні за вільготнасцю грунту, таўшчынёю слаёў і колькасцю праходаў ушчыльняючых сродкаў.

Для паскоранага прыблізнага вызначэння вільготнасці і шчыльнасці грунтоў служыць шчыльнамер-вільгацяммер Кавалёва.

Для вымярэння шчыльнасці і вільготнасці грунтоў у палявых умовах без адбору проб прымяняюць радыёметрычныя метады (нейтравыя вымяральнікі вільготнасці і гама-шчыльнамеры).

У цяперашні час таксама прымяняюць аўтаматызаваны кантроль ушчыльнення грунту, які дазваляе вызначыць ступень ушчыльнення ў працэсе работы. Для гэтай мэты служаць спецыяльныя перасоўныя ўстаноўкі. Тып катка выбіраецца ў залежнасці ад віду грунтоў землянога палатна, пры гэтым неабходна кіравацца патрабаваннямі інструкцыі.

Пасля выбару тыпу катка вызначаецца неабходная таўшчыня ўшчыльняемага слоя грунту землянога палатна, колькасць праходаў катка па аднаму следу.

Таўшчыня ўшчыльняемага слоя вызначаецца паводле формулаў табл. 11.5 і суадносіцца з патрабаваннямі УБН 55-89.

Табліца 11.5.

Вызначэнне аптымальнай таўшчыні, ушчыльняемага слоя грунту

Машыны для ўшчыльнення грунту	Звязныя грунты	Не звязныя грунты
Гладкія каткі	$H_0 = \frac{0,25\sqrt{qRW_1}}{W_0}$	$H_0 = \frac{0,35\sqrt{qRW_1}}{W_0}$
Кулачковыя каткі	$H_0 = 0,65(L + 0,2b - h_p)$	Не прымянецца
Каткі на пнеўмашынах	$H_0 = \frac{0,53\sqrt{QW_1}}{W_0}$	
Трамбавальныя машыны	$H_0 = \frac{0,7H_{np}W_1}{W_0}$	

Заўвага: W_1, W_0 - адпаведна фактычная і аптымальная вільготнасць грунту, %; q - лінейны ціск, кг/см; R - радыус вальца катка, см; L - даўжыня катка, см; b - мінімальны размер апорнай паверхні кулачка, см; h_p - глыбіня рыхлення ўшчыльнёнага слоя грунту кулачкамі (прыкладна 5 см); Q - нагрукана кола катка, кг; H_{np} - гранічная таўшчыня ўшчыльняемага слоя грунту (40...60 см).

Неабходная колькасць праходаў катка на пнеўмашынах вызначаецца паводле формулы

$$n = \frac{1}{\beta} \ln \frac{\delta_{\max} - \delta_n}{\delta_{\max} - \delta_{\text{гр}}},$$

дзе β - каэфіцыент, які залежыць ад масы катка (для каткоў масай больш 20 т роўны 0,3, а для каткоў масай менш 20 т – 0,25); δ_n - аб'ёмная маса грунту спачатку ўшчыльнення, кг/м³.

11.9. Планіравальныя, апрацоўвальныя і ўмацавальныя работы

Планіровачныя работы выконваюць часткова ў працэсе ўзвядзення землянога палатна такой даўжыні, якая аптымальная для вытворчай работы планіровачных машын, ці пасля завяршэння асноўных земляных работ.

Перад пачаткам планіровачных работ неабходна правясці кантрольную разбіўку землянога палатна з устаноўкаю калкоў з вартаўнікамі на броўках насыпаў і выемкаў, у падэшвы насыпаў, па восі (пры двухбаковым папярэчным ухіле, ці па броўцы) пры аднабаковым ухіле рэзерваў на прамых участках праз 30...50 м, а на крывых – праз 10 м.

Для планіроўкі землянога палатна прымяняюць: бульдозеры з прамым і ўніверсальным адваламі, з адкоснікамі; прычাপныя аўтагрэйдэры; планіроўшчыкі адкосаў на базе трактароў Т-100, Т-130; экскаватары-планіроўшчыкі на пнеўмаколах (Э-3322) і гусенічным (Э-2516) хаду з тэлескапічнаю стралою.

Пры планіроўцы адкосаў зразаецца лішні грунт. Дабаўляць грунт на адкосы можна толькі ў выключных выпадках пры ўмове надзейнага спалучэння з раней адсыпаным грунтом і ўшчыльнення. Адзнакі броўкаў і восі землянога палатна перад і пасля планіроўкі правяраюць нівелірам, а контуры яго – адкосным лекалам.

Адкосы насыпаў вышынёю да 3 м і выемкаў глыбінёю да 3 м планіруюць, як правіла, бульдозерамі ці аўтагрэйдэрамі абсталяванымі адкоснікамі, а калі вышыня насыпаў і глыбіня выемкаў больш 3 м, то іх адкосы планіруюць экскаватарамі з планіровачнымі рамамі і другімі спецыяльнымі машынамі. Да пачатку планіровачных работ неабходна ліквідаваць усе часавыя ўезды на земляное палатно і з'езды з яго.

Прымяненне бульдозераў з сістэмаю аўтаматычнага кіравання “Аўтаплан-1” дазваляе значна павысіць планіруючыя ўласцівасці машыны, палепшыць якасць работ, аблягчае ўмовы труда машыніста

і павышае выпрацоўку.

Работы па ўладкаванню землянога палатна (планіроўка і ўмацаванне абочын, водаадводных канаў і кюветаў) павінны праводзіцца следам за ўстройваннем пакрыцця праезнай часткі дарогі.

Работы па планіроўцы і ўмацаванню адкосаў павінны выконвацца адразу пасля адсыпкі і ўшчыльнення насыпу ці разработкі выемкі. У высокіх насыпаў і глыбокіх выемкаў адкосы ўмацоўваюць асобнымі часткамі (ярусамі).

Для ўмацавання адкосаў землянога палатна і канаў прымяняюць: засеў травой, пакрыццё палімернымі нетканымі матэрыяламі, дзернаванне, апрацоўку грунтоў вязучымі матэрыяламі, машчэнне, укладку бетонных пліт, камявыя накідкі ў плятнёвых клетках, укладку фашын і г.д.

Пры ўмацаванні адкосаў пасевам шматгадовых траў на іх наносяць слой расліннага грунту таўшчынёю 0,1...0,15 м. Адкосы, пакрытыя раслінным грунтам, але не засеяныя травой астаўляюць не болей, чым на адзін месяц.

Умацаванне адкосаў можа выконвацца цэментагрунтам ці бітумагрунтам у выглядзе суцэльнага пакрыцця таўшчынёю 0,08...0,1 м.

Пры ўмацаванні адкосаў нетканымі сінтэтычнымі матэрыяламі палатно раскатваюць зверху ўніз адкосаў з перакрыццём унакладку і замацаваннем яго на абочынах. Зверху насыпаюць раслінны грунт і засяваюць травой.

Кантрольныя пытанні. 1. Што ўваходзіць у склад падрыхтоўчых работ пры будаўніцтве дарогі. 2. Як замацаваць трасу дарогі на мясцовасці. 3. Як выконваецца валка лесу, карчаванне пнёў па дарозе? 4. Як разбіць земляное палатно на мясцовасці? 5. Раскажыце тэхналогію будаўніцтва дарожнай трубы. 6. Асноўныя правілы ўзвядзення землянога палатна. 7. Асноўныя прынцыпы выбару камплекта машын для збудавання землянога палатна. 8. У чым сутнасць разліку рэсурсаў, саставу камплекта машын і колькасці саставу брыгады спецыялізаванага патоку па узвядзенню землянога палатна. 9. Тэхналогія будаўніцтва землянога палатна бульдозерам, скрэперам насыпаў і выемкаў. 10. Як выконваецца ўшчыльненне грунта землянога палатна і яго кантроль?

12. ПАБУДОВА ДАРОЖНАГА АДЗЕННЯ АЎТАМАБІЛЬНЫХ ЛЕСАВОЗНЫХ ДАРОГ

12.1. Тэхналогія будаўніцтва дарожнага адзення з аптымальных грунтовых сумесяў

Аптымальная грунтовая сумесь гэта сумесь, якая ўтрымлівае 65...82% пясчаных часцінак, 15...25 – пылаватых і 3...10% гліняных часцінак. Вызначыўшы неабходны працэнт дабаўкі кар’ернага грунту P да дарожнага, таўшчыню слоя H , якую неабходна разрыхліць на дарозе каб атрымаць аптымальную сумесь у выніку змяшання іх, вызначаюць паводле формулы

$$H = h \left(1 - \frac{P}{100 + P} \right), \quad (12.1)$$

дзе h – таўшчыня палепшанага слоя дарожнага адзення, якую вызначаюць разлікам або па праекту, м; P – працэнт дабаўкі кар’ернага грунту.

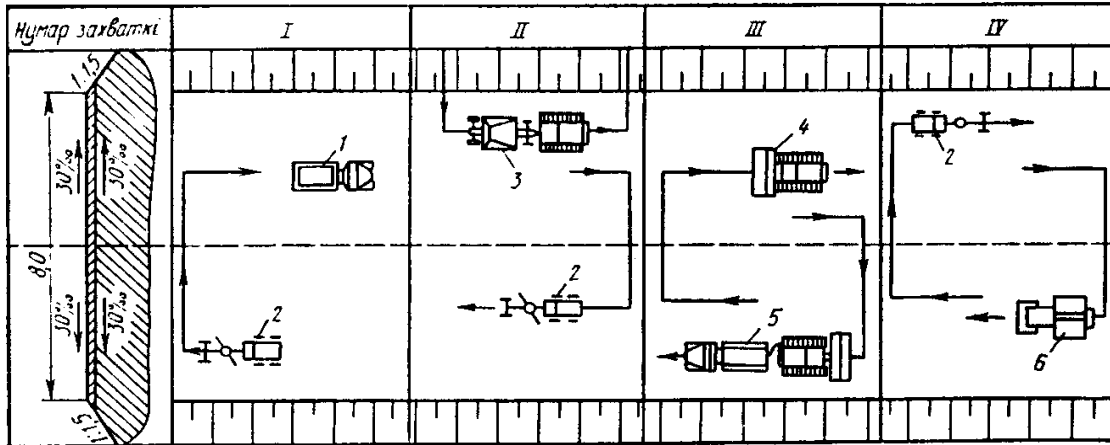
Аб’ём кар’ернага грунту ($\text{м}^3/\text{км}$) вызначаюць паводле формулы

$$V = 1000 B_o h k_y k_\delta \frac{\delta_{з.н}}{\delta_\kappa} \cdot \frac{P}{100 + P}, \quad (12.2)$$

дзе B_o – шырыня пакрыцця, м; k_y – каэфіцыент ушчыльнення, роўны 1,1...1,2; k_δ – каэфіцыент, які ўлічвае дадатковы расход матэрыялаў для: серпападобнага профіля 1,15...1,20; паўкарытнага – 1,05...1,15 і карытнага – 1,0; $\delta_{з.н}$ – шчыльнасць грунту землянога палатна; δ_κ – шчыльнасць кар’ернага грунту.

Тэхналагічная паслядоўнасць устройвання дарожнага адзення з аптымальнай грунтовай сумесі серпападобнага профілю наступная: з дапамогаю кіркоўшчыка аўтагрэйдэра ці навяснога абсталявання на трактары за тры-чатыры праходы выконваюць рыхленне паверхні землянога палатна на глыбіню, якую вызначаюць паводле формулы (12.1); затым аўтасамазваламі вывозяць кар’ерны грунт і выгружаюць у кучы (колькасць рэйсаў на 1 км дарогі роўна $n=V/q$, дзе q – грузапад’ёмнасць самазвала, а адлегласць паміж кучамі $l=1000/n$); з дапамогаю грэйдэраў разраўноўваюць прывезены грунт (кучы) па палатну дарогі; увільгатняюць або прасушваюць да аптымальнай вільготнасці; з дапамогаю дарожных фрэз (два-тры праходы), сельскагаспадарчых барон ці аўтагрэйдэраў (шэсць-восем праходаў) пе-

рамешваюць грунт землянога палатна з кар’ерным, дастатковасць перамешвання вызначаюць па аднароднаму колеру грунту; выконваюць прафілёўку і ўшчыльненне аптымальнай сумесі пнеўмакаткамі або аўтатранспартам пры рэгуляванні яго руху. Тэхналагічная схема ўстройвання дарожнага адзення прыведзена на рыс. 12.1.



Рыс. 12.1 Схема ўстройвання дарожнага адзення з аптымальнай грунтовай сумесі: 1 – аўтасамасвал; 2 – аўтагрэйдэр; 3 – скрэпер; 4 – фразы; 5 – аўтацыстэрна; 6 – каток

Пры ўстройванні карытнага профілю дарожнага адзення з аптымальнай грунтовай сумесі тэхналагічны працэс пачынаюць з капання грэйдэрам ці бульдозерам у земляным палатне карыта на ўсю таўшчыню дарожнага адзення. Вынуты грунт перамешваюць на абочыну, затым дно карыта ўшчыльняюць каткамі да $k_y = 0,9 \dots 1,0$. Далей вывозяць дабаўкі (кар’ерны грунт) і разраўноўваюць іх, затым ссоўваюць з абочыны грунт у карыта і раўнамерна размяркоўваюць. Кар’ерны і мясцовыя грунты ў карыце старанна перамешваюць і ўшчыльняюць. У сувязі з тым, што частка карыта запаўняецца кар’ерным грунтом, на абочынах землянога палатна застаецца лішні грунт, які грэйдэрам ссоўваюць на адкос. Такую тэхналогію выкарыстоўваюць пры апрацоўцы грунту мінеральнымі і арганічнымі вяжучымі.

12.2. Тэхналогія ўмацавання грунтоў землянога палатна шкілетнымі дабаўкамі

Для ўмацавання грунту колькасць шкілетных дабаўкаў (гравію, шчэбню, шлаку) да яго павінна складаць не менш 40% агульнай масы.

Пры таўшчыні дарожнага адзення да 0,15 м яго ўстройваюць аднаслойным, а калі больш – двухслойным. Верхні слой устройваюць з дробных часцінак размерам не больш 25 мм, а ніжні з больш буйных размерам да 60 мм.

Тэхналагічны працэс устройвання дарожнага адзення са шкілетнымі дабаўкамі аналагічны тэхналогіі ўстройвання дарожнага адзення з аптымальнага грунту.

У практыцы дарожнага будаўніцтва, іншы раз прымяняецца спосаб паступовай рассыпкі дабаўкі. Гэта выконваецца наступным чынам: вывозяць шкілетныя дабаўкі і размяркоўваюць іх слоём 3...8 см на паверхні землянога палатна; дазваляюць рух транспарту, які неабходна рэгуляваць па шырыні пакрыцця, коламі транспарту шкілетныя дабаўкі ўціскаюцца ў грунт; праз 2...3 тыдні аперацыю шматразова паўтараюць, да таго часу, пакуль не будзе дасягнута таўшчыня пакрыцця вызначаная разлікам.

Недахопам гэтага спосабу з'яўляецца нераўнамерная таўшчыня слоя (пакрыцця) і якасць ушчыльнення.

Пры выкарыстанні ў якасці шкілетных дабаўкаў кіслых шлакаў іх прымяняюць як і шчэбень. Асноўныя шлакі адсыпаюць сляямі без грунту, выкарыстоўваючы іх вяжучыя ўласцівасці.

12.3. Тэхналогія ўстройвання гравійнага дарожнага адзення

Гравійнае дарожнае адзенне, як правіла, будуецца з аптымальных гравійных сумесяў серпападобнага або паўкарытнага профілю. Перад устройваннем дарожнага адзення серпападобнага профілю паверхні землянога палатна прыдаюць двухскатны папярочны профіль з пакатамі 15...20 %, а пры паўкарытным профілі грэйдэрам у земляным палатне ўстройваюць неглыбокае карыта. Дно карыта прыдаюць двухскатны папярочны профіль з пакатамі роўнымі папярочным пакатам дарожнага адзення, затым дно карыта ўшчыльняюць каткамі з гладкімі вальцамі масаю 6...8 т ці самаходнымі каткамі на пнеўматычных шынах (2...3 праходы па аднаму следу), у сухую пагоду ажыццяўляюць паліўку вадою з разліку 1л/м².

Тэхналагічны працэс пабудовы аднаслойнага гравійнага пакрыцця серпападобнага профілю наступны. Гравійную аптымальную сумесь вывозяць аўтасамазваламі і разгружаюць па шырыні землянога палатна ў кучы ў адну або дзве лініі. Пры выкарыстанні самаходнага размеркавальніка разгрузка гравію праводзіцца непасрэдна ў яго кузаў.

Пры адсутнасці гэтых машын размеркаванне гравію выконваюць аўтагрэйдэрам. Калі кар’ерны гравій не з’яўляецца аптымальнай сумессю, то да яго дабаўляюць дробныя часцінкі (драбназём) або буйныя. Дабаўкі і гравій перамяшваюць дыскавай бараною за 3...4 праходы па аднаму следу, а затым аўтагрэйдэрам за 6...12 кругавых праходаў, для чаго папярэдне гравійны матэрыял і дабаўкі разраўноўваюць на невялікую шырыню і крыху ўвільгатняюць, а затым сумесь (гравій і дабаўкі) разраўноўваюць на ўсю шырыню землянога палатна і канчаткова планіруюць за 5...6 праходаў аўтагрэйдэра. Планіроўку выконваюць па вышынным калкам, якія ўстанаўліваюць па восі дарогі, на межах праезнай часткі і на броўках землянога палатна. Вышыня калкоў устанаўліваецца з улікам каэфіцыента ўшчыльнення гравію, які ровен 1,25...1,30. Далей выконваюць ушчыльненне з дапамогаю самаходных каткоў з гладкімі вальцамі вібрацыйнымі ці самаходнымі каткамі на пнеўматычных шынах. Пнеўмакаткі могуць ушчыльняць слаі таўшчынёю да 0,25 м.

Ушчыльненне неабходна весці ад броўкі землянога палатна да яго восі з перакрыццём папярэдніх праходаў наступнымі на 0,2...0,3 м. Папярэдняя скорасць руху каткоў 1,5...2 км/г (два праходы) далей ушчыльненне вядзецца пры скорасці руху каткоў 3...4 км/г, для пнеўмакаткоў яна можа быць 6 км/г. Ушчыльненне павінна весціся пры аптымальнай вільготнасці гравійнай сумесі, якая вагаецца ў межах 7...12%. Для стварэння трывалай шчыльнай і ўстойлівай гравійнай кары пры ўшчыльненні верхняга слоя пакрыцця рэкамендуецца паліваць яго 3% раствором гіграскапічных соляў CaCl_2 ці NaCl з нормаю расходу 2...3 л/м².

У працэсе ўшчыльнення правераюць роўнасць паверхні і правільнасць папярочнага профілю. Прыметай канчатковага ўшчыльнення з’яўляецца адсутнасць прыметнага на вока следу ад праходу катка і спыненне руху хвалі перад катком.

Пры ўстройванні двухслаёвага гравійнага пакрыцця, у гэтым выпадку дарожнае адзенне будзе мець паўкарытны профіль, гравійны матэрыял вывозяць у паўкарыта, разраўноўваюць, прафіліруюць і ўшчыльняюць яго. Сухі матэрыял паліваюць вадой – 4...5 л/м² за 1 раз.

Верхні слой гравійнага пакрыцця ўстройваюць аналагічна аднаслойнаму пакрыццю паточным метадам з даўжынёю захваткі 200...250 м.

12.4. Тэхналогія ўстройвання шчэбневага пакрыцця

Шчэбневае пакрыццё ўстройваюць двума спосабамі: заклінкі і шчыльных сумесяў.

Спосаб заклінкі заключаецца ў стварэнні моцнага каркаса з аднароднага па буйнасці шчэбня і наданні яму ўстойлівасці. Для гэтага пустоты на паверхні пакрыцця засыпаюць дробным шчэбнем і выконваюць ушчыльненне.

Спосаб шчыльных сумесяў заключаецца ў стварэнні пакрыцця са шчыльных сумесяў розназерністых матэрыялаў, для чаго прымяняюць радавы шчэбень.

Папярочны ўхіл пакрыцця 30 ‰, абочын 50 ‰ . Найбольшая таўшчыня слоя шчэбня, які можна ўшчыльніць каткамі, вагаецца ў межах 0,16...0,2 м, для вібракаткоў – 0,25...0,30 м.

Перад устройваннем шчэбневага пакрыцця павінны быць пабудаваны і прыняты камісіяй аснова пакрыцця і водаадвод з карыта. Затым выконваюць вышынную разбіўку з улікам каэфіцыента ўшчыльнення.

У цяперашні час шчэбневае пакрыццё, як правіла, ўстройваюць карытнага профілю. Тэхналагічная паслядоўнасць яго пабудовы наступная: падводка пяску для падсцілкі; разраўноўванне пяску па шырыні землянога палатна; ушчыльненне пясчанага слоя; вывазка шчэбню для ніжняга слоя і разраўноўванне яго; ушчыльненне шчэбня ніжняга слоя; вывазка шчэбня на верхні слой для ўстройвання пакрыцця; разраўноўванне і ўчыльненне шчэбня; вывазка дабавак (высеўкі); разраўноўванне і прафіляванне пакрыцця пад шаблон; ушчыльненне пакрыцця да патрабуемай шчыльнасці.

Размеркаванне шчэбня выконваюць навескамі, прычাপнымі або самаходнымі размеркавальнікамі. Пры адсутнасці размеркавальніка прымяняюць аўтагрэдэры (9...11 праходаў) ці бульдозеры («ад сябе»). Ніжні слой пакрыцця ўшчыльняюць у два перыяды, верхні – ў тры.

Першы перыяд – ушчыльненне лёгкімі каткамі масай 5...6 т, пры яком адбываецца перамяшчэнне асобных часцінак шчэбня. Колькасць праходаў катка па аднаму следу 7...15. Паліванне вадою праводзіцца праз 3...4 праходы. Канец першага перыяду характарызуецца тым, што спыняецца перамяшчэнне часцінак шчэбня, перад катком не ўтвараюцца хвалі і непрыкметны след ад праходу лёгкага катка.

У другім перыядзе адбываецца асноўнае ўшчыльненне шчэбневага слоя. У гэты перыяд адбываецца збліжэнне шчэбёнак, а зазоры паміж імі часткова запаўняюцца абломкамі шчэбня. Для памяншэння трэння паміж шчэбёнкамі іх паліваюць вадою. Маса каткоў у гэтым перыядзе

павінна быць 9...12 т, колькасць праходаў па аднаму следу 25...35. Канец другога перыяду вызначаецца па адсутнасці следу і спыненню хвалі перад катком, а таксама тым, што шчэбёнка размерам не менш 4 см кінутая пад валік катка расціскаецца, а не ўціскаецца ў пакрыццё.

У трэцім перыядзе – адбываецца фарміраванне верхняй коркі пакрыцця. Для гэтага па пакрыццю рассыпаюць каменную дробязь 10...20 мм з разліку 1,5...2 м³ на 100 м² пакрыцця, а потым каменную драбязу размерам 5...10 мм з разліку 0,5...1 м³ на 100 м² пакрыцця.

Для размеркавання дробных фракцый прымяняюць самаходны ці навясны размеркавальнік, а для ўмятання іх у поры – механічныя шчоткі. Пасля апошняга рассыпання пакрыццё ўшчыльняюць цяжкім катком масаю 10...15 т з узмоцненай паліўкаю. Колькасць праходаў катка ў трэцім перыядзе 10...15.

Пры ўшчыльненні ніжняга слоя пры першых праходах валец катка павінен знаходзіцца на адлегласці 5...7 см ад мяжы праезнай часткі, каб не абурць земляныя сценкі абочын, а пры ўшчыльненні верхняга слоя каток у час першых праходаў павінен захопліваць абочыну на 1/3 шырыні вальца.

Канец трэцяга перыяду ўшчыльнення характарызуецца роўнасцю і аднастойнасцю паверхні пакрыцця; цяжкі каток не пакідае на паверхні пакрыцця прыметнага следу, а шчэбёнка, кінутая пад каток праколваецца ў асобных месцах, але не разрываецца.

Ва ўсіх трох перыядах ушчыльненне неабходна весці ад краёў да сярэдзіны, агульны расход вады – 20...50 л/м².

Пасля ўстройвання шчэбневага пакрыцця і яго прыёмкі пакрыцце засыпаюць сухімі высеўкамі (размер часцінак да 5 мм) ці буйназярністым пяском і ўшчыльняюць некалькімі праходамі катка, каб дробныя поры не маглі забруджвацца граззю, а былі запаўнены дробным каменным матэрыялам.

У першыя 2...3 тыдні неабходна рэгуляваць рух аўтамабіляў па шырыні пакрыцця, паліваць яго вадою ці раствором хларыстага кальцыя.

Тэхналагічны працэс устройвання шчэбневага пакрыцця разбіваецца на дзве захваткі: першая – для вывазкі і размеркавання шчэбню; другая – для ўшчыльнення.

12.5. Тэхналогія і ўстройванне асновы і пакрыцця з грунтоў, умацаваных мінеральнымі і арганічнымі вяжучымі

Для ўмацавання грунтоў вяжучымі прымяняюць два спосабы: змешванне грунту з вяжучым на дарозе і ў змешвальніку.

Пры першым спосабу ўстройвання дарожнага пакрыцця спецыялізаваны паток камплектуюць на базе дарожных фрэзаў (ДС-18, ДС-74), якія з'яўляюцца вяжучымі. У залежнасці ад віду вяжучага прымяняюць наступныя камплектуючыя машыны: цэментавозы ці бітумавозы; размеркавальнікі ці аўтагудранатары; палівальна-мыечныя машыны; аўтагрэдэры; машыны для ўшчыльнення і інш. Пры ўмацаванні грунту вяжучымі матэрыяламі важную ролю іграе яго здрабненне. Так, пры ўмацаванні грунту цэментамі камочкі буйней 5 мм павінны складаць не больш 10% ад агульнай масы грунту; пры прымяненні вадкіх рэагентаў фурфурола і аніліна камочкі грунту буйней 10 мм павінны складаць не больш 15%. Не выкананне гэтых умоў прыводзіць да паніжэння якасці сумесі, насычэнню вадою грунтовых часцінак і разбурэнню матэрыялу. Ступень здрабнення грунту залежыць ад паступальнага руху фрэзы. Скорасць руху фрэзы для розных грунтоў розная: для цяжкіх суглінкаў – 0,028...0,056 м/с; лёгкіх суглінкаў – 0,084...0,168; для супескаў – 0,056...0,084 м/с. Пры значнай вільготнасці грунту ў яго дабаўляецца 2...3% молатай негашанай вапны, што паскарае высыханне і аблягчае здрабненне грунту.

Слой грунту, які падлягае ўмацаванню разраўноўваюць грэйдэрам і злёгка ўшчыльняюць. Для поўнай загрузкі камплектуючых машын у дарожна-будаўнічым атрадзе неабходна мець дзве-тры фрэзы.

Вадкае вяжучае (бітум, дзёгаць) уводзіцца разагрэтым да рабочай тэмпературы 80...90⁰С, а другія рэагенты павінны мець тэмпературу не ніжэй +5⁰С. Разліў вяжучага пачынаюць з крайней паласы. Увядзенне мінеральнага вяжучага ў грунт выконваецца з дапамогаю прычапнага размеркавальніка або аўтацэментавоза-размеркавальніка праз полыя сошнікі. Уся норма вяжучага ўводзіцца ў грунт адначасова.

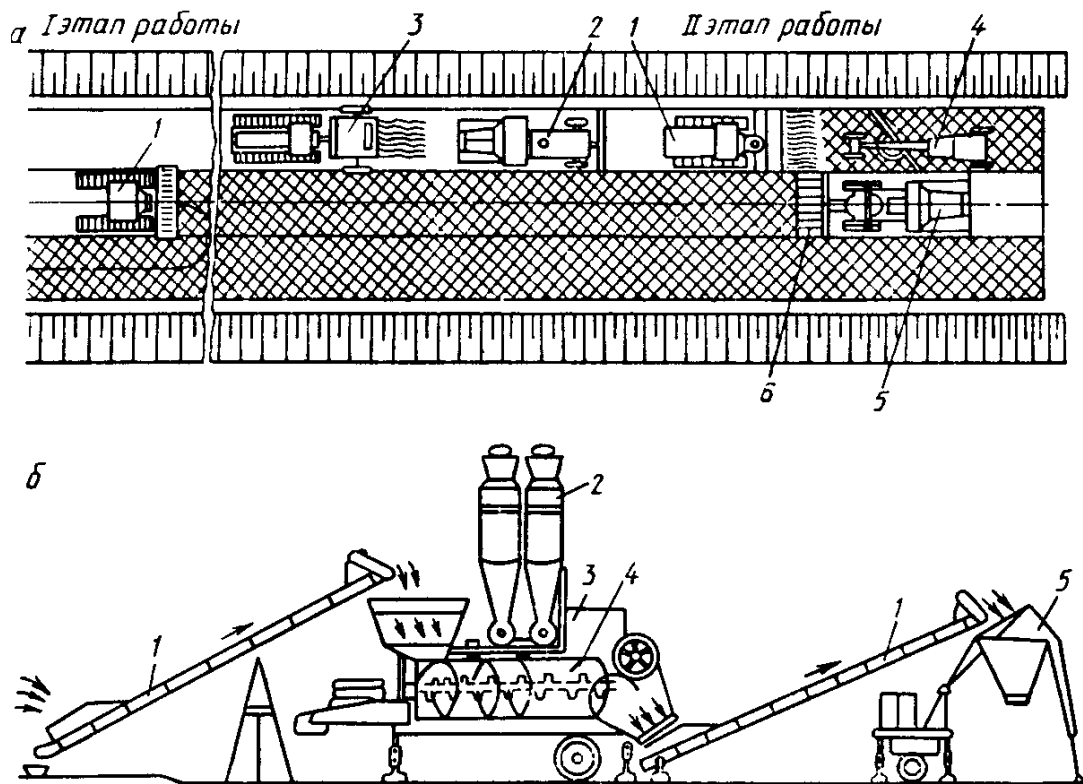
Пры прымяненні мінеральных вяжучых ўшчыльненне ўмацоўваемага грунту неабходна закончыць за 4...5 гадзін пасля ўвядзення вяжучага, а пры ўмацаванні грунту арганічнымі вяжучымі ўшчыльненне сумесі можна нават разрываць і рабіць перапынак да наступнага дня, так як працэс фарміравання сумесі працяглы.

Ушчыльненне грунтоў, апрацаваных вяжучымі, праводзяць пасля планіроўкі паверхні пакрыцця каткамі на пнеўматычных шынах або другімі каткамі спачатку лёгкімі, а потым цяжкімі.

У працэсе фарміравання пакрыццяў з грунтацэменту, грунтавапны неабходна прадугледжваць меры для прадухілення хуткага высыхання паверхні. Для гэтага на паверхні разліваюць пленкаўтваральныя матэрыялы, рассыпаюць пясок ці апілки з перыядычным іх увільгатненнем. Для прадухілення зносу пакрыцця ўстройваюць слой зносу ў выглядзе паверхневай апрацоўкі.

Устройванне слаёў асновы і пакрыццяў з грунту, умацаванага вяжучымі, можна выконваць аднапраходнай грунтазмяшальнай машынай тыпу ДС-16Б. Гэтая машына за адзін праход выконвае ўсе тэхналагічныя аперацыі па ўмацаванню грунту вяжучымі: здрабненне грунту на глыбіню 0,2 м; дазіраванне і размяркоўванне вяжучага; перамешванне і папярэдняе ўшчыльненне грунтовай сумесі.

У практыцы дарожнага будаўніцтва ў апошні час пачалі пераходзіць да змешвання грунтоў з вяжучымі не на дарозе, а ў кар’еры з выкарыстаннем машыны ДС-50. Тэхналагічная схема ўстройвання



Рыс. 12.2 Тэхналагічная схема па ўмацаванню грунту або гравінай сумесі мінеральным вяжучым:

а – умацаванне грунтовага пакрыцця мінеральным вяжучым з выкарыстаннем дарожнай фразы ДС-18; 1 – дарожная фреза; 2 – размеркавальнік цемента; 3 – аўтацыстэрна з вадою; 4 – аўтагрэйдэр; 5, 6 – прычэпны каток на пнеўмашынах з цягачом; б – з выкарыстаннем змешвальніка ДС-50; 1 – транспортёры; 2 – ёмістасці і дазатары актыўных дабавак; 3 – пульт кіравання; 4 – змяшчальнік; 5 – бункер накапляльнік

дарожнага пакрыцця ўмацаваннем грунту мінеральнымі вяжучымі паказана на рыс. 12.2.

12.6. Спосабы і тэхналогія ўстройвання дарожнага адзення з каменных матэрыялаў, умацаваных арганічнымі вяжучымі

Агульныя звесткі. Для ўмацавання каменных матэрыялаў арганічнымі вяжучымі прымяняюць наступныя спосабы: паверхневая апрацоўка, прамочвання і змешванне з каменнымі матэрыяламі на дарозе ці ў машыне. Для паверхневай апрацоўкі прымяняюць у асноўным вязкія бітумы маркі БНД 130/200 (разагрэтыя да тэмпературы 140...170⁰С), БНД 200/300 (разагрэтыя 80...130⁰С) і вадкія СГ 130/200 (разагрэтыя да 80...100⁰С), для прамочвання – БНД 90/130 і БНД 130/200 (разагрэтыя да 140...170⁰С), пры змешванні на дарозе – СГ 40/70 (разагрэтыя да 60...80⁰С) і СГ 70/130 (разагрэтыя да 80...100⁰С).

У працэсе ўстройвання дарожных пакрыццяў з прымяненнем бітумаў неабходна прытрымлівацца наступнага: вяжучыя неабходна выбіраць строга ўстаноўленай маркі ў залежнасці ад тыпу пакрыцця і віду каменнага матэрыялу; мінеральныя матэрыялы – чыстымі і сухімі, таму што сувязь бітумнай плёнкі з паверхней мінеральных часцінак адбываецца ў выніку іх хімічнай адсорбцыі і, адпаведна СНіП, вільготнасць мінеральных матэрыялаў павінна быць не больш 4%.

Для ўстройвання дарожнага адзення з каменных матэрыялаў могуць прымяняцца бітумныя эмульсіі, якія ўяўляюць сабою аднародную малавязкую вадкасць, якая складаецца з бітуму і воднага раствору эмульгатора. Па структуры бітумныя эмульсіі дзеляцца на два тыпы: прамыя і адваротныя. У прамых эмульсіях бітум раўнамерна размеркаваны ў вадзе ў выглядзе дробных капляў, якія абкружаны слоем эмульгатора, а ў адваротных – вада размеркавана ў бітуме. Па характару эмульгатора эмульсіі дзеляцца на аніённыя і катыённыя. У аніённых эмульсіях у якасці эмульгатора прымяняюць мыла высокамалекулярных арганічных кіслот, а катыённых – арганічныя азотазмяшчальныя злучэнні (напрыклад, карбаксіломін). Аніённыя эмульсіі актыўна ўзаімадзейнічаюць з асноўнымі мінеральнымі матэрыяламі, якія ўтрымліваюць СаО, у той час як з кіслымі мінеральнымі пародамі, якія ўтрымліваюць NO₂ – вельмі слабая. Катыённыя эмульсіі добра ўзаімадзейнічаюць з кіслымі мінеральнымі матэрыяламі. Яны ўтвараюць на паверхні любых горных парод моцную і водаўстойлівую плёнку. У цяперашні час у асноўным прымяняюць катыённыя эмульсіі.

Паверхневая апрацоўка. Для стварэння слоя зносу прымяняюць адзіночную ці двайную паверхневую апрацоўку. Тэхналогія ўстройства адзіночнай паверхневай апрацоўкі складаецца з наступных аперацый: падрыхтоўкі паверхні пакрыцця (ачыстка яго ад пылу, гразі з прамываннем вадою і апрацоўкай шчоткамі); папярэдняга разліву вадкага вяжучага для стварэння слоя кантакту і разліку $0,5...0,8 \text{ л/м}^2$ (абыкнавенна прымяняюць бітум маркі СГ 40/70); асноўнага разліву вяжучага – $1...2,4 \text{ л/м}^2$; рассыпанне ў разліты слой гарачага вяжучага зносаўстойлівых мінеральных матэрыялаў (гра-вія, буйнага пяску, дробнага друзу) у колькасці $2,55...2,7 \text{ м}^3/100 \text{ м}^2$, ушчыльненне слоя.

Ачышчаюць паверхню пакрыцця ад камкоў і гразі грэйдэрам ці металічнымі шчоткамі. Пасля падрыхтоўкі паверхні пакрыцця робяць папярэдні разліў вяжучага за $1...2$ дні да асноўных работ. Асноўны разліў вяжучага выконваюць падагрэтым, да рабочай тэмпературы, і праз $20...30$ мін пасля разліву слоя вадкага бітуму або дзэгцю засыпаюць мінеральным матэрыялам з размерам часцінак, якія не больш чым на 5 мм перавышаюць таўшчыню слоя вяжучага. Размер часцінак, як правіла, складае $15...30 \text{ мм}$. Для лепшага прыліпання да мінеральных матэрыялаў бітуму да іх дабаўляюць $1...3\%$ гашанай вапны. Для паверхневай апрацоўкі могуць таксама прымяняцца катыённыя эмульсіі БК і СК і аніённыя БА-І і СА.

Размеркаванне мінеральных матэрыялаў ажыццяўляецца пры дапамозе навесных раўзмеркавальнікаў да аўтасамазвалаў, кола якіх павінны знаходзіцца на рассыпаным слою каменнай дробязі.

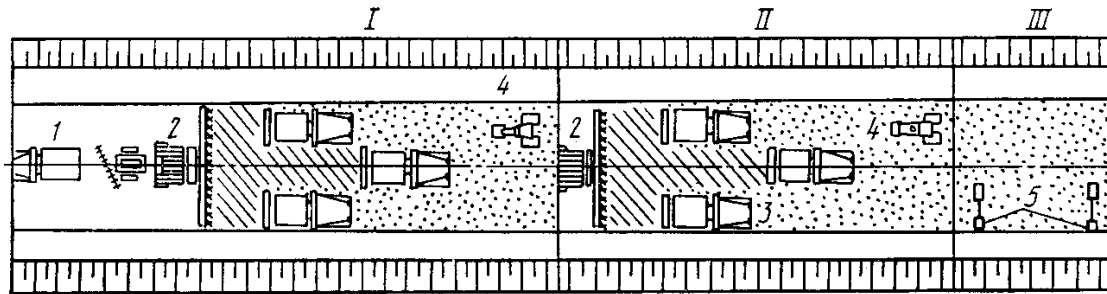
Ушчыльненне мінеральнага матэрыялу выконваецца $5...8$ тоннымі каткамі, пры гэтым першыя праходы катка павінны быць выкананы да застывання вяжучага. Для ўшчыльнення рэкамендуецца прымяняць пнеўмакаткі. Канчатковая ўкатка і фарміраванне слоя паверхневай апрацоўкі адбываюцца прыкладна на працягу месяца пад уздзеяннем машын, якія рухаюцца.

Пры двайной паверхневай апрацоўцы пасля ўшчыльнення першага слоя ўсе аперацыі паўтараюцца, што і пры адзіночнай (акрамя папярэдняга разліву). Тэхналагічная схема ўстройвання двайной паверхневай апрацоўкі паказана на рыс. 12.3. Расход вяжучага ў залежнасці ад таўшчыні слоя пры двайной паверхневай апрацоўцы складае $1,7...4,0 \text{ л/м}^2$, а мінеральных матэрыялаў – $2,3...5,0 \text{ м}^3/\text{м}^2$.

Таўшчыня слоя пры адзіночнай паверхневай апрацоўцы $1,5...2 \text{ см}$, пры двайной – $1,5...3 \text{ см}$.

Пакрыцці з прамочваннем арганічнымі вяжучымі шчэбневага або гравійнага слоя. Прымяняюць аблегчанае і поўнае (глыбокае)

прамочванне. Пры аблегчаным прамочванні верхнія слаі з каменных матэрыялаў прамочваюць вадкім вязучым на глыбіню 4...6 см, пры поўнай – 8...9 см.



Рыс. 12.3 Тэхналагічная схема ўстройвання двойной паверхнёвай апрацоўкі:
 I – падрыхтоўка асновы, утворэнне прэшага слою паверхнёвай апрацоўкі; II – утворэнне другога слою; III – гатовае пакрыццё: 1 – механічная шчотка; 2 – аўтагрэйдэр; 3 – самазвал з размеркавальнікам; 4 – самаходны каток з гладкімі вальцамі; 5 – перанасныя шчыты

Тэхналагічны працэс утворэння пакрыцця спосабам прамочвання наступны. На таўшчыню ўстройваемага слою па бакам пакрыцця адсыпаюць грунтовыя валікі, таму што пакрыццё з прамочваннем робяць карытнага профілю. Далей да грунтовых валікаў прысыпаюць абочыны. Карыта можна ўстроіць з доскаў, пастаўленых на рабро. Пасля ў карыта рассыпаюць шчэбень ці гравій. Размер найбольшых фракцый не павінен перавышаць 0,7...0,8 таўшчыні слою прамочвання. Рассыпаны шчэбень і гравій выраўноўваюць і пачынаюць ушчыльненне спачатку лёгкімі, а потым цяжкімі каткамі (6...8 праходаў па аднаму следу).

Для разліву прымяняюць вязкія бітумы, разагрэтыя да рабочай тэмпературы. Пры разліве скорасць аўтагудранатара павінна быць у межах 1,5...2 м/с. Расход вязучага складае 1,0...1,4 л/м² на 1 см таўшчыні слою, г.зн. пры аблегчаным прамочванні 4,0...7,5 л/м².

Пасля разліву вязучага, які запаўняе прамежкі паміж каменнымі часцінкамі па паверхні пакрыцця рассыпаюць каменную дробязь (размер фракцый 10...20 мм). Гэта робяць з мэтай запаўнення буйных пор і ўзмацнення раскліноўкі каменных часцінак. Расход гэтага матэрыялу прыблізна 1 м³ на 100 м² паверхні. Далей пакрыццё ўшчыльняюць цяжкімі каткамі за 5...7 праходаў па аднаму следу. Па паверхні ўмацаванага слою рэкамендуецца ўстроіць слой зносу ў выглядзе паверхневай апрацоўкі.

Для прамочвання могуць прымяняцца эмульсіі СА, СК, МА-1. Але пры іх выкарыстанні тэмпература паветра павінна быць не ніжэй

+15...+20⁰, а для катыёнавых - +5...7⁰С.

Устройванне гравійнага (шчэбневага) пакрыцця змешваннем з арганічнымі вяжучымі на дарозе. Профіль пакрыцця можа быць серпападобны ці карытны. Тэхналагічны працэс устройвання гэтага пакрыцця наступны: вывозяць каменны матэрыял на дарогу і ўкладка яго ў валік; разраўноўваюць валік на шырыню на 0,5 м меншую, чым пакрыццё, або на шырыню машыны, якімі будзе выконвацца перамешванне; устройваюць шэраг паралельных баразёнак на паверхні слоя з дапамогаю дзіскавых барон ці зубоў рыхліцеля, якія будуць засцерагаць бітум ад сцёку ў бок да абочын; разліў на падрыхтаваны слой вяжучага з дапамогаю аўтагудранатара ў колькасці 4...6 % ад масы мінеральнага матэрыялу за адзін, два, тры разы; перамешванне вяжучага з каменным матэрыялам; ушчыльненне сумесі.

Пры перамешванні сумесі аўтагрэдэрам разліў вяжучага праводзяць 3...4 раза з нормаю разліву 1...2,5 л/м² за 1 раз, прычым пры апошнім разліве не больш 1,5/м². Шырыня разліву павінна быць на 0,1...0,15 м менш шырыні падрыхтаванага слоя.

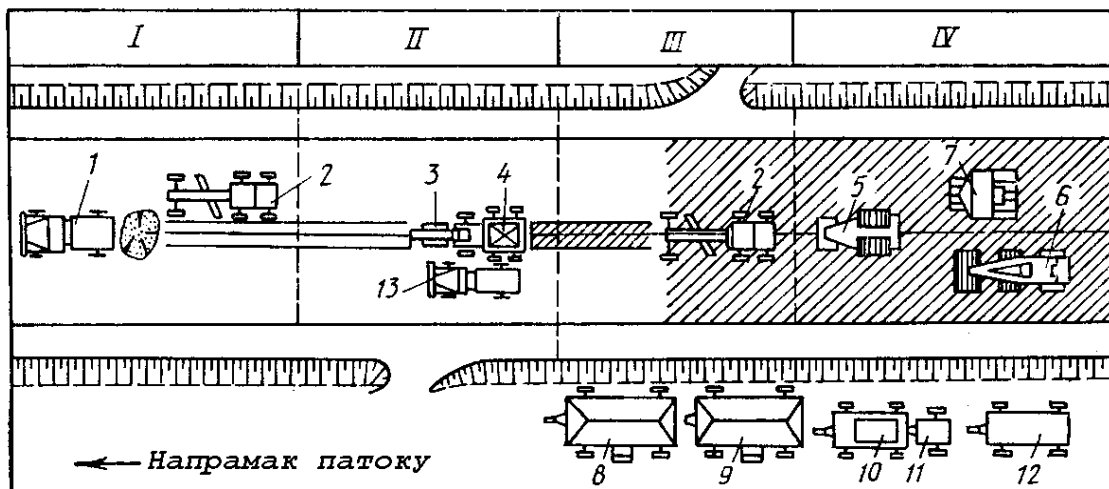
Каб павялічыць ступень адгезіі бітуму да каменнага матэрыялу, да яго неабходна дабавіць 10...15% драўнянага або тарфянога дзэгцю ад масы бітуму, і адпаведна памяншаецца яго расход. Калі для ўмацавання прымяняюць бітумныя эмульсіі МА-1, МА-2, СА ці пасты, то перад разлівам у мінеральны матэрыял дабаўляюць 1...2% вапны (пушонкі). Расход эмульсіі ў пераліку на бітум складае 4,5...6%.

Тэхналогія перамешвання сумесі аўтагрэдэрам складаецца са шматразовага перамяшчэння сумесі з аднаго боку дарогі на другі з наступным збіраннем яе ў валік, потым сумесь разраўноўваюць. Для канчатковага перамешвання разам з профіляваннем сумесі давольна 8...10 праходаў аўтагрэдэрам пры выкарыстанні эмульсій – 5...7 праходаў. Адвал грэйдэра пры змешванні ўстанаўліваюць пад вуглом 35...45⁰ да восі дарогі, ён павінен захопліваць апрацоўваемы слой на ўсю глыбіню. Усю работу па змешванні неабходна закончыць на працягу 1...2 дзён. Калі ў працэсе работы пойдзе дождж, то сумесь неабходна сабраць у валік і работу спыніць. Пасля дажджу сумесь падсушваюць, паслядоўна разраўноўваючы і збіраючы яе ў валік. Гатовая сумесь павінна мець аднародную афарбоўку, пры ўжыванні бітуму – цёмна-карычневую, а пры выкарыстанні дзэгцю – амаль чорную. Пры сцісканні сумесі рукою ў камок яна павінна захоўваць форму толькі да першага дакранання, калі пры сцісканні камок не ўтвараецца, то ў сумесі недастаткова вяжучага.

Для ўшчыльнення сумесі прымяняюць пнеўмакаткі. Пры выкарыс-

танні гладкіх металічных каткоў паверхню вальцаў змазваюць саляровым маслам з вадою. Гэта прадухіліць прыліпанне сумесі да вальцаў. Ушчыльненне пачынаюць з абочынаў, робячы 4...5 праходаў па аднаму следу. Канчатковае ўшчыльненне сумесі адбываецца пад уздзеяннем транспарту.

Таўшчыня пакрыцця, якое пабудавана спосабам змешвання, складае 5...6 см, радзей 8 см. Ніжэй гэтага слоя павінна быць моцная аснова з гравію, або слой умацаванага грунту. Для ўстройвання гэтага тыпу пакрыцця лепш прымяняць гравінья і шчэбневая сумясі аптымальнага складу з размерам фракцый не больш 25 мм для гравію і 40 мм для шчэбня. Пры ужыванні перасовачнага змешвальніка для ўстройвання пакрыцця гэтага тыпу (рыс. 12.4) валік з гравійнага матэрыялу не разраўноўваюць, а гравійны матэрыял падаюць пагрузчыкам у змешвальнік.



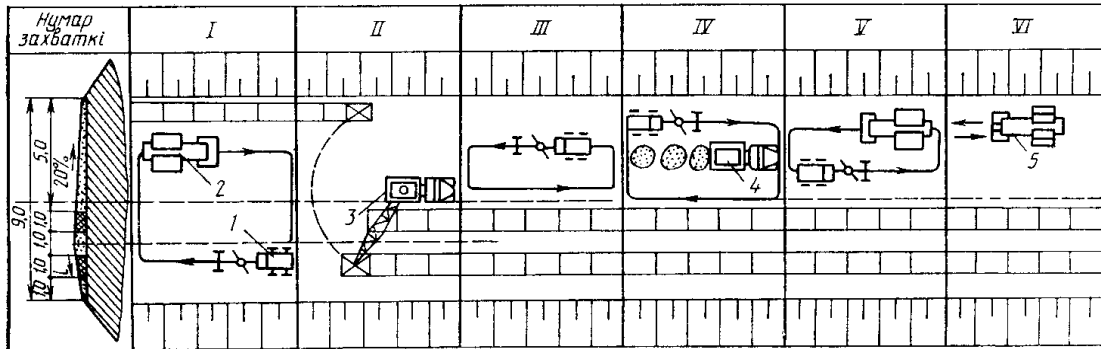
Рыс. 12.4 Устройванне пакрыцця або асновы з гравію (шчэбня), апрацаваных бітумам з выкарыстаннем перасовачнага змешвальніка:

1 – самазвал; 2 – аўтагрэйдэр; 3 – пагрузчык; 4 – перасовачны змешвальнік; 5, 6 – каткі з гладкімі вальцамі масай 6...8 т і 12...15 т; 7 – самаходны каток на пнеўмашынах; 8, 9 – вагончыкі для ІТР і рабочых; 10 – душавая; 11 – ёмістасць для вады; 12 – туалет; 13 – аўтабітумаврз; I...IV – захваткі

12.7. Тэхналогія будаўніцтва калейнага дарожнага адзення з жалезабетонных пліт

Дарогі з пакрыццём з жалезабетонных пліт будуюць аднапалоснымі з раз'ездамі. Тэхналагічны працэс ўстройвання дарожнага пакрыцця з жалезабетонных пліт наступны (рыс. 12.5). На спрафіляванае і ўшчыльненае да аптымальнай шчыльнасці земляное палатно вывозяць

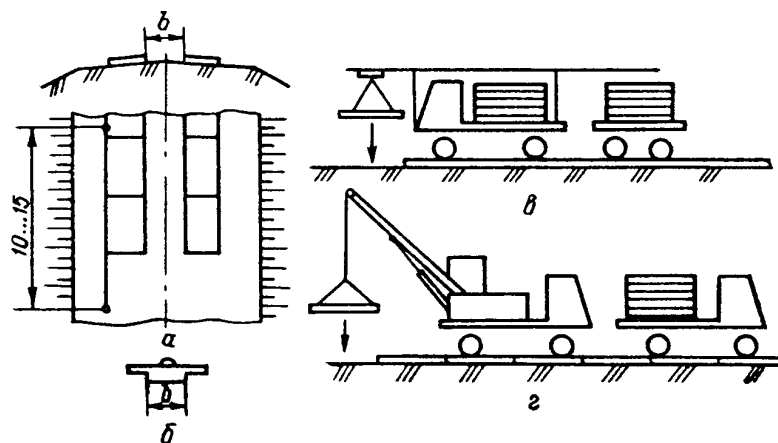
пясок ці пясчана-гравійны матэрыял для ўстройвання падстілаючага слоя. Дабаўлены матэрыял размяркоўваюць, профіліруюць і ўшчыльняюць цяжкім пнеўмакатком масаю 15...20 т. Пасля ўшчыльнення падстілаючага слоя аднаўляюць вась дарогі і ад яе калкамі фіксіруюць месцазнаходжанне аднаго колаправаду. Паміж калкамі паралейна восі



Рыс. 12.5 Тэхналагічная схема ўстройвання калейнага дарожнага пакрыцця з жалезабетонных пліт:

1 – аўтагрэйдэр; 2 – вібракаток; 3 – аўтакран; 4 – аўтасамасвалы; 5 – самаходны пнеўмакаток

дарогі нацягваюць шнур, па якому ўкладваюць пліты. Пліты другога колаправаду ўкладваюць па шаблону (рыс. 12.6). Укладка пліт праводзіцца аўтакранамі ці плітаўкладчыкамі. На прамыя ўчасткі пліты ўкладваюць з зазорам 1...1,5 см. Пры будаўніцтве аднапалоснай дарогі разварот аўтамабіля з плітамі выконваецца на раз'ездзе і ён заднім ходам пад'язжае да аўтакрана, пры двухпалоснай (другая паласа - грунтовая) – аўтамабіль прыпыняецца на грунтовай паласе з пераду



Рыс. 12.6 Укладка жалезабетонных пліт у калейнае пакрыццё:

а – схема укладкі пліт на шнур; б – шаблон для ўкладкі пліт на шнур; в – укладка пліт плітаўкладчыкам; г – укладка пліт аўтакранам

аўтакрана. З адной стаянкі аўтакран укладвае чатыры – шэсць пліт даўжынёй 3 м. Акрамя кранаўшчыка, на ўкладцы пліт працуюць трое рабочых: двое ўкладваюць пліты, а трэці злучае іх у стыках, забіваючы ў іх драўляныя антысепціраваныя брускі з хваёвай драўніны сячэннем 5x5 см.

Міжколавая прастора засыпаюць пяском і разраўноўваюць аўтагрэйдэрам, а ўшчыльненне выконваюць цяжкімі пнеўмакаткамі.

12.8. Будаўніцтва асфальтабетонных пакрыццяў

У цяперашні час на лесавозных дарогах I катэгорыі для ўстройвання пакрыццяў можа ўжывацца асфальтабетон. Асфальтабетон – гэта сумесь, якая атрымліваецца ў выніку змешвання ў нагрэтым стане шчэбня (гравія) рознай буйнасці, пяска, мінеральнага парашку і нафтавага дарожнага бітуму, якія бяруцца ў строга вызначаных суадносінах.

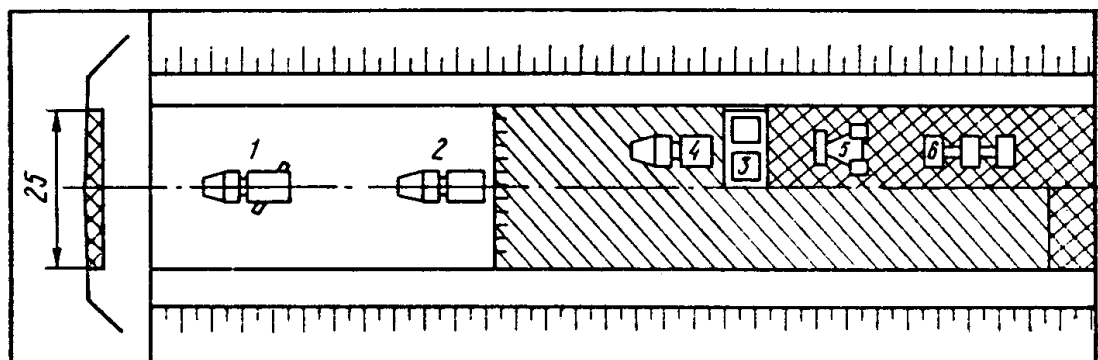
Асфальтабетон бывае шчэбневы (склад – шчэбень, пясок, мінеральны парашок і бітум), гравійны, у якіх замест шчэбня выкарыстоўваюць гравій, і пясчаны, які складаецца з пяска, мінеральнага парашку і бітуму. У залежнасці ад вязкасці дарожнага нафтавага бітуму (БНД) і тэмпературы ўкладкі пры будаўніцтве пакрыцця іх дзеляць на гарачыя, цёплыя і халодныя. Для вытворчасці гарачага асфальтабетону выкарыстоўваюць бітумы БНД 90/130, 60/90 і 40/60, для цёплага – БНД 200/300, 130/200, а таксама вадкі (рэдка) бітум СГ 130/200, для халоднага – вадкія бітумы СГ 70/130. Тэмпература ўкладкі гарачых сумесяў – не ніжэй $100\text{...}120^{\circ}\text{C}$ і цёплых – $70\text{...}80^{\circ}\text{C}$. Халодны асфальтабетон можна захоўваць 4...8 месяцаў. Іх укладваюць пры тэмпературы навакольнага асяроддзя не ніжэй $+5^{\circ}\text{C}$ вясною і $+10^{\circ}\text{C}$ у восень. Фарміраванне халодных сумесяў адбываецца на працягу 10...40 сутак у залежнасці ад маркі бітуму і ступені актывізацыі мінеральнага парашку. Гарачыя і цёплыя асфальтабетоны з улікам іх назначэння падзяляюць на буйназярністыя з размерамі зёрнаў да 40 мм, сярэднезярністыя – да 20 мм і дробназярністыя – да 10...15 мм.

З улікам назначэння гарачыя і цёплыя асфальтабетоны дзеляць на шчыльныя з астатковай порыстасцю 2,5...5% і порыстыя з астатковай порыстасцю 5...10%. Шчыльныя асфальтабетонныя сумесі прымяняюць у верхніх сляях пакрыцця, порыстыя – у ніжніх або ў аснове. У залежнасці ад утрымання шчэбня (гравія) і пяска гарачыя і цёплыя асфальтабетоны дзеляць на 5 тыпаў, якія абазначаюць літарамі

рускага алфавіта: тып А утрымлівае 50...60% шчэбня; тып Б – 35...50% шчэбня або гравія; тып В – 20...30% шчэбня або гравія; тып Г – не менш 33% фракцый 1,25...5 мм у прыродным пяску; тып Д – не менш 14% фракцый 1,2-5 мм у прыродным пяску. Халодныя сумесі бываюць трох тыпаў – Бх, Вх і Дх з утрыманнем мінеральных матэрыялаў аналагічна тыпам Б, В і Д. У залежнасці ад віду горнай пароды, віду матэрыялаў, паказчыкаў іх трываласці і тыпу мінеральнага парашку гарачыя і цёплыя асфальтабетоны дзеляць на чатыры маркі. Мяжа трываласці ў працэсе сціскання пры тэмпературы 20⁰С для I маркі складае 2,4 МПа, для II – 2,2; для III – 2,0 і для IV – 1,6 МПа. Гарачыя асфальтабетоны I і II марак і цёплыя I маркі выкарыстоўваюць для ўстройвання ўдасканаленых капіталных, а III і IV марак, цёплыя II...IV марак і халодныя абюдзвіх марак – для палегчаных пакрыццяў.

Асфальтабетонныя сумесі вырабляюць на стацыянарных або перасовачных асфальтабетонных заводах (АБЗ). Тэхналагічны працэс вырабу асфальтабетону складаецца з наступных аперацый: папярэдняга грубага дазіравання вільготнага пяску і шчэбню, іх прасушванне і награванне да зададзенай тэмпературы, сарціроўкі пяску і шчэбню па размерам фракцый; дазіравання пяску і шчэбню і адначасовай падачы і дазіравання мінеральнага парашку, награванне, падачу і дазіраванне бітуму; перамешвання ўсіх складаных і выдачы гатовай сумесі.

Тэхналогія будаўніцтва асфальтабетоннага пакрыцця (рыс. 12.7) уключае наступныя віды работ: ачыстку асновы ад пылу і смецця палівачна-мыйнай машынаю; разбіўку, устаноўку і пераўстаноўку ўпорных брусаў даўжынёю 6 м, якія замацоўваюць штырамі; падгрунтоўку асновы разрэджаным бітумам у колькасці 0,55л/м² за 2...3 гадзіны да ўкладкі асфальтабетона аўтагудранатарам ДС-142; падвоз-



Рыс. 12.7 Тэхналагічная схема ўстройвання асфальтабетоннага пакрыцця:
1 – палівачна-мыйная машына; 2 – аўтагрэйдэр; 3 – асфальтаукладчык; 4 – аўтасамасвал; 5 – лёгкі вальцовы каток; 6 – цяжкі вальцовы каток

ка асфальтабетоннай сумесі аўтасамазваламі; укладку асфальтабетоннай сумесі ў пакрыцце таўшчынёю 4 см асфальтаўкладчыкам тыпу ДС-143; уезджванне пакрыцця лёгкім вальцавым катком тыпу ДУ-50; уезджванне цяжкім вальцавым катком тыпу ДУ-9В; праверку папярочнага профілю і роўнасці ў працэсе уезджвання ўручную.

Уезджванне лёгкім катком выконваюць за 4...6 праходаў па аднаму следу, а цяжкім за 15...25 праходаў. Вальцы каткоў безперапынна змочваюць сумесю вады з газаю ў прапорцыі 1:20. Гэта робяць для таго, каб да вальца не прыліпала асфальтабетонная сумесь. Звычайна адзін укладчык абслугоўвае тры каткі – адзін лёгкі і два цяжкія.

12.9. Разлік рэсурсаў, саставу камплекта машын і колькаснага саставу брыгады спецыялізаванага патоку для будаўніцтва дарожнага адзення

Разлік працоўных і матэрыяльна-тэхнічных рэсурсаў для будаўніцтва дарожнага адзення неабходна пачынаць з разліку патрэбнай колькасці дарожна-будаўнічых матэрыялаў. Далей вызначаюць тэмп патоку і працягласць захваткі, а потым разлічваюць рэсурсы, неабходныя для будаўніцтва дарожнага адзення на зададзеным участку. Вынікі разліку рэсурсаў, саставу камплекта машын і колькаснага саставу брыгады прадстаўляюць у выглядзе табліц.

Прыклад 1. Неабходна разлічыць патрэбную колькасць дарожна-будаўнічых матэрыялаў для наступных зыходных дадзеных: працягласць участка дарогі 3,6 км, дарога II катэгорыі, дарожнае адзенне двухслойнае, аснова з буйнага пяску таўшчынёю 0,2 м, пакрыццё з аптымальнай грунтовай сумесі № 2 таўшчынёю 0,2 м, земляное палатно з сугліністых грунтоў.

Папярочны профіль дарожнага адзення прыведзен на рыс. 12.8.

Рахуны Разлік колькасці дарожна-будаўнічых матэрыялаў вызначаем паводле формулы

$$V = 1000\omega Lk_y\beta,$$

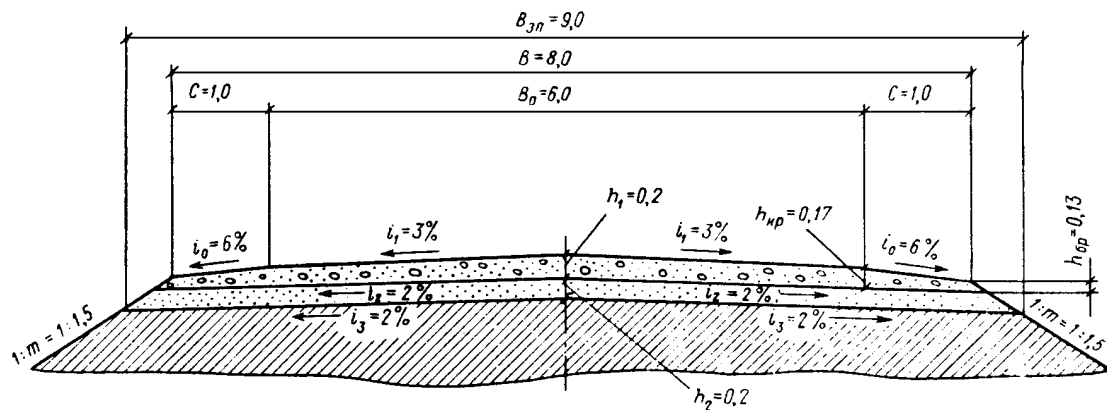
дзе ω – плошча папярочнага сячэння канструктыўнага слоя дарожнага адзення, м²; L – працягласць участка дарогі або захваткі, м; k_y – каэфіцыент ушчыльнення матэрыялу, для пяска 1,1...1,15, гравія 1,20...1,25, шчэбня 1,15...1,25; β – каэфіцыент, які ўлічвае страты матэрыялаў: для гравія, шчэбня і пяска 1,03...1,05.

Для вызначэння патрэбнасці ў аптымальнай гравійнай сумесі неабходна ведаць плошчу папярочнага сячэння слоя пакрыцця, якую

можна вылічыць паводле формулы

$$\omega = \frac{h_1 + h_{кр}}{2} B_0 + (h_{кр} + h_{бр})c + mh_{кр}^2,$$

дзе $h_{кр}$ – таўшчыня пакрыцця на кромцы праезнай часткі дарогі; $h_{бр}$ – таксама на броўцы. Астатнія абазначэнні глядзі (рыс. 12.8).



Рыс. 12.8 Серпадобны папярочны профіль гравійнага дарожнага адзення

Значэнне $h_{кр}$ і $h_{бр}$ вызначаюць паводле формулы

$$h_{кр} = h_1 - \frac{B_0}{2} (i_1 - i_2) = 0,2 - 3(0,03 - 0,02) = 0,17 \text{ м}$$

$$h_{бр} = h - c(i_0 - i_2) = 0,17 - 1(0,06 - 0,02) = 0,13 \text{ м.}$$

Ведаю $h_{кр}$ і $h_{бр}$ тады

$$\omega = \frac{0,2 + 0,17}{2} \cdot 6 + (0,17 + 0,13) \cdot 1 + 1,5 \cdot 0,13^2 = 1,44 \text{ м}^2.$$

Вызначаем патрэбны аб'ём аптымальнай гравійнай сумесі (м³)

$$V = 1000 \cdot 1,44 \cdot 3,6 \cdot 1,2 \cdot 1,03 = 6400.$$

Плошчу папярочнага сячэння м² пясчанага слоя (асновы) вызначым паводле формулы

$$\omega_0 = h_2 (B + 2mh_{бр}) + mh_2^2 = 0,2(8 + 3 \cdot 0,13) + 1,5 \cdot 0,2^2 = 1,74,$$

а патрэбны аб'ём (м³) пяска паводле формулы

$$V_n = 1000 \cdot 1,74 \cdot 3,6 \cdot 1,1 \cdot 1,04 = 7166.$$

Такім чынам, для будаўніцтва дарожнага адзення на дарозе даўжынёю 3,6 км патрабуецца 6400 м³ аптымальнай гравійнай сумесі № 2 і 7166 м³ буйнага пяску.

Прыклад 2. Патрабуецца вызначыць неабходныя рэсурсы для будаўніцтва дарожнага адзення. Зыходныя дадзеныя, такія як у прыкладзе № 1.

Рахунак. Вызначаем тэмп патоку (м) паводле формулы (10.2)

$$l = \frac{3600}{60 - 5 - 18 - 10} = 171$$

Атрыманае значэнне l удакладнім па прадукцыйнасці вядучай машыны-экскаватара ЭО-4111Б з ёмістасцю каўша 0,65 м³, які выконвае пагрузку пяску і аптымальную гравійную сумесь. Адпаведна АНіР прадукцыйнасць экскаватара ў змену на распрацоўцы і пагрузцы пяску складае 547 м³, тады даўжыня захваткі (м) паводле формулы (10.3) будзе

$$l_3 = \frac{\pi}{a} = \frac{547}{1,74 \cdot 1,04} = 302$$

На пагрузцы аптымальнай гравійнай сумесі прадукцыйнасць экскаватара, адпаведна АНіР роўна 510 м³, тады даўжыня захваткі (м) будзе

$$l_3 = \frac{\pi}{a} = \frac{510}{1,44 \cdot 1,2 \cdot 1,03} = 286,5$$

Працягласць захваткі прымем 300 м.

Зменную прадукцыйнасць (у м³) аўтамабіля-самазвала МАЗ-503 на падвозцы пяску на адлегласць 5 км вызначым паводле формулы

$$П = \frac{Tkq}{\left(\frac{2l}{V} + 0,2\right)\gamma_0} = \frac{8,2 \cdot 0,85 \cdot 7}{\left(\frac{2 \cdot 5}{20} + 0,2\right)1,5} = 46,5.$$

Прадукцыйнасць (м³) палівачна-мыйнай машыны ПМ-130 вызначым паводле формулы

$$П = \frac{Tkq}{\left(\frac{2l}{V} + \tau q\right)\gamma_0} = \frac{8,2 \cdot 0,85 \cdot 6}{\left(\frac{2 \cdot 3}{20} + 0,083 \cdot 6\right)} = 116,$$

Табліца 12.1

Тэхналагічная паслядоўнасць аперацый з разлікам аб'ёмаў работ і неабходных рэсурсаў для будаўніцтва гравійнага дарожнага адзення. Даўжыня захваткі 300 м. Колькасць захватак на участку дарогі 12

№ пра-цэ-су	№ зах-ват-кі	Крыніца абгрунтавання прадукцыйнасці (АНiP)	Апісанне тэхналагічных аперацыяў з указаннем колькасці праходаў машын. Разлік аб'ёмаў работ на ўчастак	Адзін-ка вы-мярэн-ня	Аб'ём работы на участак на захватку	Прадук-цыйнасць машын ў змену	Затраты ма-шын, машына-змен		Затраты пра-цы, чалавека-дзён	
							на учас-так	на зах-ватку	на учас-так	на зах-ватку
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	§ 2-1-8, табл.3, п.5а	Распрацоўка і пагрузка пяску ў кар'еры для асновы экскаватарам ЭО-4411б у аўтамабілі-самазвалы МА3-503	м ³	$\frac{77166}{600}$	600	11,9	1,0	23,8	2,0
2	1	Разлік	Падвозка пяску для асновы слоя аўтамабілямі-самазваламі МА3-503 на адлегласць 5 км	м ³	$\frac{77166}{600}$	46,5	154,1	12,9	154,1	12,9
3	1	§ 17-1, табл.2, п.1	Разраўноўванне і планаванне пяску аўтагрэйдэрам ДЗ-31-1 $F=8,4 \times 3600=30240 \text{ м}^2$	м ²	$\frac{30240}{2520}$	5704	5,3	0,44	5,3	0,44
4	2	Разлік	Падвозка і разліў вады па паверхні асновы палівачна-мыйнай машынай ПМ-130 з разліку 5%. Адлегласць падвозкі 3 км. $Q=7166 \times 1,5 \times 0,05=538 \text{ м}^3$	м ³	$\frac{538}{45}$	116	4,6	0,39	4,6	0,39
5	2	§ 2-1-22, табл.3, п.16	Ушчыльненне пясчанай асновы самаходным паўпрычачным катком на пнеў-машынах ДУ-16А за 6 праходаў па аднаму следу	м ³	$\frac{77166}{600}$	1240	5,8	0,48	5,8	0,48
6	3	§ 1-3, табл.2, п.3	Пагрузка аптымальнай гравійнай сумесі для пакрыцця экскаватарам ЭО-4111Б у аўтамабілі-самазвалы $V=1,44 \times 1,2 \times 1,03 \times 3,600=6400 \text{ м}^3$	м ³	$\frac{6400}{533}$	510	12,5	1,04	25,0	2,08

Заканчэнне табліцы 12.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
7	3	Разлік	Падвозка аптымальнай гравійнай сумесі для пакрыцця аўтамабілямі-самазваламі МАЗ-503 на адлегласць 12 км	м ³	$\frac{6400}{533}$	21,8	293,6	24,5	293,6	24,5	
8	4	§ 17-1, табл.2, п.1	Разраўноўванне і планаванне гравійнай сумесі аўтагрэйдэрам ДЗ-31-1 $F=8,4 \times 3600=30240 \text{ м}^2$	м ²	$\frac{28800}{2400}$	5704	5,0	0,42	5,0	0,42	
9	5	Разлік	Падвозка і разліў вады па паверхні асновы палівачна-мыйнай машынай ПМ-130 з разліку 5%. Адлегласць падвозкі 3 км. $Q=6400 \times 1,6 \times 0,05=512 \text{ м}^3$	м ³	$\frac{512}{42,7}$	11,6	4,4	0,37	4,4	0,37	
10	5	§17-11, табл.1. п.12	Падкатка пакрыцця вальцавым самаходным катком ДУ-8А пры 20 праходах па аднаму следу	м ²	$\frac{28800}{2400}$	745	38,7	3,22	38,7	3,22	
11	6	§17-26, п.1а	Праверка папярочнага профілю і роўнасці пакрыцця з папраўкай дэфектных месц уручную	м ²	$\frac{28800}{2400}$	550			52,4	4,36	
12	6	§17-1, табл.2, п.1	Канчатковае планіраванне пакрыцця аўтагрэйдэрам ДЗ-31-1	м ²	$\frac{28800}{2400}$	5704	5,0	0,42	5,0	0,42	
13	6	§17-11. Табл.1. п.13	Ушчыльненне пакрыцця самаходным прычапным катком на пнеўмашынах ДУ-16А за 20 праходаў па аднаму следу	м ²	$\frac{28800}{2400}$	1064	27,1	2,26	27,1	2,26	
Усяго							568,2	47,45	644,8	53,84	

дзе τ – час набору і на паліўку 1 м^3 вады, роўны $0,083 \text{ г}$; q – ёмістасць цыстэрны, м^3 .

Зменную прадукцыйнасць (м^3) аўтамабіля-самазвала МАЗ-503 на падвозцы аптымальнай гравійнай сумесі вызначаем паводле формулы

$$P = \frac{Tkq}{\left(\frac{2l}{V} + 0,2\right)\gamma_0} = \frac{8,2 \cdot 0,85 \cdot 7}{\left(\frac{2 \cdot 12}{20} + 0,2\right)1,6} = 21,8.$$

Вынікі разліку рэсурсаў прыведзены ў табл. 12.1.

Прыклад 3. Неабходна разлічыць састаў камплекта машын і колькаснага саставу брыгады спецыялізаванага патоку для будаўніцтва дарожнага адзення выконваем па табл. 12.1, разлічваю колькасць машына-змен і чалавека-дзён па тыпам машын. Вынікі разліку зводзім у табл. 12.2.

Табліца 12.2

Камплект машын і састаў спецыялізаванай брыгады для будаўніцтва дарожнага адзення

Назва машын і іх марка	Патрабуецца машына-змен на захватку	Прынята машын, шт	Каэфіцыент выкарыстання	Спецыяльнасць рабочага	Разрад	Патрабуецца чаладзён на захватку	Прынята колькасць рабочых
Экскаватар ЭО-4111Б	2,04	2	1,02	Машыніст-экскаватара	VI	2,04	2
				Дапаможнік машыніста	V	2,04	2
Аўтамабілі-самазвалы МАЗ-503	37,4	37	1,0	Шофёр	V	37,4	37
Палівачная машына ПМ-130	0,77	1	0,77	Шофёр	V	0,77	1
Аўтагрэйдэр ДЗ-31-1	1,28	2	0,64	Машыніст аўтагрэйдэра	VI	1,28	2
Самаходны каток ДУ-16А	2,74	3	0,91	Машыніст катка	V	2,74	3
Вальцовы самаходны каток ДУ-8А	3,22	3	1,07	Машыніст катка	V	3,22	3
				Дарожныя рабочыя	III	2,0	2
					II	2,36	2
Усяго	47,45	48				53,84	54

12.10. Уладкаванне , здача дарогі ў эксплуатацыю і тэхнічны кантроль якасці яе будаўніцтва

Уладкаванне дарогі зводзіцца да ўборкі рэшткаў будаўнічых матэрыялаў з дарожнай паласы, апрацоўцы адкосаў насыпаў і выемкаў, абочын і афармленню броўкі землянога палатна, фарбаванню надаўбняў і поручняў мастоў. Да здачы дарогі ў эксплуатацыю неабходна ўстанавіць дарожныя (пуцявыя) знакі (на чыгунках сігналы), кіламетровыя і пікетныя стаўбы, стаўбы пачатку і канца крывой, межаў аколiцы. На аўтамабільных дарогах устанаўліваюць знакі ў адпаведнасці з ДАСТ “Знакі дарожныя”. Ніжняю частку стаўбоў, закопваюць у зямлю, пакрываюць антысептыкам або абпальваюць, а надземную частку – афарбоўваюць.

Будаўнічая арганізацыя перадае пабудаваную дарогу лесанарыхтоўчому прадпрыемству асобнымі цалкам закончанымі ўчасткамі, якія задавальваюць патрабаванням тэхнічных умоў і праекту. Пры здачы дарогі ў эксплуатацыю будаўнічая арганізацыя павінна прад’явіць заказчыку (лесанарыхтоўчому прадпрыемству) наступную дакументацыю: рабочыя чарцяжы канструкцыйных элементаў з вытворчымі змяненнямі, журналы правядзення работ, асабліва забіўкі паляў, акты на ўтоеныя работы, планы сістэмы водаадводаў, ведамасць выкананых работ па супрацьдрыгвяным мерапрыемствам, ведамасць пастаянных рэпераў і акты геадэзічнай разбіўкі збудаванняў, акты лабараторных выпрабаванняў грунтоў і іншых матэрыялаў, выкананы падоўжаны профіль, папярочныя профілі землянога палатна і дарожнага адзення, а для чыгунак – верхняга збудавання. Усе ўстройства перадаюць у натуры і па заканчэнні прыёмкі складаюць акт, у якім указваюць недапрацоўкі і тэрміны іх ліквідацыі, а таксама даюць ацэнку работы. Для прыёмкі дарогі ў эксплуатацыю ствараецца камісія, у склад якой уваходзяць прадстаўнікі падрадчыка і заказчыка, дзяржаўнай аўтаінспекцыі, пажарнай службы, санэпідэманцыі, мясцовай улады і іншыя.

Тэхнічны кантроль будаўніцтва дарогі, калі ён правільна арганізаваны, з’яўляецца залогам высокай якасці выканання будаўнічых работ. Існуе некалькі відаў тэхнічнага кантролю:

вытворчы – вядзецца пастаянна тэхнічным персаналам, галоўным інжынерам, прарабамі, майстрамі, брыгадзірамі;

лабараторны – вядзецца пастаянна працаўнікамі дарожнай лабараторыі;

тэхнічны нагляд – выконваецца перыядычна заказчыкам або інжынерна-тэхнічным персаналам;

аўтарскі нагляд – выконваецца перыядычна праектнай арганізацыяй;

інспектарскі нагляд – выконваецца перыядычна інжынерна-тэхнічнымі працаўнікамі аб’яднання, канцэрна, міністэрства.

Кантраліруючы інжынерна-тэхнічны персанал праверае:

адпаведнасць пабудаванай канструкцыі і збудаванняў праекту;

адпаведнасць віда і якасці выкарыстаных дарожна-будаўнічых матэрыялаў праекту;

выкананне рэжымаў і тэхналогіі будаўніцтва;

ці правільна вядзецца тэхнічная дакументацыя (журнал вытворчасці работ, журнал лабараторных іспытаў, акты іспытаў будаўнічых матэрыялаў, акты праверкі патаемных работ і геадэзічнай разбіўкі, акты прамежнай прыёмкі;

наяўнасць праектна-каштарыснай дакументацыі.

Прадстаўнікі тэхнічнага нагляду маюць права: патрабаваць ад будаўнікоў высокай якасці работы; даваць указанні кіраўнікам работы пісьмовыя прадпісанні аб ліквідацыі недапрацовак, або рабіць аб гэтым запіс у журнале; прыпыняць работы ў выпадку незадавальняючага выканання работы.

Ацэнку якасці асобных відаў работы выконваюць па ступені адхілення фактычных дадзеных ад праектных і адпаведнасці іх нарматыўным дадзеным. Напрыклад, для гравійных пакрыццяў дапушчальнае адхіленне наступнае (плюс-мінус):

шырыня пакрыцця, см	10
таўшчыня слоя пакрыцця, %	10, але не больш 20 мм
вышыня адзнакі па восі, см	5
прасвет пад 3-метровай рэйкаю, мм	15

Нарматыўнымі дакументамі ўстаноўлена колькасць праверак. Так для падоўжанага профілю кантрольным нівеліраваннем правераюць не менш 10% працягу дарогі, папярочны профіль – не менш аднаго папярочніка на пікет. Ацэнку якасці асобных і відаў работы па земляному палатну і дарожнаму адзенню выконваюць па колькасці крайніх адхіленняў.

Адзнака “пяць” ставіцца тады, калі адхіленняў не больш 3%, “добра” – 3...6 і “здавальняюча” – 10%.

Адзнаку якасці выкананых асобных канструктыўных элементаў вызначаюць паводле формулы

$$C_i = \frac{3n_1 + 4n_2 + 5n_3}{n_1 + n_2 + n_3},$$

дзе n_1, n_2, n_3 – адпаведна колькасць відаў работы, якія атрымалі адзнакі “здавальняюча”, “добра” і “пяць”.

Агульная ацэнка будаўніцтва дарогі вызначаецца паводле формулы

$$C = \sum_{i=1}^{i=m} \frac{C_i k}{m} + P,$$

дзе P – паказчык, які адлюстроўвае ўражанне ад пабудаванай дарогі (камісія прымае ад 0 да 0,5); m – колькасць канструктыўных элементаў; k – каэфіцыент, які ўлічвае важнасць канструктыўных элементаў, роўны 1,0...1,1.

Пры $C = 3...3,5$ – адзнака “здавальняюча”; $C = 3,5...4,5$ – “добра” і $C > 4,5$ – “пяць”.

Кантрольныя пытанні. 1. Што такое аптымальная грунтовая і гравійная сумесі? 2. Тэхналогія будаўніцтва дарожнага адзення з аптымальных грунтовых і гравійных сумесяў. 3. Шчэбневае пакрыццё і тэхналогія яго будаўніцтва, умовы яго прымянення. 4. Як вызначыць дастатковасць ушчыльнення вышэй названых пакрыццяў? 5. Чаму для ўшчыльнення выкарыстоўваюць лёгкія і цяжкія каткі? 6. Якія асаблівасці тэхналогіі будаўніцтва пакрыццяў з грунтоў умацаваных цэмантам? 7. Што такое паверхневая апрацоўка, і на што яе робяць? 8. Раскажыце аб тэхналогіі будаўніцтва пакрыцця з жалезабетонных пліт? 9. Якая тэхналогія будаўніцтва асфальтабетонных пакрыццяў? 10. Як разлічваюць неабходныя рэсурсы, састаў камплекта машын і брыгады спецыялізаванага патоку на будаўніцтва дарожнага адзення? 11. Якія вы ведаеце этапы будаўніцтва зімовых дарог? 12. Якія віды тэхнічнага кантролю выконваюць пры будаўніцтве лесавозных дарог? 13. Правіла прыёмкі і здачы дарогі ў эксплуатацыю?

13. УТРИМАННЕ І РАМОНТ АЎТАМАБІЛЬНЫХ ЛЕСАВОЗНЫХ ДАРОГ

13.1. Асновы тэорыі эксплуатацыі лесавозных аўтамабільных дарог

Эксплуатацыя аўтамабіляў і дарог – складаная узаемазвязаная сістэма, у якой эфектыўнасць работы аўтамабіляў вызначаецца станам дарог, а іх даўгавечнасць залежыць ад умоў эксплуатацыі аўтамабіляў. Асноўнымі праблемамі эксплуатацыі лесавозных аўтамабільных дарог у цяперашні час з'яўляюцца: арганізацыя і забеспячэнне высокапрадукцыйнай работы аўтатранспарту; распрацоўка і ўдасканаленне тэхналогіі утрымання і рамонту дарог на аснове комплекснай механізацыі; аптымізацыя тэрмінаў службы асноўных відаў дарожнага адзення на лесавозных дарогах; барацьба з пылаўтварэннем на грунтовых і гравійных дарогах, з пучынаўтварэннем, павышэнне бяспечнасці руху і інш..

Падсістэма *"вадзіцель – аўтапоезд"* базіруецца на фізіялагічных магчымасцях вадзіцеля, хуткадзеейні кіравання аўтапоездам і з'яўляецца эрганамічнай.

Атрымаўшы ад навакольнага асяроддзя інфармацыю і прааналізаваўшы яе, вадзіцель узаемадзеінічае з выканаўчымі механізмамі, кіруе рухам аўтамабіля, задае яму рацыянальную траекторыю і рэжым руху. Пры спалучэнні руху аўтамабіляў па дарозе ствараецца транспартны паток. Даследаванне дадзенай падсістэмы дазваляе рашаць асобныя задачы па эксплуатацыі аўтамабіляў: эфектыўнасць упраўлення аўтамабілем і магчымасць яго рацыянальнага руху, рэгуляванне руху, вывучэнне заканамернасцяў руху патокаў.

Падсістэма *"аўтапоезд – дарога"* ўяўляе сабою механічную мадэль транспартнага працэсу. Пры руху аўтапоезд уздейнічае на дарогу, у выніку чаго ў ёй узнікаюць напружанні і дэфармацыі, якія вызначаюць трываласць і даўгавечнасць дарожнага адзення. Даследаванне дадзенай падсістэмы дазваляе ўстанавіць прычыны ўтварэння розных дэфармацый дарожнага адзення, вызначыць трываласць і адпаведнасць яго фактычнаму руху, распрацаваць розныя інжынерныя мерапрыемствы (утрыманне і рамонт) па падтрыманню дарог у добрым тэхнічным і эстэтычным стане.

Падсістэма *"навакольнае асяроддзе – дарога"* базіруецца на аналізе водна – цеплавога рэжыму дарожнай канструкцыі і ўяўляе сабою

складаную цепламасаабменную мадэль. У выніку ўздзеяння навакольнага асяроддзя ў дарожным адзенні ўзнікаюць напружанні і дэфармацыі, што прыводзіць да пагаршэння раўнавагі пакрыцця, парушэнню ўстойлівасці праезнай часткі дарогі. Уздзеянне атмасферных ападкаў пагаршае эксплуатацыйны стан пакрыццяў. Даследаванне дадзенай падсістэмы дазваляе распрацаваць інжынерныя мерапрыемствы па павышэнню ўстойлівасці дарог і бяспечнасці руху.

Падсістэма "дарога – аўтапоезд" базіруецца на аналізе хістальнага працэсу пры руху аўтапоезда па дарозе і ўяўляе сабою дынамічную мадэль (адваротная сувязь падсістэмы аўтапоезд – дарога). Хістальны працэс колаў, кузава і аўтапоезда ў цэлым узнікае з прычыны наяўнасці розных няроўнасцяў на пакрыцці. Даследаванне дадзенай падсістэмы дазваляе падлічыць расход паліва, вызначыць магчымую скорасць руху, прадукцыйнасць аўтапоезда на вывазцы лесу.

З прычыны няроўнасцяў, якія знаходзяцца на пакрыцці дарогі, скорасць руху аўтапоезда можа знізіцца ў два разы, прадукцыйнасць на 30...40 %, а сабекошт вывазкі нарыхтаванага лесу павялічыцца на 50 – 60 %.

У працэсе эксплуатацыі дарогі колькасць няроўнасцяў і іх размеры павялічваюцца. Калі няроўнасці своєчасова не ліквідаваць, то гэта можа быць прычынаю з'яўлення новых выбаін, а ў канчатковым выніку вываду дарогі са строю. Перыяд хістанняў кузава аўтамабіля пры руху складае:

$$T = 2\pi\sqrt{M/k},$$

дзе M – маса кузава; k – жорсткасць рысораў.

Пры скорасці руху аўтамабіля V выбаіны будуць размяшчацца адна ад другой на адлегласці, роўнай

$$l = 2\pi V\sqrt{M/k}.$$

Такім чынам, на дарогах з гравійным адзеннем узнікаюць так званыя хвалі.

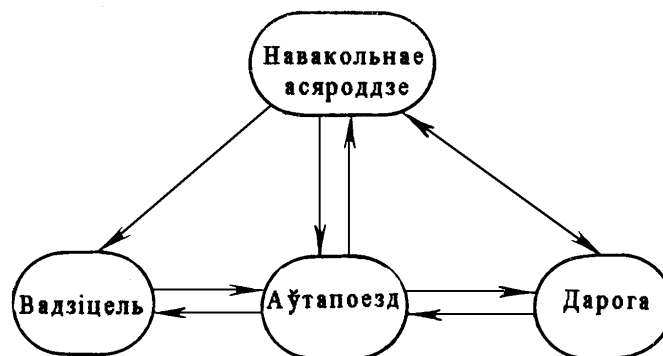
Даследаванні размеркавання няроўнасцяў на дарозе паказваюць, што яныносяць выпадковы характар. Таму мікрапрофіль пакрыццяў ацэньваецца статыстычнымі характарыстыкамі: m – колькасць выступаў (упадзін) на 1 км; V – сярэднеквадратычнае адхіленне няроўнасцяў і μ – каэфіцыент варыяцыі роўнасці

$$h_{cp} = \sum h/m; \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum (h_{cp} - h_i)^2}{m-1}}; \quad \mu = \sigma/h_{cp}.$$

Характарыстыкі мікрапрофіляў атрымліваюць пры дапамозе розных прафілеграфіаў, нівеліроўкаю або ўскосна, па хістанням надрысорнай часткі аўтамабіля. Аўтамабіль і дарогу разглядаюць як дынамічную сістэму, характарызуемую перадатачнай функцыяй ці частотнаю характарыстыкай, якія дазваляюць вылічыць вымушаныя хістанні аўтамабіля, калі вядомы мікрапрофіль дарогі. Вывучэнне хістальнага працэсу аўтамабіля дазваляе правільна сканструяваць падвеску аўтамабіля і прычাপнога саставу ці падабраць для дадзенага тыпу пакрыцця адпаведны рухомы састаў, вызначыць дынамічныя намаганні, якія дзейнічаюць на дарогу, магчымую скорасць руху і інш.

Падсістэма "навакольнае асяроддзе – аўтапоезд" дазваляе вывучыць надзейнасць аўтамабіляў, іх работу ў розных кліматычных умовах.

Усе падсістэмы паміж сабою ў той ці другой меры ўзаемазвязаны (рыс. 13.1), але пры распрацоўцы прынцыпаў эксплуатацыі дарог першараднае значэнне набывае аналіз наступных падсістэм: "навакольнае асяроддзе – дарога", "аўтапоезд – дарога", "навакольнае асяроддзе – вадзіцель".



Рыс. 13.1 Структурныя схемы сістэмы эксплуатацыі аўтамабільных дарог (па У.М. Сідарэнка)

Фізіка-механічны аналіз гэтых падсістэм з'яўляецца тэарэтычнай асновай эксплуатацыі лесавозных аўтамабільных дарог.

13.2. Паказчыкі эксплуатацыйнай якасці, працаздольнасці і надзейнасці лесавозных аўтамабільных дарог

Асноўнымі паказчыкамі, якія характырызуюць тэхнічны і эксплуатацыйны стан лесавознай дарогі з'яўляюцца:

эксплуатацыйныя паказчыкі, гэта гадавы аб'ём вывазкі лесу, інтэнсіўнасць, састаў і скорасць руху транспартных сродкаў, сябекошт вывазкі і удзельныя трызатраты і інш;

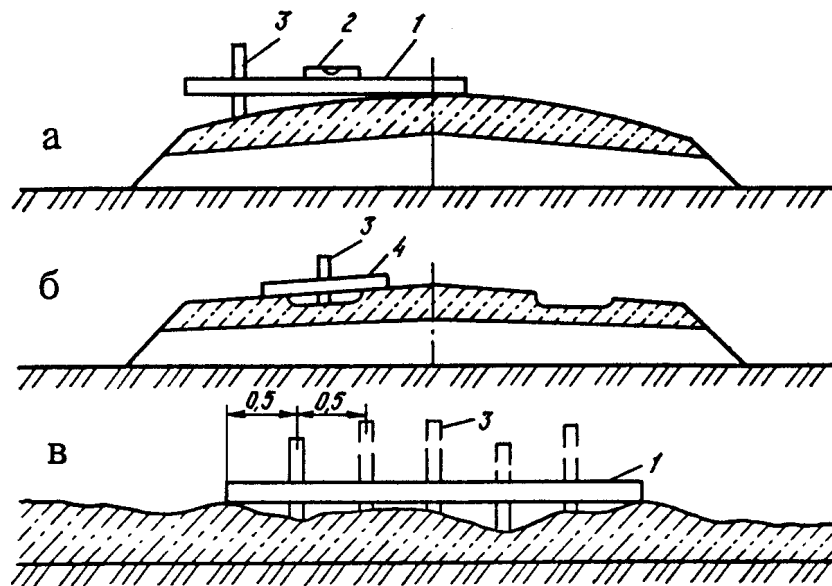
тэхнічныя паказчыкі становішча дарогі: роўнасць пакрыцця, яго шурпатаць, зносаўстойлівасць і працаздольнасць дарогі;

паказчыкі надзейнасці, бяспекі руху, тэрміна службы і трываласці дарожнага адзення.

Вельмі важным паказчыкам з'яўляецца роўнасць пакрыцця ад якога залежыць скорасць руху аўтапаездаў па дарозе, дынамічнае ўздзеянне колаў аўтамабіля на пакрыццё, расход паліва і сябекошт вывазкі драўніны і інш.

Няроўнасці вышынею да 5 мм не выклікаюць ваганняў рухомага саставу ў сувязі з тым, што гэтыя ваганні поўнасцю паглынаюцца пругкімі шынамі колаў. Больш буйныя няроўнасці выклікаюць ваганні аўтамабіляў і дынамічныя ўздзеянні на дарогу, што садзейнічае расту дэфармацый і разбурэнню пакрыцця. На дэфармацыю пакрыцця значны ўплыў аказвае вільготнасць грунту землянога палатна, з павышэннем якой паніжаецца яго трываласць.

Для вызначэння няроўнасці на лесавозных і лесагаспадарчых дарогах прымяняюць 3-х метровую рэйку, якую кладуць у падоўжаным напрамку па паласе накату, а ў папярочным – пры вымярэнні глыбіні калей (рыс. 13.2)



Рыс. 13.2 Вымярэнне дэфармацый рэйкаю:

а – папярочнага патоку праезнай часткі; б – глыбіні калей; в – няроўнасцяў у падоўжаным напрамку (па накату); 1 – рэйка даўжынёй 3...5 м; 2 – узровень; 3 – лінейка; 4 – кароткая рэйка (1,5м)

У адпаведнасці з ПТЭ для лесавозных аўтамабільных дарог дапушчальны прасвет пад 3-х мятроваю лінейкаю павінен быць, для гравійных і шчэбневых пакрыццяў 15 мм, адхіленне не болей 5 %. Няроўнасці замяраюць у трох месцах на кожным пікеце. На дарогах з калейным пакрыццём з жалезабетонных пліт прасвет пад лінейкаю павінен быць не болей 20 мм, зазор паміж плітамі – 10 мм, розніца па вышыні колаправадаў на прамом участку – 20 мм. На дарогах агульнага карыстання выкарыстоўваюцца спецыяльныя прыборы плафілометры ПКРС – 2У, МАДІ і інш.

Робатаздольнасць дарогі – агульная маса грузаў і транспартных сродкаў перавезеных па дадзенаму ўчастку дарогі за тэрмін ад здачы яе ў эксплуатацыю да капітальнага рамонту. Для лесавозных дарог з гравійным пакрыццём складае 0,8...1,2 млн.т, а для грунтовых, апрацаваных вяжучым – 0,6...0,8 млн.т.

Надзейнасць дарогі – імавернасць безадказнай яе работы на працягу ўстаноўленага тэрміна службы. *Адказ* – стан дарогі, які не забяспечвае бяспечны рух транспарту з устаноўленай скорасцю.

Характарыстыкамі надзейнасці з'яўляюцца: $P_o(t)$ – імавернасць безадказнай работы на працягу часу t ; $P_e(t)$ – імавернасць адказу на працягу часу $t(P_o(t)=1- P_e(t))$.

Імавернасць безадказнай работы $P_o(t)$ вызначаюць у залежнасці ад частаты адказаў $a(t)$ паводле формулаў

$$P_o(t) = \int_0^t a(t)dt ; P_e(t) = 1 - P_o(t).$$

t_{cp} – напрацоўка на адказ, або сярэдні працяг праезда паміж адказамі; $a(t)$ – частата адказаў, або доля адказаўшых за адзінку часу элементаў; T – сярэдні час безадказнай работы.

У тэорыі надзейнасці для $a(t)$ часта выкарыстоўваюць экспаненцыяльнае размеркаванне. Для забеспячэння безадказнай работы дарожнага адзення ў адпаведнасці з Дапаможнікам 3.03.01-96 да БНІП 2.05.02-85 прымаюць каэфіцыент трываласці пры іх разліку ў замежжасці ад катэгорыі дарогі і ўзроўня надзейнасці.

Для выяўлення стану дарогі ў працэсе эксплуатацыі выконваюць яе абследаванне, асноўныя віды якіх наступныя:

аператыўнае, напрыклад на месцы дарожна-транспартнага здарэння;

бягучае – выконваецца рэгулярна для вызначэння агульнага стану дарогі;

комплекснае – выконваецца кожны год перад летняй вывазкай лесу

для выяўлення вынікаў вясенняга бездарожа і распрацоўкі плана правядзення рамонтных работ на цякучы год;

паспартызацыя дарогі – гэта падрабная тэхнічная характарыстыка дарогі. Выконваюць ў адпаведнасці з інструкцыяй пасля будаўніцтва дарогі, а далей 1 раз у пяць гадоў робяцца ўдакладненні і дапаўненні.

Вельмі важным відам абследавання з’яўляецца штогадавое комплекснае абследаванне з вызначэннем агульнага эксплуатацыйнага стану дарогі. Гэтая работа выконваецца ў два этапы. Першы этап выконваецца ў перыяд вясеннега бездарожа, або сразу пасля яго. На гэтым этапе дарога раздзяляецца на ўчасткі. На кожным участку выконваюць два – тры праезды аўтамабіля з мэтай вызначэння максімальнай скорасці яго руху з дапамогаю секундамера, выкарыстоўвае пікетныя і кіламетровыя знакі. Вынікі запісваюць у пікетажную кніжку і на вока ацэньваюць стан дарогі і від неабходнага рамонту.

На другім этапе выконваецца больш дэталёвае абследаванне ўчасткаў, якія патрабуюць рамонту з выкананнем наступных работ:

пры пашкоджанні землянога палатна выконваюць замеры яго параметраў, прасадак насыпу, крутасць адкосаў і інш. са складаннем папярочнага профіля на кожным пікеце і плюсавам пункце.

на участках, дзе патрэбны рамонт дарожнага адзення вызначаюць агульны бал стана дарогі (вокамерна), складаецца дэфектная ведамасць, выконваюць бурэнне або вырубкі дарожнага адзення на ўсю таўшчыню плюс 0,2 м землянога палатна, выконваюць замер таўшчыні кожнага канструктыўнага слоя адзення і бяруць матэрыял адзення і грунт землянога палатна на пробу для вызначэння зернявога складу. Па вынікам бурэння па намаграме (гл. рыс. 8.21) вызначаюць модуль пругкасці, які параўноўваюць з патрабуемым.

Для вызначэння модуля пругкасці асфальтабетону, стабілізаваных грунтаў і іншых матэрыялаў выкарыстоўваюць прагінамер МАДІ-ЦНІЛ.

На аснове матэрыялаў комплекснага абследавання дарогі вызначаюць асноўныя эксплуатацыйныя каэфіцыенты (паказчыкі), якія характарызуюць стан дарожнай канструкцыі:

каэфіцыент службы

$$k_{сл} = \frac{V_{\phi}}{V_p};$$

каэфіцыент зносу пакрыцця

$$k_{зн} = \frac{\Delta h_{\phi}}{\Delta h};$$

каэфіцыент пругкасці

$$k_{np} = \frac{E_{\phi}}{E_{np}};$$

Характар падоўжнага профілю і кіламетры		0...20‰	50‰	60‰	10...
		● 1		● 2	
Канструкцыя дарожнага адзення Праектная 	Таўшчыня слаёў				
	Пакрыццё	23	28	30	
	Аснова	33	35	33	
	Іншыя слаі	—	—	—	
Тып пакрыцця Год пабудовы		Гравійнае 2002 г			
Становішча пакрыцця		Добрае			
Тып мясцовасці		II	I		
Становішча землянога палатна вышыня насыпу, глыбіня выемкі		Здавальняючае насып 1...3 м			
Грунт землянога палатна		Сугліністы			
Наяўнасць і становішча вадаадводу		Ёсць			
Фактычная хуткасць руху км/ч		20	35		
Эпюры модуляў пругкасці, Н/см ² (дэфармацыі) адзення 10000 Праектны 9000 E _{пруг} = 9000 Н/см ² 8000					
Эпюра каэфіцыента службы		1,1 1,0 0,9			
Эпюра каэфіцыента зносу		1,1 1,0 0,9			
Эпюра каэфіцыента трываласці		1,1 1,0 0,9			
Прычыны дэфармацыі адзення		Кепскі вадаадвод	Механічны знос	—	
Від неабходнага рамонту		Сярэдні	Цяжкі	Не патрабуецца	

Рыс. 13.3 Лінейны графік абследавання становішча дарогі

каэфіцыент слізкасці пакрыцця

$$k_{сл} = \frac{\varphi_{\phi}}{\varphi_{н}}$$

дзе V_{ϕ} , V_p – фактычная і разліковая скорасць руху; Δh_{ϕ} , Δh – фактычная і праектная таўшчыня слоя зносу; E_{ϕ} , E_{np} – фактычны і праектны модулі пругкасці дарожнага адзення; φ_{ϕ} , $\varphi_{н}$ – фактычны і нарматыўны каэфіцыенты слізкасці пакрыцця.

У залежнасці ад велічыні гэтых каэфіцыентаў устанаўліваюць, які від рамонту неабходна выканаць на дадзеным участку дарогі. Вынікі абследавання ўпісваюць у лінейны графік эксплуатацыйнага стану дарогі (рыс. 13.3), а таксама у дэфектныя ведамасці.

У адпаведнасці з даследаваннямі праф. Сільянова В.В. агульная комплексная ацэнка становішча дарожнага адзення лесавозных дарог вызначаецца паводле формулы

$$p = \sum_{i=1}^n s_i q_i + k_1 + k_2,$$

дзе s_i – ацэнка стану пакрыцця па асобным паказчыкам па трох – або пяцібальнай сістэме; q_i – каэфіцыент значнасці паказчыкаў (табл. 13.1); n – колькасць паказчыкаў ($n=3$ – для гравійнага і $n=5$ –

Табліца. 13.1.

Тэхнічныя значэнні і каэфіцыенты значнасці ацэначных паказчыкаў

№ паказчыка	Назва	Каэф. значнасці, q_i	Гранічныя значэнні паказчыкаў пры ацэнках		
			добра	здавальняюча	дрэнна
<i>Гравійнае, шчэбнівае пакрыцце</i>					
1	Папярочны ўхіл (адхіленні), %	0,2	10/15	20/25	Больш 20/25
2	Глубіня калей, мм	0,3	15/25	30/40	30/40
3	Прасвет пад 3-метровай рэйкаю, мм	0,5	9/10	13/15	13/15
<i>Калейнае з жалезабетонных пліт</i>					
1	Колькасць дэфектных пліт, %	0,05	5	20	Больш 20
2	Шырыня пакрыцця (адхіленні), мм	0,1	10	20	20
3	Папярочны ўхіл пліт (адхіленні), %	0,1	10	20	20
4	Розніца вышынь колаправадаў, мм	0,25	20	40	40
5	Прасвет пад 3-метровай рэйкаю, мм	0,5	8	12	12

для калейнага пакрыцця з жалезабетонных пліт); k_1, k_2 – каэфіцыенты (карэкціровачныя), якія вызначаюць паводле формулаў

$$k_1 = 0,5(S_{\max} - 3)(S_{\min} - 2)n_{\max}; k_2 = (S_{\min} - 3)n_{\min},$$

дзе S_{\max}, S_{\min} – максімальныя і мінімальныя ацэнкі стану па асобным паказчыкам ($S_{\max} = 4$ або 3 ; $S_{\min} = 2$ або 3); n_{\max}, n_{\min} – колькасць максімальных (S_{\max}) і мінімальных (S_{\min}) ацэнак.

У залежнасці ад агульнага комплекснага паказчыка p даюць ацэнку якасці пакрыцця або выкананага рамонту па наступнай шкале:

пры $p > 4,5$ – ацэнка выдатная; пры $3,51 < p < 4,50$ – добрая; пры $2,51 < p < 3,50$ – здавальняючая; пры $p < 2,50$ – дрэнная.

Бал ацэнкі стану дарожнага адзення па асобным паказчыкам і каэфіцыенты значнасці прымаюць па табл. 13.1.

Разлік агульнага комплекснага паказчыка разгледзім на прыкладзе (табл. 13.2)

Табліца. 13.2

Разлік агульнага комплекснага паказчыка стану пакрыцця з жалезабетонных пліт

№ паказчыка па табл.13.1	Вынікі абмераў	Ацэнка S_1 і S_2	Каэфіцыент q_1	Здабытак $S_i q_i$
1	18 %	$S_1=3$ (здавальняюча)	0,05	0,15
2	8 мм	$S_2=4$ (S_{\max})	0,10	0,40
3	22 %	$S_3=2$ (S_{\min})	0,10	0,20
4	15 мм	$S_4=3$	0,25	0,75
5	16 мм	$S_5=2$ (S_{\min})	0,50	1,00
			Разам	2,50

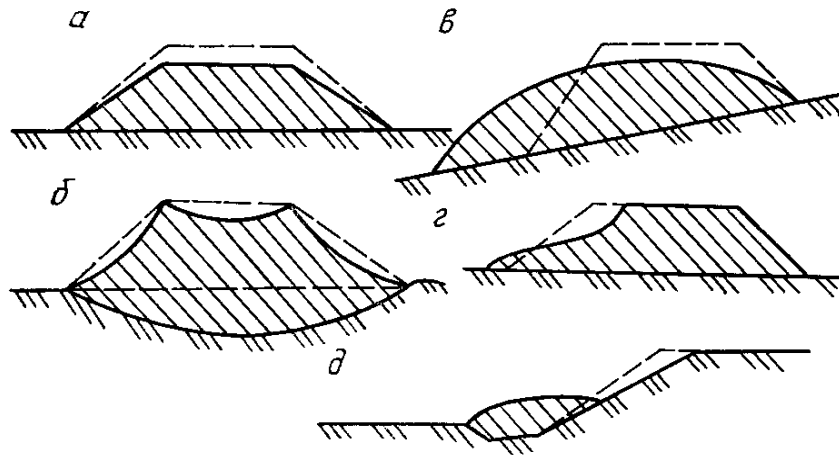
Заўвага: $k_1=0$; таму што $S_{\min}=2$; $k_2=(S_{\min}-3)n_{\min}=(2-3)2=-2$. Такім чынам, $p=2,5+0-2=0,5$, гэта значыць, што стан пакрыцця вельмі дрэнны.

13.3. Асноўныя пашкоджанні лесавозных дарог

У выніку ўздзеяння колаў рухомага саставу і прыродных фактараў (ападкі, вецер, тэмпература паветра і г. д.) адбываецца знос і дэфармаванне землянога палатна, водаадводных збудаванняў і дарожнага адзення. Істотны ўплыў на з'яўленне дэфармацый аказвае незахаванне тэхналогіі будаўніцтва, зніжэнне яго якасці і інш.

Для землянога палатна лесавозных дарог характэрны наступныя віды дэфармацый (рыс. 13.4): прасадкі насыпу з-за недастатковага ўшчыльнення грунту ці слабой асновы; апаўзанні па схілу з-за

неправільнай падрыхтоўкі асновы; размыў абочын і адкосаў у сувязі з недашчыльненнем ці залішне вялікай стромкасці адкосу; размывы кюветаў, канаў водаадводу і інш.



Рыс. 13.4 Асноўныя віды дэфармацый землянога палатна:
 а – прасадка насыпу ў выніку недастатковага ўшчыльнення; б – таксама пры наяўнасці слабай асновы; в – спаўзанне насыпу па спаду; г – размыў аднаго насыпу; д – змыў адкоса выемкі

Для штучных збудаванняў на лесавозных дарогах характэрны наступныя віды дэфармацый: прасадка насыпу каля ўезда на мост і апо-раў; разбурэнне злучэнняў і ўрубак; прасадка звенаў труб і іх пашко-джанне; знос праезнай часткі мастоў; размыў і заглайванне выхадных участкаў рэчышч у дарожных труб і мастоў; загнуванне паль, стояк і інш.

Дэфармацыі дарожнага адзення безкалейнага тыпу можна раздзяліць на тры групы: прасадкі, трэшчыны ў пакрыцці і аддзяленне (перамяшчэнне) матэрыялу пакрыцця.

Да дэфармацый першай групы адносяць: упадзіны ці прасадкі, якія ўзнікаюць з-за недастатковага ўшчыльнення грунту землянога палатна і дарожнага адзення ў выніку мясцовага аслаблення шчыльнасці грун-ту з-за пераўвільгатнення яго вясною і пучынаўтварэння; каляіны, якія ўзнікаюць на слаба ўшчыльненым дарожным адзенні і сістэматычнага ўздзеяння колаў рухомага саставу, які праходзіць па аднаму следу; хвалі (аднастайныя няроўнасці з шагам 0,8...1 м), якія ўтвараюцца ў асноўным перад крывымі, скрыжаваннямі, на спусках і іншых месцах, дзе неабходна тармажэнне аўтамабіля, а таксама пры сістэматычным руху па дарозе аднатыповых аўтамабіляў з прыкладна аднолькавай скорасцю.

Да дэфармацый другой групы адносяць: трэшчыны, якія

паяўляюцца ў жалезабетоннай пліце пры недастатковай яе трываласці (калі яна паложана на слабой аснове) у выніку вымывання грунту асновы ў зоне стыкаў і пад дзеяннем рухомага саставу; сетка трэшчын, якая з'яўляецца на пакрыцці з асфальтабетону, умацаванага грунту ў выніку з'яўлення трэшчын у слоя асновы з-за усадкі, а таксама з-за недастатковай марозаўстойлівасці матэрыялу пакрыцця.

Да дэфармацый трэцяй групы адносяць: выбоіны, якія ўтвараюцца пад уздзеяннем аўтамабільных колаў, выдзмухвання матэрыялу з верхняга слоя, а таксама выбоіны, утвораныя ў выніку здування віхравым рухам паветра, падзеннем бярэвён, праходаў гусенічнага транспарту; адслойванне, якое ўзнікае з-за недастатковага счаплення пакрыцця з асновай, шалушэння, якое з'яўляецца на цэментабетонных, цэментагрунтавых пакрыццях з-за высокай жорсткасці, буйнасці матэрыялу і нізкай марозаўстойлівасці яго. Аддзяленне буйных часцінак у гравійных пакрыццях адбываецца ў выніку непраўльнага падбору зернавога саставу; выступы буйнога каменя ў пакрыцці – вынік недавальняючай сартыроўкі матэрыялу, знос – вынік дзеяння датычных сіл, якія ўзнікаюць пры руху аўтамабіляў, а таксама пад уздзеяннем прыродных фактараў. У час эксплуатацыі дарогі адбываецца паступовае змяншэнне таўшчыні пакрыцця, якое вызывае зніжэнне трываласці дарожнага адзення і пагаршэнне роўнасці. Знос можа быць раўнамерны і нераўнамерны. Раўнамерны адбываецца пры дастатковай трываласці дарожнага адзення і нармальным умовам эксплуатацыі, у адваротным выпадку адбываецца нераўнамерны знос, які вядзе да ўтварэння выбоін і інтэнсіўнай страце матэрыялу, а значыць, і да пагаршэння эксплуатацыйнай якасці пакрыцця.

Ступень зносу пакрыцця характарызуецца агульнай стратай матэрыялу, якую выражаюць у выглядзе сярэдняй таўшчыні (у мм) зношанага слоя, разліковае значэнне якога за год вызначаецца паводле формулы

$$h = a + b\gamma m Q [1 + (2P/q)],$$

дзе a – знос пакрыцця ад уплыву атмасферных ападкаў у год, мм; b – каэфіцыент, які залежыць ад канструкцыі і трываласці слоя зносу, тыпу пакрыцця і саставу руху мм/млн. кг; γ – шчыльнасць драўніны, кг/м³; m – каэфіцыент, які ўлічвае рух іншага транспарта, роўны 1,2; Q – аб'ём вывезенага за год па дарозе лесу, млн.м³; P – маса аўтапоезда без грузу, кг; q – карысная нагрузка на аўтапоезд, кг.

Для парожняй паласы калейных жалезабетонных дарог знос пакрыцця вызначаюць паводле формулы

$$h_n = a + b\gamma m P Q / q .$$

Значэнні параметраў a і b , прыведзены ў табл. 13.3.

Табліца. 13.3

Значэнне параметраў a і b

Пакрыцце	Значэнне параметраў	
	a , м	b , мм/млн·кг
Гравійнае		
з трывалага гравію	3...4	15...22
з гравію малой трываласці	4...5	20...30
Шчэбневае		
з трывалага камя	4,5...5,5	15...20
з камяневых матэрыялаў малой трываласці	5,5...6,5	19...25
Грунтовыя, палепшаныя шкілетнымі дабаўкамі	6,5...7,5	23...27

Для кампесавання зносу дарожнага пакрыцця неабходны аб'ём матэрыялу на 1 км вызначаецца паводле формулы

$$V = Bhk ,$$

дзе B – шырыня праезнай часткі дарогі, м; k – каэфіцыент ушчыльнення матэрыялу, роўны для гравія – 1,24, шчэбня – 1,26, пяску – 1,1).

Знос гравійнага пакрыцця ў год складае 10...40 мм.

Ад роўнасці пакрыцця залежыць скорасць руху аўтапоезда па дарозе, расход паліва, сабекошт вывазкі нарыхтаванага лесу, дынаміка ўздзеяння рухомага саставу на дарогу.

Уплыў роўнасці пакрыцця (пашкоджаных участкаў) на скорасць руху можна прааналізаваць, выкарыстоўваючы формулу

$$V_n = V_p \frac{V_{\min}}{(1-a)V_{\min} - aV_p} ,$$

дзе V_p – разліковая скорасць руху; V_{\min} – скорасць руху па пашкоджанаму участку (2,5...3 м/с); a – адносіны плошчы паверхнявай часткі пакрыцця да яго агульнай плошчы на дадзеным участку.

Для вымярэння роўнасці пакрыцця прымяняюць трохметровыя рэйкі, рэйкі на колах з запісваючым устройствам (ПКР-1, ПКР-3, ПКР-5, ПКР-6У), штуршкамеры ХАДІ тыпу ЦОСК-2, штуршкаграфы ГКРБ і другія, а таксама нівеліраванне праз 2 м. Прасвет пад трохметровай рэйкай па БНіП ІІІ-Д. 5-73 для шчэбневых і гравійных пакрыццяў павінен складаць 15 мм, адхіленне дапускаецца не больш 5 % ад агульнага ліку прамераў. Максимальныя прасветы выковаюць у трох

створах на кожным пікеце. На дарогах з калейным пакрыццем, прасвет пад трохметровай рэйкай не павінен перавышаць 20 мм, зазор паміж плітамі – 10 мм, уступ у стыках – 5 мм, розніца ў вышыні па восям колаправадаў на прамым участку пуці – 20 мм.

13.4. Асноўныя віды дарожна-рамонтных работ

Для падтрымання аўтамабільнай лесавознай дарогі ў перыяд яе эксплуатацыі ў тэхнічна спраўным стане выконваюць наступныя віды рамонтных работ: утрыманне, бягучы, сярэдні і капітальны рамонт.

Утрыманне дарогі заключаецца ў сістэматычным доглядзе за дарогай з мэтай падтрымання яе ў належным парадку на працягу ўсяго перыяду эксплуатацыі для забяспячэння бесперабойнага і бяспечнага руху аўтатранспарту з устаноўленымі скарасцямі руху і нагрузкамі. Работы па ўтрыманню дарогі адрозніваюцца па іх накіраванасці і сезонам года: вясеннія – ліквідацыя вынікаў зімняга ўспучвання і падрыхтоўка да летняга перыяду; летнія – забяспячэнне найлепшых умоў для руху; асеннія – падрыхтоўка да зімняга перыяду; зімовыя – ачыстка праезнай часткі ад снегу і барацьба з галаледам.

Бягучы рамонт дарог уключае работы па ліквідацыі асобных дробных дэфармацый і разбурэння землянога палатна і дарожнага адзення, водаадводнай сістэмы і штучных збудаванняў у мэтах папярэджвання больш моцных разбурэнняў. Бягучы рамонт праводзіцца штогадова.

Сярэдні рамонт дарог уключае комплекс рамонтных работ для аднаўлення дарожных збудаванняў, замены зношанага пакрыцця і паляпшэння транспартна-эксплуатацыйных якасцяў дарогі. Сярэдні рамонт праводзіцца адзін раз у некалькі гадоў.

Капітальны рамонт дарог уключае работы па аднаўленню трываласных характарыстык і геаметрычных размераў дарогі (у адпаведнасці з патрабаваннем праекта) з адначасовай заменай зношаных, страціўшых трываласць і патрабуемую ўласцівасць канструктыўных слаеў дарожнага адзення і штучных збудаванняў да праектных норм. Капітальны рамонт праводзіцца перыядычна адзін раз у некалькі гадоў падрадным ці гаспадарчым спосабам.

Для своечасовага выяўлення дэфектаў дарожных канструкцый, састаўлення апэратыўных планаў работ па ўтрыманню і рамонту праводзяць тэхнічны агляд дарог і штучных збудаванняў. Агляд дарог і штучных збудаванняў ажыццяўляе камісія, якая ствараецца прыказам кіраўніка прадпрыемства ў адпаведнасці з перыядычнасцю

агляду асобных збудаванняў, але не радзей двух разоў у год – вясною і восенню. Вынікі агляду фіксуюцца актам.

Тэрміны правядзення сярэдняга і капітальнага рамонтаў устаноўліваюць у залежнасці ад стану дарогі, выкарыстоўваючы для гэтай мэты паказчыкі эксплуатацыйных якасцяў дарогі (табл. 13.4), па рашэнню спецыяльнай камісіі, якая назначаецца прыказам на лесанарыхтоўчаму аб'яднанню.

Арыенціровачныя міжрамонтныя тэрміны для лесавозных аўтамабільных дарог з рознымі тыпамі пакрыццяў прыведзены ў табл. 13.5.

Табліца 13.4

Віды рамонтаў і паказчыкі эксплуатацыйнай якасці дарог

Віды дарожна-рамонтных работ	Значэнне каэфіцыентаў				
	k_{cl}	k_{mp}	k_{zn}	k_{ck}	k_n
Утрыманне	Да 0,8	Болей 1	Да 1	Болей 0,5	Не больш 1
Бягучы рамонт	Таксама	Таксама	Таксама	Да 0,5	Болей 1
Сярэдні рамонт	Да 1	Болей 1	Болей 1	Таксама	Таксама
Катальны рамонт дарожнага адзення:					
удасканаленых					
капітальных	Таксама	Болей 0,95	Таксама	-!!-	-!!-
удасканаленых					
аблегчаных	-!!-	Да 0,8	-!!-	-!!-	-!!-
пераходных	-!!-	Таксама	-!!-	-!!-	-!!-

Табліца 13.5

Міжрамонтныя тэрміны капітальных і сярэдніх рамонтаў дарог

Тыпы пакрыцця і від асновы	Катэгорыя дарогі	Міжрамонтныя тэрміны, гадоў	
		Капітальны	Сярэдні
Калейныя жалезабетонныя на пясчана-гравійнай або пясчанай аснове (падмурку)	II, III	15...20	7...10
		8...10	4...5
		8...10	3...4
Шчэбневая і гравійная сумесі аптымальнага складу на пясчаным падмурку	I, II, III		2...3
Шчэбневая і гравійная з несартаваных сумесяў	III, IV		2
Грунташчэбневая і грунтагравійная	IV		
Грунтовыя палепшаныя	IV		

13.5. Віды і арганізацыя работ, якія выконваюцца пры ўтрыманні, бягучым, сярэднім і капітальным рамонтах лесавозных дарог

13.5.1. Утрыманне лесавозных дарог. Агульныя звесткі. Утрыманне лесавознай дарогі прадугледжвае работы па догляду за земляным палатном, дарожным пакрыццём і штучнымі збудаваннямі. Від і аб'ём работ па ўтрыманню дарогі залежыць ад сезону года. Летам утрыманне дарогі заключаецца ў падтрыманні формы землянога палатна шляхам планіроўкі, падсыпкі і зрэзкі абочын, адкосаў насыпаў і выемкаў, у забяспячэнні роўнасці пакрыцця, у сістэматычнай планіроўцы паверхні гравійных і грунтовых дарог. Летам праводзяць скошванне травы, высечку хмызняку на абочынах, адкосах і ў рэзервах, сістэма-тычную ачыстку пакрыццяў ад гразі, пылу (абяспыльванне) і іншыя віды работ.

У восень утрыманне дарогі заключаецца ў забяспячэнні водаадводу з пакрыцця: устраненні калдобін, выбоін і каляін, дзе можа затрымацца вада, ачышчэнню канаў і другіх водаадводных збудаванняў ад ілу; нарыхтоўцы і ўстаноўцы снегаахоўчых шчытоў і іншых снегазатрымальных устройстваў; закрыцці перад снегападам адтулін малых мастоў і трубаў шчытамі.

Зімою ў склад работ па ўтрыманню дарогі ўваходзіць барацьба са снежнымі заносамі і галаледам.

Вясною ў склад работ па ўтрыманню дарогі ўваходзіць забяспячэнне спраўнай работы водаатвода, барацьба з пучэннем. Адкрываюць трубы і адтуліны малых мастоў, ачышчаюць рэчышча ад гразі, наносаў, снегу і лёду, сколваюць лед каля апораў, паляў і ледарэзаў; забяспечваюць пропуск ледаходу, павадкавых вод. Разбіраюць і рамантуюць снегаахоўныя шчыты. На пучынных і слабых ўчастках дарог выконваюць часовае агароджванне, укладваюць пры неабходнасці інвентарныя шчыты, доскі і іншыя матэрыялы, адкрываюць і заштукоўваюць паветраныя варонкі.

Утрыманне дарог уключае таксама догляд за дарожнымі знакамі і агароджай.

На працягу года планіроўка паверхні пакрыцця выконваецца аўтагрэйдэрамі ці дарожнымі вугольнікамі па тры – чатыры разы вясною і летам, і чатыры – шэсць разоў восенню. Пры планіроўцы адвал аўтагрэйдэра ці рабро вугольніка ўстанаўліваюць пад вуглом 45-60° да восі дарогі. Пры руху аўтагрэйдэра ці вугольніка перакрыцце папярэдніх праходаў павінна быць 0,15...0,2 м. Пры паўторных

планіроўках неабходна змяняць парадак работы і апрацоўкі праезнай часткі спачатку ад краёў да сярэдзіны, а ў наступны раз ад сярэдзіны да краёў, каб пазбегнуць накіплення матэрыялу па восі дарогі.

Барацьба з пучэннем. Пры вясеннім утрыманні дарог важнае значэнне маюць работы, звязаныя з ліквідацыяй пучэння, так як на пучынных участках з няцвёрдым дарожным адзеннем пад уздзеяннем рухомага саставу пры адтайванні ўтвараюцца праломы і прасадкі, а на дарогах з калейным пакрыццём з жалезабетонных пліт – прасадка пліт, іх перакосы і зрухі. Таму ўсе пучыныя ўчасткі дарогі, выяўленыя вясною, бяруцца на ўлік і пры правядзенні сярэдніх і капітальных рамонтаў павінны быць ліквідаваны.

Склад работ пры ўтрыманні дарог на пучынных участках уключае выдаленне снегу з абочын, рвоў і адкосаў, уладкаванне ў першыя дні снегатаення на абочынах прарэзаў для выпуску вады пры таянні «доннікаў» (лінзаў лёду). Пучыныя месцы загароджваюць і робяць аб'езд, а на невялікіх участках на пакрыцце для прадухілення яго разбурэння коламі аўтамабіляў у час бездарожжа ўкладваюць інвентарныя шчыты і прымаюць меры для паскарэння асушэння верху землянога палатна. Для гэтага ўладкаваюць выпуск вады (канаўкі шырынею 0,2...0,25 м) з каляін на адкосы палатна і ў бакавыя каналы.

На перыяд вясенняга і асенняга бездарожжа абмяжоўваюць нагрукі на аўтамабілі і аўтапоезды або закрываюць рух транспарту на дарогах. Рух транспарту да пачатку вясенняга бездарожжа закрываюць пасля адтавання дарожнага адзення і пачатку адтавання землянога палатна, а адкрываюць рух пасля поўнага адтавання землянога палатна і правядзення бягучага рамонту дарогі (ліквідацыя каляін, ачыстка абочын, прывядзенне да парадку водаадводных набудоў).

Абяспылаванне. Вясною, восенню і асабліва летам у перыяд дажджоў грязь ад колаў аўтамабіляў заносіцца на праезную частку, у выніку зніжаецца счапленне колаў з пакрыццём, збруджваюцца аўтамабілі. Вялікія адкладанні гразі выдаляюць аўтагрэйдэрамі, малыя – палівальна-мыйнымі машынамі, якія з дапамогаю вадзянога струмення і металічных шчотак змываюць грязь.

Бруд, які застаўся ва ўпадзінах, пасля прасыхання, утварае пыл, які таксама можа ўзнікнуць і ад змяльчэння матэрыялу пакрыцця, не апрацаваных вяжучым. На такіх дарогах скорасць руху аўтамабіляў зніжаецца з-за дрэннай бачнасці; пыл шкодна дзецічае на аўтамабіль, вадзіцеляў, пасажыраў, грузы. Выдаленне пылу механічнымі шчоткамі эфектыўна толькі на моцных і роўных пакрыццях; на гравійных і шчэбневых пакрыццях асноўным спосабам барацьбы з пылаўтварэн-

нем з'яўляецца апрацоўка пакрыцця гіграскапічнымі солямі ці рознымі вяжучымі.

Для палівання прымяняюць гіграскапічныя солі CaCl_2 , MgCl_2 , NaCl , найбольш эфектыўны хларысты кальцый. Раствор гэтых соляў з дапамогаю палівальных машын або іншых сродкаў разліваецца раўнамерна па пакрыццю, пасля выпарэння вады на яго паверхні захоўваецца гіграскапічная пленка, якая сарбіруе вадзяную пару з атмасферы і такім чынам забяспечвае нейкую вільготнасць. Канцэнтрацыя воднага раствору складае 18...35 %, а норма першага разліву раствору 1,5...4 кг/м². Разліў выконваюць двойчы (па паўдозы) за змену. Пры прымяненні крысталічнага CaCl_2 эфект захоўваецца на працягу 3...6 нядзель у залежнасці ад метэаралагічных умоў. Другі разліў выконваюць праз 3...5 тыдняў. Норма расходу крысталічнага CaCl_2 складае 0,5...1 кг/м².

Для абяспыльвання дарог таксама прымяняюць 30...40 % раствор ССБ. Разліў выконваюць двойчы з разрывам 10...20г. Норма для першага разліву 1,5...1,6, для другога – 1 л/м².

У выключных выпадках для абяспыльвання шчэбневых, гравійных, грунташчэбневых пакрыццяў прымяняюць бітумную эмульсію, якая павольна распадаецца (1,5...2 л/м²), сырую нафту (2...2,5 л/м²), вадкі бітум (0,8...1,2 л/м²) і інш. Разліў праводзяць у найбольш гарачыя часы сутак аўтагудронатарамі. Паўторны разліў ажыццяўляюць праз 1,5...2 месяцаў з паніжэннем нормы на 30 %. Рух дазваляецца пасля поўнага ўбірання вяжучага. Для паскарэння гэтага працэсу на паверхню пакрыцця можна насыпаць тонкі слой дробнага пяску.

Каб аслабіць уплыў соляў на карозію металічных дэталей аўтамабіляў, іх замешваюць з інгібітарамі. Напрыклад, да NaCl дабаўляюць адназамешчаны фосфар натрыя – 2...3 % ад масы NaCl , двухзамешчаны фасфат натрыя – 5...7 %; суперфасфат 3...5 %; да CaCl_2 – суперфасфат 5...7 %; гексаметафасфат натрыя 1...2 %.

Барацьба са снежавымі заносамі і галалёдам. Па снегазанасімасці адрозніваюць наступныя ўчасткі дарог: сільназанасімыя (выемкі); сярэднезанасімыя (нулявыя месцы і насыпывышынею, блізкаю да сярэдняй таўшчыні снежнага покрыва для дадзенага раёна); слабазанасімыя (насыпы вялікай вышыні) і незанасімыя (насыпы вышынею больш за 1 м; участкі, пракладзеныя па вузкім прасекам у лесе).

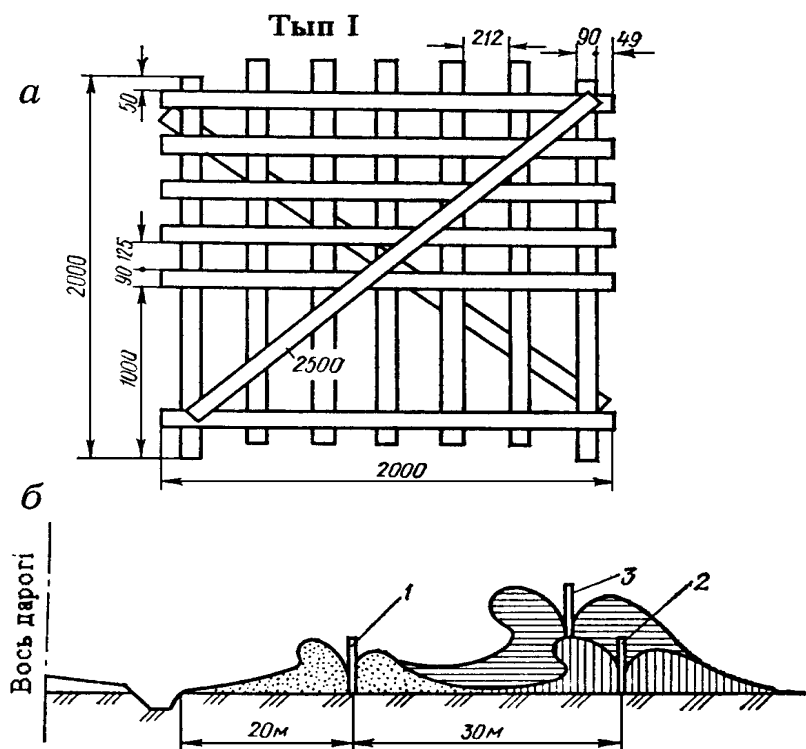
Перанос снегу і ўтварэнне заносаў адбываецца ў час завей. Адрозніваюць завей верхавыя – выпаданне снегу пры ветры, нізавыя – перанос раней выпаўшага снегу, пазёмкі – перанос снегу па паверхні, мяцеліцы (завірухі) – пры значнай вільготнасці паветра. У гарах быва-

юць снежныя абвалы і лавіны. Найбольш частыя і вялікія заносы на-
глядаюцца ў III дарожна-кліматычнай зоне. У лясных раенах снежныя
заносы часцей за ўсе з'яўляюцца на адкрытых месцах (балоты,
прасекі).

Меры барацьбы са снежнымі заносамі дзеляць на пасіўныя –
снегазатрыманне – і актыўныя – ачыстка ад снегу. Снегахоўныя
(снегазатрымальныя) устройства дзеляць на пастаянныя і часовыя. Да
пастаянных адносяць снегахоўныя палосы лесу ўздоўж дарогі
шырынею да 60 м, а да часовых драўляныя рашоткавыя шчыты,
снежныя сценкі, траншэі і валы, рады вяршынікі і буйных сукоў.

Для аховы дарог ад снежных заносаў прымяняюць чатыры тыпы
пераносных рашоткавых шчытоў: I тып – вышынею 2 м з агульнай
плошчай прасвету 50 % (рыс. 13.5); II тып – аднаведна 1,5 м і 50 %; III
тып – 2 м і 60 % і IV тып – 1,5 м і 60 %. Даўжыня ўсіх шчытоў 2 м.
Шчыты I і II тыпаў ужываюць у раенах, дзе назіраюцца мяцеліцы са
скорасцю ветру больш 20 м/с, ў іншых выпадках – шчыты III і IV
тыпаў.

На моцназанасімых участках дарогі шчыты ўстанаўліваюць
суцэльнай лініяй паралельна дарозе на адлегласці 25...50 м ад броўкі



Рыс. 13.5 Снегаахова дарогі з выкарыстаннем драўлянных шчытоў:
а – канструкцыя шчыта; б – перастаўленне шчытоў пры моцных снежных заносах; 1,2,3 – шчыты

землянога палатна, на сярэдне – і слабазанасімых участках, а таксама на ўчастках дарогі, якія накіраваны да пануючых вятроў пад вуглом $30...60^\circ$, – з разрывамі ў адзін шчыт праз кожныя 3...4 шчыты. Пры дасягненні снегавым валам $2/3$ вышыні шчыта іх пераўстанаўліваюць на грэбень снежнага валу.

Траншэі, якія ўлоўліваюць снег, устройваюць паралельна дарозе на адлегласці 30-100 м ад броўкі землянога палатна. У залежнасці ад снегапераносу ўстройваюць ад 3 да 5 траншэй, з адлегласцямі паміж іх восьмі 12...15 м. Пасля заносу снегам траншэі ачышчаюць бульдозерам, снегаачышчальнікамі, вугольнікамі. Гэтымі машынамі ўстройваюць снежныя валы (сценкі) вышынею 1,5...2 м.

Ачыстка ад снегу (актыўныя меры барацьбы са снегам) на аўтамабільных дарогах можа выконвацца: спецыялізаванымі машынамі (плужнымі, ротарнымі, шнэка-ротарнымі снегаачышчальнікамі); дарожнымі машынамі агульнага назначэння (бульдозерамі, аўта – і прычাপнымі грэйдэрамі); прасцейшымі прычапнымі прыладамі – вугольнікамі.

Пры паніжэнні тэмпературы пасля адлігі і выпаданні ападкаў, а таксама пры ўшчыльненні снегу коламі аўтамабіля ўтвараецца ледзяная корка (галалёд). Галалёд рэзка зніжае счাপленне колаў з паверхняю дарогі, а такім чынам, рэзка зніжаецца і сіла цягі па счাপленню. Паверхня пакрыцця становіцца слізкай, і язда становіцца вельмі небяспечнай. Барацьба з галалёдам вядзецца ў асноўным двюма спосабамі: рассяпаннем па абледзянеўшай паверхні праезнай частцы матэрыялаў, якія павышаюць каэфіцыент счাপлення колаў аўтамабіля з пакрыццём і выдаленнем з яго слоя лёду ці снегу.

Для павышэння каэфіцыента счاپлення пры галалёдзе паверхню праезнай часткі пасыпаюць пяском, гравіем, каменнай дробяззю, а для прадухілення змярзанна гэтых матэрыялаў да іх дабаўляюць да 20 % NaCl ад масы матэрыялаў.

На прамых гарызантальных участках дарогі ці з ухілам меней 20 % норма расходу матэрыялаў складае $0,1...0,2 \text{ м}^3$ на 1000 м^2 , на ўсіх астатніх участках дарогі, там, дзе патрабуецца частае тармажэнне, расход матэрыялаў складае $0,3...0,4 \text{ м}^3$ на 1000 м^2 .

Утрыманне і рамонт зімовых дарог уключаюць работы па стварэнню і нарошчванню слоя снежна – ушчыльненага, ледзянога ці снежна – ледзянога пакрыцця, планіроўку праезнай часткі, расчыстку яе ад снегу, зараўноўванне выбоін і каляін з далейшай планіроўкай праезнай часткі і шчодрой паліўкай пры тэмпературы $-5...-10^\circ\text{C}$.

13.5.2.Бягучы рамонт лесавозных дарог. У задачу бягучага рамонту ўваходзіць ліквідацыя няспраўнасцяў і пашкоджанняў дарожнай канструкцыі.

Пры бягучым рамонце землянога палатна і сістэмы водаадводу выконваюцца наступныя віды работ: папраўка дробных пашкоджанняў землянога палатна, водаадводных збудаванняў, рэзерваў, ахоўных умацавальных рэгуляцыйных збудаванняў, аднаўленне размытых дажджом адкосаў палатна з засевам травой; падсыпка, зрэзка і планіроўка абочын на асобных участках; правядзенне работ па прадухіленню пучынаўтварэння і ліквідацыі яго вынікаў (для гэтага на ўчастках, якія схільны да пучынаўтварэння праразаюць паветраныя раўкі да асновы дрэнажаванага слоя дарожнага адзення і засыпаюць іх гравіям, шчэбням ці буйназярністым пяском і г.д.); да наступлення замаразкаў і снегападу пратычкоўваюць вось водаадводных канаў у месцах, якіх належаць у вясенні перыяд ачышчэнню ад снегу; выконваюць рамонт і пафармаванне дарожных знакаў і інш.

Пры бягучым рамонце дарожнага адзення выконваецца зараўноўванне ямаў, калдобінаў, выбоінаў, трэшчынаў на праезнай частцы грунтовых, гравійных, шчэбневых і ўмацаваных вяжучымі матэрыяламі дарог, рассыпанне высевак і дробнага гравію па шчэбневым і гравійным пакрыццям, выпраўленне профілю адзення без унясення дабавак і г.д.

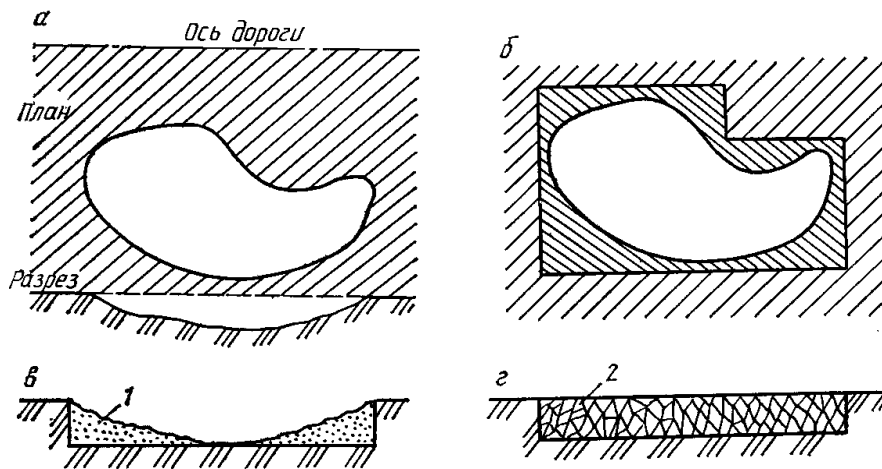
Пры бягучым рамонце калейнага пакрыцця выконваюць наступныя работы: выпростваюць пліты; выраўноўваюць абочыны і міжкалейныя прамежкі, устраняюць прасадкі, замяняюць разбураныя пліты і пліты, якія маюць значныя пашкоджанні, выраўноўваюць колаправады.

Пры бягучым рамонце штучных збудаванняў папраўляюць асобныя невялікія пашкоджанні элементаў збудаванняў; часткова змяняюць і падцягваюць дэталі злучэнняў; замуроўваюць (замазваюць) трэшчыны, ракавіны.

Бягучы рамонт праводзяць рабочыя – дарожнікі, якія папраўляюць пашкоджаныя ўчасткі адзення, г. зн. ажыццяўляюць так званыя ямкавы рамонт.

Тэхналогія выканання ямкавага рамонтнага адзення наступная: пашкоджанае месца ачышчаюць ад гразі і разбураных матэрыялаў пакрыцця; далей выконваюць раскіркоўку пашкоджанага месца з мэтай выдалення аслабленага матэрыялу па краях разбурэння (рыс. 13.6). Атрыманае паглыбленне павінна мець вертыкальныя сценкі і краі, паралельныя і перпендыкулярныя да восі дарогі. Потым паглыбленне запаўняюць

тым жа матэрыялам, з якога пабудована пакрыцце і старанна ўшчыльняюць.



Рыс. 13.6 Ямачны рамонт пашкоджанага пакрыцця:

а – выбой да рамонту; б,в – падрыхтоўка да рамонту з раскіроўкай і выдаленнем слабага матэрыялу; г – выбой пасля рамонту; 1 – выдолены матэрыял; 2 – новы матэрыял

Каляіны і хвалі ўстраняюць правядзеннем прафілеўкі пакрыцця аўтагрэйдэрам з папярэдняй раскіроўкай і наступным ушчыльненнем утрамбоўкай. Рамонтную прафілеўку неабходна правадзіць пасля выпадання дажджу, калі матэрыял пакрыцця дастаткова вільготны.

13.5.3. Сярэдні рамонт лесавозных дарог. Сярэдні рамонт выконваецца адзін раз ў некалькі гадоў (гл. табл. 11.3). Пры выкананні яго аднаўляюць зношанае пакрыцце і водаадвод, умацоўваюць адкосы насыпаў і выемкаў. Сярэдні рамонт ўключае падыманне і выраўноўванне жалезабетонных пліт калейнага пакрыцця; дасыпанне і дастатковае ўшчыльненне прамежка паміж колаправадамі; замену ўсіх пліт жалезабетоннага пакрыцця, якія належаць рамонту ў умовах палігона, а таксама дробны рамонт астатніх пліт; устройванне віражоў на крывых, небяспечных для руху аўтатранспарта; папраўка асобных дэфектаў і пашкоджванняў мастоў; фарбаванне, антысепціраванне і атынкаўванне элементаў мастоў; замена ці рамонт на месцы ўсіх пашкоджаных звенаў і агалоўкаў жалезабетонных труб; рамантаванне ізаляцый і стыкаў; аднаўленне ўсіх дарожных знакаў, агароджыванне і устаноўка новых.

Сярэдні рамонт, як правіла, выконваецца комплексна на ўчастках, працягласцю 3 – 5 км на аснове матэрыялаў веснавога абследавання

дарогі з улікам графіка выканання дарожных рамонтных работ. Пры складанні дадзенага графіка неабходна да рамонту прадугледзіць рамонт ўсіх другіх пуцявых збудаванняў: землянога палатна, водапускных збудаванняў і г.д.

Пры сярэднім рамонце гравійнага і шчэбневага пакрыцця выконваюць прафілероўку з дабаўленнем да 500 м³ гравія і шчэбня на 1 км пакрыцця для кампенсавання слоя зносу. Работу пачынаюць з ачышчэння пакрыцця ад пылу і гразі, выканання ямкавага рамонту. Затым размяркоўваюць матэрыял, профілююць і ўшчыльняюць.

Пры сярэднім рамонце пакрыццяў з умацаваных грунтаў можна ўстройваць паверхневую апрацоўку.

Сярэдні рамонт выконваюць работнікі дарожнай службы, акрамя вадзіцеляў аўтасамазвалаў, якія ажыццяўляюць дастаўку дарожна-будаўнічых матэрыялаў, выдзеленых прадпрыемствам на перыяд рамонтных работ.

13.5.4. Капітальны рамонт аўтамабільных дарог. Капітальны рамонт выконваюць адзін раз у некалькі гадоў (гл. табл. 13.5). Яго праводзяць на магістральных дарогах, або на іх участках, калі неабходна асваенне новых масіваў лесу ці перавядзенне прадпрыемстваў (пастаяннадзейнічаючых) на новую катэгорыю. У гэтых выпадках капітальны рамонт можа спалучацца з рэканструкцыяй аўтамабільнай дарогі.

Капітальны рамонт уключае наступныя работы: ліквідацыя усіх пашкодзванняў землянога палатна, умацаванне абочын, поўнае аднаўленне сістэмы водаадводу, павялічэнне радыусаў крывых, змякчэнне падоўжаных ухілаў, устройванне віражоў і вертыкальных крывых, пашырэнне дарожнага палатна і дарожнага аддзення да адпаведных норм; павелічэнне высаты насыпі дарожнага палатна на ўчастках з неспрыяльнымі гідралагічнымі умовамі, устройванне другога, больш моцнага, тыпу пакрыцця ці павялічэнне таўшчыні існуючага, узмацненне штучных збудаванняў, устройванне падпорных стенок і іншых умацавальных і ахоўных збудаванняў; устаноўку новых і ахоўных старых дарожных знакаў, а таксама прывядзенне да парадку паласы адводу.

Работы па капітальнаму рамонту могуць выконвацца гаспадарчым ці падрадным спосабам на аснове праектаў і каштарысаў, складзеных па матэрыялах абследаванняў і пошуку палепшаных варыянтаў.

Капітальны рамонт дарог з калейным пакрыццём з жалезабетонных пліт заключаецца ў рамонце землянога палатна і

аднаўлення водаадводу, суцэльнай замене калейнага пакрыцця з давядзеннем пясчанага слоя да праектнага размеру.

Рэканструкцыя дарогі праводзіцца ў тым выпадку, калі неабходна перавесці дарогу ў вышэйшую катэгорыю ў сувязі з павелічэннем аб'ёму вывазкі нарыхтаванага лесу.

Капітальны рамонт адрозніваецца ад рэканструкцыі дарогі тым, што пры ім катэгорыя дарогі не змяняецца.

13.5.5. Абследаванне стану лесавознай дарогі. Абследаванне стану лесавознай дарогі праводзіцца штогадова вясною, у перыяд бездарожжа. У выніку абследавання выяўляюцца ўчасткі, якія патрабуюць рамонт, устанаўліваецца аб'ём рамонтных работ і распрацоўваецца план іх выканання. Абследаванне дарог вядзе інжынер-лесатранспартнік з двума – трыма рабочымі. Па выніках абследавання ў складаецца дэфектная ведамасць, а таксама лінейны графік абследавання стану дарогі (гл. рыс. 13.3).

13.6. Арганізацыйная структура транспартных цэхаў і дарожнай службы ў лесанарыхтоўчай прамысловасці

Вывазка нарыхтаванага лесу выконваецца, як правіла, да ніжняга складу, а ў некаторых выпадках непасрэдна перапрацоўчых прадпрыемстваў. У залежнасці ад гадавога грузаабароту дарогі, структуры лесанарыхтоўчага прадпрыемства і другіх умоў аўтамабільная лесавозная дарога можа ўваходзіць у склад лесапункта; уяўляюць сабою самастойны цэх, які абслугоўвае некалькі лесапунктаў ці буйных майстроўскіх участкаў.

У штаце кожнага лесанарыхтоўчага прадпрыемства для падтрымання аўтамабільнай лесавознай дарогі ў спраўным стане і правядзення яе рамонту, а таксама будаўніцтва часовых дарог, ёсць старшы майстар (дарожнік), або майстар.

Працягласць дарог, якія знаходзяцца ў адначасовай эксплуатацыі, складавых і гаспадарчых, прымаецца па тэхпраекту і плану высечак для забяспячэння адначасовай работы праектуемых пагрузачных пунктаў па разліку (найбольш аддаленым годзе) – магістраляў і веткаў.

Працягласць вусаў, якія знаходзяцца ў адначасовай эксплуатацыі, вызначаюць паводле формулы

$$l_{\text{вус.э}} = (d_{\text{г}} - 2l_{\text{мп}})m/2,$$

дзе d_e – сярэдняя адлегласць паміж веткамі, км; l_{mp} – адлегласць тралеўкі, км; m – колькасць пагрузачных пунктаў, якія працуюць адначасова (прымаецца па колькасці лесанарыхтоўчых брыгад).

Працягласць вусоў, якія неабходна пабудаваць ў год, вызначаецца асобна па сезонам года паводле формулы

$$l_{буд} = Q_{сез} / (100\alpha d_{вус}),$$

дзе $Q_{сез}$ – аб'ём вывазкі лесу за сезон, м³; α – ліквідны запас драўніны на 1 га плошчы, сярэдняй паміж агульнай і эксплуатацыйнай, м³; $d_{вус}$ – адлегласць паміж вусамі, роўная $2l_{mp}$.

Такім чынам, асноўнай адзінкай дарожнай службы з'яўляецца дарожны майстар, якому падпарадкаваны рамонтная брыгада і брыгада па будаўніцтву вусоў.

Колькасць рабочых па ўтрыманню, бягучым і сярэднім рамонту лесавозных аўтамабільных дарог можна вызначыць паводле формулаў:

для немарознага перыяду (красавік – лістапад) на дарогах з гравійным і іншымі адзеннямі пераходнага тыпу

$$N_{лет} = 0,25L + 0,0018R_{лет} + n_{вус}l_{вус};$$

на дарогах з пакрыццём з жалезабетонных пліт

$$N_{лет} = 0,23L + 0,0058R_{лет} + n_{вус}l_{вус};$$

для зімняга перыяду (снежань – сакавік)

на дарогах з гравійным і іншымі адзеннямі пераходнага тыпу

$$N_{зім} = 0,132L + 0,0006R_{зім} + n_{вус}l_{вус},$$

дзе L – працягласць магістраляў і ветак, якія эксплуатауюцца ў дадзены перыяд (1 км магістралі прымаюць за 1 км, 1 км ветак прымаюць з каэфіцыентам 0,75 і 1 км вусоў – 0,5); $R_{лет}$, $R_{зім}$ – грузавая работа за адпаведны перыяд, тыс. м³ км; $n_{вус}$ – колькасць рабочых па ўтрыманню 1 км вуса, якія знаходзяцца ў эксплуатацыі (0,2...0,4); $l_{вус}$ – працягласць вусоў, якія адначасова знаходзяцца ў эксплуатацыі, км.

13.7. Арганізацыя руху лесавозных аўтапаяздоў на вывазцы нарыхтаванага лесу

Аўтамабільная лесавозная дарога звязвае лесапагрузачныя пункты лесасекі з ніжнім складам лесанарыхтоўчага прадпрыемства. Работа

на гэтых пунктах арганізуецца так, каб час знаходжання аўтапаяздоў пад пагрузкай і выгрузкай быў мінімальным. У цяперашні час у асноўным на пагрузцы нарыхтаванага лесу выкарыстоўваюць сківічныя пагрузчыкі. Прымяненне іх дазваляе стварыць запасы падтралёванай драўніны каля трас лесавозных дарог. Гэта дазваляе арганізаваць работу па найбольш прагрэсіўнай схеме тралеўкі з вывазкай, мінаючы верхнія склады з шырокім фронтам пагрузкі. Прымяненне сківічных пагрузчынаў выключае неабходнасць у спецыяльных пагрузчыках эстакадах, неабходных пры буйнапакетнай пагрузцы. Нарыхтаваную драўніну (хлысты) укладваюць ў бок грузавага напрамку на спецыяльныя пагрузачныя пляцоўкі. Пляцоўка павінна быць роўнай, знаходзіцца на сухім месцы (на балоцістых месцах яе можна ўстройваць толькі ў зімовы перыяд) і дастатковай для размяшчэння на ёй неабходных запасаў; радыусы крывых лесавознага шляху ў месцах пагрузкі павінны быць не менш 50 м, падоўжаны ухіл на спуску 20 %, а на пад'ёме – 10 %; неабходна мець месцы развароту аўтамабіляў. Дарогі на тэрыторыі пагрузачных пунктаў павінны забяспечыць зручны ўезд і выезд аўтапаяздоў, а пры шматкамплектнай вывазцы – работу сядзельных цягачоў са зменнымі прычэпамі.

Кіраўніцтва пагрузачнымі работамі ў лесе ўскладаецца на майстра лесазагатавак ці брыгадзіра ўзбуйнёнай брыгады, які ўказвае месца пагрузкі, не дапускае прастой аўтапаяздоў, забяспечвае патрэбную колькасць пагрузачных машын і рабочых, сачыць за агульным станам месцаў пагрузкі, за выкананнем правіл тэхнікі бяспечнасці. Навокал пагрузачных пляцовак павінны быць вырублены 50-метровыя зоны бяспечнасці, а пляцоўкі ачышчаны і спланіраваны.

Вадзіцель кіруе пагрузкай аўтапоезда. Ён нясе адказнасць за размеркаванне груза па восям і колам аўтапоезда. Лес, пагружаны на аўтапоезд, увязваецца канатам па сярэдзіне воза.

Рэйсавая нагрузка і зменная выпрацоўка на аўтапоезд устанаўліваюцца ў адпаведнасці з дзейнічаючымі нормаў выпрацоўкі на лесанарыхтоўчых работах з улікам мясцовых умоў і дасягнення ў перадавых вадзіцеляў. Нагрузка паміж конікамі аўтамабіля і роспуску размяркоўваецца так, каб не перагружаць шасі аўтамабіля, шын роспуска (правільнае размеркаванне яе дасягаецца змяненнем даўжыні дышла). Навісь пярэдніх канцоў хлыстоў ці дрэў за конік аўтамабіля складае 1,0 м у МАЗа і не больш 0,75 м у ЗІЛа.

На ніжнім складзе разгрузачнымі работамі кіруе майстар (прыемшчык), які абавязаны: прыняць грузжаны аўтапоезд і паказаць месца разгрузкі; адзначыць у дарожным лісце час прыбыцця аўтапоезда;

прыняць драўніну; арганізаваць хуткую разгрузку; сачыць за выкананнем правіл тэхнікі бяспечнасці пры разгрузцы і забяспечыць своечасовае адпраўленне разгружанага аўтапоезда ў рэйс.

У час руху аўтапоезда па дарозе павінны строга выконвацца правіла дарожнага руху і тэхнічнай эксплуатацыі.

Пры выезде лесавознага аўтапоезда з лесавозных дарог на дарогі агульнага карыстання яго габарыты, павінны састаўляць не больш: вышыня – 3,8 м, шырыня – 2,5 м, даўжыня – 20 м, а звес хлыстоў за габарыты лесавознага роспуску – не больш 2 м.

Пры вывазцы хлыстоў або дрэў звес вяршыні за конік роспуску павінен быць такім, каб прасвет паміж вяршынямі хлыстоў і пакрыццём на гарызантальным участку складаў не менш 0,6 м.

Пры руху па аднапучевым дарогам парожнія аўтапоезды ўступаюць дарогу грузоным і чакаюць іх на раз'ездах.

Лесавозныя аўтапаязды аснашчаюцца апазнавальнымі знакамі, двума люстэркамі задняга віду, паказальнікамі габарытаў на пярэднім бамперы, страхавачнымі башмакамі для падкладкі пад колы ў час стаянкі, а таксама папераджальным знакам вымушанай астаноўкі, які ўстанаўліваецца на адлегласці 20...30 м ззаду аўтапоезда.

Арганізацыя вывазкі нарыхтаванага лесу ажыццяўляецца на аснове графікаў руху. Яны уяўляюць сабою графічнае адлюстраванне раскладу руху, у якім узаемна ўвязаны не толькі рух аўтапаяздоў, але і работа сумежных звёнаў тэхналагічнага працэсу (глава 6, параграф 4).

Пры састаўленні графіка руху ўлічваюцца колькасць і размяшчэнне пагрузачных пунктаў. Пры гэтым кожны вадзіцель павінен выконваць целую колькасць рэйсаў. У сувязі з гэтым даўжыню яго змены увялічваюць або ўмяняшаюць, але з такім разлікам, каб за месяц было адпрацавана вызначаная колькасць часоў.

Аўтапаязды выпускаюць на лінію па ступеньчатаму графіку з такім разлікам каб на пагрузачны пункт яны прыбывалі праз аднолькавыя прамежкі часу, прыблізна роўныя часу пагрузкі абыкнававага аўтапоезда.

Час прастою аўтапоезда пад пагрузкай вызначаецца паводле формулы

$$t = Q_p k_n / P_{наг},$$

дзе Q_p – рэйсавая нагрузка аўтапоезда, м³; k_n – каэфіцыент, які ўлічвае нераўнамернасць работ, роўны 1,2; $P_{наг}$ – прадукцыйнасць пагрузачнага агрэгата, м³/мін).

Пры выезде ў рэйс кожнаму вадзіцелю выдаюць расклад з

указаннем часу руху і прыбыцця на пагрузачны пункт, часу, які адводзіцца на пагрузку і разгрузку і агульнай даўжыні змены. Калі неабходна павялічыць колькасць рэйсаў (рэзервныя рэйсы) для кампенсацыі недавыканання плана ў дні з дрэннымі пагоднымі ўмовамі, то яны на графіку руху паказваюцца пункцірнай лініяй.

Для арганізацыі руху аўтапаяздоў, кіравання рухам, для рашэння прынцыповых пытанняў эксплуатацыі аўтамабільных дарог неабходна ведаць яго асноўныя заканамернасці. Рух асобных аўтамабіляў розных марак і ступені загрузанасці, якія следуюць па розных маршрутах, складае транспартны патоку. Адзіночны аўтамабіль у патоку ўзаемадзеянчае не толькі з дарогаю і знешнім асяроддзем, але і з побач ідучымі аўтамабілямі, выконваючы пры гэтым розныя маневры. На характар руху патоку вялікі ўплыў аказваюць дарожныя умовы, састаў і інтэнсіўнасць руху, стан аўтамабіляў, псіхафізіялагічныя асаблівасці вадзіцеляў і г.д.

Пад рэжымам руху на дарогах панімаюць заканамернасць змены асноўных характарыстык транспартнага патоку ў часе (па гадах, месяцах, сутках, часах суткаў і сезонах года) і ў прасторы (на даўжыні дарогі і шырыні праезнай часткі).

Асноўнымі характарыстыкамі, якія вызначаюць рух патоку, з'яўляюцца інтэнсіўнасць і склад руху, скорасць патоку і асобных груп аўтамабіляў, шчыльнасць патоку і размеркаванне інтэрвалаў паміж аўтамабілямі (частата праезду).

У цяперашні час асноўным спосабам рашэння праблемы вывучэння працэсу руху патоку аўтамабіляў з'яўляецца метада матэматычнага мадэліравання, які дазваляе ўстанавіць суадносіны паміж найбольш важнымі пераменнымі характарыстыкамі працэсу. Пры гэтым канкрэтныя характарыстыкі могуць мець канкрэтныя значэнні для пэўных умоў, г. зн. быць дэтэрмінаванымі, або мець выпадковыя значэнні. Такім чынам матэматычныя мадэлі працэсу могуць быць дэтэмілістычнымі (мадэль дазваляе дакладна вызначыць змену аднаго пераменнага значэння са зменай другога) і імавернаснымі (мадэль улічвае наяўнасць элементаў выпадковасці).

Дэтэрміністычныя (дынамічныя) мадэлі апісваюць рух усяго патоку, як правіла, упарадкаванага, і ўзаімадзеянне паміж асобнымі аўтамабілямі ў патоку, а імавернасныя дазваляюць ўстанавіць колькасную ацэнку характару руху патокаў.

Тэорыя імавернасці разглядае рух патоку як выпадковы працэс. Імаверныя мадэлі асноўваюцца на законе рэдкіх падзей.

На аўтамабільных лесавозных дарогах рух адбываецца пры

вольных умовах, так як інтэнсіўнасць руху невялікая, уплыў аднаго аўтамабіля на другі нязначны ці практычна адсутнічае, інтэрвалы паміж аўтамабілямі з часам мяняюцца ў шырокіх межах, г. зн. скорасць руху, інтэрвалы, абгоны носяць выпадковы характар. Для апісання заканамернасцяў руху патоку часцей за ўсе прымяняюць размеркаванне Пуассона, якое дастаткова поўна апісвае рух патоку аднародных аўтамабіляў, рэдка размеркаваных па дарозе.

Размеркаванне Пуассона мае наступны від

$$P_n(t) = e^{-\lambda t} (\lambda t)^n / n!.$$

Гэта ўраўненне паказвае імавернасць з'яўлення n падзей (здарэнняў), якія паступаюць з інтэнсіўнасцю λ у інтэрвале часу $(0, t)$.

13.8. Дарожная сігналізацыя і агароджа

Пры выкананні работ па вывазцы нарыхтаванага лесу, утрыманню і рамонту аўтамабільных лесавозных дарог неабходна кіравацца правіламі тэхнічнай эксплуатацыі апошніх. Для забеспячэння бяспечнасці руху на аўтамабільных дарогах прымяняюць наступныя віды дарожнай сігналізацыі: дарожныя знакі, лініі і знакі, нанесеныя на паверхню дарогі, сігналы, падаваемыя спецыяльнымі пастамі і светафорамі, сігналы на аўтамабілях і прычэпным саставе (стоп-сігналы, сігналы павароту, нумарныя знакі), радыёўстаноўкі.

У небяспечных месцах на лесавозных дарогах устанаўліваюць агароджу: у выглядзе слупкоў і тумб на прамых участках насыпу вышыняю больш 2 м праз 50 м і на крывых (пры той жа вышыні насыпу) радыусам 60 м праз 5 м; радыусам 60...400 м праз 10 м і 400...1000 м праз 15 м; у выглядзе суцэльных, выкананых з каменя або бетона-парапетаў – пры размяшчэнні дарог на крутых схілах, уздоўж цясін.

На двухпалоснай дарозе рамонтныя работы вядуць спачатку на адной паласе, а потым на другой, рэгулюючы рух. Пры рамонце аднапалосных дарог устройваюць аб'езды ці закрываюць рух. Участак, на якім выконваюць рамонт, агароджваецца папярэджваючымі знакамі "Рамонтныя работы", якія ставяцца на адлегласці 40-50 м ад рамантыруемага ўчастка, а дубліруючыя – непасрэдна каля рамонтнага ўчастка. Месцы ямкавага рамонту агароджваюцца пераноснымі бар'ерамі з папярэджваючымі знакамі на іх.

Кантрольныя пытанні. 1. Назавіце асноўныя задачы арганізацыі эксплуатацыі лесавозных аўтамабільных дарог? 2. Якія паказчыкі характарызуюць тэхнічны і эксплуатацыйны стан лесавознай дарогі і як яны вызначаюцца? 3. Пералічыце асноўныя віды дэфармацыяў дарожнай канструкцыі і водапускных збудаванняў. Як іх ліквідаваць? 4. Што ўваходзіць у склад абследавання стану лесавознай дарогі? 5. Пералічыце асноўныя віды работ, якія выконваюцца пры ўтрыманні, бягучым, сярэднім і капітальным рамонтах дарогі? 6. Як выконваецца ямачны рамонт дарогі? 7. Як вызначаюць аптымальны тэрмін выканання сярэдніх і капітальных рамонтаў дарогі. 8. Як вызначыць патрэбнасць у рабочых на ўтрыманне і рамонт дарогі. 9. Як арганізуецца вывозка лесу ў лесанарыхтоўчых прадпрыемствах. 10. Як выконваецца сігналізацыя і агарожа на лесавозных дарогах.

III ЛЕСАВОЗНЫЯ ЧЫГУНКІ

14. АСАБЛІВАСЦІ ПРАЕКТАВАННЯ І БУДАЎНІЦТВА ЛЕСАВОЗНЫХ ВУЗКАКАЛЕЙНЫХ ЧЫГУНАК

14.1. Агульныя пытанні ўстройвання чыгунак

Чыгунка складаецца з ніжняй і верхняй пабудовы. Верхняя пабудова – рэйкі, накладкі, падкладкі, кастылі, шпалы, баластная прызма.

У залежнасці ад шырыні каляі чыгункі падзяляюцца на дарогі нармальнай каляі (шырыня каляі 1435 мм), шырокай (больш за 1435 мм) і вузкай (менш за 1435 мм).

У Беларусі і краінах СНГ шырыня каляі для чыгунак агульнага карыстання складае 1520 мм, а для вузкай каляі – 750 мм.

Шырыня каляі – гэта адлегласць паміж унутранымі гранямі галовак рэяк (рыс. 14.1).

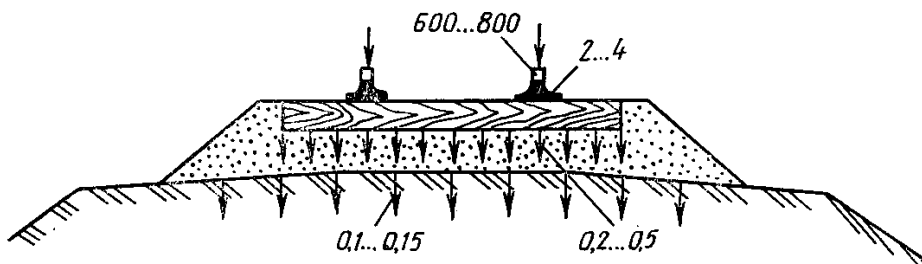


Рис. 14.1. Верхняя пабудова чыгункі вузкай каляі

Чыгункі шырокай каляі ў залежнасці ад гадавога грузаабароту падзяляюцца на дзве катэгорыі: I – з грузаабаротам больш за 2,5 млн. м³/год, II – менш за 2,5 млн. м³/год. Лесавозныя чыгункі вузкай каляі падзяляюцца на тры катэгорыі: I – з гадавым грузаабаротам больш за 600 тыс. м³; II – 251...600 тыс. м³ і III – да 250 тыс. м³.

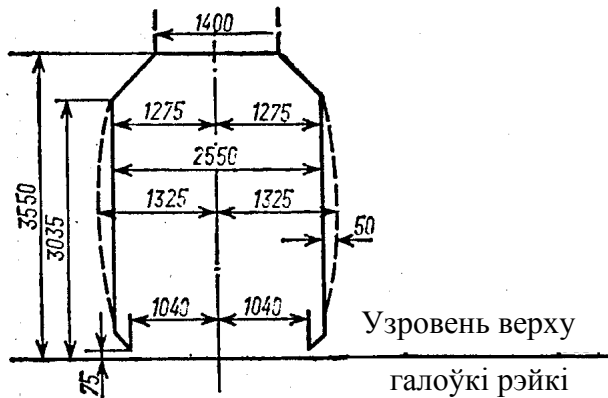
Па ліку калей чыгункі могуць быць аднакалейныя, двухкалейныя і шматкалейныя.

Для бяспекі рухому састаў павінен мець папярочнае ачэрчванне, якое не перавышае вызначаных размераў. Лімітнае папярочнае ачэрчванне, перпендыкулярнае да восі дарогі, у якім, не выходзячы з яе, павінен размяшчацца ўстаноўлены на прамым участку дарогі рухому састаў, называецца *габарытам рухомага саставу*.

Лімітнае папярочнае ачэрчванне, унутр якога, акрамя рухомага саставу, не павінны высоўвацца ніякія часткі збудаванняў, размешчаныя побач з дарогай, называецца *габарытам прыбліжэння збудаванняў*.

Лімітнае папярочнае ачэрчванне, перпендыкулярнае да восі дарогі, у якім, не выходзячы за межы, павінен усталявацца на рухомы састаў груз (сумесна з упакоўкай і крапяжом), называецца *габарытам пагрузкі*.

Для рухомага саставу чыгунак вузкай каляі (750 мм) устаноўлены габарыт T_e (рыс. 14.2).



Максімальная шырыня габарыту складае 2550 мм, а вышыня – 550 мм. Астатнія размеры паказаны на рыс. 14.2.

Лесавозныя чыгункі каляі

Рыс. 14.2. Габарыт рухомага саставу чыгунак

750 мм праектуюцца, як правіла, з цеплавознай цягай. Нагрузка на вось складае 4...6,5 т. Тып лакаматыва ўстанаўліваюць на падставе тэхніка-эканамічных разлікаў.

Пры разліку параметраў праектуемых дарог прымаюць наступныя максімальныя скорасці руху паяздоў: на магістралях I і II катэгорый – 50 км/гадз; III – 40; на ветках – 40 і вусах – 10 км/гадз.

Усе лесавозныя чыгункі каляі 750 мм павінны праектавацца з улікам магчымасці прымянення аўтатармазоў.

14.2. Асаблівасці праектавання плана і падоўжнага профілю чыгункі

На лесавозных дарогах прымяненне ўхілаў, большых за кіруючы, які пераадольваецца пездам па інерцыі (скарасны пад'ём), не дапускаецца. Гэта звязана з тым, што на чыгунках асноўнае супраціўленне руху пезда невялікае і таму змяненне кіруючага пад'ёму значна ўплывае на велічыню карыснай нагрузки пезда. Кіруючы пад'ём пры

праектаванні чыгунак вузкай каляі на раўніннай і ўзгоркаватай мясцовасці павінен быць не больш за 12‰ на дарогах I, II і 15‰ – на дарогах III катэгорыі. На моцнаўзгоркаватай мясцовасці кіруючы пад’ём адпаведна роўны 20 і 25‰, у горнай мясцовасці – 40‰.

Мінімальнае значэнне кіруючага пад’ёму ўстанаўліваюць з умовы руху поезда з месца на прыпынках:

$$i_{p_{\min}} = \omega_{p.m} + i_{np},$$

дзе $\omega_{p.m}$ – удзельнае супраціўленне поезда па ўмовах руху з месца; i_{np} – ухіл прыпыначнага пункта, ‰.

Пры праектаванні падоўжнага профілю чыгунак вузкай каляі неабходна ведаць значэнне максімальнага спуску, які вызначаюць з умовы тармажэння і з умовы дастаўкі на верхні склад счэпак без грузу ў колькасці, неабходнай для фармавання разліковай масы поезда. Ухіл, які вызначаюць з улікам апошняй умовы, называецца ўраўнаважаным. Яго вызначаюць паводле формулы

$$i_{yp} = \frac{F_p - (P\omega'_o + Q_{nap}\omega''_o)}{g(P + Q_{nap})},$$

дзе F_p – разліковая сіла цягі лакаматыва, Н; P – маса лакаматыва, т; ω'_o – удзельнае супраціўленне руху лакаматыва, Н/т; $Q_{nap} = nq_m + Q_{zascn}$ – маса саставу ў негрузавым напрамку, т; n – колькасць счэпак; q_m – маса тары адной счэпкі, т; Q_{zascn} – маса гаспадарчых грузаў, роўная 20% ад разліковай карыснай масы поезда ў грузавым напрамку, т; ω''_o – удзельнае супраціўленне руху счэпаў, Н/т; g – паскарэнне свабоднага падзення.

Ухілы кратнай цягі, расчэпчныя, скарасныя вызначаюць паводле формул (2.3, 2.5, 2.6).

Калі кругавая крывая супадае з кіруючым ухілам у грузавым напрамку, значэнне яго павінна быць паменшана на эквівалентны ўхіл $i_{экв}$, які роўны дабавачнаму супраціўленню руху ад крывой і вызначаецца паводле формул (2.8, 2.9).

Пры праектаванні падоўжнага профілю чыгункі вузкай каляі неабходна імкнуцца, каб элементы падоўжнага профілю былі магчыма большай даўжыні. У цяжкіх умовах даўжыня іх можа быць роўнай даўжыні поезда, а ў некаторых выпадках – да паловы даўжыні поезда, але і тады даўжыня элементаў (шаг праектавання) павінна быць не менш за 100 м на магістралі і 50 м – на ветках і вусах.

Важнае значэнне пры праектаванні падоўжнага прадаўляецца да правільнага спалучэння яго сумежных элементаў профілю.

Максімальная алгебраічная рознасць спалучаемых ухілаў і мінімальна даўжыня раздзяляльных пляцовак прымаецца ў залежнасці ад масы пезда (табл. 14.1).

Табліца 14.1

Рознасць спалучаемых ухілаў і мінімальна даўжыня пляцовак					
Маса пезда брута, т	> 500	300...500	200...300	150...200	150
Рознасць ухілаў, ‰: у паглыбленнях і ўступах профілю	2,4	4	6	10	14
на павышэннях профілю	4	6	9	14	20
Мінімальная даўжыня пляцовак, м:					
у паглыбленнях і ўступах профілю	200	150	100	75	50
на павышэннях профілю	50	100	75	50	50

Пры алгебраічнай рознасці спалучаемых ухілаў 6‰ і больш для дарог I катэгорыі, 8‰ – для іншых катэгорый (прамыя элементы падоўжнага профілю) павінны спалучацца вертыкальнымі крывымі радыусамі адпаведна не менш за 5000 і 2000 м.

Пры праектаванні плана чыгунак вузкай каляі радыусы кругавых крывых прымаюць не больш за 2000 м для дарогі I катэгорыі і 1000 м – для іншых катэгорый. Не рэкамендуюцца радыусы менш за 300 м у су-вязі з тым, што гэта прыводзіць да павелічэння даўжыні дарогі і паніжэння скорасці руху. Найбольш мэтазгодны радыусы 600...2000 м, пры якіх забяспечваецца добрая бачнасць дарогі, не патрэбна ўстройваць пераходныя крывыя і ўзвышэнне знешняй рэйкі (віраж). У цяжкіх і асабліва цяжкіх умовах нормамаі дапускаюцца мінімальныя значэнні радыусаў кругавых крывых: для дарог I катэгорыі – 300...200 м, II – 200...150 і III – 150...100 м, для ветак – 150...80 і вусоў – 100...60 м. Большыя значэнні прымаюцца для цяжкіх умоў, меншыя – для асабліва цяжкіх.

Пры спалучэнні прамога ўчастка дарогі з кругавой крывой радыусам менш за 600 м неабходна ўстройваць пераходныя крывыя.

Для гарантавання бяспекі руху і прадухілення сходу пезда з рэек паміж паступова размешчанымі крывымі неабходна ўстройваць прамыя ўстаўкі. Даўжыня прамых уставак для дарог I катэгорыі паміж крывымі, накіраванымі ў розныя бакі, – 30 м, паміж крывымі, накіраванымі ў адзін бок, – 45; для дарог II і III катэгорый адпаведна – 15 і 25 м. На вусах прамыя ўстаўкі не ўстройваюць.

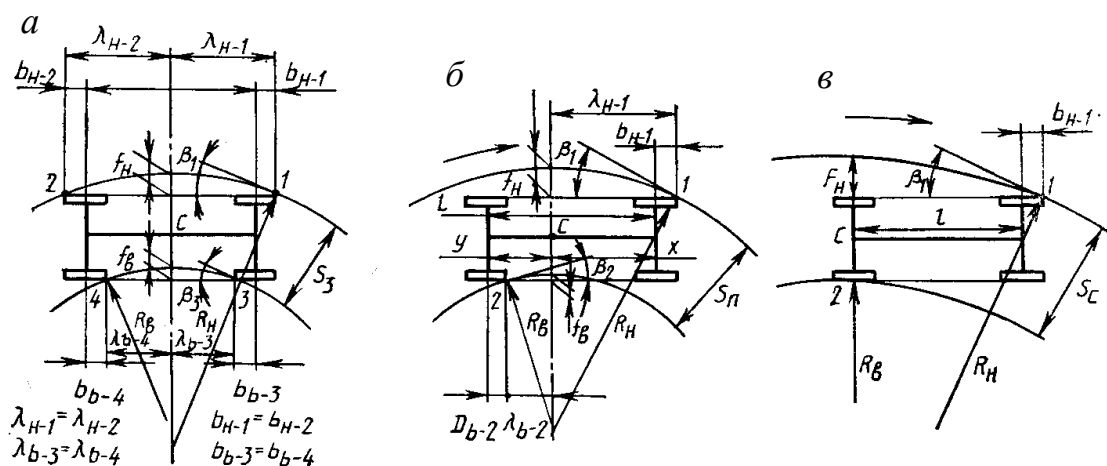
Пагрузачныя пункты на вусах чыгунак вузкай каляі ў цяжкіх умовах дапускаецца размяшчаць на ўхілах не больш за 6‰, а таксама на кругавых крывых радыусам не менш за 100 м.

14.3. Асаблівасці ўстройвання чыгунак вузкай каляі на крывых малых радыусаў

Агульныя звесткі. Да асаблівасцяў рэйкавай каляі на крывых участках дарогі адносяцца: павелічэнне шырыні каляі і ўкладка контррэк; узвышэнне знешніх рэк над унутранымі; укладка скарочаных рэк па ўнутранай нітцы крывой; павелічэнне шырыні баластнай прызмы; устаноўка ўпораў; укладка больш цяжкіх тыпаў рэк і інш.

Пашырэнне каляі ў крывых малых радыусаў. Яго робяць з мэтай забеспячэння ўпісвання рухомага саставу. Рух чыгуначнай цялежкі па крывой складаецца з двух адначасовых рухаў: паступовага перамяшчэння ў напрамку яго падоўжнай восі і павароту каля края рэйкі. Цэнтрам павароту называюць кропку перасячэння радыуса-перпендыкуляра з падоўжнай воссю цялежкі.

У залежнасці ад шырыні каляі, радыуса крывой і даўжыні жорсткай базы цялежкі ўпісванне можа быць заклінаваным, прымусовым і свабодным (рыс. 14.3).



Рыс. 14.3. Схема ўпісвання экіпажа ў каляю:

a — заклінаванае; *б* - прымусовае; *в* — свабоднае

Заклінаванае ўпісванне — гэта калі ўсе колы двухвосевай цялежкі ўпіраюцца грэбнем у знешнюю і ўнутраную ніткі (рыс. 14.3, *a*). Цэнтр павароту размешчаны паміж крайнімі восямі жорсткай базы.

Прымусовае ўпісванне — гэта калі пярэдняя колавая пара ссоўваецца ў бок знешніх рэк і цэнтр павароту ссоўваецца ў бок задняй восі, а задняя колавая пара пры руху будзе наязджаць і ціснуць на ўнутраную нітку (рыс. 14,3, *б*). Гэта магчыма пры некаторым

павелічэнні шырыні каляі.

Свабоднае ўпісванне – гэта калі пры далейшым павелічэнні шырыні калей цэнтры павароту двух- і трохвосевых цялежак лягуць на заднюю вось (рыс. 14.3, в), г. зн. гэта вось размесціцца па радыусу і цяпер не будзе набягаць на ўнутраную нітку. У чатырхвосевых цялежак цэнтр павароту будзе паміж трэцяй і чацвёртай восьмі.

Нормаў шырыня каляі на крывых устаноўлена з умовы свабоднага ўпісвання для двухвосевых цялежак і прымусовага – для шматвосевых.

Шырыню каляі пры свабодным упісванні двухвосевай цялежкі вызначаюць паводле формул

$$S_c = S_o + f_{ec} - \delta_{\min};$$

$$S_c = q_{\max} + \delta_{\min} + 2;$$

$$S_c = q_{\max} + f_{ec} + 2;$$

$$S_{\min} = q_{\max} + \delta_{\min},$$

дзе S_o – шырыня каляі на прамым участку чыгункі, роўная 750 мм; f_{ec} – стрэлка крывой па знешняй рэйкавай нітцы пры свабодным упісванні ў крывую, мм; δ_{\min} – мінімальны зазор паміж рэйкай і грэбнем кола для цеплавозных колаў $\delta_{\min} = 10$ мм; q_{\max} – максімальная шырыня колавай пары, мм, $q_{\max} = 738$ мм; S_{\min} – мінімальная шырыня каляі на прамым участку чыгункі, $S_{\min} = 748$ мм (2 мм – дапушчэнне па звужэнню каляі).

Шырыня каляі пры заклінаваным упісванні

$$S_z = S_o - \delta_{\min} + f_e - f_y + \sum \eta.$$

Шырыня каляі пры прымусовым упісванні

$$S_n = S_z + \delta_{\min}.$$

Стралу крывой f_e і f_y вызначаюць паводле формул

$$f_e = \frac{(l_n + b_e)^2}{2R_e}; \quad f_y = \frac{(l_e + b_y)^2}{2R_y},$$

дзе l_n, l_e – адлегласць ад цэнтра павароту да геаметрычнай восі адпаведна першага кола і восі кола, грэбень якога датыкаецца да рэйкі ўнутранай ніткі; b_e, b_y – “забегі” кропак датыкання разліковых колаў з рэйкамі знешняй і ўнутранай нітак крывой адносна восі колавай пары; R_e – радыус па знешняй нітцы крывой, $R_e = R_o + 0,5 \cdot S_o$; R_y – радыус па

ўнутранай нітцы крывой, $R_y = R_o - 0,5 \cdot S_o$; R_o – радыус кругавой крывой.

Значэнні b_e і b_y пры вуглах набягання $\beta \leq 2^\circ$ вызначаюць паводле формулы

$$b_e \cong \frac{l_e r \operatorname{tg} \tau}{R_o}; \quad b_y \cong \frac{l_y r \operatorname{tg} \tau}{R_o},$$

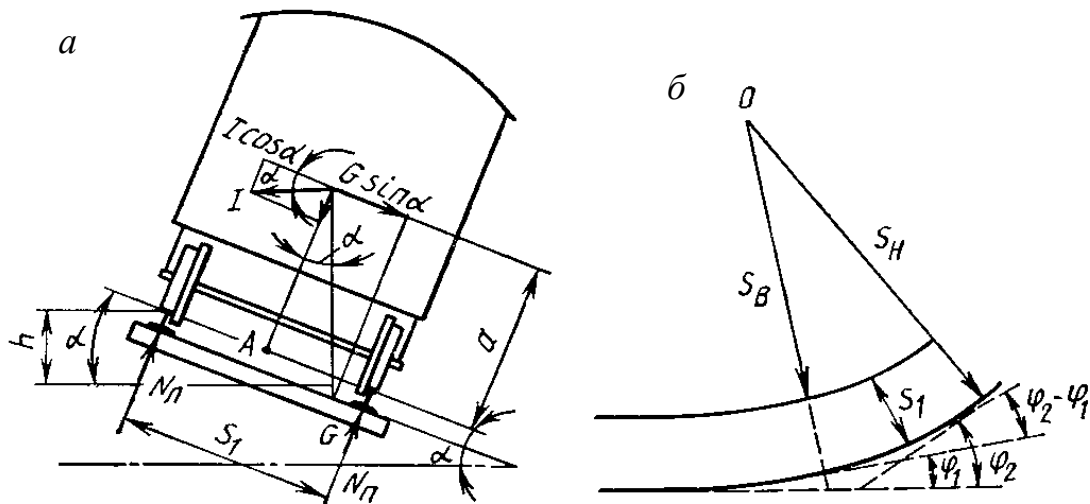
дзе r – радыус кола па кругу катання; τ – вугал нахілу рабочай грані грэбня бандажа да гарызонта.

Для сталёных суцэльнакатаных вагонных колаў і колаў лакаматываў $\tau = 70^\circ$ ($\operatorname{tg} 70^\circ = 2,747$), для чыгунных – $\tau = 60^\circ$ ($\operatorname{tg} 60^\circ = 2,732$).

Пашырэнне каляі у крывых выконваюць ссоўваннем унутранай ніткі да цэнтра крывой, а адвод пашырэння меж пераходнай крывой, калі яна адсутнічае на прамым участку чыгункі, – з адводам пашырэння 1 мм на 1 п. м пуці.

Адпаведна “Правілам тэхнічнай эксплуатацыі чыгунак вузкай каляі 750 мм”, шырыня каляі больш за 765 мм і менш за 748 мм ні ў якіх выпадках не дапускаецца.

Узвышэнне знешняй рэйкі ў крывых. Для прадухілення перакультывання поезда, забеспячэння аднолькавага зносу рэек на знешняй і ўнутранай нітках, а таксама для паніжэння бакавога ціску на вонкавыя рэйкі ў крывой выконваюць узвышэнне знешніх рэек. Іх узвышэнне над унутранымі вызначаецца з умовы нармальнага рэакцый рэек N_n і N_l (рыс. 14.4).



Рыс. 14.4. Пуць на крывых:

a – уздзеянне сіл пры ўзвышэнні знешняй рэйкі на крывых; *б* – схема для вызначэння колькасці скарачаных рэек

Складзём ураўненне момантаў адносна кропкі А:

$$(I \cos \alpha - G \sin \alpha) a = \frac{(N_n - N_l) S_1}{2}, \quad (14.1)$$

дзе I – цэнтрабежная сіла; G – маса экіпажа; a – адлегласць ад галоўкі рэек да цэнтра цяжару экіпажа; S_1 – адлегласць паміж восямі рэек, роўная 800 мм.

Рашыўшы ураўненне (14.1) адносна $(N_n - N_l)$, атрымаем

$$N_n - N_l = \frac{(I \cos \alpha - G \sin \alpha) 2a}{S_1}. \quad (14.2)$$

Вугал α вельмі малы і можна прыняць, што $\cos \alpha \approx 1$, а $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha$, і прыраўняўшы $N_n - N_l$ да нуля, атрымаем

$$I = G \operatorname{tg} \alpha. \quad (14.3)$$

З другога боку цэнтрабежная сіла $I = mV^2/R$ і $\operatorname{tg} \alpha = h/S_1$.

Тут m – маса экіпажа, роўная G/g ; R – радыус кругавой крывой; h – узвышэнне знешніх рэек над унутранымі.

Падставіўшы значэнне I і $\operatorname{tg} \alpha$ ва ўраўненне (14.3), атрымаем патрэбнае ўзвышэнне знешніх рэек

$$h = \frac{S_1 V^2}{gR}. \quad (14.4)$$

Калі ў формулу (14.4) падставіць $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ і $S_1 = 1600 \text{ мм}$ для каляі 1520 мм і $S_1 = 800 \text{ мм}$ для каляі 750 мм, атрымаем:

для чыгункі каляі 1520 мм

$$h = \frac{1600V_1^2}{R} = \frac{12,5V^2}{R}; \quad (14.5)$$

для чыгункі каляі 750 мм

$$h = \frac{78V_1^2}{R} = \frac{6V^2}{R}, \quad (14.6)$$

дзе V_1 – скорасць руху пезда, м/с; V – скорасць руху ў км/гадз.

Атрыманыя значэнні h паводле формул (14.5) і (14.6) акругляюць да 5 мм у бліжні бок.

Адвод узвышэння знешніх рэек выконваюць плаўна на працягу ўсей пераходнай крывой, а калі яна адсутнічае – на прамым участку чыгункі з ухілам не больш за 1‰, г. зн. 1 мм на 1 м даўжыні. У спіснутых умовах – не больш за 3 ‰ (3 мм на 1 м даўжыні).

На чыгунках даўжыня пераходнай крывой l_n прымаецца роўнай даўжыні адводу ўзвышэння знешніх рэек h , г. зн. $l_n = h/i_{ad}$ (i_{ad} – ухіл адводу ўзвышэння). Атрыманая значэнні l_n акругляюць да стандартных размераў 10 або 20 м.

Велічыня ўзвышэння знешняй ніткі над унутранай залежыць ад цэнтрабежнай сілы: чым яна большая, тым узвышэнне большае, у сувязі з гэтым і ў залежнасці ад канфігурацыі падоўжнага профілю чыгунку дзеляць на скарасныя зоны. На чыгунках вузкай каляі выдзяляюць дзве скарасныя зоны: а) паглыбленне падоўжнага профілю і ўчасткі, якія прымыкаюць да іх, а таксама іншыя ўчасткі, якія праходзяць грузавыя паязды з максімальнымі або блізкімі да іх скорасцямі; б) усе іншыя ўчасткі падоўжнага профілю.

У адпаведнасці з будаўнічымі нормаў для чыгунак I і II катэгорыі ў першай зоне – пры $R = 100...500$ м – даўжыню пераходнай крывой неабходна прымаць роўнай 20 м, пры $R = 600$ м – 10 м; у другой зоне – пры $R = 100$ м – 20 м, а пры радыусах болей за 100 м – 10 м. Для чыгунак III катэгорыі і ветак у першай скараснай зоне (для ўказаных вышэй радыусаў) даўжыня пераходнай крывой прымаецца роўнай 20 м, пры большых радыусах – 10 м; у другой зоне – пры ўсіх радыусах – 10 м.

Укладка скарочаных рэек. Рэйкі або іх нітак, як на прамых, так і на крывых участках пуці ўкладваюць па навугольніку нармальна з зазораў, размешчанымі на перпендыкуляры да восі пуці. Адхіленне ад нармальнага размяшчэння (забег стыку) у працэсе эксплуатацыі дапускаецца на прамых участках да 10 мм і на крывых – 10 мм плюс палова значэння пакарачэння рэек.

Для выканання гэтай умовы на крывых участках чыгункі знешнюю нітку ўкладваюць рэйкамі нармальнай даўжыні, а ўнутраную – скарочанай, праз некаторую колькасць рэек нармальнай даўжыні. Парадак чаргавання нармальных і скарочаных рэек на ўнутранай нітцы крывой вызначаюць разлікам у залежнасці ад радыуса крывой, даўжыні нармальных рэек і размеру іх пакарачэння.

Стандартнае пакарачэнне рэек для тыпаў P11 і P15 роўна 100 і 75 мм; для тыпаў P16 і P24 – 125 і 100 мм. Пакарачэнне ўнутранай ніткі E ў адносінах да знешняй залежыць ад вугла павароту φ і адлегласці паміж восямі рэек S_1 . Для любога віду крывой (рыс. 14.4, б) на адрэзку ў межах вугла $\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ унутраная нітка будзе карацейшая за знешнюю

$$E = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \zeta_x d\varphi - \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \zeta_y d\varphi, \quad (14.7)$$

дзе ζ_x, ζ_y – радыусы крывізны па знешняй і ўнутранай нітках.

Рашыўшы ўраўненне (14.7), атрымаем велічыню пакарачэння

$$E = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} (\zeta_x - \zeta_y) d\varphi - \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} S_1 d\varphi = S_1 (\varphi_2 - \varphi_1) = S_1 \varphi.$$

Але для пераходнай крывой $\varphi = l_n^2/2C$, а для кругавой крывой $\varphi = l_{кр}/R$ ($l_n, l_{кр}$ – даўжыня пераходнай і кругавой крывых адпаведна, м; C – параметр пераходнай крывой, м²; R – радыус кругавой крывой, м).

Агульная сума пакарачэнняў унутранай ніткі ў межах двух пераходных крывых і адной кругавой будзе роўна

$$E_c = 2E_n + E_{кр} = \frac{S_1 l_n^2}{C} + \frac{S_1 l_{кр}}{R}.$$

Патрэбная колькасць скарачаных рэек, якія неабходна ўкласці на ўнутранай нітцы крывой, пры стандартным пакарачэнні Δ роўна

$$N_y = \frac{E_y}{\Delta}.$$

Калі атрымаецца, што скарачаных рэек больш, чым нармальных, якія ўкладваюць на знешняй нітцы, тады неабходна прыняць большы размер стандартнага пакарачэння рэек.

Пакарачэнне ўнутранай ніткі ў мм у адносінах да 1 м знешняй (тэаратычнае пакарачэнне) для кругавой крывой вызначаецца паводле формулы

$$l_{m.y} = \frac{2 \cdot 10^3 (S + a)}{2R + S + a}, \quad (14.8)$$

дзе S – шырыня каляі з улікам яе пашырэння, м; a – шырыня галоўкі рэйкі, м; R – радыус крывой, м.

Для вызначэння парадку ўкладкі скарачаных рэек разлік вядуць у табліцы.

Прыклад. Парадак укладкі скарачаных рэек даўжынёй 9,9 м і рэек Р18 нармальнай даўжыні 10 м у кругавой крывой радыусам 250 м прыведзены ў табл. 14.2. Тэаратычнае пакарачэнне, вызначанае паводле формулы (14.8), для рэйкі тыпу Р18, даўжыня якой 10 м, роўна 31,75 мм.

Графічна парадак укладкі скарачаных рэек у нашым прыкладзе можна адлюстравать наступным чынам:

$$0X00X00X0 \text{ і г. д.,}$$

дзе 0 – нармальны рэйкі; X – скарачаныя.

Табліца 14.2

Парадак укладкі скарочаных рэек даўжынёй 9,9 м у крывой радыусам 250 м

№ рэйкі ў групе	Размер тэаратычнага пакарачэння ўнутранай ніткі, лічаць кожны раз ад пачатку крывой, мм	Размер практычнага пакарачэння кожнай рэйкі, мм	Сума практычных пакарачэнняў рэек, мм	Размер забегу (+), недабегу (-), мм
1	$31,75 \times 1 = 32$	0	0	+32
2	$31,75 \times 2 = 64$	100	100	-36
3	$31,75 \times 3 = 95$	0	100	-5
4	$31,75 \times 4 = 127$	0	100	+27
5	$31,75 \times 5 = 158$	100	200	-42
6	$31,75 \times 6 = 190$	0	200	-10
7	$31,75 \times 7 = 222$	0	200	+22
8	$31,75 \times 8 = 254$	100	300	-46
9	$31,75 \times 9 = 286$	0	300	-14

І г. д.

У нашым прыкладзе з дзевяці ўкладзеных рэек 3 скарочаных і 6 нармальных. Нумары скарочаных рэек: 2, 5, 8.

14.4. Правая і прапуская здольнасці чыгункі і размяшчэнне раздзяляльных пунктаў

На аднакалейных чыгунках для забеспячэння скрыжавання і абгону паяздоў устройваюць раз'езды (раздзяляльныя пункты). Участак чыгункі, абмежаваны двума раздзяляльнымі пунктамі, называецца *перагонам*. Для гарантавання бяспекі руху паяздоў на кожным перагоне павінен быць не больш за адзін поезд. Такім чынам, максімальна магчымая колькасць паяздоў, якія адначасова рухаюцца па дадзенай дарозе, павінна быць не больш за колькасць перагонаў.

Правозаздольнасць чыгункі – гэта максімальны аб'ём перавозак, якое можа быць выканана за адзінку часу. Яе вызначаюць паводле формулы

$$G = \frac{365 N_{\text{сп}} Q_n}{k},$$

дзе $N_{\text{сп}}$ – сутачная прапуская здольнасць у грузавым напрамку, паяздоў; Q_n – маса пезда нета, т; k – каэфіцыент нераўнамернасці перавозак у грузавым напрамку на працягу года.

Правозаздольнасць чыгункі залежыць ад яе прапусканай здольнасці і масы (вагавай нормы) паяздоў.

Прапуская здольнасць аднакалейнай чыгункі вызначаецца лікам

пар паяздоў (туды і назад), якія могуць быць прапушчаны па дарозе ці пэўным яе ўчастку на працягу сутак.

Прапускная здольнасць чыгункі залежыць ад колькасці перагонаў і часу іх занятасці цягнікамі.

Колькасць пар лесавозных цягнікоў, якія неабходна прапусціць па дарозе, вызначаецца паводле формулы $N_1 = kQ_2 / AQ_{кр}$, ($k = 1, 2$; Q_2 – гадавы аб’ём вывазкі лесу, m^3 ; A – колькасць дзён работы дарогі ў годзе; $Q_{кр}$ – карысная нагрузка на поезд, m^3).

Пры вызначэнні прапускной здольнасці неабходна, акрамя лесавозных паяздоў, улічваць рух рабочых N_p , пасажырскіх N_n , баластных N_b і гаспадарчых N_z .

$$N_o = N_l + N_p + N_n + N_b + N_z.$$

Для пропуску па дарозе патрэбнай колькасці пар паяздоў у суткі N_o неабходна, каб фактычная прапускная здольнасць N_ϕ была большай ці роўнай N_o .

Фактычная прапускная здольнасць $N_{сяр}$ вызначаецца колькасцю пар паяздоў, якія змога прапусціць (за суткі) найбольш загрузаны перагон з найбольшым часам ходу поезда ў два бакі ($t_1 + t_2$), г.зн.

$$N_{сяр} = \frac{1440}{t_1 + t_2 + 2\tau_1 + 4\tau_2}, \quad (14.9)$$

дзе t_1, t_2 – адпаведна час ходу поезда па перагону ў грузавым і парожнім напрамках, мін; τ_1 – інтэрвал часу паміж ачышчэннем перагону аднім цягніком і заняццем яго наступным, які рухаецца ў адваротным напрамку, мін; τ_2 – час на разгон і запавольванне руху поезда, мін; 1440 – колькасць мінут у сутках.

Калі разугледзець, што $N_o = N_\phi$, і рашыць ураўненне (14.9) адносна ($t_1 + t_2$), атрымаем

$$t_1 + t_2 = \frac{1440}{N_o} - (2\tau_1 + 4\tau_2). \quad (14.10)$$

Прапускную здольнасць чыгункі вызначае той перагон, для якога час руху ($t_1 + t_2$), разлічаны паводле формулы (14.10), будзе найбольшым. Такі перагон называецца *лімітным*.

Раздзяляльныя пункты па трасе дарогі неабходна размяшчаць на такой адлегласці, каб час занятасці іх парай цягнікоў быў аднолькавы. Такія перагоны называюць *ідэнтычнымі*. Ведаючы патрэбную прапускную здольнасць і вызначыўшы інтэрвал часу ($t_1 + t_2$), інжынер-вышукальнік павінен у час трасіравання трасы чыгункі размяркоўваць

раздзяляльныя пункты так, каб забяспечыць атрыманае значэнне часу руху паяздоў па перагонах.

Значэнні t_1 і t_2 вызначаюць паводле формул

$$t_1 = \alpha L + \beta H_n + \gamma H_c; \quad t_2 = \alpha L + \beta H_c + \gamma H_n,$$

дзе α – час руху цягніка на адлегласці 1 км па гарызантальнаму ўчастку, мін/км; β – дабавачны час на пераадоленне пад'ёмаў, мін/м; γ – дабавачны час у сувязі з абмежаваннем скорасці на спусках па тармажных умовах, мін/м; L – даўжыня перагону, км; H_n – сума вышынь, на якія павінен падняцца поезд у межах перагону ў грузавым напрамку з улікам эквівалентнай вышыні ад уплыву крывых у плане (эквівалентная вышыня роўна $7,5 \sum \alpha$, дзе α – сума вуглоў павароту), м; H_c – сума вышынь для спускаў, м.

Час знаходжання пары цягнікоў на перагоне $t_1 + t_2 = 2 \alpha L + (\beta + \gamma) (H_n + H_c)$. Калі абазначыць $a = 2\alpha$; $(\beta + \gamma) = b$; $i (H_n + H_c) = H$, атрымаем

$$t_1 + t_2 = aL + bH. \quad (14.11)$$

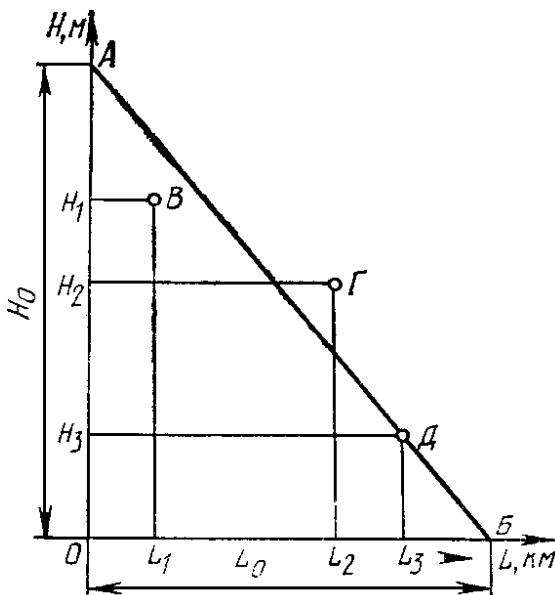
значэнні α , β і γ вызначаюць паводле формул

$$\alpha = 60/V_o; \quad \beta = ((60/V_{cu}) - \alpha)/i_k; \quad \gamma = ((60/V_m) - \alpha)/i_{yp},$$

дзе V_o , V_{cu} , V_m – адпаведна скорасць руху пезда на гарызантальным участку, кіруючым (i_k) і ўраўнавагавым (i_{yp}) ухілах ($V_m = (V_o + V_{cu})/2$).

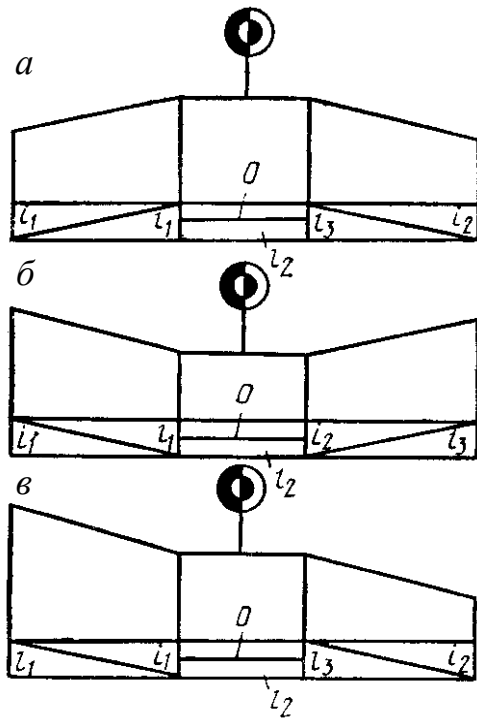
Ведаючы V_o , V_{cu} , V_m , i_k і i_{yp} , паводле формулы (14.11) вызначаюць a і b . Прымаючы паслядоўна $L = 0$ і $H = 0$, знаходзяць H (сумувышынь пад'ёмаў і спускаў) і на графіку (рыс. 14.5) будуюць прамую АБ, якая з'яўляецца характарыстыкай умоў руху. Прамая АБ адпавядае

зададзенаму $t_1 + t_2$ і пропуску колькасці пар паяздоў N_o . Гэтым графікам карыстаюцца пры размяшчэнні раздзяляльных пунктаў. Калі кропка, напрыклад В, будзе ніжэй лініі АБ, то прапускная здольнасць перагону большая, чым зададзеная, а калі вышэй (кропка Г) – меншая.



Рыс. 14.5. Графік для размяшчэння пунктаў прыпынку

Выкарыстанне графіка (рыс. 14.5) значна палягчае ўмовы працы праекціроўшчыкаў і дапамагае ім больш правільна размясціць раздзяляльныя пункты па трасе праектуемай чыгункі. Раздзяляльныя пункты



неабходна размяшчаць на гарызантальных учатках або на ўхілах не круцей за 1,5‰, а ў цяжкіх умовах пры спецыяльным абгрунтаванні – не круцей за 3‰. Даўжыня пляцоўкі раз'езду павінна на 220 м перавышаць разліковую даўжыню поезда, а для станцыі – 250 м. Шырыню пляцоўкі дастаткова мець адпаведна 100 і 150...250 м.

На ўзгорыстай мясцовасці раздзяляльныя пункты могуць размяшчацца на горцы, у яме і на ўступе (рыс. 14.6).

Рыс. 14.6. Размяшчэнне пунктаў прыпынку на падоўжным профілі дарогі:
а – на горцы; б – у яме; в – на ўступе

Лепш размяшчаць раздзяляльныя пункты на горцы, горш – у яме.

14.5 Асаблівасці ўстройвання землянога палатна чыгунак вузкай каляі і яго асноўныя размеры

На прамых участках чыгунак вузкай каляі шырыня землянога палатна па версе прымаецца адпаведна даным табліцы 14.3.

Шырыню землянога палатна на раздзяляльных пунктах устанаўліваюць у адпаведнасці з праектуемым развіццём пуці. Адлегласць ад восі крайняй рэйкі да броўкі землянога палатна павінна быць не меншая за палову шырыні палатна на прамым участку чыгункі, а на стрэлачных вуліцах і выцягных пуцях – не меншая за 2,75 м.

На крывых участках $R \leq 600$ м на чыгунках I і II катэгорый і $R \leq 300$ м – III катэгорыі земляное палатно пашыраецца на 0,2 м. На вусах шырыня землянога палатна на крывых не павялічваецца.

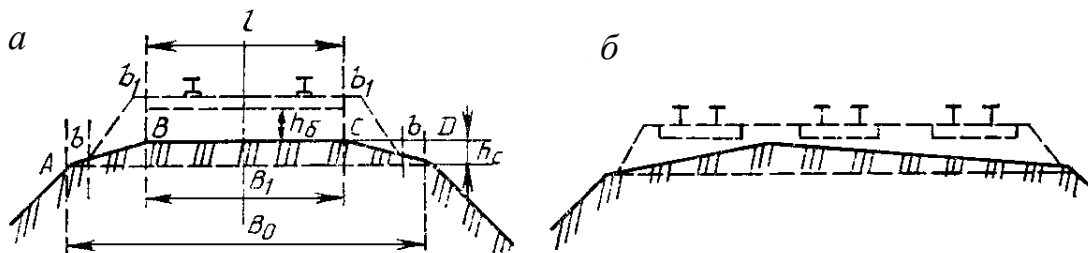
Папярочны профіль землянога палатна праектуецца ў выглядзе трапецыі шырынёй па версе 1,2 м і вышынёй на магістралях I і II

катэгорый – 0,10 м, на чыгунках III катэгорыі і ветках – 0,06 м (рыс. 14.7).

Табліца 14.3

Шырыня землянога палатна

Катэгорыя чыгункі	Шырыня землянога палатна па версе, м	
	з усіх тыпаў грунтоў, за выключэннем пяску і скальных (буйнаабломачных)	з пяску і скальных (буйнаабломачных), акрамя дробных і пылаватых пяскоў
Катэгорыя магістралі:		
I	4,0	3,8
II	3,8	3,6
III	3,5	3,3
Веткі з тэрмінам службы больш за 5 гадоў	3,0	2,7
Веткі з тэрмінам службы да 5 гадоў і вусы	2,7	2,4



Рыс. 14.7. Асноўная пляцоўка землянога палатна:
 а – на аднакалейных участках; б – на двух- і трохкалейных участках

Паверхні землянога палатна і баластнай прызме прыдаюць ухілы ў бок водаадвода:

- пры дрэнажавальных грунтах землянога палатна 5...10‰
- пры недрэнажавальных грунтах землянога палатна:
 - у раёнах з малым увільгатненнем 10...15‰
 - у раёнах з вялькім і сярэднім увільгатненнем 15...20‰

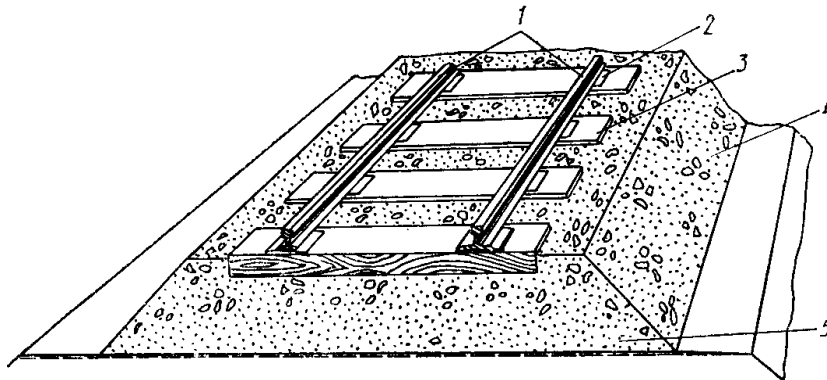
Крутасць адкосаў землянога палатна насыпу і выемак прымаецца ў залежнасці ад тыпу грунту, геалагічных і кліматычных умоў мясцовасці, іх вышыні і глыбіні і знаходзіцца ў межах 1:1...1:3.

Вышыню землянога палатна над паверхняй зямлі, над узроўнем грунтавой вады прымаюць, як і для аўтамабільных дарог. Вышыня насыпу над паверхняй балота пасля асядання павінна быць не менш за 0,6 м пры абапіранні яе на мінеральнае дно і 0,8 м пры частковым вытарфоўванні.

На балотах I тыпу насып чыгунак вузкай каляі праектуюць без вытарфоўвання, на балотах II тыпу – з абапіраннем на мінеральнае дно без вытарфоўвання або затоплення слані і на балотах III тыпу – толькі з абапіраннем на мінеральнае дно. Вусы на балоце можна ўкладваць на высцілку з галля, лежакі, падоўжныя шпалы і драўляныя клеткі.

14.6. Верхняя пабудова чыгункі

Верхняя пабудова чыгункі (рыс. 14.8) складаецца з рэек, шпал, рэйкавых змацаванні, баластнага слоя і проціўгонаў. Яна ўспрымае ціск колаў цягніка, перадае яго на ніжнюю пабудову і накіроўвае колы лакаматываў і вагонаў (счэпак) пры іх руху.



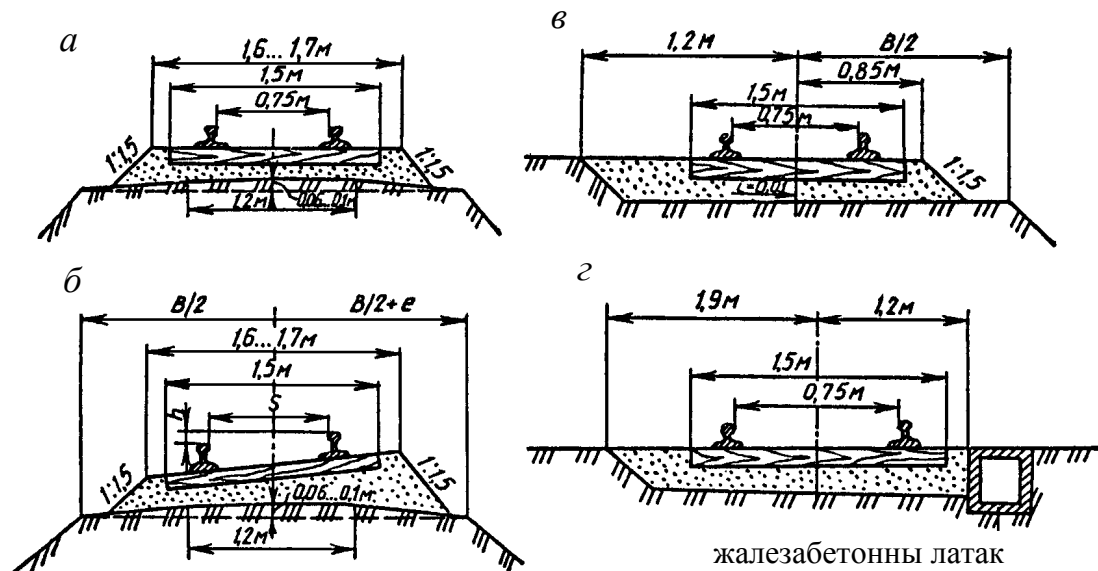
Рыс. 14.8. Агульны від верхняй пабудовы пуці:

1 – рэйкі; 2 – праежкавыя змацаванні; 3 – шпалы; 4 – баластны слой; 5 – земляное палатно

Дзве рэйкі нармальнай даўжыні, прымацаваныя да шпал называюцца *звяном*. Месца злучэння рэек называюць *стыкам*. Рэйкі злучаюць адна з другой пры дапамозе накладкі і сцягваючых балтоў. Накладкі разам са сцягваючымі балтамі называюць *стыкавым змацаваннем*. Рэйкі прымацоўваюць да шпал з дапамогай кастылёў, шурупаў, балтоў і г.д. Паміж рэйкай і шпалаю могуць быць пакладзены падкладкі. Праціўгоны таксама адносяць да змацаванняў. Яны служаць для прадухілення ссоўвання рэек па шпалах і перадачы на шпалы падоўжных сіл ад рэек. Рэйкі разам са шпаламі ўтвараюць рэйкашпальную рашотку. Пад ёй устروіваюць баластны слой шчэбню, гравію, буйназярністага пяску.

Папярочны профіль верхняй пабудовы чыгункі вузкай каляі паказаны на рыс. 14.9.

Рэйкі. Важны элемент верхняй пабудовы чыгункі. Яны ўспрымаюць нагрузку ад цягніка, перадаюць яе на ніжнія элементы і накіроўваюць рух чыгуначных паяздоў.



Рыс. 14.9. Папярочныя профілі верхняй пабудовы чыгунак вузкай каляі:
 а, б – з адкрытым баластным слоём адпаведна на прамых і крывых; в – з паўзаглыбленым баластным слоём; г – з заглыбленым

Асноўныя элементы рэйкі (рыс. 14.10, а): галоўка 1, шыйка 2 і падэшва 3. Адрозніваюць наступныя тыпы рэек:

для чыгунак шырокай каляі.....Р43, Р50, Р65 і Р75;

для чыгунак вузкай каляі..... Р8, Р11, Р15, Р18 і Р24.

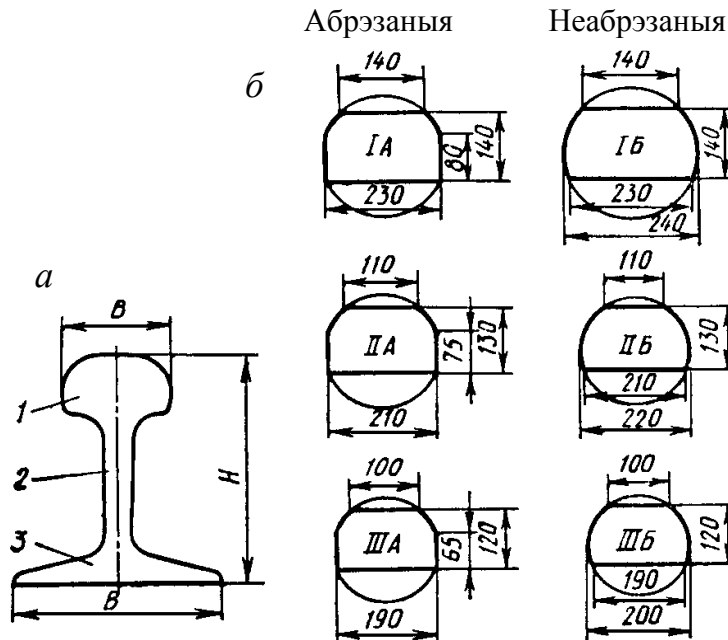
Лічба ў назве тыпу рэйкі азначае масу 1 м у кг.

Стандартная даўжыня рэек тыпу Р50, Р65 і Р75 складае 25 м, а для Р43 можа быць і 12,5 м. Для чыгунак вузкай каляі – 8 м.

Чым даўжэй рэйкі, тым менш стыкаў і дынамічных уздзеянняў на дарогу пры руху поезда па стыках. Таму ў апошні час устроюць бесстыкавыя пуць – са зварных плечаў (звёнаў) даўжынёй да 800...1000 м у залежнасці ад масы рэек. Для прадукілення бяспрыемнага пуці ад выкіду неабходна прадугледжваць шэраг мерапрыемстваў па павелічэнню супраціўлення пуці падоўжным і папярочным ссоўванням. Паміж бяспрыемнымі пуцямі ўкладваюць тры-чатыры звяны ўраўноўваючых рэек нармальнай даўжыні.

Даўжыня бяспрыемнага пуці на чыгунках вузкай каляі прымаецца ў залежнасці ад велічыні амплітуды тэмпературы паветра, пры амплітудзе тэмпературы 60...70⁰С даўжыня бяспрыемнага пуці роўна 64 м;

пры 70...80⁰С – 40 м; пры 80...90⁰С – 32 м і 90...100⁰С – 24 м. Максимальную тэмпературную амплітуду рэек прымаюць роўнай амплітудзе тэмпературы паветра, павялічанай на 12...15⁰С.



Рыс. 14.10. Папярочнае сячэнне:
а – чыгуначнай рэйкі; б – шпал

Шпалы. Яны ўспрымаюць нагрузку ад рэек і перадаюць яе на баластны слой, размяркоўваючы на значную плошчу, а таксама служыць для забеспячэння пэўнай шырыні і ўстойлівасці каляі.

На чыгунках вузкай каляі найбольшае распаўсюджванне атрымалі шпалы з сасны, елкі, піхты, кедру. Для прадухілення ад гніення шпалы насычаюць антысептыкам.

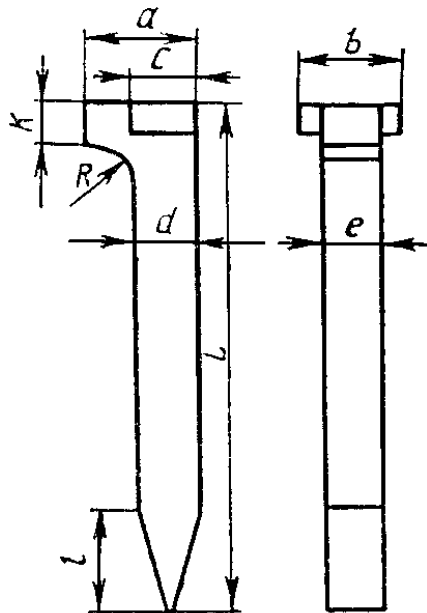
Па форме папярочнага сячэння шпалы дзеляць на абрэзаныя А, у якіх абрэзаны ўсе чатыры бакі, і неабрэзаныя Б, у якіх абрэзаны два супрацьлеглыя бакі. Кожны від шпал дзеляць на тры тыпы (I, II, III) у залежнасці ад іх таўшчыні і шырыні верхняй і ніжняй пасцеляў (рыс. 14.10, б). Стандартная даўжыня шпал для каляі 750 мм роўна 1,5 м. На прамых участках пуці шпалы ўкладваюць перпендыкулярна да восі пуці, на крывых – па радыусу крывой.

У цяперашні час прымяняюць жалезабетонныя шпалы.

Рэйкавыя змацаванні. Прымяняюць два віды: для прымацавання рэек да шпал (прамежкавае змацаванне); для злучэння рэек паміж сабой у стыках (стыкавыя змацаванні).

Для прымацавання рэек да шпал існуюць наступныя тыпы пра-
межжавых змацаванняў: прасцейшыя, нераздзельныя, раздзельныя і
змешаныя.

Прасцейшыя – калі рэйка ўкладваецца непасрэдна на шпалу (драў-
ляную) і прымацоўваецца да яе кастылямі (або шурупамі); *нераздзель-*
ныя – калі паміж рэйкай і шпалай кладуць металічную падкладку,
прычым рэйку і падкладку прымацоўваюць кастылямі або шурупамі;



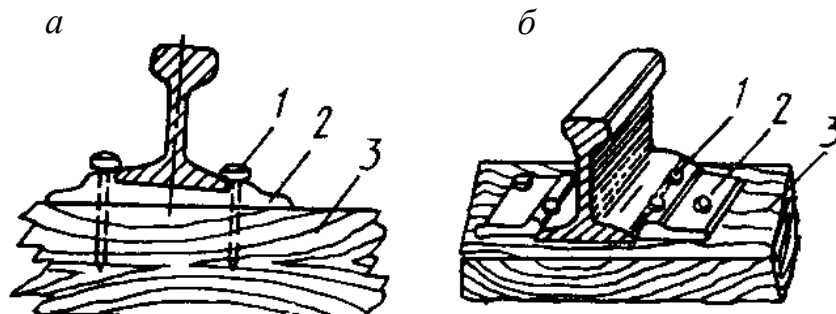
раздзельныя – калі рэйку прымацоўваюць да падкладкі, а падкладку да шпалы;
змешаныя – калі падкладку прымацоўваюць да шпалы кастылямі (або шурупамі, а
таксама кастылямі (або шурупамі) прымацоўваюць да шпалы рэйкі разам з пад-
кладкай.

Найбольшае распаўсюджванне атры-
малі кастылі квадратнага сячэння. Гэта
звязана з тым, што яны менш садзейніча-
юць утварэнню ў шпалах трэшчын, чым
круглыя (рыс. 14.11).

Рыс. 14.11. Кастыль

Найбольш распаўсюджанымі тыпамі змацаванняў на чыгунках
вузкай каляі з'яўляюцца нераздзельнае і змешанае (рыс. 14.12).

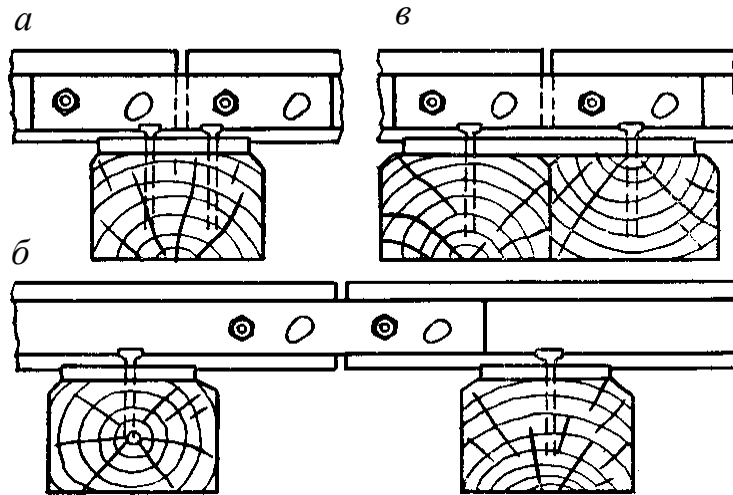
Рэйкі да шпал прымацоўваюць з ухілам 1:20. Са знешняга боку
рэйку да шпалы прымацоўваюць адным кастылём, а з унутранага –
дзвюма, якія ўтрымліваюць яе ад перакульвання пад ціскам колаў на
бакавую грань галоўкі рэек.



Рыс. 14.12. Прамежжавыя змацаванні:

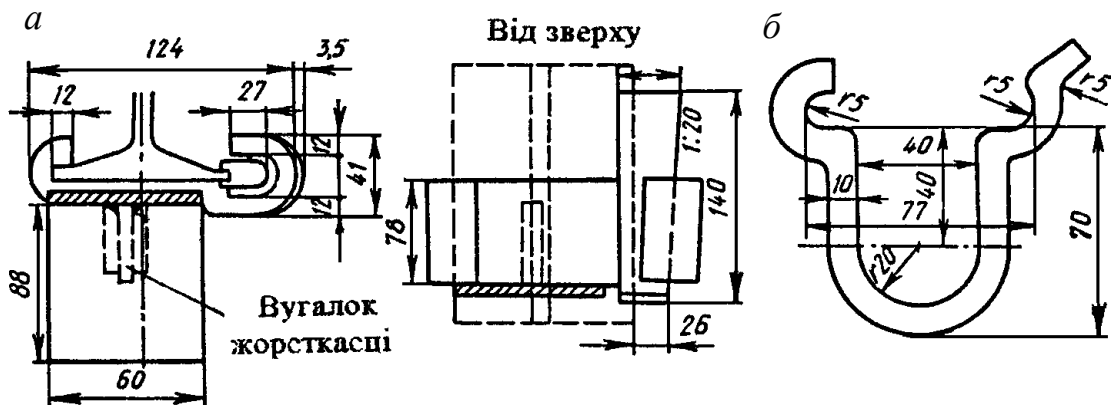
a – нераздзельнае; *б* – змешанае; 1 – кастыль; 2 – падкладкі; 3 – драўляная шпала

рзек і інш. Угон шкодны таму, што ён выклікае расстройства пуці.



Рыс. 14.15. Віды стыкаў:
a – на шпале; *б* – на вісу

Для прадухілення ўгону пуці неабходна рэйкі прымацоўваць да шпал, выкарыстоўваючы розныя змацаванні, а таксама спецыяльныя проціўгоны: клінападобныя, спружынныя і іншыя. На чыгунках вузкай каляі прымяняюцца як клінападобныя, так і спружынныя проціўгоны (рыс. 14.16).



Рыс. 14.16. Проціўгоны:
a – клінападобны; *б* – спружынны

Баластны слой. Гэта фундамент для рэйкавых апор. Асноўнае на значэнне яго – забеспячэнне вертыкальнай і гарызантальнай устойлівасці рэйкашпальнай рашоткі пры ўздзеянні на яе дынамічных

нагрузак пры руху паяздоў. У якасці баласту могуць прымяняцца шчэбень, гравій, буйназярністы пясок, доменныя шлакі і інш.

На лесавозных чыгунках найбольшае распаўсюджванне для ўстройвання баластнай прызмы атрымалі гравій і пясок буйназярністы, які ўтрымлівае не менш 50% часцінак буйнасцю 1 мм і больш, а таксама сярэднезярністы, які мае 50% часцінак буйнасцю 0,5 мм і болей.

Шырыня баластнай прызмы на прамых участках лесавозных чыгункаў усіх катэгорый роўна 1,7 м, а на ветках – 1,6 м. Таўшчыня баластнага слоя пад шпалаю залежыць ад катэгорыі чыгункі, ад нагрузкі на вось лакаматыва, тыпу рэйкі і знаходзіцца ў межах 0,1...0,25 м. Крутасць адкосаў баластнай прызмы для ўсіх відаў баласту роўна 1:1,5, за выключэннем пясчаных – 1:2. Верх баластнай прызмы павінен быць на ўзроўні верхняй пасцелі драўляных шпал і на ўзроўні сярэдняй лініі жалезабетонных шпал, на ветках з тэрмінам службы больш за 5 гадоў на палову вышыні шпал. Паміжпуцце на раздзяляльных пунктах пры адлегласці паміж восямі сумежных пуцей да 4,5 м неабходна запоўніць баластам. У другіх выпадках баластныя прызмы ў сумежных пуцях устройваюць асобна.

Верхняя пабудова чыгункі вузкай каляі на вусах. Канструкцыя верхняй пабудовы на вусах адрозніваецца ад канструкцыі пуці на магістралях і ветках. Пуць на вусах устройваюць без баласту. Рэйкашпальную рашотку ўкладваюць на спланаваны грунт, высцілку з галля або лесасечныя адходы, лежакі або драўляныя клеткі. На вусах укладваюць рэйкі тыпу Р18, даўжыня шпал – 1,5 м, колькасць шпал на 1 км – 1500 шт. на водараздзелах і сухіх спадах. У нізкіх месцах, на мокрых грунтах з густым раслінным слоём, на тарфяных балотах і ў месцах пераходу праз вадасцёкі канструкцыя верхняй пабудовы наступная: тып рэйкі – Р18, даўжыня шпал – 1,8 м, колькасць шпал на 1 км – 1500...1600 шт., а рэйкашпальную рашотку ўкладваюць на падоўжныя лежакі з хлыстоў у 4...6 нітак. На балотах са шчыльным тарфяным слоём пад лежакі ўкладваюць танкамерны лес праз 15...30 см, на балотах без шчыльнага торфу рэйкашпальную рашотку і лежакі ўкладваюць на клеткі з драўлянага даўгоцця ў тры ярусы і больш у залежнасці ад велічыні асадкі і глыбіні балота.

Часовыя пераезды на ветках і вусах для тралёвачных машын і пад'езды да іх праектуюцца з пласцін або бяргвенняў, якія засыпаюць грунтам.

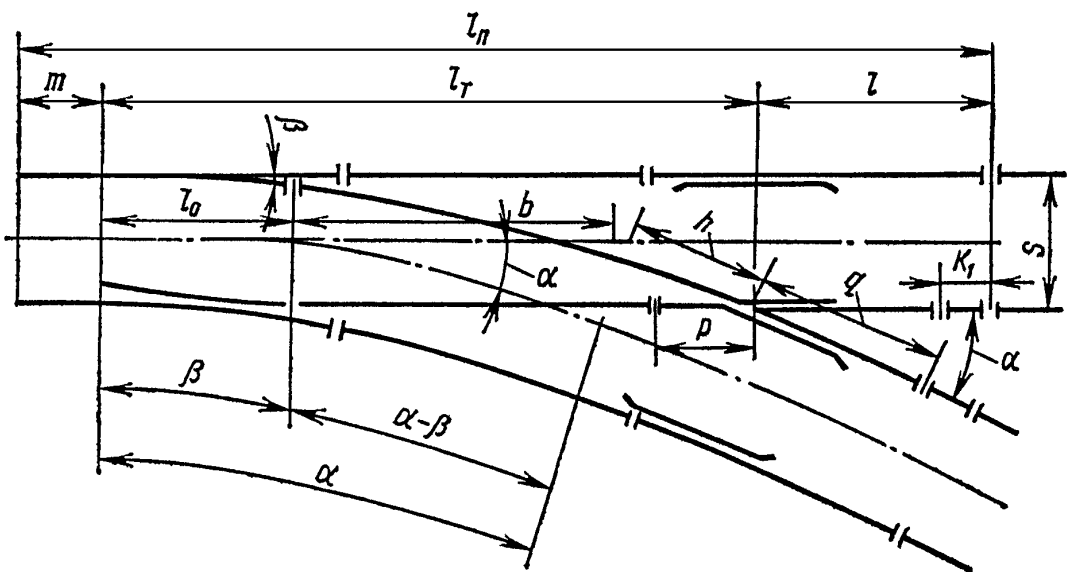
14.7. Злучэнне і перасячэнне рэйкавых пуцей

14.7.1. Тыпы і ўстаноўка стрэлачных пераводаў.

Стрэлачны перавод. Ён служыць для пераводу цягніка з аднаго пуці на другі (рыс. 14.17, а).



б



ваюць вастрывём, а другі канец – каранем. Замацаваны вастрок толькі ў карані, гэта дазваляе пераводзіць і ўстанаўліваць яго па асноўнаму пуці або на бакавы пуць.

Па форме вастракоў у плане адрозніваюць стрэлкі з прамым і крывалінейным вастрывём. На лесавозных чыгунках прымяняюць стрэлкі з прамымі вастракамі, якія вырабляюць са звычайных рэек.

Рабочая грань прамога вастрака прымыкае да рамнай рэйкі пад вуглом, які называецца *стрэлачным вуглом* (рыс. 14.17, а). Вугал, пад якім грэбень бандажа сустракае вастрок пры процішэрсным руху на бакавы пуць, называецца *вуглом удару*.

Крыжавінны вузел складаецца з крыжавіны, контррээк, злучальных рээк, лафетаў, падкладак і замацаванняў. Асноўнымі часткамі крыжавіны з'яўляецца асяродак і два вусавіка (рыс. 14.17, а). Крыжавіна служыць для свабоднага праезду рэборды колаў цягніка праз перасячэнні рээк.

Паміж адагнутымі часткамі вусавікоў і асяродкам ўтвараюцца жалаба крыжавіны, па якіх праходзіць рэборда кола ў межах крыжавіны. Для накіравання кола ў неабходны жолаб крыжавіны служаць контррэйкі. Сячэнне, дзе адлегласць паміж рабочымі кантамі вусавікоў мінімальнае, называецца *горлам крыжавіны* (гарлавіна). Прамежак ад горла да вастрыя крыжавіны, на якім ёсць разрыў рэйкавых нітак, называецца *шкоднай прасторай*. У межах шкоднай прасторы неабходнае накіраванне руху колаў забяспечваецца контррэйкамі.

Жолаб крыжавіны павінен забяспечыць свабодны праход грабянёў колаў цягніка па крыжавіне без удараў у яе вастрывё.

Шырыня жолаба на прамым участку контррэйкі (рыс. 14.18) вызначаецца паводле формулы

$$t_k = S_o - (t_{\max} + h_{\max}),$$

дзе S_o – шырыня каляі ў межах крыжавіны, роўная 750 мм (± 2 мм); t_{\max} – найбольшая шырыня колавай пары; h_{\max} – таўшчыня нязношанага грэбеня.

Шырыня жолаба ў горле крыжавіны 50 мм, а самой крыжавіны – 38 мм, у сярэдняй часцы контррээк – 32 мм, на адхіленнях вусавікоў і контррээк на выхадзе – 74 мм і ў адведзенай частцы – 56 мм.

Пункт перасячэння падаўжэння рабочых кантаў стрыжня называецца *матэматычным цэнтрам*. Пункт перасячэння восяў асноўнага пуці і адгалінаванага называецца *цэнтрам пераводу* (рыс. 14.17, а).

Вугал, які ўтвараецца рабочымі гранямі стрыжня, называецца *вуглом крыжавіны*. Адносіны шырынi стрыжня ў любым месцы яго да



адлегласці ад гэтага месца да матэматычнага цэнтра крыжавіны называецца *маркай крыжавіны*. Абзначаецца марка

Рыс. 14.18. Схема для разліку шырыні жолаба ў контррэйцы і крыжавіне

крыжавіны – $1/N$ (дзе N – лічба маркі). Адносіны $1/N$ вызначаюць вугал крыжавіны α , якая роўна $1/N = 2(\operatorname{tg} \alpha / 2) = \operatorname{tg} \alpha$. На чыгунках вузкай каляі прымяняюць крыжавіны з маркамі $1/6 \dots 1/10$, на дарогах звычайнай каляі – да $1/22$.

Крыжавіны бываюць *суцэльналітыя, састаўныя і зборныя* з рэек, а ў залежнасці ад вугла α – *вострыя і тупыя*. Перасячэнне двух чыгунак без стрэлачнага пераводу называецца *глухім перасячэннем*.

Злучальныя пуці складаюцца з прамога ўчастка і злучальнай крывой. Злучальныя пуці размешчаны паміж стрэлкай і крыжавінай (рыс. 14.17, а). Пераводная крывая разбіваецца на ардынаты з радыусамі крывых ад 55 да 120 м у залежнасці ад маркі крыжавіны. Паміж канцом пераводнай крывой і матэматычным цэнтрам крыжавіны для змякчэння ўдару колаў цягніка пры іх праездзе ўстройваецца прамая ўстаўка. Даўжыня яе вызначаецца разлікам.

Паміж крыжавінай і канцом стрэлачнага пераводу можа быць устаноўлена прыгонная рэйка. Яе ўстанаўліваюць для выраўноўвання стыкаў.

Стрэлачныя пераводы, як правіла, будуюць на прамым участку пуці. Рух па стрэлачнаму пераводу ў напрамку ад крыжавіны да яго вастрэакоў называюць *пашэрсным*, а ад вастрэакоў да крыжавіны – *процішэрсным*.

На сярэдзіне паміж пуцямі, якія злучаны стрэлачным пераводам адлегласць паміж восямі, дасягае мяжы, дзе можа знаходзіцца цягнік, не парушаючы бяспеку руху па суседняму пуці (2,88 м).

Даўжыня звычайных стрэлачных пераводаў 30...70 м. Стрэлачныя пераводы ўкладваюць на драўняных пераводных брусах даўжынёй: для чыгунак нармальнай каляі – ад 2,75 да 5,5 м з градацыяй 0,25 м; для чыгунак вузкай каляі – ад 1,5 да 3 м з градацыяй 0,15...0,2 м. Колькасць пераводных брусоў вызначаецца разлікам, і для чыгунак вузкай каляі яна роўна 26...40 шт. Даўжыня брусоў для пераводных

механізмаў складае для чыгунак нармальнай каляі 4,5 м, для чыгунак вузкай каляі – 3,2 м.

Пераводны механізм служыць для пераводу вастракоў стрэлкі з аднаго месцазнаходжання ў другое і забеспячэння шчыльнага прылягання вастракоў да рамных рэек у час праходу цягніка ў зададзеным напрамку. Перавод стрэлак можа быць аўтаматызаваны або ручны.

Разлік асноўных размераў стрэлачнага пераводу. Да асноўных геаметрычных размераў стрэлачнага пераводу (гл. рыс. 14.17, б) адносяць: *поўную або практычную даўжыню* стрэлачнага пераводу (L_n – адлегласць ад папярэдняга стыку рамнай рэйкі да стыку ў хвасце крыжавіны, яна вымерана па прамому напрамку); *тэарэтычную даўжыню* стрэлачнага пераводу (L_m – адлегласць ад пачатку вастракоў да матэматычнага цэнтра крыжавіны); *вугал удару* β , *радыус пераводнай крывой* R ; a , b , a_o і b_o – *размеры стрэлачнага пераводу на восях*; S – шырыню каляі ў крыжавіне, роўную 750 мм; *прамую ўстаўку* і інш.

Тэарэтычная даўжыня стрэлачнага пераводу, даўжыня прамой устаўкі і іншыя размеры вызначаюцца паводле ўраўненняў, атрыманых у выніку праектавання ўсіх частак пераводу на вертыкальную і гарызантальную восі (рыс. 14.17, б). Гэтыя ўраўненні маюць выгляд

$$L_m = l_o \cos \beta + (R + S/2)(\sin \alpha - \sin \beta) + n \cos \alpha;$$

$$S = l_o \sin \beta + (R + S/2)(\sin \beta - \cos \alpha) + n \sin \alpha,$$

дзе R – радыус пераводнай крывой; S – шырыня каляі ў пярэдняга канца вастрака (760 мм); n – прамая ўстаўка; l_o – даўжыня вастрака.

Поўная, або практычная, даўжыня стрэлачнага пераводу L_n , вызначаецца паводле формулы

$$L_n = L_m + m + Z, \quad (14.12)$$

дзе m – адлегласць ад стыку рамнай рэйкі да вастрыя пярэдняга канца вастрака (760 мм); $Z = q + k$ – адлегласць ад матэматычнага цэнтра крыжавіны да канца пераводу; $q = q' + q''$ – даўжыня задняй часткі крыжавіны; k – даўжыня прыгоначнай рэйкі; $q' = (50 + B + V) N$ – даўжыня ад матэматычнага цэнтра крыжавіны да накладкі; B – шырыня падэшвы рэйкі, мм; V – шырыня галоўкі рэйкі, мм; q'' – даўжыня паўнакладкі.

Поўную даўжыню пераводу можна вызначыць паводле формулы

$$L_n = l_p + l_n + \delta_{cm}(c - 1), \quad (14.13)$$

дзе l_p – даўжыня рамнай рэйкі; l_n – даўжыня нармальнай рэйкі; δ_{cm} –

стыкавы зазор; c – колькасць звёнаў у пераводзе.

Рашыў сумесна ўраўненні (14.12) і (14.13), вызначаюць даўжыню прыгончай рэйкі. Стрэлачны вугал вызначаюць паводле формулы

$$\sin\beta = \frac{t+V}{l_o},$$

дзе t – зазор паміж знешняй гранню вастрака і ўнутранай гранню рамнай рэйкі, роўны 57 мм.

Адпаведна разлікам у маштабе робяць чарцёж (рыс. 14.17, в), які называецца *эпюрай стрэлачнага пераводу*, з размяшчэннем на ім элементаў, якія складаюць стрэлачны перавод (рыс. 14.17, з).

На планах станцый і ніжніх складоў чыгуначныя пуці абазначаюць адной лініяй, што адпавядае восі пуці, а стрэлачны перавод – умоўнай эпюрай стрэлачнага пераводу ў восях (рыс. 14.17, в). Эпюра пераводу ў восях служыць для яго праектавання і разбіўкі. На эпюры адкладваюць два размеры: a – адлегласць ад пачатку рамнай рэйкі да цэнтра пераводу і b – адлегласць ад цэнтра пераводу да канца хваста-вога вылету крыжавіны. Размеры a і b вызначаюць паводле формул

$$b = b_o + q = SN + q;$$

$$a = a_o + m = (L_m - SN) + m.$$

Адлегласць ад цэнтра пераводу да лімітнага слупка вызначаюць паводле формулы

$$L_{np} = \Gamma N,$$

Адлегласць ад матэматычнага цэнтра крыжавіны да гранічнага слупка роўна

$$L_{np} = (\Gamma - S)N.$$

Пры праектаванні размяшчэння стрэлачных пераводаў на станцыі іх неабходна групаваць, як паказана на рыс. 14.19, каб яны былі бліжэй адзін да другога, што дазваляе скараціць час на іх устаноўку і палягчае нагляд за іх станам.

14.17.2. З'езды, стрэлачныя вуліцы, паваротныя трохвугольнікі. З'езды служаць для злучэння дзвюх блізка размешчаных чыгунак. Яны складаюцца з двух стрэлачных пераводаў і пуці, які злучае іх (рыс. 14.20). Калі злучаюцца паралельныя пуці і адлегласць паміж іх восямі невялікая, тады ўкладваюць нескарочаны з'езд (рыс. 14.20, а), а калі значнае – скарачаны з'езд (рыс. 14.20, б). Для пераходу поезда з

аднаго пуці на другі, (пуці ідуць у розных напрамках) укладваюць паслядоўна два з'езды, а пры некаторых умовах – перакрываюць з'езд (рис. 14.20, в).

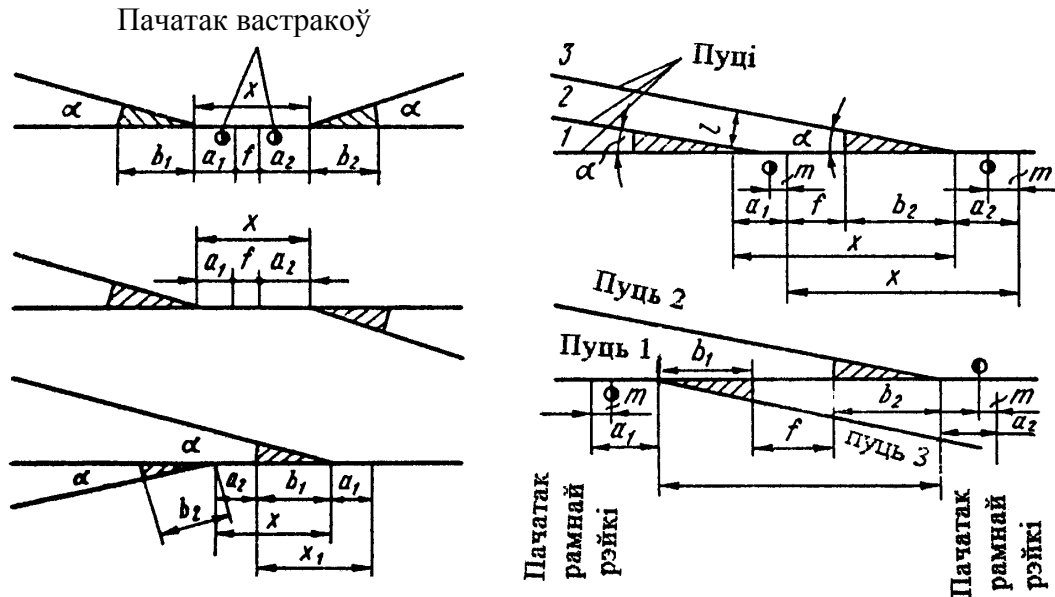


Рис. 14.19. Злучэнне стрэлачных пераводаў

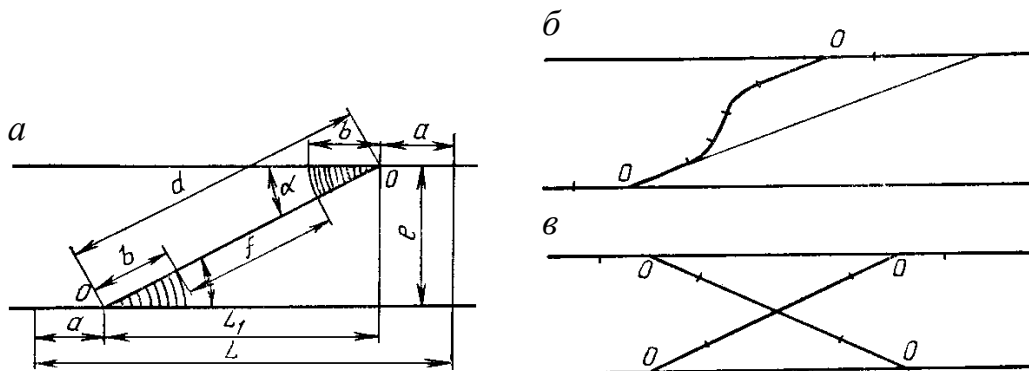


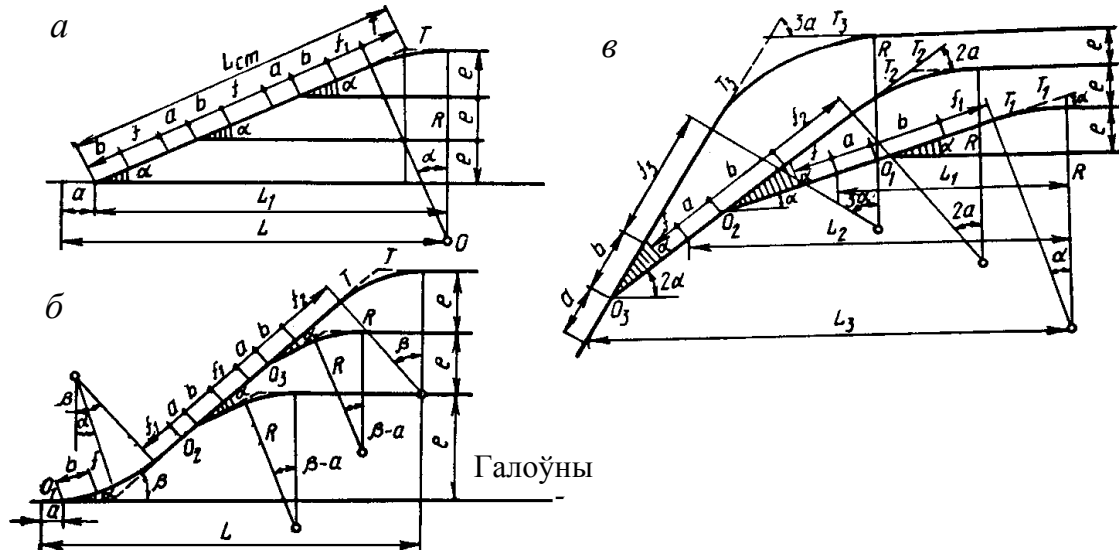
Рис. 14.20. Схема з'ездаў

Стрэлачныя вуліцы служаць для злучэння некалькіх паралельных пуцей (рис. 14.21). У іх стрэлачныя пераводы размяшчаюць адзін за другім на адным агульным пуці. У залежнасці ад таго, як укладзены стрэлачныя пераводы і ад іншых умоў, вылучаюць наступныя віды стрэлачных вуліц: прамую нескарочаную (рис. 14.21, а); скарачаную (рис. 14.21, б); веерную (рис. 14.21, в) і інш.

Для змены напрамку руху поезда на станцыях устроюць пава-

ротныя кругі, петлі, трохвугольнікі.

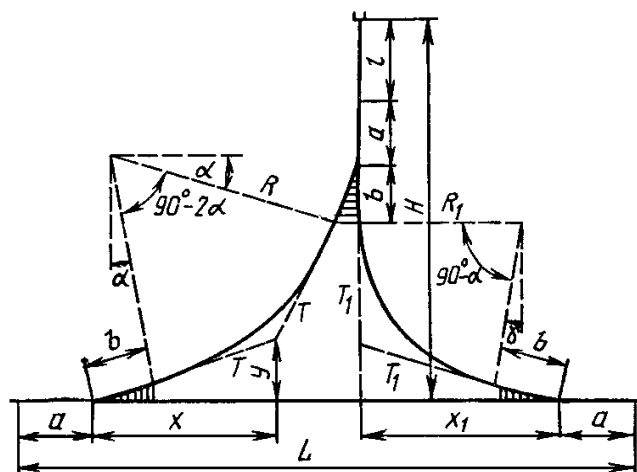
Паваротны трохвугольнік (рыс. 14.22) з'яўляецца асноўным паваротным устройствам. Для яго ўладкавання неабходна плошча з роўнай паверхняй.



Рыс. 14.21. Схемы стрэлачных вуліц:
а – прмая нескарочаная; б – скарачаная; в – вярная

Для разбіўкі і ўкладкі вызначаюць элементы паваротнага трохвугольніка. Прымаюць мінімальны радыус крывой R і вызначаюць поўную вышыню паваротнага трохвугольніка паводле формулы

$$H = b \sin \alpha + R_1 \cos \alpha + b + a + l_m,$$



Рыс. 14.22. Схема паваротнага трохвугольніка

дзе l_m – даўжыня тупіка, м, якая роўна $l_m = l_n + l_3$, l_n – даўжыня пезда, м; l_3 – запасная даўжыня – 3...5 м.

Радыус паваротнага трохвугольніка вызначаюць паводле формулы

$$R = \frac{R_1 \cos \alpha - b(\cos \alpha - 1)}{\sin(90^\circ - \alpha) - \sin \alpha}.$$

Поўная даўжыня асновы паваротнага трохвугольніка вызначаецца паводле формулы

$$L = 2(a + b \cos \alpha) + b \sin \alpha + R[\sin(90^\circ - \alpha) - \sin \alpha] + R_1(1 - \sin \alpha).$$

Ведаючы вышыню і поўную даўжыню паваротнага трохвугольніка, знаходзяць неабходную пляцоўку для яго ўладкавання.

14.8. Некаторыя асаблівасці будаўніцтва лесавозных чыгунак

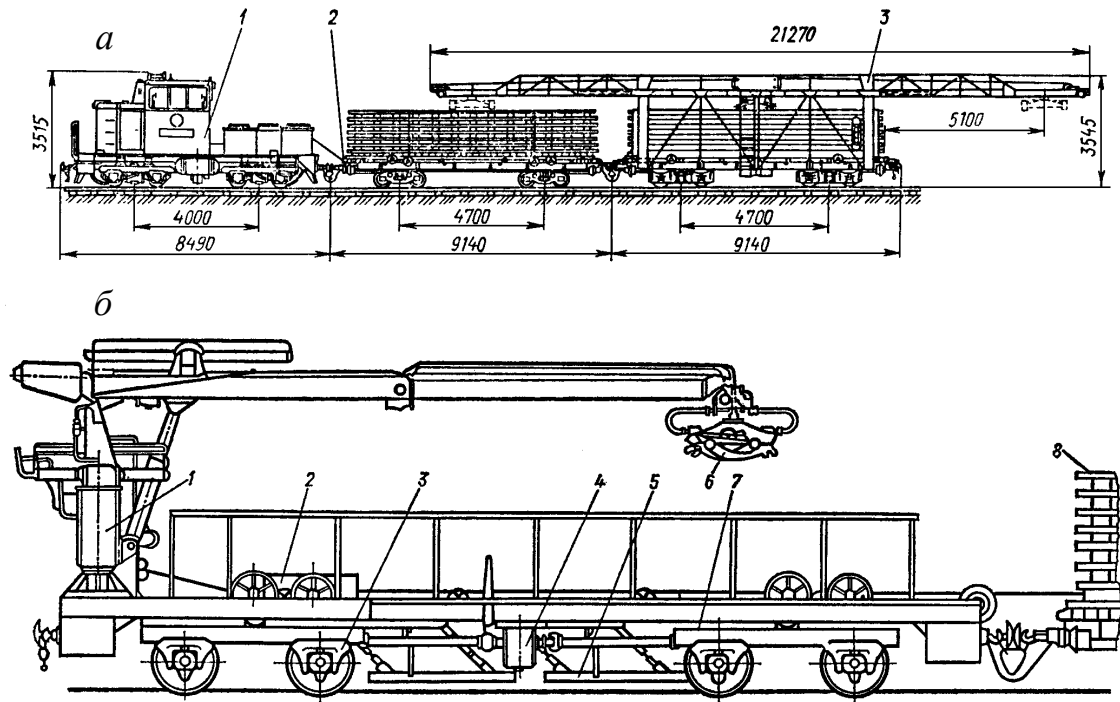
Агульныя палажэнні. Пры будаўніцтве чыгунак усе неабходныя матэрыялы падвозяць па рэйкаваму пуці. На месцы будаўніцтва выконваюць мантаж верхняй пабудовы чыгункі. На земляное палатно ўкладваюць і злучаюць у стыках гатовыя звёны рэйка-шпальнай рашоткі. Пасля ўкладкі рэйка-шпальнай рашоткі адсыпаюць баластную прызму і г. д.

Земляное палатно вузкакалейных чыгунак устройваюць, як і на аўтамабільных дарогах. Вышыня яго над узроўнем зямлі павінна быць не менш за 0,5 м. У сувязі з тым, што шырыня землянога палатна невялікая 2,7...4 м, яго можна будаваць з аднабаковых рэзерваў. Пры ўшчыльненні землянога палатна вялікія цяжкасці ўзнікаюць пры развароце прычальных каткоў, для якіх неабходна ўстройваць спецыяльныя з'езды і разваротныя пляцоўкі. Таму пры ўшчыльненні мэтазгодна прымяняць самаходныя і вібрацыйныя каткі, якія могуць рухацца па чаў-ночнай схеме.

Трапецаідальную зліўную прызму робяць з дапамогай спецыяльнага планіроўшчыка-скрабка, які працягваюць па земляному палатну з дапамогай трактара.

Укладка рэйкашпальнай рашоткі. У цяперашні час прымяняюць механізаваны спосаб ўкладкі з раней сабраных звёнаў. У некаторых выпадках пры невялікім аб'ёме работ пуць укладваюць уручную раздзельным спосабам. Пры будаўніцтве лесавозных чыгунак вузкай каляі найбольшае распаўсюджванне атрымалі пуцеўкладчыкі БРП-3 (рыс. 7.16) і ТУ-6БП (рыс. 14.23).

Рэйка-шпальную рашотку ўкладваюць непасрэдна на земляное палатно да адсыпкі баластнага слоя, але для прадухілення па-шкоджвання яго павярхні лепш адсыпаць слой баласту таўшчынёй 0,1...0,2 м, а потым укладваць рэйка-шпальную рашотку.



Рыс. 14.23. Будаўніча-рамонтны поезд ТУ-6СП:

a – агульны выгляд; 1 – энергасілавы апарат; 2 – платформы (4 шт.); 3 – пуцеўкладчык;
б – укладачны кран і поезд ПУ-1; 1 – маніпулятар; 2 – гідрабак; 3 – цялежка; 4 – скрынка хадавая;
 5 – апора адкідная; 6 – грэйдэр; 7 – рама пуцеўкладчыка; 8 – платформа са звёнамі

Зборку рэйкавых звёнаў выконваюць на спецыяльных зборачных базах. Пры зборцы звёнаў шпалы размяшчаюць па эпюры. Потым на шпалы кладуць адну рэйку і па шаблону другую. Рэйкі замацоўваюць да шпал з дапамогай кастылёў. Для прыдання ўхілу рэйцы на шпалах робяць зарубку з дапамогай спецыяльнай фрэзы або сякеры-дэкселя (ручная зарубка). Зборку вядзе брыгада ў складзе 6...7 чалавек, якая за змену збірае 30...50 звёнаў.

Звёны пакеці ўкладваюць на рэйкаўкладачны поезд, які вязе іх да месца ўкладкі. Тэхналогія ўкладкі рэйкашпальнай рашоткі наступная: перамяшчэнне пачкі звёнаў з платформы на ўкладачны кран; пад'ём аднаго звяна і перамяшчэнне яго пад бэлькай крана да канца пярэдняга вылету; апусканне звяна на павярхню землянога палатна; злучэнне з дапамогай накладак гэтага звяна са звяном, якое

было ўкладзена раней; перамяшчэнне крана і ўсяго поезда ўперад на адлегласць, роўную даўжыні звяна.

Калі пачка звёнаў, якая была на кране, поўнаасцю кладзена, на яе месца перамяшчаецца наступная. Прадукцыйнасць пуцеўкладчыка 300...400 м пуці за змену.

Баласціроўка пуці. Гэта комплекс работ па вывазцы, адсыпцы баласту, пад'ёму рэйка-шпальнай рашоткі на баласт, па канчатковай рыхтоўцы пуці і выраўноўванню баластнай прызмы.

Пры вывазцы баласту выкарыстоўваюцца дзве схемы: “Да кар’ера” і “Ад кар’ера”. Па першай схеме баласціроўка пуці пачынаецца з самага далёкага ўчастка, а па другой – з пачатку ўчастка.

Для перавозкі баласта выкарыстоўваюць спецыяльныя вагоны хопер-дазатары ёмістасцю 7 м³ і паўвагоны-дазатары ёмістасцю 12 м³, а пры адсутнасці – звычайныя платформы.

Разгрузка баласту са звычайных платформаў выконваецца на абочыны ў выглядзе валікаў з двух бакоў каляі, а калі выкарыстоўваецца хопер-дазатар БДХ-3, баласт (валік) адсыпаюць паміж рэйкамі. Пасля гэтага хопер-дазатарам выконваюць дазіроўку баласту. На ім умацаваны спецыяльныя крылы, якія захопліваюць баласт з бакавых валікаў і перамяшчаюць яго на шпалы і рэйкі. Другая пара крылаў (нож) зрэзвае лішні слой так, каб галоўкі рэек заставаліся незасыпанымі баластам. Пасля дазіроўкі баласту выконваюць пад'ём рэйка-шпальнай рашоткі на баласт з далейшай падбіўкай яго пад шпалы. Перад пад'ёмам збоку пад нівелір устанаўліваюць калочкі, якія вызначаюць месцазнаходжанне галоўкі рэйкі пасля пад'ёму пуці на баласт. Вышыня калочкаў над паверхняй землянога палатна вызначаецца паводле формулы

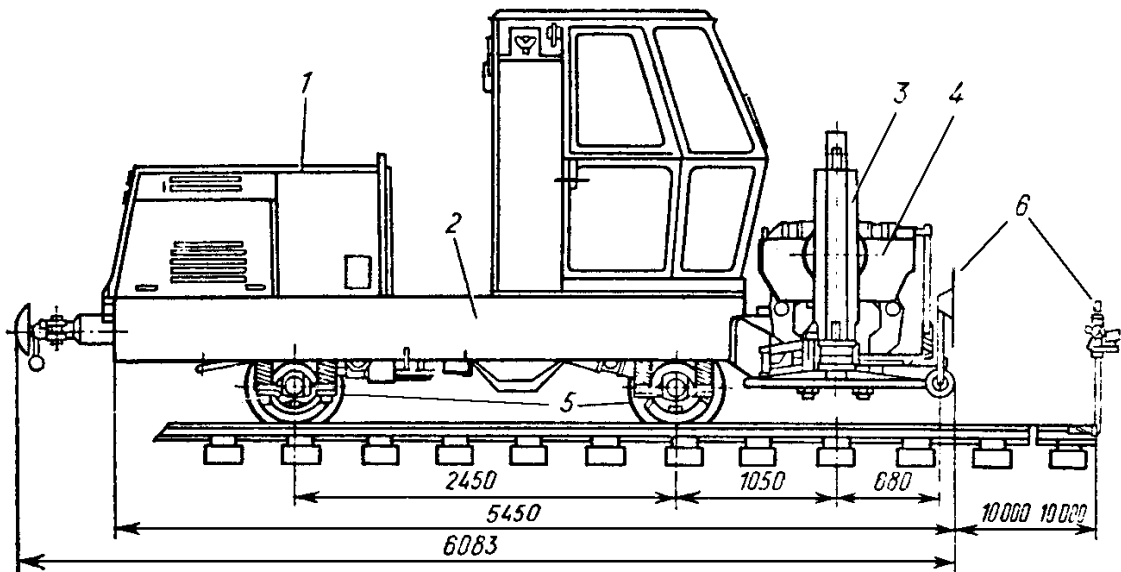
$$h = h_{\sigma}k_y + h_{ш} + h_p,$$

дзе h_{σ} – таўшчыня слоя баласту, м; k_y – каэфіцыент ушчыльнення баласту; $h_{ш}$ – таўшчыня шпалы, м; h_p – вышыня рэйкі, м. Пры пад'ёме пуці ручнымі пад'ёмнікамі на пуцявой цялежцы баласт падбіваюць пад шпалы ручнымі падбойнікамі і падштопкамі. Потым робяць рыхтоўку пуці і апрацоўку баластнай прызмы.

У апошні час для баласціроўкі пуці прымяняюць баласціровачныя машыны ШПМВУ-1 (рыс. 7.19), ВПР-300У (рыс. 14.24), у якіх пад'ём пуці на баласт з'яўляецца бесперапынным працэсам вывешвання рэйка-шпальнай рашоткі на зададзеную вышыню.

Напрыканцы баласціроўкі пуці па чыгунцы адбываецца рух грузавых цягнікоў, а праз 2...3 тыдні, калі насыпаны баластны слой

ўшчыльніца, выконваюць паслясадачны рамонт пуці.



Рыс. 14.24. Шпалападобівацкая машына ВПР-300У:

1 – дызель; 2 – рама; 3 – пад’ёмна- падрыхтоўчае ўстройства; 4 – шпалападобівацкі блок; 5 – колавая пара; 6 – аптычнае кантрольна-вымяральнае ўстройства

Кантрольныя пытанні

1. З якіх элементаў складаецца верхняя пабудова чыгунак? 2. Якія рэйкі прымяняюцца на чыгунках шырокай і вузкай каляі, іх характарыстыка? 3. Шпалы, іх характарыстыка і назначэнне. 4. Што такое баластная прызма і яе назначэнне? 5. Як устроіваецца чыгунка на крывых участках? 6. Якія падоўжныя ўхілы пуці дапускаюцца на чыгунках вузкай каляі ў грузавым і адваротным напрамках? 7. Назавіце віды рэйкавых змацаванняў і растлумачце іх назначэнне. 8. Якія тыпы і маркі стрэлачных пераводаў прымяняюцца на чыгунках вузкай каляі? 9. З’езды, стрэлачныя вуліцы, паваротныя трохвугольнікі, іх назначэнне і ўмовы прымянення.

15. АСАБЛІВАСЦІ ЭКСПЛУАТАЦЫІ ЛЕСАВОЗНЫХ ЧЫГУНАК ВУЗКАЙ КАЛЕІ

15.1. Арганізацыя бягучага ўтрымання і рамонту чыгунак вузкай каляі

Арганізацыя ўтрымання і рамонту пуці. У працэсе эксплуатацыі чыгунка заўжды павінна быць у спраўнасці і адпаведаць патрабаванням, якія патрабуюць Правіла тэхнічнай эксплуатацыі чыгунак (ПТЭ).

Некаторыя адступленні ад праектных дадзеных не павінны перавышаць пэўных велічын таму, што ў адваротным выпадку рэзка ўзрастаюць сілы дзейнічаючыя на пуць, а таксама ўзнікаюць дэфармацыі, якія вядуць да парушэння пуці і аварыям.

Знос і разбурэнне асобных элементаў чыгункі разнастайныя як па характару, так і па размерам. Усё гэта патрабуе правядзення розных па складу і віду рамонтных работ. У сувязі з гэтым усе дарожна-рамонтныя работы падраздзяляюцца на ўтрыманне пуці, бягучы, пад'ёмачны і капітальны рамонты.

На лесавозных чыгунках вузкай калей ўтрыманне і бягучы рамонт аб'ядноўваюць у адну групу – бягучае ўтрыманне, якое накіравана на забеспячэнне пастаяннай спраўнасці пуці, уключае нагляд за яго станам і ўстраненне няспраўнасцей. Асноўная задача ўтрымання чыгункі (пуці) – прадухіленне і ўстраненне прычыны яго растройства.

Асноўныя нормы ўтрымання пуці. Пуць павінна быць роўнай без звільстасці ў плане, перакосіны, прасадкі і горбаў у падоўжаным профілю. У цяперашні час у ПТЭ прадугледжаны прыёмачныя і эксплуатацыйныя допускі ў размерах элементаў пуці. Прыёмачныя допускі павінны адпавядаць пры здачы чыгункі ў эксплуатацыю, а эксплуатацыйныя – бягучым утрыманні пуці. Іх перавышэнне не дапушчальна.

Прыёмачныя і эксплуатацыйныя допускі на лесавозных чыгунках прыведзены ў табл. 15.1.

На стрэлачных пераводах не дапускаецца: раз'езднанне стрэлачных вастракоў; адставанне вастрака ад рамнай рэйкі на 3 мм і болей; паніжэння вастрака супраць рамнай рэйкі болей чым на 2 мм; злом вастрака, рамнай рэйкі, крыжавіны; адлегласць паміж рабочым кантам сярдзечніка крыжавіны і рабочай паверхняй галоўкі контррэйкі меней 716 мм і паміж рабочымі гранямі контррэйкі і вусавіка болей 680 мм.

Табліца 15.1

Прыёмачныя і эксплуатацыйныя допускі (нормы)

Паказчык	Допускі	
	прыемачныя	Эксплуатацыйныя
Шырыня калеі на прамых і крывых участках:		
па пашырэнню, мм	4	6
па сужэнню, мм	2	4
Адвод шырыні калеі у межах допуску (павінен быць плаўным) і не прывышаць Адхіленне ад гарызантальнага ўзроўня паверхні рэйкавай ніткі:	2 мм на 1 м пуці	
на прамых участках, мм	3	6
на крывых ад устаноўленых норм узвышэння вонкавай ніткі, мм	15	15
Ухіл няроўнасці:		
на прамом участку не болей	1...2 мм на 6 ‰ (г.зн 6 мм у сярэ- 1 м дзіне 2-х метравай рэйкі)	
на крывых участках	10 ‰	

Бягучае ўтрыманне пуці. Работы па бягучаму ўтрыманню пуці адрозніваюцца па сезонам і мясцовым умовам. Тэрмін выканання работ паказваюць на календарным графіку. Планаванне работы па бягучаму ўтрыманню пуці выконваюць па выніку агляду пуці і збудаванняў майстрам і брыгадзірам адзін раз у 2 тыдні, а крывыя ўчасткі пуці – 2 разы ў дэкаду. На аснове агляду складаецца план і графік работы пуцявых брыгад.

Зімой асноўнымі відамі работы з'яўляюцца барадзьба са снегам, пучынамі, папраўка пуці у месцах, дзе ёсць прасадкі, ачыстка і агляд рэек і змацаванняў (асабліва ў стыках доўгіх рэек), перашыўка пуці і стрэлачных пераводаў, змена пашкоджаных рэек, змацаванняў і частак стрэлачных пераводаў, а таксама работы па пераўстаноўцы шчытоў.

Вясною выконваюцца работы звязаныя з адводам вады ад палатна дарогі. У пачатку вясны ачышчаюць кюветы, канавы і рэчышча ў трубаў і малых мостаў, колюць лёд вакол сваяў, ачышчаюць ад снегу баластную прызму, ачышчаюць пуць ад гразі і смецця, папраўляюць пуць на месцах быўшых пучын, убіраюць снегавыя шчыты і калочки. У гэты перыяд замацоўваюць проціваўгоны, змазваюць і замацоўваюць стыкавыя балты, дабіваюць кастылі, заменяюць забруджаны баласт у месцах выплюхвання і іншыя.

Летам выконваюць работы па рамонту і ўтрыманню пуці. Спа-

чатку вядуць папераджальныя работы: выпраўляюць пуць па ўзроўню і шаблону, рыхтоўку пуці, рэгуляванне зазораў, падбіўку і адзіночную змену шпалаў; ачыстку і выпраўку ўсіх водаадводных збудаванняў; ремонт штучных збудаванняў, ачыстку іх ад забруджання і смецця, ачыстку адтулін малых мостаў і трубаў ад наносу і змену пашкоджаных элементаў; ачыстку баласта ад травы. Усе работы па сярэдняму і капітальнаму рамонту пуці выконваюцца летам.

Восенню выконваюцца работы звязаныя з падрыхтоўкаю дарогі да зімы. Уздоўж дарогі ўстанаўліваюць калы для снегавых шчытоў (да прамярзання грунту), а таксама і шчыты. Падрыхтоўваюць да зімовых умоў водапрапускныя і водаадводныя збудаванні, перад замерзаннем баластнага слою выконваюць выпраўку пуці, яго рыхтоўку і падбіўку шпалаў; змазваюць стыкавыя балты, завінчваюць іх. Рыхтуюць да работы снегаачышчальнікі. Высякаюць кусты і ўбіраюць павалыныя кусты ўздоўж дарогі; устанаўліваюць тычкі па восі кюветаў і нагорных канаў; адтуліны труб закрываюць шчытамі. Да замярзання пуці ліквідуюць усе пашкоджанні, якія былі выкліканы дажджамі, а таксама падрыхтоўваюць галоўныя пуці на станцыях, на складскіх пуцях для бяспечнай работы снегаачышчальнікаў.

Пад'ёмачны рамонт пуці. Яго назначаюць у выпадку: інтэнсіўнага расстройвання баластнай прызмы, калі патрабуецца суцэльная падбіўка шпал; паяўлення ўгону ў выніку якога неабходна суцэльная разгонка і рэгулявання зазораў; наяўнасць болей 10 пашкоджаных шпалаў. Работы па пад'ёмачнаму рамонту выконвае брыгада 24...32 чалавека, у складзе якой 3...5 звёнаў. Парадак выканання работы наступны: зразаюць і выдаляюць за межы пуці забруджаны баласт; увесь комплекс работ на адлегласці 800...900 м выконваецца адначасова.

Першае звяно (5...8 чалавек) выконвае змену пашкоджаных шпалаў, рэйкавых змацаванняў, перашыўку пуці і папраўка падухілу. Другое звяно (2 чалавека) робяць разгонку і рэгуляванне зазораў. За гэтым звяном на адлегласці 200...300 м наступнае звяно, у складзе 12...14 чалавек пры ручной пад'ёмцы і толькі 2 чалавека пры выкарыстанні машын ВПОу – 800 або ВПОу – 300, выконвае пад'ёмачныя работы, чацвёртае звяно (4 чалавека) замацоўваюць пуць ад угону, а пятае – (3...4 чалавека) рыхтуюць пуць і афармляюць баластную прызму.

Капітальны рамонт. Гэта комплекс рамонтных работ, пры якіх выконваецца поўнае аднаўленне размераў і трываласці верхняй пабудовы чыгункі з давядзеннем да праектных нормаў. Выконваюцца наступныя работы: поўная змена рэек і зварка новых рэек у доўгія плечы, змена шпалаў, накладак і балтоў на новыя, змена стрэлачных пераво-

даў, падманне пуці да праектных адзнак, рамонт пераездаў і водапрапускных збудаванняў, ачыстка і рамонт водаадводных канаў, работы па аздаравленню землянога палатна, ліквідаванне пучынаўтварэння і іншыя.

Аб'ём работы і вызначэнне іх віду ўстанаўліваюць на аснове агляда пуці спецыяльнай камісіяй, а для ацэнкі пуці прымяняецца бальная сістэма.

Фінсаванне пад'ёмнага рамонту выконваецца на аснове ведамасці дэфектаў і калькуляцыі, капітальнага рамонту – тэхнарабочага праекту і каштарысу.

Працазатраты на ўтрыманне і рамонт лесавозных чыгунак вузкай калей можна вызначыць паводле формулы

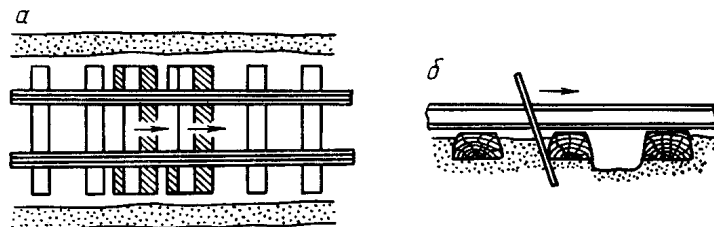
$$T_z = AL_{np} + B,$$

дзе A – каэфіцыент роўны 112 чалавека-дзён/км; L_{np} – приведзеная даўжыня дарогі, роўная $L_{np} = 1,3(L_m + L_v)$; L_m, L_v – адпаведна даўжыня магістралі і веткаў, км; B – каэфіцыент, які залежыць ад грузанпружанасці дарогі, тыс.м³км/км. Яго вызначаюць паводле формулы $B = a\Gamma - b$ (a, b – каэфіцыенты, роўныя $a = 58,9$; $b = 3220$ чал.-дзён); Γ – грузанпружанасць дарогі, роўная $\Gamma = Q_z l_{cp} / L_{np}$ (Q_z – гадавы аб'ём вывазкі лесу, м³; l_{cp} – сярэдняя адлегласць вывазкі, км).

15.2. Тэхналогія выканання некаторых відаў пуцявых работ

Баластныя работы. Да гэтых работ адносяць адкопку шпалаў і шпальных скрынак, вывешванне пуці, падбіўка і падштопка шпалаў, закопка скрынак, рыхтоўка і перасоўванне пуці.

Для таго, каб ссуnúць шпалу яе адкопваюць на 2 см ніжэй падэшвы, Перагонку шпалы, адкопку скрынкаў выконваюць з таго боку, куды яна ссоўваецца (рыс. 15.1). Шырыня скрынкі павінна быць

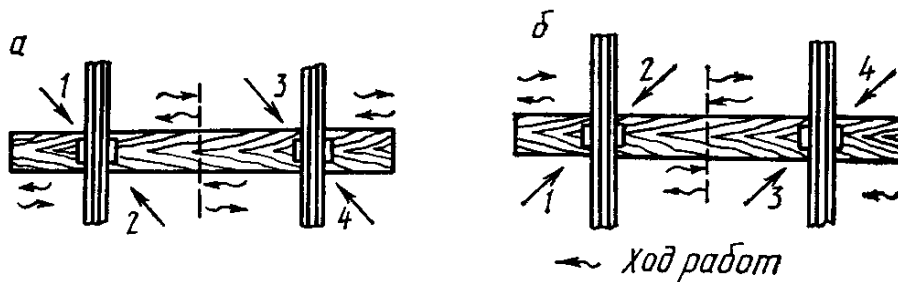


Рыс. 15.1 Адкопванне, падбіўка і змена шпал:

а – перасоўванне шпал; б – адкопванне шпальной скрынкі і перасоўванне ў яе шпалы для наступнай змены

на 5 см более адлегласці перагону шпалы. Пасля перагонкі шпалы падбіваюць ломам.

Для падбіўкі шпалаў выкарыстоўваюць махавыя шпалападбойкі і электрападбойкі тыпу ЭШП. Шпалы падбіваюць найбольш шчыльна пад рэйкамі і слабей у сярэдзіне яе. Падбіўка выконваецца крыжападобна, як паказана на рыс. 15.2. Пры падбіўцы шпалы вывешваюць на 2...3 см і пад іх падбіваюць свежы баласт. Пасля падбіўкі шпальныя скрынкі засыпаюць і ўшчыльняюць, як у скрынках, так і ў тарца шпалаў, змятаюць баласт з рэек і папраўляюць баластную прызму.



Рыс. 15.2 Крыжападобная падбіўка шпал чатырма рабочымі:
а – першае становішча; б – другое становішча

Работы па падбіўцы шпалаў выконваюцца з пастаноўкаю знака (падача сігналу).

Вывешванне пуці. Гэтая работа выконваецца для папраўкі асобных не вялікіх прасадак на вока, а пры больш значных – з дапамогаю візірак (рыс. 15.3). Адна візірка (№ 3) мае папярочную планку падвойнай шырыні, верхняя палова якой афарбавана ў чорны колер. Устанаўліваюць візіркі № 1 і 3 на галоўкі рэек, візірку № 2 перасоўваюць уздоўж пуці, вызначаюць ніжэйшую кропку. Напрамак погляду брыгадзіра накіраван праз верх візіркі № 1 на сярэдзіну папярочнай планкі візіркі № 3. Для выраўновання верха візіркі № 2 пад яе забіваюць калочак, які паказвае ўзровень, на якім павінен знаходзіцца верх рэек. Пуць вывешваюць дамкратамі або пад’ёмнікамі. Спачатку паднімаюць адну рэйкавую нітку, а другую – устанаўліваюць па ўзроўню.

Рыхтоўка. На чыгунках вузкай калеі спецыяльныя прылады прымяняюць вельмі рэдка, перасоўванне пуці выконваюць з дапамогаю лома або калоў. За адзін раз перасоўваюць не более, чым на 6 см. Пасля рыхтоўкі дзіркі ад лома і шчыліны ў баласту ў тарцоў шпалаў засыпаюць баластам і ўшчыльняюць.

Калі зімою пад рэйкамі з’яўляецца ўзгорак (пучына), які падымае

шпалы і рэйкі, каб яго выправіць выконваюць плаўныя адводы ў або два бакі, як паказана на рыс. 15.4. Адводы выконваюць з дапамогаю

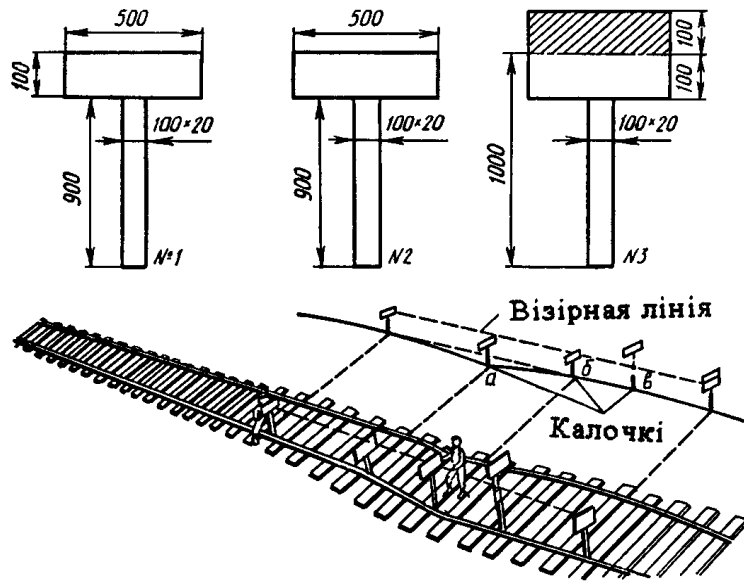
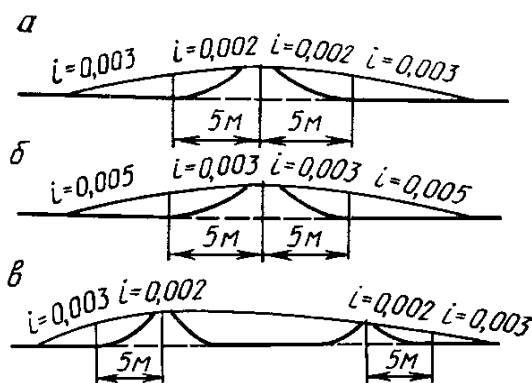


Рис. 15.3 Вызначэнне велічыні прасадак пугі візіркамі:
1 – візірная лінія; 2 – колочки

падкладання пучынных картак і нашпальнікаў. Крутасць адводу не павінна перавышаць 0,003 для магістраляў і 0,005 для ветак. Асабліва небяспечным з’яўляецца момант асядання пучын у перыяд адтайвання баласту і землянога палатна. Пры асяданні пучын адводы, якія прылягаюць да асеўшага ўзгорка, апускаюць, замяняюць раней пакладзеныя пучынныя карткі, або падкладваюць падкладкі пад прасеўшым узгоркам, каб пасля аттайвання ўсіх пучын поўнасьцю вынуць усе падкладкі.



Шпальныя работы. Зарубка шпалаў для падухілу рэек выконваецца спецыяльнай сякерай (дэксель). Правэрку зарубкі выконваюць шаблоном.

Рис. 15.4 Схема ўстройвання адводу на пучынах:

а – для магістраляў; б – для ветак; в – паміж сумежнымі, блізка размешчанымі пучынамі

Змену шпал выконваюць, калі таўшчыня іх меней 8 см і пры іх пашкоджанні. Нельга адначасова змяняць сумежныя шпалы, а толькі з

пропускам трох побач размешчаных. Для замены шпалы, каля шпалы капаюць паглыбленую шпальную скрынку, куды перасоўваюць пашкоджаную шпалу, якую спецыяльнымі шчыпцамі выцягваюць. Новую шпалу ўстаўляюць у выкапаную скрынку і засоўваюць на места вынятай шпалы, без пашкоджвання ўшчыльнянай шпальнай падэшвы.

Рэйкавыя работы. Да іх адносяць: змена рэек, іх перакладка, кантоўка і праўка, рэзка і свідраванне, разгонка зазораў, зашрубаванне і разшрубаванне стыкаў.

Адзіночная змена рэек выконваецца пры максімальным дапушчальным зносу або пашкоджванні, суцэльная змена – пры капітальным рамонце. Знятыя рэйкі раскладваюць па групам (сартам):

I група – рэйкі, якія не патрабуюць рамонта і могуць укладвацца ў галоўны пуць;

II група – рэйкі могуць укладвацца ў галоўны пуць пасля рамонту;

III група – рэйкі, якія можна ўкладваць на іншых пуцях як без рамонту, так і пасля рамонту;

IV група – рэйкі, якія не прыгодны для ўкладкі ў пуць.

У табл. 15.2 прыведзены асноўныя дэфекты, у залежнасці ад якіх выконваецца размеркаванне рэек па групам.

Табліца 15.2

Характарыстыка дэфектаў рэек пры размеркаванні па групам

Група	Прыведзены знос галоўкі рэек, мм		Наяўнасць дэфектаў
	P18	P24	
I	Меней 5	Меней 7	Адсутнічаюць
II	Таксама 5	Таксама 7	Ёсць дэфекты, але пасля рамонту могуць быць выпраўлены
III	5...8	7...10	Таксама
IV	Болей 8	Болей 10	Таксама

Перакладку і кантоўку рэек прымяняюць пры аднабаковым зносу іх на крывых пры неаднолькавым зносу па вонкавай і ўнутраных нітках крывой. Змена месцазнаходжання рэйкі пры аднабаковым зносу *назваецца перакладкай*, а яго паварот на 180° на адным месцы – *кантоўкай*. Пры перакладцы і кантоўцы рэйкі раз'ядноўваюць, калі неабходна разгібаюць, прышываюць і замацоўваюць стыкі.

Рэзку і свідраванне рэек прымяняюць пры іх скарачэнні або абрэзцы пашкоджаных канцоў. Рэжуць рэйкі ўручную або маторнымі рэйкаабразнымі станкамі (РМ-2). Свідраванне адтулін выконваюць ручнымі трашчоткамі або зменнымі прыладамі да бенза або электрапіл.

Разгонка стыкавых зазораў – гэта ўстанаўленне нармальных зазораў шляхам адваротнага ссоўвання рэек, ссунутых у выніку ўгону, і ўстанаўленне разліковага разрыву рэйкавай ніткі. Разгонка зазораў выконваецца, калі размер зазораў няправільны, і ўгон складае звыш 50 мм. Калі аднаўленне неабходнай адлегласці паміж зазорамі выконваецца без разрыву рэйкавай ніткі – гэтая работа называецца рэгуляваннем зазораў. Яна неабходна ў выпадку, калі ў пуці ёсць пяць і болей сумежных зазораў або іх значэнне адхіляецца ад зададзенага на 4 мм і болей.

15.3. Арганізацыя руху пездаў

У аснову арганізацыі руху пездаў пакладзены два прынцыпы: планавасць усяго працэсу перавозак і цэнтралізацыя кіравання ім. На аснове плану перавозак распрацоўваецца план фарміравання пездаў. Ён ўстанаўлівае, якія паязда павінна фарміраваць кожная станцыя.

Парадак руху кожнага пезда вызначаецца графікам (гл. рыс. 6.2), які распрацоўвае начальнік дарогі, а зацверджае дырэктар прадпрыемства. Графік руху ўстанаўлівае час адпраўлення пездаў з пачатковай станцыі, час ходу па перагонам, працяг прыпынкаў і час знаходжання на апошняй станцыі. На аснове графіка руху складаецца графік работы лакаматываў і графікі работы лакаматывуных брыгад. Выкананне графіка і расклада руху пездаў для ўсіх работнікаў лесавознай чыгункі з’яўляецца абавязковым.

У адпаведнасці з ПТЭ лесавознах чыгунак вузкай калеі рух пездаў можа выконвацца пры наступных сродках сігналізацыі і сувязі: электражазловай сістэме, тэлеграфіе і тэлефоне, радыёсувязі і пісьмовай сувязі. Перад адпраўленнем пезда са станцыі на перагон, дзяжурны па станцыі павінен пераканацца, што перагон свабодны. Для адпраўкі са станцыі галоўны кандуктар пезда і машыніст лакаматыва павінны атрымаць пісьмовы дазвол устаноўленай формы (пры жазловай сістэме – жазло) ад дзяжурнага па станцыі.

Пры жазловай сістэме кожнаму перагону выдаюць сваё жазло, а на кожнай прамежнай станцыі ўстанаўліваюць па два жазловых апарата (для кожнага перагону свой апарат). Апараты, якія адносяцца да аднога перагону маюць электрасувязь. Электраток замыкае апарат і з яго нельга выняць жазло без дазволу дзяжурнага суседняй станцыі. Калі дзяжурны першай станцыі просіць па тэлефоне дзяжурнага другой станцыі з дапамогаю індуктара перадае на першую станцыю па-

стаянны ток вызначанага напрамку і толькі тады можна выняць жазло з апарата, якое перадаюць машыністу поезда, гэта і з'яўляецца дазва- лам на адпраўку поезда на перагон. Жазловыя апараты і іх электра- замкі зроблены так, што пры вынутым адным жазло, другое жазло на дадзенай станцыі нельга выняць з апарата, пакуль першы не ўложаны ў апарат суседняй станцыі. Такім чынам, з двух злучаных апаратаў, якія адносяцца да аднаго перагону, можна выняць толькі адно жазло, гэта значыць, што на перагоне можа быць толькі адзін поезд.

Пры тэлефоннай сувязі або радыёсувязі дазвол на заняцце пераго- ну служыць пуцявая тэлеграма, якую выдае машыністу кандуктар, дзяжурны або дыспетчар. Калі ўсе сродкі сувязі перарваны, рух можа быць дазволены пры выкарыстанні пісьмовых дазволаў паміж станцыямі. Першы поезд можа быць адпраўлены толькі па аднаму напрамку, якое мае пераважнае значэнне і якое павінна быць аб'яўлена загадзя прыказам па дарозе.

Для бяспечнага руху і для адладжанай арганізацыі работы чыгункі служаць сігналы. Сігналамі прыпынку поезда служаць: чырвоны ко- лер агня светафораў, семафораў, ліхтароў-флагаў, пераносных шчы- тоў, гарызантальныя размяшчэнне крыла семафора, кругападобнае ма- ханне сігнальным флажком, ліхтаром, прадметам або рукой, тры ка- роткіх свістка, гарызантальная чорная паласа ўказацеля пуцевой ага- роджы, любы не зразумелы сігнал і патушаныя агні на светавым сіг- налу. Сігналы, якія дазваляюць рух, але з гатоўнасцю прыпыніцца – жоўты колер ліхтара, жоўты шчыт або жоўты флажок на месцы, жоўты разгорнуты флажок.

Сігналам, які дазваляе рух з устаноўленай скорасцю, з'яўляецца зялёны колер светафора і ліхтарыка, крыло семафора, якое паднята пад вуглом 135° , рабро паваротнага дыску, скручаны жоўты ручны флажок. У стрэлак, якія пастаўлены на прамы пуць, днём відаць белы прамавугольнік, а ноччу малочна-белы агонь, калі стрэлка пастаўлена на бакавы пуць – у дзень відаць шырокі бок указацеля, а ноччу жоўты агонь.

Поезд на станцыю прымаюць толькі пры дазволеным уваходным сігналу. Пры адначасовым падыходзе да станцыі двух поездоў з розных бакоў першым прымаецца поезд, у якога ўмовы прыпынку ў ўваходнага сігналу горшыя.

Пры падрыхтоўцы да адпраўлення поезда дзяжурны па станцыі дае распараджэнне аб падрыхтоўцы маршруту і аб прыпынку манеў- раў на пуці, па якому будзе ехаць поезд.

На лесавозных чыгунках вузкай калей і большасці выпадкаў пры-

мяняецца тэлефонная сувязь. Для таго, каб было відаць, заняты ці не перагон, дзяжурны па станцыі павінен весці журнал паяздных тэлефонаграм.

Кантрольныя пытанні. 1. У чым сутнасць арганізацыі бягучага ўтрымання і рамонту чыгунак вузкай каляі? 2. Асноўныя эксплуатацыйныя нарматывы ўтрымання пуці на лесавозных чыгунках вузкай каліі. 3. Віды ўтрымання і назначэння рамонтаў пуці. 4. Як выконваюцца баластныя работы? 5. Калі і як выконваецца рыхтоўка пуці? 6. Што такое вывешванне пуці і як яго выканаць? 7. У чым сутнасць рэйкавых і шпальных работ? 8. Як зрабіць разгонку стыкавых зазораў? 9. Як арганізуецца рух на чыгунках? 10. Якія Вы ведаеце сігналы, неабходныя для забяспячэння руху на чыгунках? 11. Што трэба ведаць для прыёму і адпраўлення паяздоў?

ЛІТАРАТУРА

Автомобильные дороги Беларуси: Энциклопедия / Коллектив авторов; Под общ. ред. А.В. Минина. – Мн.: БелЭн., 2002. – 672 с.

Бабков В.Ф., Безрук В.М. Проектирование автомобильных дорог: В 2т. – М.: Транспорт, 1979. – 328 с.

Бабаскин Ю.Г. Дорожное грунтоведение и механика земляного полотна дорог: Учеб. пособие. – Мн.: БГПА, 2001. – 223 с.

Бусел А.В. Инженерная экология дорожно-строительных материалов / Под ред. Я.Н. Ковалева. – Мн.: Універсітэцкае, 1997. – 190 с.

Вавилов А.В., Леонович И.И. и др. Дорожно-строительные машины: Учебник / Под общ. ред. А.М. Щемелева – М.: УП „Технопроект”, 2000. – 515 с.

Васильев А.П. Проектирование дорог с учетом влияния климата на условия движения. – М.: Транспорт, 1976. – 224 с.

Водно-тепловой режим земляного полотна и дорожных одежд / Под ред. проф. И.Я. Золотаря, Н.А. Пузакова, В.М. Сиденко. – Мн.: Транспорт, 1971. – 413 с.

Вырко Н.П., Леонович И.И. Дорожное грунтоведение с основами механики грунтов. – Мн.: Выш. шк., 1977. – 223 с.

Вырко Н.П., Леонович И.И. Практикум по дорожному грунтоведению: Учеб. пособие для вузов по спец. 0901, 1521. – Мн.: Выш. шк., 1980. – 255 с.

Вырко Н.П. Сухопутный транспорт леса: Учеб. для студ. вузов. – Мн.: Выш. шк., 1987. – 437 с.

ГОСТ 12248 – 96. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности. – Мн.: МНТКС, 1997. – 108 с.

ГОСТ 30416 – 96. Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения. – Мн.: МНТКС, 1997. – 20 с.

Грехов Г.Ф. Методы организации дорожно-строительных работ. – Л.: ЛТА, 1982. – 53 с.

Грехов Г.Ф., Куклинов Б.А. Расчеты по организации строительства лесовозных дорог. – Л.: ЛТА, 1979. – 54 с.

Дороги и транспорт лесной промышленности: Справочное пособие / Под ред. И.И. Леоновича. – Мн.: Выш. шк., 1979. – 416 с.

Евгеньев И.Е., Казарновский В.Д. Земляное полотно автомобильных дорог на слабых грунтах. – М.: Транспорт, 1976. – 271 с.

Жуков А.В. Теория лесных машин. – Мн.: БГТУ, 2001. – 640 с.

Ильин Б.А. Основы размещения лесовозных дорог в сырьевых базах лесозаготовительных предприятий. – Л.: ЛТА, 1987. – 63 с.

Ильин Б.А., Кувалдин Б.И. Проектирование, строительство и эксплуатация лесовозных дорог. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 384 с.

Инструкция по проектированию лесозаготовительных предприятий. ВСН 01–82. – Л.: Гипролестранс, 1983. – 186 с.

Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа. ВНС 46-83. – М.: Транспорт, 1985. – 186 с.

Инструкция по применению грунтов, укрепленных вяжущими материалами для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог и аэродромов. СН 25-74. – М.: Стройиздат, 1975. – 127 с.

Инструкция по применению нежестких синтетических материалов при строительстве лесовозных дорог. – Химки: ЦНИИМЭ, 1982 – 52 с.

Кувалдин Б.И., Эксплуатация и ремонт лесовозных дорог. – М.: Лесн. пром-сть, 1977. – 264 с.

Кувалдин Б.И., Белоусов Б.А., Мигляченко В.П. Определение стоимости строительства лесовозных дорог. – М.: МЛТИ, 1980 – 120 с.

Кувалдин Б.И. Охрана окружающей среды при проектировании, строительстве и эксплуатации лесовозных и лесохозяйственных дорог. – М.: МЛТИ, 1984. – 68 с.

Курьянов В.К., Макеев В.Н., Черников В.В. строительство лесовозных автомобильных дорог: Учеб. пособие. – Воронеж: Воронеж ЛТИ, 1992. – 76 с.

Леонавич И.И. Строительство лесных дорог. – Мн.: Выш. шк., 1970. 472 с.

Леонавич И.И. Дорожная климатология: Учеб. пособие для студентов спец. “Строительство автомобильных дорог и аэродромов”, - Мн.: БГПА, 1994. – 190 с.

Леонавич И.И., Вырко Н.П. Механика земляного полотна. – Мн.: Наука и техника, 1975. – 232 с.

Леонавич И.И., Вырко Н.П., Лыщик П.А. Формулы и зависимости для решения дорожных и транспортных задач. Справочное пособие. – Мн.: Выш. шк., 1974 – 480 с.

Машины и механизмы для лесовозных железных дорог / Ю.Л. Шевченко, В.Н. Еремичев, Д.Ю. Почтарь, Х.Х. Сюдюков. – М.: лесн. пром-сть, 1980. – 144 с.

Павлов Ф.А., Вишняков А.С., Организация дорожного строительства на лесозаготовках. – М.: Лесн. пром-сть, 1984. – 224 с.

Правила технической эксплуатации автомобильных лесовозных дорог. – М.: Лесн. пром-сть, 1988. – 109 с.

Проектирование земляного полотна автомобильных дорог: Пособие П2 – 01 к СнИП 2.05.02 – 85. – Мн.: РУП “БелдорНИИ”, 2001. –

147 с.

Проектирование дорожных одежд нежесткого типа: Пособие 3.03.01 – 96 к СНИП 2.05.02 – 85. – Мн.: Минстройархитектуры Республ. Беларусь, 1997. – 86 с.

Руководство по проектированию земляного полотна на слабых грунтах. – М.: Транспорт, 1978. – 140 с.

Руководство по строительству и эксплуатации временных автомобильных дорог (усов) с различными типами деревянных сборно-разборных покрытий. – Химки: ЦНИИМЭ, 1973 – 48 с.

Сборные покрытия автомобильных дорог / Под ред. проф. В.М. Могилева. – М.: Выш. шк., 1972. – 384 с.

СНИП 2.05.02 – 85. Автомобильные дороги. – М.: Госстрой СССР, 1985. – 153 с.

СНИП II–9–78. Нормы проектирования. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. – М.: Стройиздат, 1979 – 22 с.

СНИП 2.05.07 – 85. Промышленный транспорт. – М.: Стройиздат, 1986 – 68 с.

СНИП III–40–78. Правила производства и приемки работ. Автомобильные дороги – М.: Стройиздат, 1974 – 142 с.

СТБ 943 – 93. Грунты. Классификация. – Мн.: Минск – пиппроект, 1995. – 18 с.

Строительство автомобильных дорог / В.К. Некрасов, Н.Н. Иванов, С.М. Полосин – Никитин и др.: В 2 т. – М.: Транспорт, 1980. – 416 с.

Сухопутный транспорт леса: Учеб. для втузов / В.И. Алябьев, Б.А. Ильин, Б.И. кувалдин, Г,Ф, Грехов. – М.: Лесн. пром-сть, 1990. – 416 с.

Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог. ВСН 24 – 75. – М.: Транспорт, 1976. – 264 с.

Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения: Учеб. пособие для втузов / И.И. Леонович, Н.П. Вырко, К.Ф. Шумчик, А.П. Лашенко. Под общ. ред. проф. И.И. Леоновича. – Мн.: Выш. шк., 1988. – 348 с.

Яромко В.Н. Дорожные насыпи на болотных грунтах: Научные основы ускоренных методов проектирования и строительства. – Мн.: 1998. – 400 с.

ЗМЕСТ

Прадмова.....	
Уводіны.....	
I. Агульная частка.....	
1. Транспарт лесу ў лесанарыхтоўчай прамысловасці.....	
1.1. Месца і роля сухапутнага транспарту лесу ў вытворчым працэсе лесанарыхтовак.....	
1.2. Сувязь сухапутнага транспарту лесу с сумежнымі фазамі вытворчасці.....	
1.3. Асноўныя паняцці аб сухапутным транспарту лесу.....	
1.4. Класіфікацыя лесавозных дарог і ўмовы іх прымянення.....	
1.5. Асаблівасці сухапутнага транспарту лесу і элементы транспартнай сеткі.....	
1.6. Асноўныя вымяральнікі лесатранспарту.....	
1.7. Цягавы і прычэпны састаў на вывазцы лесу.....	
1.7.1. Сістэма машын для транспарту лесу.....	
1.7.2. Лесавозныя аўтамабілі, прычэпы і пагрузачна-транспартныя машыны.....	
1.8. Гісторыя і перспектывы развіцця сухапутнага транспарту лесу.....	
1.9. Лесавозны транспарт і ахова навакольнага асяроддзя.....	
1.9.1. Траспарт і яго ўплыў на навакольнае асяроддзе.....	
1.9.2. Ахова навакольнага асяроддзя пры праектаванні дарог.....	
1.9.3. Ахова навакольнага асяроддзя пры будаўніцтве дарог.....	
1.9.4. Ахова навакольнага асяроддзя пры эксплуатацыі транспарту.....	
2. Асновы дарожнай справы.....	
2.1. Асноўныя элементы і тэхнічная характарыстыка дарогі.....	
2.2. План дарогі.....	
2.3. Падоўжаны профіль лесавознай дарогі.....	
2.4. Асноўныя характэрныя ўхілы падоўжанага профілю, іх уплыў на будаўнічы кошт і эксплуатацыйныя паказчыкі работы дарогі.....	
2.5. Папярочныя профілі землянога палатна лесавознай дарогі.....	
2.6. Земляное палатно на спадах і забеспячэнне яго ўстойлівасці.....	
2.7. Вызначэнне аб'ёму дарожных земляных работ.....	

2.8. Водна-цеплавы рэжым землянога палатна лесавознай дарогі і спосабы яго рэгулявання.....	
2.9. Праектаванне водапрапускных і водаадводных збудаванняў.....	
2.10. Разлік параметраў малых мастоў.....	
2.11. Вызначэнне адтуліны і даўжыні водапрапускных дарожных труб.....	
2.12. Умацаванне рэчышчаў вадапрапускных збудаванняў.....	
2.13. Размяшчэнне мастоў і труб у плане і профілю.....	
2.14. Асновы праектавання дарожнага водаадводу.....	
3. Дарожна-будаўнічыя матэрыялы і асновы механікі грунтоў..	
3.1. Класіфікацыя дарожна-будаўнічых матэрыялаў.....	
3.2. Фізіка-механічныя ўласцівасці дарожна-будаўнічых матэрыялаў.....	
3.3. Грунты і іх дарожная класіфікацыя.....	
3.4. Фізічныя ўласцівасці грунтоў.....	
3.5. Механічныя ўласцівасці грунтоў.....	
3.6. Паляпшэнне ўласцівасцяў грунтоў.....	
3.7. Дарожна-будаўнічыя матэрыялы.....	
3.8. Снег і лёд.....	
4. Асновы арганізацыі праектнай справы і транспартнага асваення ляснога масіву.....	
4.1. Асновы праектавання лесанарыхтоўчых прадпрыемстваў і лесавозных дарог.....	
4.2. Паказчыкі эфектыўнасці работы сухапутнага транспарту лесу.....	
4.3. Ацэнка эфектыўнасці інвестыцыяў у праектаванне і будаўніцтва (рэканструкцыю) лесавозных дарог.....	
4.4. Асноўныя прынцыпы распрацоўкі генеральнай схемы размяшчэння лесавозных дарог у межах сыравіннай базы.....	
4.5. Транспартнае асваенне лясных масіваў у лясках II групы....	
4.6. Пошукавыя работы.....	
4.7. Пошукі пляцовак пад склады і пасёлкі.....	
5. Асновы тэорыі руху лесавозных паяздоў.....	
5.1. Сілы, якія дзейнічаюць на поезд у час яго руху.....	
5.2. Ураўненне руху пезда.....	
5.3. Вызначэнне разліковай масы аўтапезда і яго карыснай нагрузкі.....	
5.4. Вызначэнне скорасці руху і часу ходу лесавозных аўтапаяздоў.....	

5.5. Разлікі тармажэння руху аўтапаяздоў.....	
6. Эксплуатацiонныя разлікі і арганiзацiя вывазкі нарыхтаванага лесу	
6.1. Вызначэнне прадукцыйнасцi лесавозных цягнiкоў і удзельных затрат працы на вывазцы нарыхтаванага лесу.....	
6.2. Вызначэнне патрэбнасцi цягавым і прычапным саставу і ў эксплуатацыйных матэрыялах.....	
6.3. Размеркаванне гадавога аб'ёму вывазкі нарыхтаванага лесу па сезонам году.....	
6.4. Арганiзацiя вывазкі нарыхтаванага лесу.....	
6.5. Вытворчая магутнасць лесавознай дарогі і спосабы яе павышэння.....	
6.6. Правiла тэхнiчнай эксплуатацiі лесавозных дарог.....	
7. Машыны і механiзмы для будаўнiцтва і эксплуатацiі лесавозных дарог.....	
7.1. Тэхнiка-эканамiчныя паказчыкі работы дарожна-будаўнiчых машын.....	
7.2. Стандартызацiя і унiфікацiя.....	
7.3. Асноўныя вiды дарожных машын і iх класiфікацiя.....	
7.4. Канструктыўныя элементы дарожных машын.....	
7.5. Машыны для падрыхтоўчых работ.....	
7.6. Машыны для земляных работ.....	
7.7. Машыны для ўшчыльнення землянога палатна і дарожнага адзення.....	
7.8. Машыны для будаўнiцтва дарожнага адзення лесавозных аўтамабiльных дарог.....	
7.9. Выкарыстанне лесанарыхтоўчай тэхнiкі на дарожных работах.....	
7.10. Пуцявыя машыны для чыгунак каляі 750 мм.....	
II. Аўтамабiльныя лесавозныя дарогі.....	
8. Праектаванне аўтамабiльных лесавозных дарог.....	
8.1. Класiфікацiя і нормы праектавання аўтамабiльных лесавозных дарог.....	
8.2. Асноўныя практныя параметры аўтамабiльных лесавозных дарог.....	
8.3. Асаблiвасцi праектавання плана аўтамабiльнай лесавознай дарогі на крывых участках.....	
8.4. Асаблiвасцi праектавання падоўжанага профiлю аўтамабiльных лесавозных дарог.....	
8.5. Праектаванне землянога палатна аўтамабiльных	

лесавозных дарог.....	
8.6. Тыпы і канструкцыі дарожнага адзення аўтамабільных лесавозных дарог.....	
8.7. Праектаванне і канструяванне дарожнага адзення.....	
8.7.1. Разлік на трываласць няцвердых дарожных адзенняў.....	
8.7.2. Аптымізацыя канструкцый дарожнага адзення.....	
8.8. Прымяненне сінтэтычных матэрыялаў у дарожных канструкцыях.....	
9. Часовыя аўтамабільныя лесавозныя дарогі.....	
9.1. Тыпы часовых аўтамабільных лесавозных дарог.....	
9.2. Канструкцыі драўляных пакрыццяў.....	
9.3. Тэхналогія вырабу драўляных пакрыццяў.....	
9.4. Тэхналогія будаўніцтва часовых аўтамабільных лесавозных дарог (вусоў).....	
9.5. Калейныя жалезабетонныя пакрыцці аўтамабільных лесавозных дарог.....	
9.6. Утрыманне і рамонт часовых лесавозных дарог.....	
10. Асноўныя прынцыпы арганізацыі будаўніцтва дарог.....	
10.1. Асноўныя віды дарожна будаўнічых работ.....	
10.2. Асноўныя прынцыпы арганізацыі будаўніцтва дарог.....	
10.3. Асноўныя прынцыпы эканомікі будаўніцтва дарог.....	
10.4. Метады арганізацыі будаўніцтва лесавозных дарог.....	
10.4.1. Падрадны і гаспадарчы спосабы будаўніцтва дарог.....	
10.4.2. Паточны метады будаўніцтва лесавозных дарог.....	
10.5. Брыгадны падрад на будаўніцтве лесавозных дарог.....	
10.6. Тэхнічная дакументацыя на будаўніцтва лесавозных дарог.....	
10.6.1. Праект арганізацыі будаўніцтва і праект вытворчых работ.....	
10.6.2. Тэхналагічныя карты.....	
10.7. Каляндарныя і сеткавыя графікі на будаўніцтва лесавозных дарог.....	
11. Падрыхтоўчыя і земляныя работы пры будаўніцтве аўтамабільных лесавозных дарог.....	
11.1. Вызначэнне аб'ёмаў работ неабходных для расчысткі дарожнай паласы.....	
11.2. Тэхналогія выканання падрыхтоўчых работ.....	
11.3. Будаўніцтва штучных збудаванняў.....	
11.4. Збудаванне землянога палатна.....	
11.4.1. Асноўныя правіла ўзвядзення землянога палатна.....	

- 11.4.2. Выбар камплекта машын для збудавання землянога палатна і тэхніка-эканамічнае абгрунтаванне адлегласці перамяшчэння грунту рознымі машынамі.....
- 11.4.3. Разлік рэсурсаў, саставу камплекта машын і колькаснага саставу брыгады спецыялізаванага патоку па ўзвядзенню землянога палатна.....
- 11.5. Размеркаванне земляных мас.....
- 11.6. Узвядзенне насыпаў і распрацоўка выемкаў.....
- 11.7. Узвядзенне землянога палатна на балотах.....
- 11.8. Ушчыльненне грунтоў землянога палатна.....
- 11.9. Планіровачныя, апрацовачныя і ўмацовальныя работы....
- 12. Пабудова дарожнага адзення аўтамабільных лесавозных дарог.....
- 12.1. Тэхналогія будаўніцтва дарожнага адзення з аптымальных грунтовых сумесяў.....
- 12.2. Тэхналогія ўмацавання грунтоў землянога палатна шкільетнымі дабаўкамі.....
- 12.3. Тэхналогія ўстройвання гравійнага дарожнага адзення....
- 12.4. Тэхналогія ўстройвання шчэбневага пакрыцця.....
- 12.5. Тэхналогія і ўстройванне асновы і пакрыцця з грунтоў, умацаваных мінеральнымі і арганічнымі вяжучымі.....
- 12.6. Спосабы і тэхналогія ўстройвання дарожнага адзення з каменных матэрыялаў, умацаваных арганічнымі вяжучымі.....
- 12.7. Тэхналогія будаўніцтва калейнага дарожнага адзення з жалезабетонных пліт.....
- 12.8. Будаўніцтва асфальтабетонных пакрыццяў.....
- 12.9. Разлік рэсурсаў, саставу камплекта машын і колькаснага саставу брыгады спецыялізаванага патоку для будаўніцтва дарожнага адзення.....
- 12.10. Уладкаванне, здача дарогі ў эксплуатацыю і тэхнічны кантроль якасці яе будаўніцтва.....
- 13. Утрыманне і рамонт аўтамабільных лесавозных дарог.....
- 13.1. Асновы тэорыі эксплуатацыі лесавозных аўтамабільных дарог.....
- 13.2. Паказчыкі эксплуатацыйнай якасці, працаздольнасці і надзейнасці лесавозных аўтамабільных дарог.....
- 13.3. Асноўныя няспраўнасці лесавозных дарог.....
- 13.4. Асноўныя віды дарожна-рамонтных работ.....
- 13.5. Віды і арганізацыя работ, якія выконваюцца пры ўтрыманні, бягучым, сярэднім і капітальным рамонтах

лесавозных дарог.....	
13.5.1. Утрыманне лесавозных дарог.....	
13.5.2. Бягучы рамонт лесавозных дарог.....	
13.5.3. Сярэдні рамонт лесавозных дарог.....	
13.5.4. Капітальны рамонт аўтамабільных дарог.....	
13.5.5. Абследванне стану лесавознай дарогі.....	
13.6. Арганізацыйная структура транспартных цэхаў і дарожнай службы ў лесанарыхтоўчай прамысловасці.....	
13.7. Арганізацыя руху лесавозных аўтапаездаў на вывазцы нарыхтаванага лесу.....	
13.8. Дарожная сігналізацыя і агароджа.....	
III Лесавозныя чыгункі.....	
14. Асаблівасці праектавання і будаўніцтва лесавозных вузкакалейных чыгунак.....	
14.1. Агульная палажэнні ўстройвання чыгунак.....	
14.2. Асаблівасці праектавання плана і падоўжанага профілю чыгункі.....	
14.3. Асаблівасці ўстройвання чыгунак вузкай каляі на крывых малых радыусаў.....	
14.4. Правазная і прапускная здольнасць чыгункі і размяшчэнне раздзяляльных пунктаў.....	
14.5. Асаблівасці ўстройвання землянога палатна чыгунак вузкай каляі і яго асноўныя памеры.....	
14.6. Верхняя пабудова чыгункі.....	
14.7. Злучэнне і перасячэнне рэйкавых пуцей.....	
14.7.1. Тыпы і ўстройванне стрэлачных пераводаў.....	
14.7.2. З'езды, стрэлачныя вуліцы, паваротныя трохвугольнікі.....	
14.8. Некаторыя асаблівасці будаўніцтва лесавозных чыгунак..	
15. Асаблівасці эксплуатацыі лесавозных чыгунак вузкай калеі	
15.1. Арганізацыя бягучага ўтрымання і рамонту чыгунак вузкай калеі.....	
15.2. Тэхналогія выканання некаторых відаў пуцявых работ....	
15.3. Арганізацыя руху паяздоў.....	
Літаратура.....	