

625.1
D 45

S.T. DJABBAROV

TEMIR YO'LNI QIDIRUV VA LOYIHALASH



625.1
D 45

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

DJABBAROV SAIDBURXON TO'LAGANOVICH

"TEMIR YO'LNI QIDIRUV VA LOYIHALASH"

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
tomonidan oliy o'quv yurtlari uchun darslik sifatida tavsiya etilgan

«Adabiyot uchqunlari»

Toshkent 2013

716375

UDK: 625.111:656.2.022.81

BBK: 39.20-05 D-39

S.T. Djabbarov. Temir yo'lni qidiruv va loyihalash.

Toshkent «Adabiyot uchqunlari» 2014 yil. 464 bet.

Darslikda yangi temir yo'llarni tadqiq qilish va loyihalash, mavjudlarini ta'mirlashni loyihalash haqida ma'lumotlar berilgan; yangi temir yo'llarni tadqiq qilish va loyihalash jarayonida amalga oshiriladigan tadqiqot va loyiha ishlari; ularning tarkibi va majmui, texnologiyasi, o'ziga xos xususiyatlari; yangi temir yo'llarni bo'ylama qirqimi, tarhi, ko'ndalang qirqimlarini loyihalash; suv o'tkazuvchi inshootlarni joylashtirish va tanlash; loyihaviy echimlarni taqqoslash uchun investitsiya hajmlari va yillik tasarruf sarf harajatlarini aniqlash asoslari keng yoritilgan.

Mavjud temir yo'llar quvvatini oshirish, yuk tashishni o'zlashtirishning optimal sxemalarini tuzish usullari, tasarrufdagi bir izli temir yo'llarning bo'ylama qirqimi, tarhi va ko'ndalang qirqimini ta'mirlash loyahasini ishlab chiqishning nazariy va amaliy asoslari, ikkinchi yo'llarni qurishni loyihalash maqsadi va usullari batafsil keltirilgan.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan oliy o'quv yurtlari uchun darslik sifatida tavsiya etilgan

Taqrizchilar: Q.X.Azizov –Toshkent avtomobil yo'llari instituti professori;
N.YA. Maxkamov– ToshTYMI dotsenti

ISBN 978-9943-987-77-7

© Djabbarov Saidburxan Tulaganovich, 2014 y.

© Toshkent «Adabiyot uchqunlari» 2014 yil

Muallifdan

O'zbekiston respublikasining iqtisodiyotida temir yo'llar muhim o'rin tutadi. Mamlakat transport tarmog'ini qo'shni davlatlar transport tizimiga bog'liqligiga barham berish maqsadida mustaqillik yillarida temir yo'llarni rivojlantirishga, yangi temir yo'llar qurilishiga katta e'tibor berilmoqda. Uchquduq-Sultonuzdag, Toshguzar-Boysun-Qumg'o'rg'on temir yo'llarini qurilishi bunga yaqqol misol bo'la oladi. Ushbu yangi temir yo'llarning qurilishi mamlakatimizning janubiy va g'arbiy hududlarini respublika markazi bilan ishonchli transport aloqasi bilan bog'ladi. Kelajakda Angren-Pop temir yo'lini qurilishi Farg'ona vodiysi viloyatlarining iqtisodiyotini yanada rivojlanishiga turtki bo'lish bilan birga hududni boshqa viloyatlar bilan mustahkam transport aloqasi bilan ta'minlaydi.

Ushbu darslikda yangi temir yo'llarni trassalash, ularning tarxi va bo'ylama qirqimini loyihalash, suv o'tkazuvchi inshootlarni tanlash va joylashtirish, temir yo'llarni qurilish narxi va tasarruf sarf-xarajatlarini aniqlash, trassa variantlarini taqqoslash, mavjud temir yo'llar quvvatini oshirish, yuk tashishni o'zlashtirishning optimal sxemalarini tuzish usullari, tasarrufdagi bir izli temir yo'llarning bo'ylama qirqimi, tarxi va ko'ndalang qirqimini ta'mirlash loyihasini ishlab chiqishning nazariy va amaliy asoslari, ikkinchi yo'llarni qurishni loyihalash bilan bog'liq masalalar batafsil ko'rib chiqilgan. Shu bilan birga temir yo'llarni murakkab sharoitlarda loyihalash masalalariga katta e'tibor berilgan.

Ixtisoslashgan tezyurar temir yo'llarni, jumladan ularning bo'ylama qirqimi va tarxini loyihalash bo'yicha batafsil ma'lumotlar keltirilgan.

1. Temir yo'llarni loyihalashni umumiy asoslari

1.1 Temir yo'llarni qidiruv va loyihalash fanining predmeti

Temir yo'llarni qidiruv va loyihalash - transport fanining ajralmas qismi bo'lib, loyihalash hududi haqida ma'lumot yig'ish va tahlil qilish, ular asosida ilmiy asoslangan yangi va mavjud temir yo'llarni ta'mirlash loyihalarini ishlab chiqish usullarini o'rganadi.

Temir yo'llarni qidiruv va loyihalash fanining predmeti - loyihalarning, yangi va ta'mirlanayotgan mavjud temir yo'llar infratuzilma ob'ektlarining istiqboldagi rivojlanishini inobatga olib texnik parametrlarini tanlash va asoslash amaliyoti hamda nazariyasidir.

Hozirgi zamon temir yo'llari juda murakkab sharoitda ishlaydi. Yuk va yo'lovchilar tashish jadalligi yildan yilga o'sib bormoqda. Ushbu holat yangi temir yo'llarni, ularning infratuzilma ob'ektlarini loyihalashga katta talab qo'ymoqda.

Temir yo'l juda qimmat kapital ob'ektlar qatoriga kiradi. Bir kilometr teplovoz tortishdagi yangi temir yo'lni qurish 4-6 mlrd so'mdan ortiqdir, murakkab sharoitda bu qiymat yanada yuqori bo'lishi mumkin. Ikkinchi yo'llarni qurish yangi temir yo'llar narxini 70-80 % ni tashkil etadi. Mavjud temir yo'llarni elektrlashtirish esa 1 km ga 2-4 mlrd so'm talab qiladi. Yangi temir yo'llar loyihasiga qo'yiladigan asosiy talab - poyezdlar xavfsiz harakatini ta'minlashdir. Loyihaviy yechimlarga qo'yiladigan asosiy talab - fan va texnikaning ilg'or yutuqlarini o'z ichiga olgan, qurilish muddati yakunlanganda zamon talablariga javob beradigan texnik parametrlarga ega bo'lgan yangi yoki ta'mirlangan temir yo'llar barpo qilishdir. Yangi temir yo'llarning loyihalari qurilish jarayonida yuqori darajada mexanizatsiyalashtirilgan ilg'or usullari qo'llanilishini, temir yo'llarni tasarruf etishni progressiv usulda amalga

oshirilishini, katta og'irlikka ega bo'lgan yuk poyezdlari va yuqori tezlikli yo'lovchi poyezdlarini harakatlantirishni inobatga olgan holda ishlab chiqilishi lozim.

Yuklarni tashish tannarxi boshqa transport turlariga nisbatan temir yo'lda kichik bo'lishiga qaramay, yuklar tashish hajmi yuqori bo'lganligi sababli umumiy tasarruf sarf-xarajatlari juda yuqoridir. Shuning uchun yangi temir yo'llarni loyihalashni asosiy maqsadlaridan biri yuk tashishda iqtisod jihatdan optimal yechimga yega bo'lgan loyihalarni yaratishdir.

Yangi temir yo'llar loyihalarining texnik hujjatlarini ishlab chiqish iqtisodiy va texnik tadqiqotlarni o'tkazishdan boshlanadi. Iqtisodiy tadqiqotlar jarayonida mamlakat iqtisodiyotini istiqbolda rivojlantirish rejalari asosida yangi yoki ta'mirlanayotgan temir yo'lda kutilayotgan yuk tashish hajmlari va turlari aniqlanadi.

Texnik tadqiqotlar jarayonida temir yo'lni loyihalash uchun zarur bo'lgan quyidagi ma'lumotlar to'liq yiq'ilishi lozim: hududning relefi, iqlimi, geologik tuzilishi, yog'ingarchiliklarni kelib chiqishi, mavsumiyligi, muddatlari, hajmi va h.k.

Loyihada temir yo'lning yo'nalishi, infratuzilma ob'ektlarining asosiy texnik parametrlari asoslanadi. Temir yo'l loyihalari ixtisoslashgan loyiha muassasalarida, katta tajribaga ega bo'lgan tadqiqotchilar va loyihalovchilar tomonidan ishlab chiqiladi. Mamlakatimiz hududida temir yo'llarni loyihalashga ixtisoslashgan ikki muassasa mavjud. Bular ko'p yillik tajriba va yuqori malakali mutaxassislariga ega bo'lgan "Boshtransloyiha" va "Toshtemiryo'lloyiha" tashkilotlaridir.

Yangi temir yo'l loyihasi turli mutaxassisliklarga ega bo'lgan ko'p qirrali jamoaning, ya'ni turli bo'limlarning ijodiy maxsulidir.

1.2 Temir yo'llar infratuzilmasi va temir yo'l texnik tizim sifatida

Yangi temir yo'llarni loyihalaovchisi oldida tarkibiy, funksional, fizik va boshqa tabiiy aloqalarga ega bo'lgan temir yo'l infratuzilma ob'ektlari texnik parametrlarini aniqlashdek muhim muammo turadi. Loyihalash jarayonida ushbu omillarni to'liq inobatga olish uchun temir yo'lni murakkab texnik tizim sifatida ko'rish tavsiya etiladi. Ushbu texnik tizim quyidagi 1-darajadagi nim tizimlardan iborat:

- trassa - temir yo'lning bo'ylama o'qi bo'lib, tizim va uning nim tizimlarining fazodagi holatini belgilaydi;
- asosiy konstruksiyalar - er to'shamasi, suv o'tkazuvchi inshootlar, tonnellar, viaduklar, tirkovchi devorlar (hammasi yo'l pastki qurilmasi) va relslar, biriktirgichlar, shpallar, ballast (hammasi yo'l ustki qurilmasi);
- yo'l rivojlanishi - asosiy va stansion yo'llar, milli o'tkazgichlar;
- ajrim qilish punktlari - raz'ezdlar, quvib o'tish joylari, oraliq, uchastka, yuk va yo'lovchi stansiyalari, temir yo'l bo'g'inlari;
- harakat vositalari - lokomotivlar, vagonlar, motorovagonli poyezdlar;
- elektrta'minot - elektrlashtirilgan uchastkalarda tortish elektrta'minoti uskunalari (tashqi ta'minot, podstansiyalari, kontakt tarmog'i);
- tashish jarayonini boshqarish tizimi - SSB va aloqa uskunalari;
- texnik xizmat ko'rsatish vositalari - temir yo'lning yo'l, vagon, lokomotiv, yo'lovchi, yuk tashish va boshqarmalari;
- kommunikatsiyalar - aloqa va elektr ta'minot tarmoqlari, suv, issiqlik ta'minoti uskunalari.

O'z navbatida, 1-darajadagi nim tizimlar 2-darajadagi nim tizimga, u esa 3-va undan yuqori darajadagi nim tizimlarga bo'linishi mumkin. Temir yo'lni nim tizimlarga bo'linmaydigan qismi temir yo'l konstruksiyasi elementi deb ataladi.

Temir yo'l nim tizimlari va atrof muhit bilan o'zaro aloqalar mavjud. Masalan, poyezdlar harakat tezligi lokomotivni tortish kuchi, poyezd massasi, bo'ylama nishablikka bog'liq (harakat vositalari va trassa nim tizimlari orasidagi aloqa). Rels turi yuk tashish jadalligi va hajmini aniqlaydi.

Bunday aloqalar boshqa nim tizimlarda ham ko'plab uchraydi. Aloqalar turlicha nisbiyliklar bilan ifodalanishi (tenglama, tengliklar), ular analitik, grafik, jadval va algoritm ko'rinishida bo'lishi mumkin. Formulalar birligi nim tizimlar parametrlari orasidagi aloqani belgilaydi va temir yo'lni murakkab texnik tizim sifatida ifodalash imkoniyatini beradi.

Temir yo'lni funksional vazifasi xalq xo'jaligi va aholini yuk va yo'lovchi tashishdagi bo'lgan ehtiyojini to'la qondirishdan iboratdir. Yildan-yilga o'sib borayotgan ehtiyojni to'la qondirish uchun temir yo'l va uning infratuzilma ob'ektlarining texnik parametrlari ma'lum sifat ko'rsatkichlariga, quvvatga ega bo'lishi lozim. Temir yo'l quvvati - temir yo'lni ma'lum vaqt oralig'ida tashishi mumkin bo'lgan yuk va yo'lovchilar hajmi bilan belgilanadi.

1.3 Temir yo'lning quvvati

Temir yo'lning quvvati temir yo'lni yuk tashish va poyezdlar o'tkazish qobiliyatidir. Poyezdlar o'tkazish qobiliyati - temir yo'lning bir sutkada o'tkazishi mumkin bo'lgan poyezdlarning maksimal sonidir. Yuk o'tkazish qobiliyati - temir yo'lning bir yil davomida tashishi mumkin bo'lgan yuk va yo'lovchilarning maksimal qiymatidir. Ushbu ko'rsatkichlarning absolyut qiymati va ularning o'sish surati "temir yo'l" deb ataluvchi texnik tizimning elementlari tarkibi va tuzilishiga, vaqt davomida rivojlanishiga katta ta'sir ko'rsatadi.

Ishlab chiqarish va mamlakat agrar kompleksini rivojlanishi yuk va yo'lovchi tashishdagi ehtiyojni ortiradi. Ushbu hol temir yo'llarni loyihalashni o'ziga xos xususiyatlarini belgilaydi.

Amalda temir yo'l bir marotaba qabul qilingan trassada rivojlantiriladi. Ushbu trassada ikkinchi yo'llar quriladi, elektrlashtirish va boshqa ta'mirlash ishlari amalga oshiriladi, ya'ni temir yo'l rivojlanuvchi texnik tizim sifatida ko'riladi.

Yangi temir yo'lni loyihalashga berilgan topshiriqda ko'rsatilgan quvvati hisoblangan deb ataladi.

Hisoblangan quvvatni ta'minlashni asosiy vazifasi - temir yo'l infratuzilmasining barcha ob'ektlari kompleksi va quvvatini shunday tanlash lozimki, ular temir yo'lni tasarrufga topshirilishini boshlang'ich bosqichida yuk va yo'lovchilarni tashishni samarali amalga oshirilishini, kelajakda esa uni quvvatini to'siqsiz oshirish imkoniyatini berishi kerak.

Infratuzilma ob'ektlari texnik jihatdan yuqori darajada mukammal va quvvatli bo'lishi temir yo'lni qurilish narxini oshiradi, lekin poyezdlarni harakatga keltirish va temir yo'lni tasarruf sarf-xarajatlarini kamaytiradi. Yuk tashish hajmlarini o'sishini inobatga olib ular orasidagi optimal munosabatni belgilash yangi temir yo'llarni loyihalashni murakkab masalalaridan biri hisoblanadi.

Ma'lum vaqt oralig'ida tashish jarayonini normal amalga oshirish uchun temir yo'llarni qurish davrida temir yo'l quvvati zaxirasi tashkil etiladi. Ushbu zaxira qiymati ma'lum ma'noda temir yo'l infratuzilma ob'ektlarining quvvati zaxirasiga bog'liq.

Temir yo'l infratuzilmasi ob'ektlari va nim tizimlari qayta jihozlashni murakkabligiga qarab ikki guruhga bo'linadi.

Birinchi guruhga qayta jihozlanishi juda murakkab bo'lgan ob'ektlar, nim tizimlar kiradi va ular temir yo'lining doimiy qurilmalari deb ataladi (er to'shamasi, sun'iy inshootlar, ajrim qilish punktlarining maydonchalari va h.k.). Bir marotaba loyihalangan va qurilgan ushbu ob'ektlar uzoh muddat soz holda xizmat qilishi lozim. Ularni qayta qurish katta mablag' talab qiladi, tashish jarayonini murakkablashtiradi. Ushbu guruhga tortish turini ham kiritish mumkin. Chunki temir yo'llarni birdaniga elektr tortishga mo'ljallab loyihalash trassa uzunligi va holati, bo'ylama nishabliklarning maksimal qiymati, ajrim qilish punktlari orasidagi masofaga katta ta'sir ko'rsatadi.

Ikkinchi guruhga qayta jihozlashda qiyinchiliklar tug'dirmaydigan ob'ekt, nim tizimlar (yo'l ustki qurilmasi, ajrim qilish punktlari yo'llarini rivojlanganligi, elektrlashtirilgan temir yo'llarning kontakt tarmoqlari, SSB va aloqa uskunolari va h.k.) kiradi va o'zgaruvchan inshoot va qurilmalar deb ataladi. Ushbu ob'ekt, nim tizimlar quvvati zarur hollarda qiyinchiliksiz o'zgartirilishi, ya'ni oshirilishi mumkin. Ikkinchi guruhga lokomotiv turi, tashishni boshqarish uskunolari ham kiradi.

Temir yo'l doimiy qurilmalari uzoq muddatga, quvvatining katta zaxirasi bilan loyihalanadi. Yo'lining quvvatini oshirish asosan o'zgaruvchan inshoot va qurilmalar, texnik jihozlanish vositalarini kuchaytirish, takomillashtirish hisobiga amalga oshiriladi.

Loyihalovchining asosiy vazifasi - minimal xarajatlarda, mo'ljallangan natija bera oladigan trassa holati va temir yo'lni texnik jihozlanishini tanlashdan iboratdir.

1.4 Loyihalash bosqichlari va loyihalar tarkibi

Temir yo'llarning loyihalari "umumiydan-xususiyga" prinsipi asosida, bir necha bosqichda detallashtirish darajasi o'sish tomonga amalga oshiriladi.

Loyihalashning ratsional ketma-ketligi qidiruv va loyiha ishlarini bir necha bosqichda, ya'ni loyihalash stadiyalarida amalga oshiriladi.

Loyihalash jarayoniga bunday yondashish eng yaxshi loyihaviy yechimni topishni tezlashtiradi, mehnat sarfini kamaytiradi.

Yangi temir yo'l qurilishi va mavjud temir yo'llarni ta'mirlash loyihasini ishlab chiqish uchun temir yo'l transportini xalq xo'jaligining tarmog'i sifatida rivojlantirish va joylashtirish sxemalari ishlab chiqiladi.

O'zaro bog'liq masalalarni bir loyihalash bosqichida yechish murakkab bo'lmagan qurilish ob'ektlariga xos.

Temir yo'l transporti ob'ektlarini qurishni loyihalashda loyihalash bosqichlarini aniq belgilash muhim ahamiyat kasb etadi.

Aksariyat hollarda bunday murakkab ob'ektlarni loyihalash quyidagi ikki bosqichda amalga oshiriladi:

- loyihaoldi bosqichi;
- loyiha bosqichi.

Loyihalashni bir necha bosqichda amalga oshirish titul ob'ektlarini loyihalashda muhim ahamiyatga ega. Chunki muammoli loyihalash loyihaoldi bosqichiga xosdir.

Murakkab sharoitlarda titul ob'ektlarini loyihalashda loyihaoldi bosqichida loyihalash maqsadga muvofiqdir. Loyihaoldi bosqichida mumkin bo'lgan variantlarni batafsil ko'rib chiqish va tahlil qilish loyiha bosqichida ishlab chiqiladigan variantlar sonini qisqartiradi.

Transporti ob'ektlari qurishni loyihalash amaliyotida quyidagi loyihaoldi ishlanmalari keng qo'llaniladi:

- bosh (generalnie) sxemalar;
- hududiy rejalash sxemalari;
- texnik-iqtisodiy asoslash TIA.

Temir yo'llar loyihasini ishlab chiqishda loyihaoldi bosqichida texnik-iqtisodiy asoslash bajariladi.

TIAning vazifasi - qurilayotgan yoki ta'mirlanayotgan temir yo'lning xalq ho'jaligi uchun zaruriyati va iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiqligini asoslashdir. O'z navbatida, loyihalash bosqichida ham loyihalash ishlari bir yoki ikki bosqichda amalga oshiriladi.

Bir bosqichli loyihalashda "ishchi loyiha" ishlab chiqiladi.

Yangi temir yo'llarni qurish, mavjud temir yo'llarni ta'mirlashni loyihalash loyihalash jarayonida ikki bosqichda amalga oshiriladi:

- birinchi bosqichda kompleks texnik loyiha, qisqacha temir yo'l loyihasi, ya'ni "loyiha";

- ikkinchi bosqichda "ishchi chizmalar" ishlab chiqiladi.

"Loyiha" tarkibi rasmiy hujjat, QMQ 1.02.01-95 bilan belgilanadi.

"Loyiha" iqtisodiy va texnik bo'limlardan tarkib topadi.

Loyihaning iqtisodiy bo'limi quyidagilardan iborat:

1. Temir yo'lni loyihalash hududida transport aloqalarini ta'minlashdagi ahamiyati;
2. Loyihalanayotgan temir yo'lning mumkin bo'lgan yo'nalishi variantlarini belgilashda iqtisodiy omillar
3. Hisoblangan yillarga yuk va yo'lovchilar tashish hajmlarini asoslash;
4. Iqtisodiy ko'rsatkichlar (yuk tashish notekisligi, tashilayotgan yuklarni turi va toifasiga qarab nisbati, alohida stansiyalarni ishlash xarakteri va hajmi va boshqalar).

Loyihaning texnik bo'limi quyidagidan iborat:

1. Yo'l toifasini belgilash, uning texnik parametrlari va texnik jihozlanish vositalarini tanlash (rahbar nishablik, hisoblangan o'tkazish qobiliyati, qabul qilish-jo'natish yo'llarning foydalai uzunligi, asosiy yo'llar soni, tortish turi, lokomotiv turi va boshqalar);

2. Loyihalanayotgan temir yo'l yo'nalishini asoslash;

3. Harakatni tashkil etish usullarini asoslash;

4. Temir yo'l bo'ylama qirgimi va tarhi loyihalari;

5. Peregon va stansiyalarda yer to'shamasi loyihalari;

6. Ko'prik, quvur, tonnel, estakada, galereya va boshqa su'niy inshootlar loyihasi;

7. Yo'l ustki qurilmalari loyihalari;

8. Ajrim qilish punktlarini joylashtirish, stansiyalar va stansion jihozlar loyihalari;

9. Lokomotiv va vagon xo'jaligi qurilmalari loyihalari;

10. Suv ta'minoti qurilmalari loyihalari;

11. Temir yo'llarni elektr va energiya ta'minoti loyihalari;

12. Avtomatika, telemexanika, aloqa qurilmalari loyihalari;

13. Texnik, jamoa, uy -joy binolarining loyihalari;

14. Temir yo'lni ma'muriy bo'linishi loyihalari;

15. Mehnat va atrof muhit muhofazasi chora tadbirlari loyihasi.

Shu bilan birga, texnik loyiha tarkibiga quyidagilar ham kiradi: qurilishni tashkil etish loyihasi, ob'ektlar va lokal smetalar hisobi, tadqiqot va loyiha ishlari smetasi, temir yo'lni barpo etishni umumiy xarajatlari va smetasi hisobi.

Ishchi hujjatlar tasdiqlangan loyiha asosida ishlab chiqiladi va o'z ichiga quyidagilarni kiritadi: ishchi chizmalar, ob'ektlar va lokal smetalar, qurilish-montaj ishlari hajmi qaydnomasi, ashyolar ehtiyoji qaydnomalari, uskunalar spetsifikatsiyasi to'plami.

Bir loyihalash bosqichida ishlab chiqiladigan ishchi loyiha "loyiha" va "ishchi hujjatlar" bosqichidagi materiallarni birlashtiradi.

1.5. Temir yo'llarni loyihalashni me'yoriy asoslari va talablari

Temir yo'llarni davlat miqyosidagi muhim o'rni, qurilish narxini balandligi temir yo'llar qurilishini birinchi yillaridanoq ularni avvaldan tuzilgan texnik shartlar asosida olib borish ehtiyojini tug'dirdi.

O'zbekiston temir yo'llarining mustaillik davrigacha qurilgan qismi boshqa davlatlar, jumladan Rossiya imperiyasi va sobiq SSSR texnik shartlari va yo'riqnomalari, qurilish me'yorlari va qoidalari asosida amalga oshirilgan. 1995 yildan boshlab mamlakatimizdagi temir yo'l ob'ektlarini loyihalash va qurish QMQ 2.05.01-95 "Iz oralig'i 1520 mm li temir yo'llar" asosida amalga oshiriladi. Iz oralig'i 1520 mm bo'lgan temir yo'llarni ham QMQ 2.05.01.-95 asosida loyihalanadi. QMQ 2.05.01-95 o'zida fan va texnikaning temir yo'llarni loyihalash va qurish borasidagi so'ngi yutuqlarini mujassam etgan.

Yuqori texnik darajadagi inshootlarni loyihalash, smeta narxini pasaytirish, qurilish muddatini qisqartirish, ishlar sifatini yuqori darajada ta'minlash, fan va texnikaning yutuqlari asosida loyihalash va qurilishga nisbatan yagona talablarni belgilash QMQ 2.05.01-95 ning asosiy vazifalari hisoblanadi.

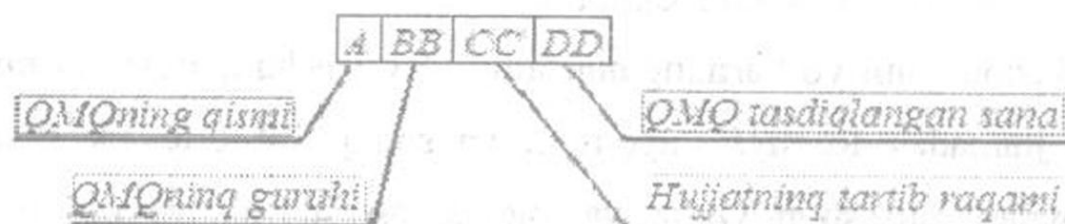
Qurilish me'yorlari va qoidalari 5 qismdan iborat:

1. Tashkillashtirish, boshqarish, iqtisodiyot;
2. Loyihalash me'yorlari;
3. Ishlarni tashkillashtirish, bajarish, qabul qilish;
4. Smeta me'yorlari;
5. Ishchi kuchi va ashyolar sarfi me'yorlari.

QMQ har bir qismi guruhlariga bo'linadi, masalan, 1 qism quyidagi 6 ta guruhdan iborat: 01 guruh - qurilishda me'yoriy hujjatlar tizimi; 02 guruh -

loyihalashni tashkillashtirish, uslubiyati, iqtisodiyoti, muhandislik tadqiqotlari va h.k. QMQ ning 2 qismida 12 ta guruh mavjud: 01 guruh - loyihalashni umumiy me'yorlari, 05 guruh - transport inshootlarini loyihalash me'yorlari.

Har bir QMQ davlat qurilish qo'mitasi tomonidan tasdiqlanadi va yettita sonli raqam bilan belgilanadi (1.6-rasm). Masalan, QMQ 2.05.05-96 "Temir yo'l va avtomobil yo'li tonnellari", QMQ 2.02.01-98 "Bino va inshootlarning asoslari", QMQ 2.05.03 -97 "Ko'prik va quvurlar".



1.6-rasm. Qurilish me'yorlari va qoidalarini belgilanishi

QMQ 2.05.01-95 "Iz oralig'i 1520 mm li temir yo'llar" da yangi temir yo'llarni, qo'shimcha (ikkinchi, uchinchi, to'rtinchi) bosh yo'llarni mavjud yo'llarni kuchaytirish (ta'mirlash), iz oralig'i 1520 mm li temir yo'llarining alohida inshoot va qurilmalarini, tashqi keltiruvchi (tutashtiruvchi) temir yo'llarni loyihalash me'yorlari keltirilgan. QMQ 2.05.01-95 da yo'lovchi poyezdlari 160 km/s, yuk poyezdlari 100 km/s, refrejirator poyezdlari 120 km/s tezlik bilan harakatlanadigan temir yo'llarni loyihalash me'yorlarini mujassam qilingan. Me'yorlar to'rt o'qli vagonni bir o'qiga tushadigan yuklanish 265 kN (27 tonna kuch), yer to'shamasini hisoblash uchun esa 294 kN (30 tonna kuch), sakkiz o'qli vagondan tushadigan yuklanish 1 metrga 103 kN (10,5 tonna kuch) ni tashkil etishini inobatga olgan.

Tezyurar va yuqori tezlikli temir yo'llar, ularning infratuzilmasi va yer to'shamasini loyihalash me'yorlari [2, 3, 4] da keltirilgan.

QMQ ni 2.05.01-95 bo'limida temir yo'l trassasi (bo'ylama qirgimi va tarhi), shu bilan birga temir yo'llarning barcha inshoot va qurilmalari, ya'ni yer

to'shamasi, yo'l ustki qurilmasi, ko'prik va quvurlar, tonnellar, stansiya va tugunlar; yo'l xo'jaligi, lokomotiv, vagon, SSB va aloqa, elektr ta'minot va boshqa xo'jaliklarni loyihalashni me'yorlari va texnik talablari keltirilgan.

Loyihalanayotgan temir yo'llar ahamiyati, yuk tashish turi va hajmlari bo'yicha bir - biridan katta farq qiladi. Shuning uchun barcha temir yo'llarni, ularning mamlakat transport tizimidagi o'rni va ahamiyatini inobatga olmasdan bir xil me'yorlar bilan loyihalash noto'g'ri bo'lardi.

Katta hajmda yuk tashiladigan temir yo'llar bo'ylama qirgimi kichik nishablar bilan loyihalanishi, zamonaviy texnik uskunalar bilan jihozlanishi lozim. Bunda, temir yo'l qurilishi narxi yuqori bo'lsa,da, keyinchalik tasarruf sarf-xarajatlarida sezilarli iqtisod qilinadi va ortiqcha qurilish xarajatlari tezda qoplanadi. Aksincha yuk tashish hajmlari katta bo'lmagan mahalliy temir yo'llarda tasarruf sarf-xarajatlari yuqori bo'lsa,da, texnik jihatdan mukammal bo'lmagan qurilmalarni qo'llash hisobiga qurilish xarajatlarini kamaytirish kerak. Tezyurar va yuqori tezlikli yo'lovchi poyezdlari harakati uchun mo'ljallangan temir yo'llar tarhini loyihalashga katta e'tibor beriladi. Bunday temir yo'llarda doiraviy egrilik radiuslari katta, o'tish egriliklari va to'g'ri chiziqli kesmalar uzunroq qilib loyihalandi.

Yangi temir yo'l magistrallari yoki ularning tarkibiy qismlari va tutashtiruvchi yo'llar umumiy temir yo'l tarmoqidagi tutgan o'rni, ahamiyati, xarakteri, yuk tashish hajmlari bo'yicha loyihalash qismida 1-ildovada [1] keltirilgan ko'rsatkichlarning biriga ko'ra besh toifaga bo'linadi (1.2 -jadval).

Temir yo'lning toifasiga bog'liq holda loyihalash me'yorlarini belgilashda yuk tashish hajmlarini o'sish surati inobatga olinishi kerak. Ba'zi hollarda temir yo'l infratuzilmasi bir necha toifaga mos me'yorlar bilan loyihalanishi mumkin.

Temir yo'llarni loyihalash me'yorlari bo'yicha toifalarga bo'lish

11	Temir yo'llarning xalq xo'jaligidagi umumiy ahamiyati	Yuk tashish yo'nalishida hisoblangan yillik yuk tashishning netto qiymati, mln.tkm/km		5-tasarruf yilida yo'lovchi poyezdlarining harakat miqdori, juft poyezd sutka da	Poyezdlarining maksimal harakat tezligi, km/soat
		5 - tasarruf yilida	10 - tasarruf yilida		
1	2	3	4	5	6
I	Mamlakat ichkarisida yoki boshqa mamlakatlar bilan asosiy umumdavlat aloqalarni ta'minlovchi temir yo'l magistrallari yoki ularning tarkibiy uchastkalari	12 dan ortiq	20 dan ortiq	Shaharoldi poyezdlarini inobatga olmaganida 12 tadan ortiq yoki 50 ta shaharoldi poyezdlari	120 dan katta (yo'lovchi poyezdlar uchun)
I	Hududlararo yuk tashishda, mamlakat ichkarisida yoki boshqa mamlakatlar bilan aloqada yo'lovchi tashishda ustunlikni ta'minlovchi temir yo'l magistrallari yoki ularning tarkibiy uchastkalari	7 dan ortiq 12 gacha	10 dan ortiq 20 gacha	Shaharoldi poyezdlarini inobatga olmaganida 12 ta	-
II	Yuk va yo'lovchi tashishda ustunlikni ta'minlovchi mahalliy ahamiyatga ega bo'lgan temir yo'llar	3-7	5-10	Shaharoldi poyezdlarini inobatga olmaganida 12 ta	-
I V	10-tasarruf yiliga yoki yuk tashish qiymati o'sish istiqboliga ega bo'lmagan mahalliy ahamiyatga ega temir yo'llar 10-tasarruf yiliga yoki temir yo'llarning umumiy tarmoq'iga qo'shilish istiqboliga ega bo'lmagan keltiruvchi yo'llar	3 dan kam Yuk tashish qiymatiga bog'liq bo'lmagan holda	5 dan kam Yuk tashish qiymatiga bog'liq bo'lmagan holda	-	40 dan katta (poyezdlar harakat tartibiga ega yuk poyezdlari uchun)
V	Keltiruvchi yo'llar va stansiyalardagi tutashtiruvchi yo'llar	Yuk tashish qiymatiga bog'liq bo'lmagan holda	Yuk tashish qiymatiga bog'liq bo'lmagan holda	-	40 va undan kichik manevr va poyezdlar harakat tartibiga ega yuk poyezdlari uchun)
I z o h: 1. 10-tasarruf yilida yuk tashishning netto qiymati 7 mln.tkm/km dan ortiq bo'lib, uning keyinchalik keskin o'sishi kutilsa, texnik-iqtisodiy asoslangan hollarda temir yo'llarni II toifa me'yorlari bilan loyihalash ruhsat etiladi. 2. Tutashtiruvchi yo'llarga - konteyner punktlari, yoqilg'i omborlari, bazalar, saralash platformalari, tozalash, yuvish, dezinfeksiya qilish, harakat vositalarini ta'mirlash va boshqa ishlab chiqarish jarayonlarini o'tkazish putklariga olib boruvchi yo'llar kiradi.					

1.6 Temir yo'llarni loyihalashda ekologik talablar

Jamiyat va tabiat o'rtasidagi o'zaro ta'sir kundan-kunga murakkab tus olmoqda, kelajak avlod uchun muhim ahamiyat kasb etmoqda. Fan va texnikaning jadal suratlar bilan rivojlanayotgan hozirgi davrda kurrai zaminimizning yirik ijtimoiy-iqtisodiy muammosiga aylandi. Atrof muhitni muhofaza qilish muammosi deyarli barcha mamlakatlarda davlat miqyosidagi dasturlar asosida xal qilinmoqda.

Temir yo'l atrof muhitga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun temir yo'llarni loyihalash bosqichida qurish, tasarruf etish jarayonida atrof muhitni muhofaza qilish talablarini inobatga olish kerak. Ushbu talablarning asosiylari quyidagilar: qurilish uchun zarur yer maydonlarini qisqartirish; yerning ustki unumdor qatlamini himoya qilish, uni tiklash (rekul'tivatsiya) etish bo'yicha tadbirlar ishlab chiqish; o'rmonzorlarni, yer qa'ridagi boyliklarni himoya qilish; havo va suv hafzalarini ifloslanishdan saqlash; suv resurslarini saqlash; hayvonot olamini himoya qilish; shovqin bilan kurashish; tabiiy landshavtni estetik xususiyatlarini, madaniy, tarixiy va tabiiy yodgorliklarni saqlab qolish.

Yer fondlari, o'rmonzorlarni, yer qa'ridagi boyliklarni saqlash. Temir yo'llarning yuk tashish qobiliyati juda yuqori bo'lishi bilan birga, bir xil hajmdagi yukni tashish uchun avtomobil' transportiga nisbatan kamroq maydon talab qiladi. Lekin, temir yo'l barcha infratuzilma ob'ektlari bilan birga sezilarli maydonni egallagani uchun, sug'oriladigan mintaqalarda ushbu maydonlar hajmini qisqartirish bugungi kunning dolzarb muammolaridan biridir.

Temir yo'llarni qurish va tasarruf etish uchun ajratilgan yer yuzasi ajratilgan polosa deb ataladi. Uning kengli yer polotnosi konstruksiyasining ishchi belgilari, ya'ni ko'tarma asosi va o'ymani tepasidagi kengligiga bog'liq.

Suv qochiruvchi ariqlar, rezervlar, kaval'erlar, chiziqli inshootlardan ajratilgan polosagacha kamida 2 metr masofa qolishi kerak. Amalga oshirilgan

ba'zi loyihalarni tahlili shuni ko'rsatadiki 1 km bir izli temir yo'llarni qurish uchun 9-12 gektar, ikki izli temir yo'l uchun esa 10-14 gektar maydon zarur.

Qishloq xo'jaligi uchun zarur bo'lgan sug'oriladigan yerlarni samarasiz band etilmaslik uchun loyihalanayotgan temir yo'l trassasi yo'nalishini to'g'ri belgilash kerak. Ba'zi hollarda unumdor yerlarni band etmaslik uchun baland ko'tarmalardan ko'ra temir yo'llarni estakadada loyihalash maqsadga muvofiqdir.

O'rmonzorlarni saqlab qolish uchun temir yo'l trassasini o'rmonzorlarsiz suv ayirgichlardan o'tkazish yer ishlari hajmi va suv o'tkazuvchi inshootlar sonini qisqartiriladi.

Qurish jarayonida nafaqat bevosita temir yo'l infratuzilmasi uchun yer maydonlari ajratiladi, balki yer va ballast kar'erlarini ishlab chiqishda ham anchagina yer maydonlariga zarar yetkaziladi. QMQ 2.05.01.-95 da loyihalash jarayonida vaqtinchalik ajratilgan polosada yer va ballast kar'arlari sonini imkoniyat darajasida kamaytirish, ko'tarmalarni tog'li jinslardan barpo etish uchun o'ymalarni kengaytirish tavsiya etiladi. Loyihalarda yerlarni rekul'tivatsiya qilish tadbirlari ishlab chiqilishi ko'rsatiladi.

Foydali qazilmalarni qazib olish hududlarida temir yo'l yo'nalishini belgilash muhim ahamiyatga ega. Masalan, Angren hududida avval aniqlanmagan ko'mir qatlamlarini ishlab chiqarish uchun shaharni bir qismini boshqa joyga ko'chirish ehtiyoji tug'ilgan.

Havo havzalarini himoya qilish. Temir yo'lda tortish vositalari bilan bir xil hajmdagi yukni tashish jarayonida atrof muhitga avtomobil' transportiga nisbatan 25-30, suv transportiga nisbatan esa kamida 1,5 barobar zararli moddalarni atmosferaga chiqaradi.

Temir yo'llarni bosqichma bosqich elektr tortishga o'tkazish muammoni keskin hal qiladi. Aholi zich joylashgan, sihatgoxlar va shahar oldi hududlarda

temir yo'llarni elektrlashtirish muhim ahamiyatga ega. Lekin bu bilan masala uzil -kesil xal etilmaydi. Chunki temir yo'llar ehtiyoji uchun qo'shimcha ravishda elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun issiqlik elektr stansiyalari ortiqcha zararli moddalarni atmosferaga chiqaradi. Issiqlik elektr stansiyalarni statsionar holatda bo'lganligi havoni tozalashda samarali tadbirlarni qo'llash imkoniyatini beradi.

Temir yo'l infratuzilmasi ob'ektlarining ba'zi birlari atmosferani sezilarli zaharlaydi. Shpallarni to'yindirish zavodlari hududida havo naftalin, benzol, antratsen va xushbuy uglevodorodlar parlari bilan zaharlangan. Sisternalarni yuvish stansiyalari, lokomotiv va vagon depolarida ham atmosferaga turli xil zararli moddalar chiqariladi. Atrof muhitni muhofaza qilish uchun qayd etilgan ob'ektlarda texnologik jarayonlarga o'zgartirish kiritish zarur.

Shovqin bilan kurashish. Temir yo'l transportining asosiy ekologik muammolaridan biri shovqin bilan kurashishdir. Yuk poyezdi zvenoli yo'lda harakatlanayotganda 100 dB gacha shovqin chiqaradi. Aholi istiqomat qiladigan bino xonalarida ruxsat etilgan shovqin darajasi 30-50 dB dan oshmasligi kerak. Shovqin darajasini kamaytirish uchun rels ostiga rezinali tagliklar yotqizish, temir yo'l bo'ylab himoyalovchi ekranlar o'rnatish va daraxtzorlar barpo etish, aholi zich yashaydigan hududlar yaqinida temir yo'lni o'ymada loyihalash tavsiya etiladi. Yo'lovchi vagonlari, lokomotiv mashinisti kabinasidagi shovqinni kamaytirish uchun harakat vositalari konstruksiyasini fan va texnikaning ilg'or yutuqlarini qo'llab takomillashtirish kerak.

Suv resurslarini himoya qilish. Suv resurslaridan samarali foydalanish, ularni ximoya qilish temir yo'l infratuzilma ob'ektlarini loyihalash jarayonida ko'zda tutilishi kerak. Shpallarni to'yindirish zavodlari, sisternalarni yuvish va vagonlarni dezinfeksiya qilish stansiyalari, vagon va lokomotiv depolarida suv

havzalarini himoya qilish tadbirlari; zaharlangan suvlarni mexanik, fizik - kimyoviy, biologik tozalash inshootlari qurilishini ko'zda tutish kerak.

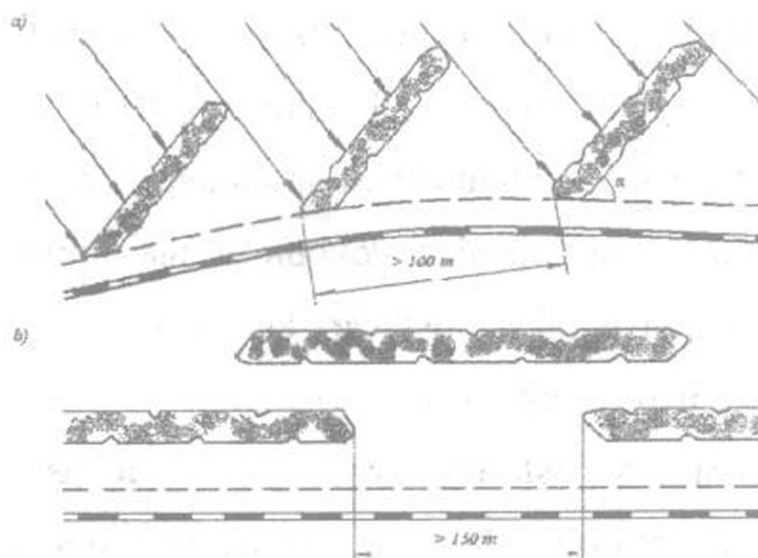
Hayvonot olamini himoya qilish. Temir yo'l trasasi yo'nalishini belgilashda hayvonlarni tabiiy migratsiya yo'llarida to'siqlar yuzaga kelmasligini ta'minlash zarur. Quruqlikda trassa migratsiya yo'llari bilan kesiladigan joylarda tirqishi o'lchami kamida 8 m bo'lgan su'niy inshootlar loyihalanadi. Daryolarda baliqlarni urchish yo'llarni bekitmaslik uchun ba'zi hollarda nafaqat daryo o'zanida balki qayirlarda ham ko'priklar kechuvini loyihalash maqsadga muvofiqdir. Ko'priklar kechuvini loyihalash natijasida suv sathini o'zgarishi, baliqlarni urchish yo'llaridagi tabiiy sharoitni o'zgartirishi mumkin. Bunday holatda daryoni estakadalarda kesib o'tish tavsiya etiladi.

Tabiiy landshaftni saqlash. Temir yo'llarni loyihalashda trassa yo'nalishini belgilashda landshaftdan to'la foydalanish kerak. Tabiiy landshaft yo'lovchilar uchun manzarali bo'lishi uchun yer polotnosi 40-50 m narida loyihalanishi kerak. Temir yo'lni qor va qum ko'chkisidan himoya etuvchi butazor va

ormonzarlarni yo'l o'qiga parallel (1.7, a - rasm) yoki burchak ostida (1.7 b - rasm) loyihalanishi tabiiy landshaftni yanada boyitadi

1.7 -rasm. O'rmonzor va butazorlarni barpo etish:

- a - yo'l o'qiga burchak ostida;
- b - yo'l o'qiga parallel



Nazorat savollari:

1. Temir yo'llarni qidiruv va loyihalash fani nimani o'rganadi?
2. Temir yo'llarni qidiruv va loyihalash fanining predmeti nimadan iborat?
3. Yangi temir yo'llar loyihalarining texnik hujjatlarini ishlab chiqish nimadan boshlanadi?
4. Iqtisodiy tadqiqotlar jarayonida qanday ma'lumotlar yiq'iladi?
5. Texnik tadqiqotlar jarayonida temir yo'lni loyihalash uchun zarur bo'lgan qanday ma'lumotlar yiq'iladi?
6. Yangi temir yo'llarni loyihalaovchisi oldida qanday muhim muammo turadi?
7. Loyihalash jarayonida temir yo'l qanday tizim sifatida ko'riladi?
8. Temir yo'lni funksional vazifasi nimadan iborat?
9. Temir yo'lning quvvati nima?
10. Temir yo'l infratuzilmasi ob'ektlari va ularning tizimlari qayta jihozlashni murakkabligiga qarab nechta guruhga bo'linadi va ularga qaysi ob'ektlar kiradi?
11. Temir yo'l faoliyat ko'rsatishi uchun unda qaysi jarayonlar uzluksiz bajariladi?
12. Temir yo'llarning loyihalari qanday prinsipi asosida amalga oshiriladi?
13. Temir yo'l transporti ob'ektlarini loyihalash nechta va qanday bosqichlarda amalga oshiriladi?
14. Loyiyaning iqtisodiy bo'limi nimalardan iborat?
15. Loyiyaning texnik bo'limi nimalardan iborat?
16. O'zbekiston temir yo'l ob'ektlarini loyihalash va qurish nima asosida amalga oshiriladi?
17. Yangi temir yo'llarni loyihalashda ekologik talablar qanday inobatga olinadi?

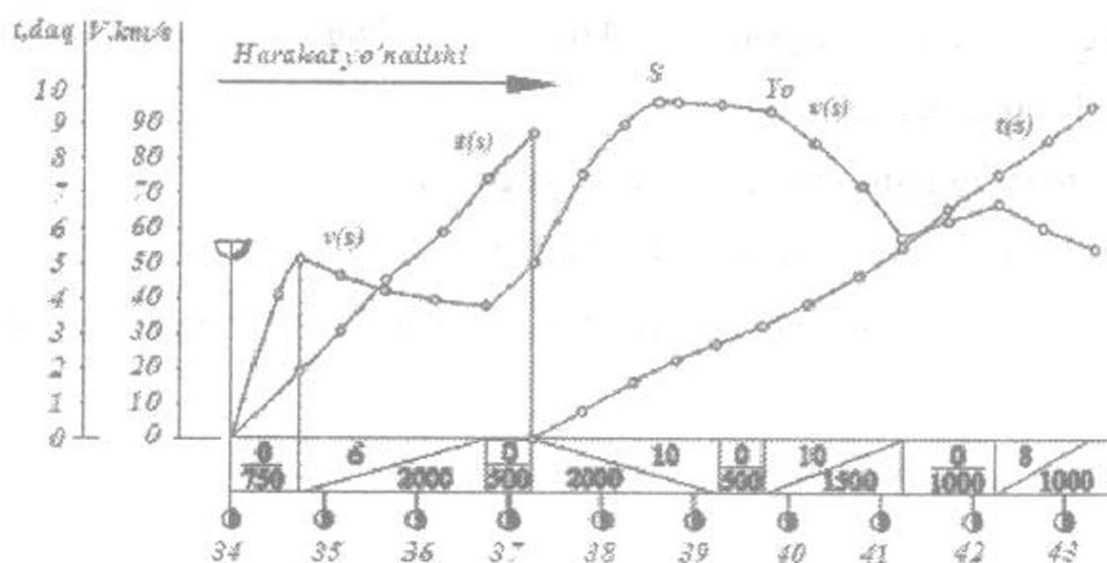
2. Temir yo'llarni loyihalashda tortish hisoblari

2.1 Yangi temir yo'llarni loyihalash va mavjudlarini ta'mirlash loyihalarini ishlab chiqishda tortish hisoblarining o'rni

Yangi va mavjud temir yo'llarni ta'mirlashni loyihalashda analitik usul bilan poyezdlarni harakat tezligi, yurish vaqti, elektrovozlar uchun elektroenergiya va teplovozlar uchun dizel yoqilg'i sarfini aniqlash zaruriyati tug'iladi.

Tortish hisoblari temir yo'llarni tadqiq qilish va loyihalash fanining tarkibiy qismi bo'lib poyezdni temir yo'l uchastkasi bo'ylab harakatlanish holati va tavsifini aniqlash imkoniyatini beradi. Poyezdni peregon bo'ylab harakatlanish holatini o'rganish uchun, harakat tezligini masofaga bog'liqligi, ya'ni egriligi chizilishi lozim (2.1- rasm). 2.1-rasmda ma'lum massadagi poyezdni A stansiyadan boshlab harakatlanishi, poyezdning harakat tezligi va yurish vaqti egriliklari ko'rsatilgan. Analitik usul bilan tezlik va vaqt egriliklarini chizib yo'lning istalgan nuqtasida tezlikni, poyezdni harakat holatini (tortish, sekinlashish) aniqlash mumkin. Ushbu ma'lumotlar yangi va mavjud temir yo'llarni ta'mirlash loyihalarini to'g'ri ishlab chiqish uchun xizmat qiladi.

Harakat tezligiga bog'liq holda yo'lni istalgan nuqtasida poyezdni yurish vaqti, tortish kuchi, lokomotivni bajargan mexanik ishini aniqlash mumkin.



2.1-rasm. Poyezd harakatining tezlik $v(s)$ va vaqt $t(s)$ egriliklari

Ushbu bobda iz oralig'i 1520 mm bo'lgan temir yo'llar uchun tortish hisoblarini bajarish bayon etilgan.

2.2 Poyezd modeli va unga ta'sir etuvchi kuchlar

Muhandislik hisoblarida turli texnik sistemalar bilan ishlashga to'g'ri keladi. Ba'zi hollarda bunday sistemalarni hisoblash murakkab va ko'p vaqt talab qiladi. Hisoblar jarayonini soddalashtirish uchun texnik sistemani modeli tuziladi.

Poyezd o'zaro elastik aloqalar (avtossepka) bilan bog'langan massalar tizimidan (vagonlar va lokomotiv) iborat. Tortish hisoblari uchun poyezdni ushbu sxemasi qabul qilingan taqdirda, hisoblash ishlari xaddan ziyod murakkab bo'lar edi. Amaliyot shuni ko'rsatadiki, bunday murakkab hisoblarni bajarish maqsadga muvofiq emas. Yetarli darajada aniqlikka ega bo'lgan natijalarga sodda modellarni qo'llagan holda ham erishish mumkin.

Temir yo'llarni loyihalash uchun bajariladigan tortish hisoblarida poyezd og'irligi poyezdning o'rtasida joylashgan bir nuqtada mujassamlangan moddiy nuqta sifatida ko'riladi.

Qabul qilingan model uchun tortish hisoblarini bajarishda, poyezdni harakatga keltiruvchi va uning rels bo'ylab harakati bilan mos tushuvchi kuchlar e'tiborga olinadi.

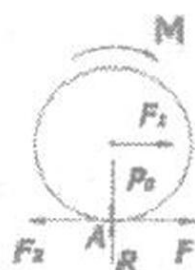
Poyezdga uni harakat holatini belgilovchi quyidagi kuchlar ta'sir etishi mumkin:

1. Lokomotiv tomonidan hosil qilinadigan tortish kuchi. Mashinist tortish kuchini boshqarishi yoki umuman o'chirishi mumkin.
2. Haraktga qarshi kuchlar. Ular harakat vositasining turi, tezligi, poyezd harakatlanayotgan temir yo'l bo'lagining bo'ylama nishabligi, egriliklariga

bog'liq holda o'zgaradi va ob'ektiv sabablarga ko'ra mashinist tomonidan boshqara olinmaydi.

3. Sekinlashtiruvchi kuch - mashinist tomonidan su'niy ravishda hosil qilingan harakatga qarshi kuch bo'lib, poyezdning harakat tezligini kamaytirish, nishabliklarda tezligini bir xil ushlab turish, zarur hollarda uni to'xtatish uchun qo'llaniladi.

Poyezdga ta'sir etuvchi kuchlarning ishorasini belgilashda quyidagi qoidaga amal qilish mumkin: poyezd harakati bilan mos tushuvchi kuchlar musbat, poyezd harakatiga qarshi kuchlar manfiy ishoraga ega (2.2-rasm). Bu holda lokomotivning tortish kuchi doimo musbat, sekinlashtiruvchi kuchlar manfiy ishoraga ega. Harakatga qarshi kuchlar ham manfiy hisoblanadi. Biroq, bo'ylama nishabliklardan hosil bo'lgan harakatga qarshi kuchlar poyezd pastlikka harakatlanganda uning harakat yo'nalishi bilan mos tushadi, ya'ni ishorasini musbat deyish mumkin. Tepalikka ko'tarilishda esa manfiy hisoblanadi.



2.2 -rasm. Poyezd harakatiga ta'sir etuvchi kuchlar ishorasi

Tortish hisoblarida xalqaro birliklar sistemasi (SI) qabul qilingan. Poyezd og'irligi tonnada o'lchanadi va $P+Q$ bilan belgilanadi, bunda P - lokomotiv og'irligi, t; Q - sostav (vagonlar) og'irligi, t. Poyezdga ta'sir etuvchi kuchlar nyutonda (N) yoki kilonyutonda (kN) o'lchanadi. Agar poyezd og'irligi $P+Q$ bo'lsa, poyezdning og'irlik kuchi kN da $(P+Q) \cdot g$ ga teng, bunda g erkin tushish tezlanishi.

Harakat vositasini bir birligiga (vagon, vagonlar guruhi, poyezd) to'g'ri keluvchi kuchlar to'la kuchlar deb ataladi va N da o'lchanadi. Bunday kuchlar lotin alifbosining bosh xarflari bilan belgilanadi (F - to'la tortish kuchi, W - harakatga qarshi to'la kuchlar, B - to'la sekinlashish kuchi).

Poyezdni 1 tonna og'irlik kuchiga to'g'ri keluvchi kuchlar solishtirma kuchlar deb ataladi, N/kN da o'lchanadi va mos ravishda lotin alifbosidagi kichik xarflar bilan belgilanadi (solishtirma tortish kuchi $f = \frac{F}{(P+Q) \cdot g}$,

harakatga qarshi solishtirma kuchlar $\omega = \frac{W}{(P+Q) \cdot g}$, solishtirma sekinlashish

kuchi $b = \frac{B}{(P+Q) \cdot g}$).

Tortish hisloblarini bajarishda poyezd harakatiga ta'sir etuvchi kuchlar yig'indisi, ya'ni teng ta'sir etuvchi kuchlar R , N va solishtirma teng ta'sir etuvchi kuchlar $r = R / ((P+Q) \cdot g)$ deb qabul qilingan.

Boshqariladigan kuchlarni o'zaro ta'siri natijasida poyezd harakatini quyidagi uch holatga ajratish mumkin:

- *tortish holati* - lokomotiv dvigatellari ishchi holatda, teng ta'sir etuvchi kuchlar $R = F - W$ yoki $r(v) = f_k - \omega_o = \frac{F_k - W_o}{(P+Q)g}$;

- *salt yurish holati* - lokomotiv dvigatellari ishchi holatda emas, sekinlashish qo'llanilmayapti, teng ta'sir etuvchi kuchlar $R = -W$ yoki $r(v) = -\omega_{ox}$;

- *sekinlashish holati* - lokomotiv dvigatellari ishchi holatda emas, sekinlashish kuchlari harakatga keltirigan, teng ta'sir etuvchi kuchlar $R = -(B+W)$ yoki $r(v) = -(\omega_{ox} + \alpha b_m)$.

Teng ta'sir etuvchi kuchlarning ishorasiga qarab poyezd quyidagi uch holatda harakatlanadi:

- tezlanish bilan, bunda $r > 0$;

- doimiy tezlik bilan, bunda $r=0$;
- sekinlashib, bunda $r<0$.

2.3 Poyezd harakatining dinamikasi

Og'irligi $P+Q$ bo'lgan poyezd v , m/s tezlik bilan g'ildiragi sirpanmasdan harakatlanayotganda uning kinetik energiyasi T , Dj quyidagicha aniqlanadi

$$T = 1000 \frac{(P+Q)v^2}{2} + \frac{\sum I\omega^2}{2}, \quad (2.1)$$

bunda I - g'ildirak juftligining aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti;

ω - aylanishning burchak tezligi.

G'ildirak juftligining inersiya momenti quyidagicha aniqlanadi:

$$I = m \cdot \rho^2, \quad (2.2)$$

bunda m - g'ildirak juftligining og'irligi;

ρ - inersiya radiusi.

Aylanishning burchak tezligi quyidagiga teng:

$$\omega = v / (D / 2), \quad (2.3)$$

U holda

$$\frac{\sum I \cdot \omega^2}{2} = \frac{1}{2} \sum m \cdot \rho^2 \cdot v^2 / (2D^2). \quad (2.4)$$

G'ildirak juftliklarning umumiy massasini $\sum m = 1000M_g$, bilan belgilaymiz, bunda M_g , tonnada keltirilgan.

Poyezdning kinetik energiyasini quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$T = 1000 \cdot (P + Q) \cdot \frac{v^2}{2} \left[1 + \frac{4 \cdot M_{\text{g}} \cdot \rho^2}{(P + Q) \cdot D^2} \right]. \quad (2.5)$$

Yuqoridagi (2.5) ifodadagi poyezdning keltirilgan og'irligi, ya'ni poyezdning aylanuvchi qismlarining inersiyasini inobatga olib aniqlangan og'irligi deyiladi.

Agar $\gamma = \frac{4 \cdot M_{\text{g}} \cdot \rho^2}{(P + Q) \cdot D^2}$ deb belgilasak, u holda

$$T = 1000 \cdot (P + Q) \cdot (1 + \gamma) \cdot \frac{v^2}{2}. \quad (2.6)$$

Koeffitsient γ emperik yo'l bilan aniqlanadi. Yuk ortilgan to'rt o'qli vagon uchun γ ning qiymati 0,028, yuk ortilmagan holda 0,084. Lokomotivlar uchun γ ning qiymati vagonlarga nisbatan katta bo'lib, elektrovozlar uchun 0,17-0,19 va teplovozlar uchun 0,11-0,12 ga teng. Temir yo'llarni loyihalashda bajariladigan tortish hisoblarida yuk ortilgan poyezd uchun $\gamma = 0,06$.

Nazariy mexanikadan ma'lumki,

$$\frac{dT}{dt} = N^E + N^I, \quad (2.7)$$

bunda N^E , N^I - mos ravishda tashqi va ichki kuchlarning quvvati.

Agar $N^I \ll N^E$ ekanligini inobatga olsak, quyidagini hosil qilamiz:

$$\frac{dT}{dt} = N^E = R \cdot v, \quad (2.8)$$

bunda R - yetakchi g'ildiraklarga podshipniklardan, havoning va nishabliklarning qarshiligini inobatga oluvchi umumlashgan kuch.

2.6) ifodani inobatga olib (2.8) ifodani quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{d}{dt} \left[1000 \cdot (P + Q) \cdot (1 + \gamma) \cdot \frac{v^2}{2} \right] = Rv. \quad (2.9)$$

(2.9) ifodani differensiallab quyidagini hosil qilamiz

$$v \cdot \frac{dv}{dt} [1000 \cdot (P + Q) \cdot (1 + \gamma)] = Rv. \quad (2.10)$$

yoki

$$\frac{dv}{dt} = \frac{R}{1000 \cdot (P + Q) \cdot (1 + \gamma)}. \quad (1.10')$$

Ma'lumki, $R / ((P + Q)g)$ teng ta'sir etuvchi solishtirma kuch, u holda

$$\frac{dv}{dt} = r \cdot \frac{g}{1000 \cdot (1 + \gamma)}. \quad (2.11)$$

(2.11) ifodani soddalashtirish uchun $\xi = \frac{g}{1000 \cdot (1 + \gamma)}$ deb belgilaymiz.

$\gamma = 0.06$, $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ekanligini inobatga olsak, $\xi = 9.25/1000$ ga teng.

Tortish hisoblarida tezlik km/soat da ekanligini inobatga olsak, tezlanishni km/soat² orqali ifodalash kerak. Bu holda

$$\frac{dv}{dt} = 9.25 \cdot r \cdot 10^{-3} \cdot \frac{3600^2}{1000} = 119.94 \cdot r.$$

$\xi = 120 \frac{km}{\omega \omega a^2 N / kN}$ deb yaxlitlasak, (2.11) ifodani quyidagicha yozish

mumkin:

$$\frac{dv}{dt} = 120 \cdot r. \quad (2.12)$$

Ushbu ifoda *poyezd harakatining differensial tenglamasi* deb ataladi. Tenglamaning o'ng tomoni poyezd harakatining holatiga bog'liq, ya'ni:

tortish holatida $\frac{dv}{dt} = 120 \cdot (f - \omega); \quad (2.12')$

salt yurish holati $\frac{dv}{dt} = -120\omega; \quad (2.12'')$

sekinlashish holati $\frac{dv}{dt} = 120 \cdot (\omega + b). \quad (2.12''')$

Poyezd harakatining differensial tenglamasi quyidagi amaliy masalalarni yechish imkoniyatini beradi:

- poyezd harakati holatini belgilash (tezlanish, bir maromda, sekinlashish);
- harakat barqaror va beqaror bo'lgan holda poyezd og'irligini aniqlash;
- loyihalanayotgan temir yo'l bo'lagi bo'ylab poyezd harakatining tezligini, yurish vaqtini, poyezdlarni harakatga keltirish uchun sarf etiladigan dizel yoqilg'i yoki elektrenergiya miqdorini aniqlash.

2.4 Poyezd harakatiga qarshi kuchlar

Harakatga qarshi ta'sir omillarini inobatga olishni soddalashtirish uchun, tortish hisoblarida harakatga qarshi kuchlarni ikkiga bo'lish qabul qilingan:

1) podshibniklardagi ishqalanish, chayqalish ishqalanish va havoning qarshiligidan hosil bo'luvchi *harakatga qarshi asosiy kuchlar*, ω_o ;

2) poyezdni nishablik yoki egrilikda harakatlanishdan hosil bo'luvchi *harakatga qarshi qo'shimcha kuchlar*, mos ravishda ω_i va ω_r .

Harakatga qarshi asosiy kuchlar poyezd harakatiga qarshi doimiy ravishda ta'sir ko'rsatadi. Harakatga qarshi qo'shimcha kuchlar esa temir yo'l tarhi va bo'ylama qirqimiga bog'liq holda goh paydo bo'ladi, goh yo'qoladi.

Harakatga qarshi kuchlar yig'indisi umumiy kuchlar (ω_u) deb ataladi. Poyezd temir yo'l bo'ylama qirqimi va tarhining qaysi elementi (nishablik yoki maydoncha; to'g'ri chiziqli qismi yoki egrilik) da harakatlanishiga qarab harakatga qarshi kuchlar yig'indisi quyidagicha bo'lishi mumkin:

- | | |
|---|---|
| - maydoncha va to'g'ri chiziqli qismida | $\omega_u = \omega_o$; |
| - maydoncha va egrilik | $\omega_u = \omega_o + \omega_r$; |
| - nishablik va to'g'ri chiziqli qismida | $\omega_u = \omega_o + \omega_i$; |
| - nishablik va egrilikda | $\omega_u = \omega_o + \omega_i + \omega_r$. |

Xuddi shunday tengliklarni to'la kuchlar uchun nyuton (N) yo'ki kilonyuton (kN) da yozish mumkin.

2.4.1 Harakatga qarshi asosiy kuchlar

Harakatga qarshi asosiy kuchlar harakat vositalarining har bir turi uchun alohida emperik usulda aniqlanadi. Vagonlar harakatiga qarshi asosiy kuchlarni aniqlash uchun, vagonlarning temir yo'lining to'g'ri chiziqli va maydoncha

qismida tajribaviy harakati o'tkaziladi. Bunda kuchli shamol va past harorat bo'lmashligini ta'minlash kerak. Chunki bu omillar harakatga qarshi kuchlar ta'sirini kuchaytiradi.

Tajribalar natijasi tahlil qilinib harakatga qarshi asosiy kuchlar qiymatini quyidagi omillar, ya'ni rels, podshipniklar (rolikli va sirpanish), vagonlar (4 va 8 o'qli) yo'l turiga (uzluksiz yoki zvenoli); havoga qarshiligiga bog'liqligi aniqlanadi.

Tajribalar natijasi tahlil qilinib vagonlar ω_o'' va lokomotivlar ω_o' harakatiga qarshi kuchlar qiymati nimaga bog'liq ekanligi aniqlanadi. Harakatga qarshi asosiy kuchlar ta'siri tezlikni birinchi va ikkinchi darajasiga to'g'ri mutanosib, vagonning bir o'qiga to'g'ri keluvchi yuk og'irligiga (q_o) teskari mutanosib ekanligi aniqlandi. Shu bilan birga, tezlik (v) va vagonning bir o'qiga to'g'ri keluvchi yuk og'irligi (q_o) ga bog'liq bo'lmagan qandaydir doimiylar borligi ham aniqlandi.

Poyezd ishi uchun tortish hisoblarida [10], vagonning bir o'qiga to'g'ri keluvchi yuk og'irligiga $q_o > 6$ t bo'lganda, harakatga qarshi kuchlar qiymatini aniqlash (1), (3), (5), (6), (8) va (10) ifodalari quyidagi ko'rinishga ega:

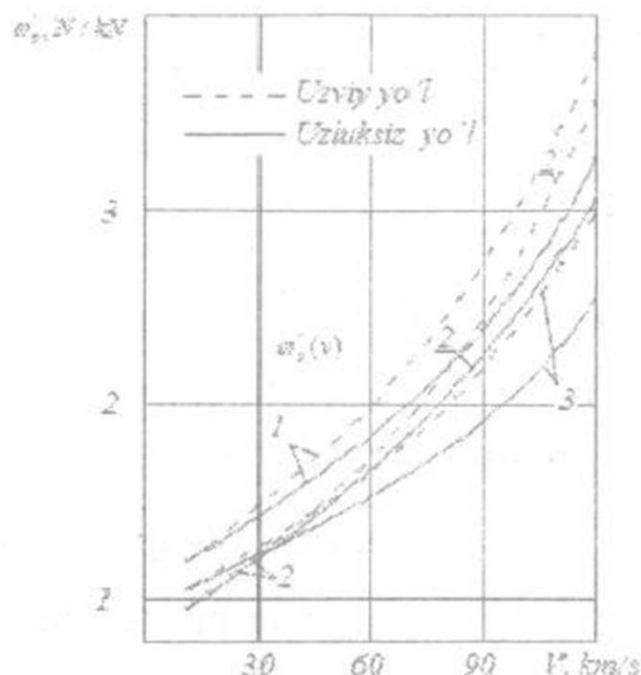
$$\omega_o'' = A + \frac{B + Cv + Dv^2}{q_o} \quad (2.13)$$

Vagonlar harakatiga qarshi ta'sir etuvchi kuchlarni aniqlash ifodalaridagi A, B, C, D koeffitsientlarning qiymati [10] dan ko'chirma sifatida 2.1-jadvalda keltirilgan.

Vagonlar harakatiga qarshi solishtirma kuchlarning $q_o=18$ t/o'q ga bo'lganda tezlikga bog'liqligi $\omega_o^*(v)$ 2.3-rasmda keltirilgan.

2.3-rasm. Vagonlar harakatiga qarshi solishtirma kuchlarning tezlikga bog'liqligi $\omega_o^*(v)$ egriliklari:

- 1-sirpanish podshipnikli to'rt o'qli vagonlar;
- 2-rolikli podshipnikli to'rt o'qli vagonlar
- 3-rolikli podshipnikli sakkiz o'qli vagonlar



Uzluksiz yo'llarda harakat tezligi oshgan sari vagonlar harakatiga qarshi kuchlar qiymati kamayishi 2.3-rasmdagi egriliklarda yaqqol ko'rinib turibdi.

Rolikli podshipniklar bilan jihozlangan yo'lovchi vagonlarining 160 km/soat gacha tezliklari uchun harakatga qarshi kuchlarni aniqlash ifodalari ko'rinishi (2.13) ifoda kabi, lekin ulardagi koeffitsientlar qiymati o'zgacha (2.2-jadval).

2.1-jadval

Yuk vagonlari harakatiga qarshi solishtirma kuchlarni aniqlash ifodalaridagi koeffitsientlar qiymati

2.13 - ifoda koeffitsientlari	Yo'l ustki qismining turi			
	Zvenoli yo'l		Uzluksiz yo'l	
	Vagon g'ildiragi o'qlarining soni			
	4	8	4	8
A	0,7/0,7	-/0,7	0,7/0,7	-/0,7
B	8/3	-/6	8/3	-/6
C	0,10/0,10	-/0,038	0,08/0,09	-/0,026
D	0,0025/0,0025	-/0,0025	0,0020/0,0020	-/0,0017

Eslatma: suratida - sirg'anish (sirpanish) podshipniklari,
maxrajda - g'ildirakli (rolikli chayqalish) podshipniklari.

Yo'lovchi vagonlarining harakatiga ta'sir etuvchi asosiy solishtirma qarshilikni aniqlash formulalaridagi koeffitsientlar qiymatlari

2.13- formula koeffitsientlari	Yo'l ustki qismining turi	
	Zvenoli yo'l	Uzluksiz yo'l
<i>A</i>	0,7	0,7
<i>B</i>	8,0	8,0
<i>C</i>	0,18	0,16
<i>D</i>	0,0030	0,0023

Lokomotivlar (teplovoz, elektrovoz) va elektropoyezdlar uchun harakatga qarshi kuchlarni aniqlash ifodasi quyidagicha:

$$\omega_0'(\omega_{ox}') = A + Bv + Cv^2, \quad (2.14)$$

bunda *A*, *B*, *C* - empirik formula koeffitsientlari (2.3-jadval).

Empirik formula koeffitsientlari qiymati

2.14-ifoda koeffitsientlari	Yo'l ustki qismining turi			
	Zvenoli yo'l		Uzluksiz yo'l	
	Harakat holati			
	tortish	salt yurish	tortish	salt yurish
A	1,9	2,4	1,9	2,4
B	0,010	0,011	0,008	0,009
C	0,00030	0,00035	0,00025	0,00025

Vagonlardan farqli lokomotiv va elektrpoyezdlar harakatiga qarshi solishtirma kuchlar poyezd harakatini holatiga (tortish, salt yurish) bog'liq.

Amalda poyezd harakatga qarshi kuchlarni qiymati har xil bo'lgan bir necha turdagi vagonlardan tarkib topadi. Poyezddagi turli vagonlar massasi Q_1 , Q_2 , Q_3 , va Q_n . U holda sostavning og'irligi $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n$ ga teng.

Har bir turdagi vagonlar guruhi harakatiga qarshi ta'sir etuvchi solishtirma kuchlar qiymati [10] da keltirilgan ifodalar bo'yicha topiladi. Sostav harakatiga qarshi to'la solishtirma kuchlarning ta'siri (W_o'') har bir turdagi vagonlar harakatiga qarshi to'la solishtirma kuchlar ta'sirining yig'indisiga teng, ya'ni

$$W_o'' = Q_1 g \omega_{o(1)}'' + Q_2 g \omega_{o(2)}'' + Q_3 g \omega_{o(3)}'' + \dots + Q_n g \omega_{o(n)}'', \quad (2.15)$$

bunda $\omega_{o(1)}'', \omega_{o(2)}'', \omega_{o(3)}'', \dots, \omega_{o(n)}''$ - birinchi, ikkinchi, uchinchi va h.k. turdagi vagonlar harakatiga qarshi ta'sir etuvchi solishtirma kuchlar, N/kN.

Vagonlar harakatiga qarshi ta'sir etuvchi solishtirma kuch

$$\omega_o'' = \frac{W_o''}{Qg} \quad \text{yoki} \quad \omega_o'' = \frac{Q_1}{Q} \omega_{o(1)}'' + \frac{Q_2}{Q} \omega_{o(2)}'' + \frac{Q_3}{Q} \omega_{o(3)}'' + \dots + \frac{Q_n}{Q} \omega_{o(n)}''. \quad (2.16)$$

Har bir turdagi vagonlarni sostavdagi ulushini deb belgilaymiz. Umumiy holda sostavga ta'sir etuvchi o'rtacha asosiy solishtirma qarshilik quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\omega_o'' = \sum_{i=1}^n \omega_{o(i)}'' \alpha_i, \quad (2.17)$$

bunda α_i - sostav og'irligining i xildagi vagonlar hisobiga to'g'ri keluvchi ulushi, qiymati (2.18) ifodadan aniqlanadi:

$$\alpha_i = \frac{q_i \beta_i}{\sum_{i=1}^n q_i \beta_i}, \quad (2.18)$$

bunda β_i - i xildagi vagonlar sonining sostavdagi umumiy vagonlar soniga nisbati (ulushi).

q_i - i xildagi vagonlarning (brutto) og'irligi.

Ushbu bosqichda hisoblar to'g'ri bajarilgan bo'lsa, quyidagi shart bajarilishi lozim, ya'ni

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1. \quad (2.19)$$

Vagonlarning (brutto) og'irligi qiymati quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$q_i = q_H + q_{yu,i} \cdot \gamma_i \quad (2.20)$$

bunda q_H - i turdagi vagon tarasining og'irligi, q_i ning qiymati [10] da keltirilgan;

$q_{yu,i}$ - i turdagi vagonning hisoblangan yuk ko'tarish qobiliyati qiymati [10] da keltirilgan;

γ_i - i turdagi vagonning hisoblangan yuk ko'tarish qobiliyatidan qanchalik foydalanganligini ko'rsatuvchi koeffitsient.

Poyezd harakatiga qarshi ta'sir etuvchi to'la kuchlar qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$W_o = W_o' + W_o'' \quad (2.21)$$

yoki

$$W_o = P\omega_o'g + Q\omega_o''g. \quad (2.21')$$

Poyezd harakatiga ko'rsatilgan asosiy o'rtacha solishtirma qarshilik - ω_o poyezd harakatining holatiga (rejimiga) bog'liq holda quyidagi ifodalardan aniqlanadi:

a) tortish holatida

$$\omega_o = (\omega_o'Pg + \omega_o''Qg) / (P + Q)g; \quad (2.22)$$

b) salt yurish holatida

$$\omega_{ox} = (\omega_{ox}'Pg + \omega_{ox}''Qg)/(P+Q)g, \quad (2.23)$$

bunda P - lokomotiv og'irligi, t;

Q - vagonlar og'irligi, t;

$\omega_{ox}'(\omega_{ox}'')$ - lokomotiv harakatiga ko'rsatilgan asosiy solishtirma qarshilik, N/kn;

ω_{ox}'' - vagonlar harakatiga ko'rsatilgan asosiy solishtirma qarshilik, N/kn.

Harakatga qarshi asosiy solishtirma kuchlarni aniqlashga 2.4-jadvalda keltirilgan boshlang'ich ma'lumotlar uchun misol ko'rib chiqamiz.

2.4-jadval

Harakatga qarshi asosiy solishtirma kuchlarni aniqlash uchun boshlang'ich ma'lumotlar

Tartib raqami	Ko'rsatkichlar	Ko'rsatkichni xarfli belgisi	Ko'rsatkichni o'lchov birligi	Vagonlar turi	
				To'rt o'qli	Sakkiz o'qli
1	2		3	4	5
1	Yo'l ustki qurilmasi turi	-	-	uzluksiz	
2	Vagon tarasi og'irligi	q_{ti}	t	22,8	43,0
3	Vagonni yuk ko'tarish qobiliyati	$q_{yuk,t}$	t	60,0	120,0
4	Vagonni yuk ko'tarish qobiliyatidan foydalanish koeffitsienti	γ_t	-	0.87	0.90
5	Vagonlarni sostavdagi ulushi	β_t	-	0.75	0.25
6	Vagon podshibnikining turi	-	-	sirpanish	rolikli

Asosiy solishtirma kuchlarni aniqlash quyidagi tartibda amalga oshiriladi:

1. Vagonlarning (brutto) og'irligi qiymati (2.20) ifoda bo'yicha hisoblanadi

- to'rt o'qli vagonlar uchun $q_4 = 22,8 + 60,0 \times 0,87 = 75,0 \text{ t};$

- sakkiz o'qli vagonlar uchun $q_8 = 43,0 + 120,0 \times 0,90 = 151,0 \text{ t}.$

2. Vagon o'qiga ta'sir etuvchi bosim quyidagicha aniqlanadi:

$$q_0 = \frac{q_t}{n_{of}},$$

bunda n_{oi} - i turdagi vagonning g'ildirak o'qlari soni.

to'rt o'qli vagonlar uchun $q_{04} = 75,0/4 = 18,75 \text{ t/o'qqa};$

sakkiz o'qli vagonlar uchun $q_{08} = 151,0/8 = 18,875 \text{ t/o'qqa}.$

3. Sostav og'irligining i xildagi vagonlar hisobiga to'g'ri keluvchi ulushi:

- to'rt o'qli vagonlar uchun $\alpha_4 = \frac{75,0 \cdot 0,75}{75,0 \cdot 0,75 + 151,0 \cdot 0,25} = 0,60;$

- sakkiz o'qli vagonlar uchun $\alpha_8 = \frac{151,0 \cdot 0,25}{75,0 \cdot 0,75 + 151,0 \cdot 0,25} = 0,40.$

4. Tekshirish $\alpha_4 + \alpha_8 = 0,60 + 0,40 = 1,0.$

5. Vagonlar haraatiga qarshi solishtirma kuchlar:

- to'rt o'qli vagonlar uchun

$$\omega_{o(4)}'' = 0,7 + \frac{8,0 + 0,08v + 0,0020v^2}{18,75} = 1,127 + 0,0043v + 0,00011v^2;$$

-sakkiz o'qli vagonlar uchun

$$\omega_{o(8)}'' = 0,7 + \frac{6,0 + 0,026v + 0,0017v^2}{18,875} = 1,018 + 0,0014v + 0,00009v^2.$$

6. Vagonlar harakatiga qarshi asosiy solishtirma kuchlar

$$\omega_o'' = 0,60(1,127 + 0,0043v + 0,00011v^2) + 0,40(1,018 + 0,0014v + 0,00009v^2) = 1,0834 + 0,0031v + 0,000102v^2.$$

7. Lokomotiv harakatiga qarshi asosiy solishtirma kuchlar

tortish holatida $\omega_o' = 1,9 + 0,008v + 0,00025v^2;$

salt yurish holatida $\omega_{ox}' = 2,4 + 0,011v + 0,00035v^2.$

Lokomotiv va vagonlar harakatga qarshi asosiy to'la kuchlar w_o' va w_o'' nyutonda (N), solishtirma kuchlar ω_o' va ω_o'' nyuton/kilonyuton (N/kN) da o'lchanadi.

2.4.2 Harakatga qarshi qo'shimcha kuchlar

Poyezd nishablikda harakatlenganda uning og'irlik kuchidan hosil bo'luvchi harakatga qarshi qo'shimcha qarshilik (2.4-rasm) nishablikning qiymatiga bog'liq holda quyidagicha aniqlanadi:

$$W_i = 1000(P+Q)g \sin \alpha. \quad (2.24)$$

Nishablikning gradusda o'lchangan qiymati juda kichik bo'lgani uchun (15 ‰ burchak qiymati $0^\circ 51'$ ga teng) $\sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha$ deb qabul qilish mumkin. Nishablik mingliklarda, ya'ni bir ming metrga necha metr ko'tarilish yoki tushish to'g'ri kelishi ifodalanishini inobatga olsak, $\operatorname{tg} \alpha = i / 1000$. U holda nishablikdan hosil bo'luvchi harakatga qarshi to'la kuch quyidagiga teng:

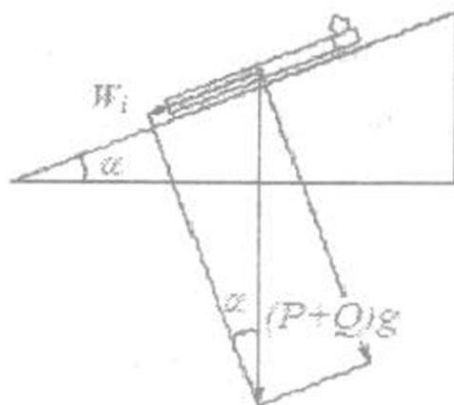
$$W_i = 1000(P+Q)gi / 1000 = (P+Q)gi, \quad (2.25)$$

solishtirma kuchlar esa

$$\omega_i = \frac{W_i}{(P+Q)g} = \frac{(P+Q)gi}{(P+Q)g} = i, \quad (2.25')$$

Masalan, poyezd 8 ‰ lik nishablikda harakatlansa, uning harakatiga qarshi qo'shimcha 8 N/kN kuch ta'sir etadi.

2.4-rasm. Poyezdning og'irlik kuchidan nishablikda hosil bo'luvchi harakatga qarshi qo'shimcha kuch



Poyezd egrilikda harakatlenganda harakatga qarshi qo'shimcha kuchlar (ω_r) quyidagi sababalarga ko'ra hosil bo'ladi:

1. Ekipajni egrilikda burilganda ko'ndalang sirpanishidan;

2. Tashqi va ichki g'ildiraklarning turlicha harakatlangani oqibatida bandajni bo'ylama sirpanishidan;

3. Hosil bo'lgan markazdan qochirma kuch ta'sirida bandajni tashqi relsni ichki tomoniga siqilishidan.

Egrilikdan hosil bo'ladigan harakatga qarshi qo'shimcha kuchlar qiymati quyidagilarga bog'liq: egrilik radiusi, burilish burchagi, iz oralig'i masofasi, g'ildiraklar diametri, harakat vositasining birk bazasi uzunligi, harakat tezligiga.

Harakatga qarshi qo'shimcha kuchlarni aniqlashni ikki emperik ifodasi mavjud:

1. Tasarrufdagi temir yo'llarda faqat doiraviy egrilik radiusining funksiyasi sifatida $\omega_r = \frac{700}{R}$,

agar $R = \frac{57,3S_e}{\alpha}$ ekanligini inobatga olinsa,

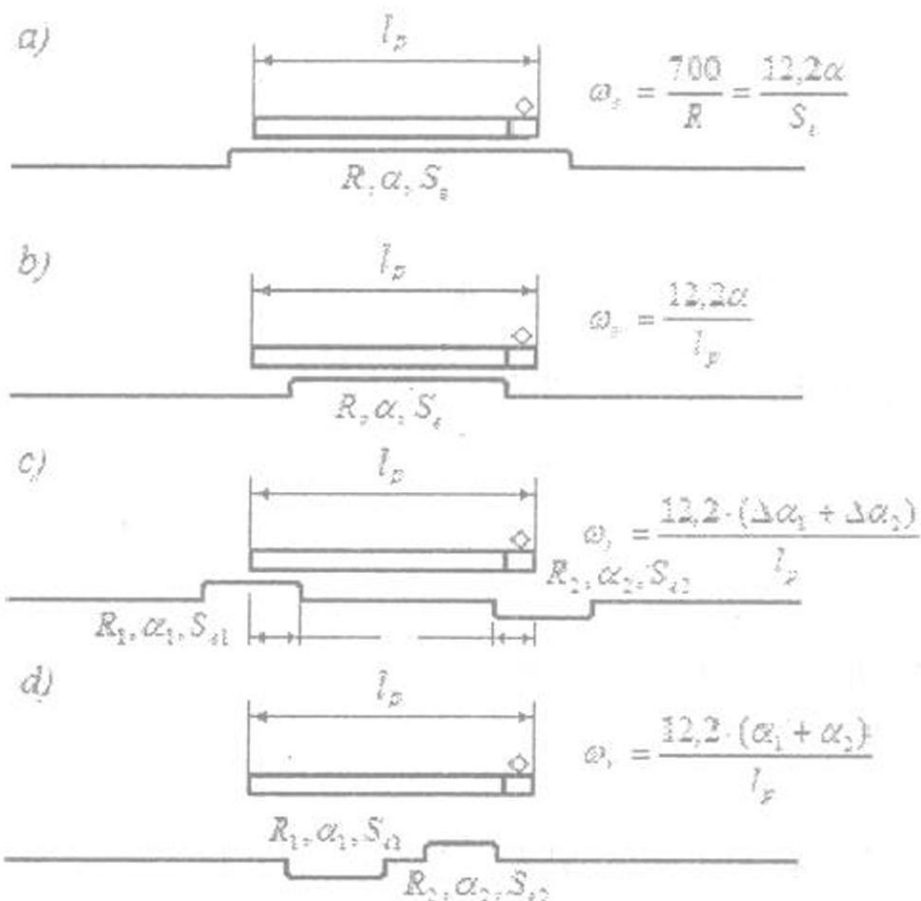
$$\omega_r = \frac{12,2\alpha}{S_e}, \quad (2.26)$$

bunda α - egrilikni burilish burchagi;

S_e - egrilik uzunligi.

(2.26) ifoda poyezd uzunligi egrilik uzunligidan kichik bo'lganda qo'llanilishi mumkin (2.5-rasm). Agar poyezd uzunligi egrilik uzunligidan katta bo'lsa, (2.27) ifodani qo'llash maqsadga muvofiqdir.

$$\omega_r = \frac{12,2\alpha}{l_p}, \quad (2.27)$$



2.5-rasm. Egrilikdan hosil bo'luvchi harakatga qarshi qo'shimcha kuchlar:

a - egrilik uzunligi poyezd uzunligidan katta; b - egrilik uzunligi poyezd uzunligidan kichik;
s, d - poyezd bir vaqtini o'zida ikki egrilikda joylashgan

2. Temir yo'llarni loyihalash va yuqori darajadagi aniqlik talab qilinganda,

$\omega_r = \frac{200}{R} + 1,5\tau_r$ yoki $R = \frac{57,3S_e}{\alpha}$ ekanligini inobatga olib, poyezd uzunligi egrilikdan kichik bo'lganda

$$\omega_r = 3,5 \frac{\alpha}{S_e} + 1,5\tau_r, \quad (2.28)$$

bunda τ_r - so'ndirilmagan tezlanish qiymati.

Poyezd uzunligi egrilik uzunligidan katta bo'lsa, (2.28) ifodani quyidagicha yozish mumkin:

$$\omega_r = (3,5 \frac{\alpha}{S_e} + 1,5 \tau_r) \frac{S_e}{l_p} . \quad (2.29)$$

So'ndirilmagan tezlanish qiymati me'riy hujjatlarda berilishi yoki quyidagicha hisoblanishi mumkin

$$\tau_r = \frac{v^2}{13R} - \frac{h}{S} g . \quad (2.30)$$

Tortish hisoblarida egrilikdan hosil bo'ladigan harakatga qarshi qo'shimcha kuchlar qiymat jihatdan teng bo'lgan nishablik bilan almashtiriladi.

2.5. Lokomotivning tortish kuchi

Hozirgi kunda mamlakatimiz temir yo'llarida yuk va yo'lovchilar tashish jarayonida asosan teplovozlar, doimiy va o'zgaruchan tokdagi elektrvozlardan foydalaniladi. Asosiy tortish harakatlantirgichi sifatida ushbu lokomotivlarning barchasida doimiy tokdagi elektr harakatlantirgichlar qo'llaniladi.

Har bir yetakchi o'qga bittadan tortish elektr harakatlantirgich to'g'ri keladi. Ular yetakchi o'q bilan bir pog'onali reduktor (tishli uzatgich) vositasida ulangan.

Elektrovozlar elektr harakatlantirgichlar uchun energiyani tashqi manbadan, ya'ni kontakt tarmog'idan oladi. Teplovozlar avtonom ravishda ishlaydigan lokomotivlar hisoblanadi, elektr energiyasi ularda o'rnatilgan quvvatli dizel-generatorlar tomonidan ishlab chiqariladi.

Tortish harakatlantirgichi o'qida M aylantiruvchi moment hosil qilinadi. g'ildirakning aylanuvchi o'qidagi moment esa quyidagiga teng:

$$M' = \mu M \eta_{uz}, \quad (2.31)$$

bunda η_{uz} - tishli uzatgichning foydali ish koeffitsienti;

μ - tishli uzatgichning uzatish nisbati.

Tishli uzatgichning uzatish nisbati elektr harakatlantirgich va g'ildirak o'qlarining radiusiga (tishlar soniga) bog'liq holda aniqlanadi, ya'ni $\mu = r_1 / r_2$ ga teng.

Yetakchi g'ildirakni relsga tekkan qandaydir A nuqtasi o'ng tomonga sirpanishga harakat qiladi. Bu holda g'ildirakka chap tomonga yo'nalgan ishqalanish kuchi ta'sir etadi. Tortish kuchini paydo bo'lishi uchun zarur bo'lgan ushbu kuch lokomotivni chapga harakatlanishga majbur etadi.

Agar ishqalanish kuchini qiymati yetarlicha bo'lmasa harakat yuzaga kelmaydi. Ushbu kuchning qiymati yetakchi g'ildirakka tushayotgan og'irlik kuchiga bog'liq.

Agar yetakchi o'qqa tishli uzatgich orqali M' moment uzatilsa, g'ildirak diametri D bo'lsa, g'ildirak gardishidagi tortish kuchi $F = M' / (D/2)$ ga teng bo'ladi. Tashqi tortish kuchini paydo bo'lishining asosiy sharti bo'lgan g'ildirak va rels orasidagi ishqalanish kuchi tortish kuchidan kichik bo'lmasligi kerak, ya'ni

$$F \leq p_o g \psi_u, \quad (2.32)$$

bunda ψ_u - hisoblangan ilinish koeffitsienti;

p_o - lokomotivning bir o'qiga tushayotgan og'irligi.

G'ildirak gardishiga qo'yilgan tortish kuchi urinma tortish kuchi deyiladi va F_u ([10] da va boshqa adabiyotlarda F_x deb belgilanadi.

Tasarruf sharoitida urinma tortish kuchining eng katta qiymati g'ildirak o'qiga tushayotgan og'irlik kuchi p_o va hisoblangan ilinish koeffitsienti ψ_i ga bog'liq. Zamonaviy lokomotivlarning barcha o'qlari yetakchi bo'lgani uchun hisoblarda lokomotiv og'irligini (P) inobatga olish kerak.

Lokomotiv tortish kuchini ilinish bo'yicha chegaralanishi

$$F_{u(i)} \leq 1000\psi_i P g, \quad (2.33)$$

Ilinish koeffitsientining hisoblangan qiymati tajribaviy harakatlar natijasini umumlashtirish natijasida aniqlangan. Emperik usulda topilgan ifoda strukturasidan ko'rinib turibdiki, hisoblangan ilinish koeffitsientining qiymati tezlik ortgan sari kamayib boradi.

$$\psi_i = a + \frac{b}{c + dv} - ev, \quad (2.34)$$

bunda a, b, c, d, e - emperik ifoda koeffitsientlari.

(2.34) ifodadagi koeffitsientlarning tavsiya etilgan qiymatlari [10] dan ko'chirma sifatida 2.5-jadvalda keltirilgan.

Tortish hisoblarida urinma tortish kuchidan foydalanish qabul qilingan.

Turli lokomotivlar uchun emperik ifoda qiymatlari

Lokomotiv turi	Koeffitsientlar				
	a	b	c	d	e
1	2	3	4	5	6
Doimiy tokdagi elektrovozlar VL 10, VL 11, VL 10u, VL 82 (BJI 10, BJI 11, BJI 10 ^y , BJI 82)*	0,28	3	50	20	0,0007
O'zgaruvchan tokdagi elektrovozlar VL 60, VL 60t, VL 60pk, VL 80t, VL 80k, VL 80r, VL 80s (BJI 60, BJI 60 ^T , BJI 60 ^{mx} , BJI 80 ^r , BJI 80 ^r , BJI 80 ^p , BJI 80 ^c)*	0,28	4	50	6	0,0006
Teplovozlar TE 10, 2TE10 L (TЭ 10, 2TЭ10 Л)	0,18	4	22	1	0
Teplovozlar TE 2, TE 3, M 62, 2TE10V, 2TE10M, 2TE10 116, 3 TE10M (TЭ 2, TЭ 3, M 62, 2TЭ10B, 2TЭ10M, 2TЭ10 116, 3 TЭ10M)*	0,118	5	27,5	1	0

Izoh: * rasmiy adabiyotlarda [10] lokomotivlarni belgilanishi

Hisoblangan nishablarda kichik radiusli egriliklar ilinish koeffitsientining qiymatiga katta ta'sir ko'rsatadi va uni kamayishiga olib keladi. Ilinish koeffitsientining qiymatini aniqlash uchun [10] da keltirilgan K_e ga ko'paytirish lozim. Elektrovozlar radiusi 500 m dan kichik radiusli egrilikda haraktlanganda,

$$K_e = \frac{250 + 1,55R}{500 + 1,10R} \quad (2.35)$$

Teplovozlar radiusi 800 m dan kichik radiusli egrilikda haraktlanganda,

$$K_e = \frac{3,5R}{400 + 3R} \quad (2.36)$$

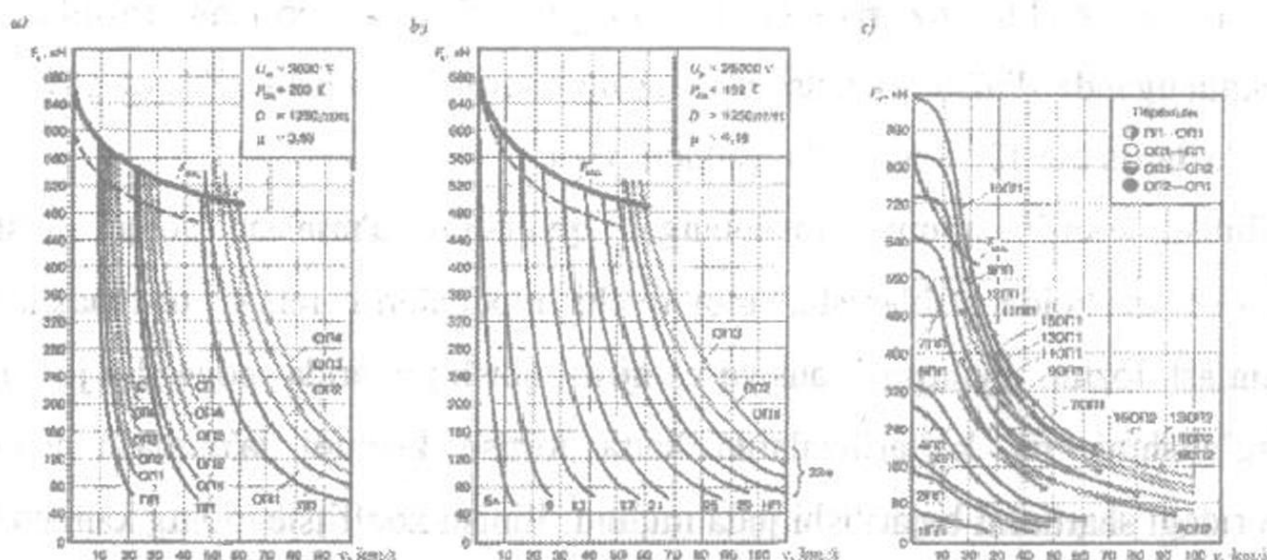
Masalan, elektrovoz radiusi 400 m yoki 300 m bo'lgan egriliklarda harakatlanganda ilinish koeffitsientining qiymati mos ravishda 7% va 14% ga, teplovozlarda esa 12 % va 19% ga kamayadi.

Ilinish koeffitsientining hisoblangan qiymatini ta'minlash uchun relslar doimo toza holda ushlanishi, moylovchi moddalarni relsga tushmasligini ta'minlash lozim. Ayniqsa, stansiya va ajrim qilish joylarida poyezdni joyidan qo'zg'alishini, tik ko'tarilishlarda katta tortish kuchini ta'minlash uchun yuqoridagi shartlarni bajarilishi juda muhim. Ilinish koeffitsientining kamayishi lokomotivni joyida turib buksovat qilishiga, oxir oqibatda rels va gildiraklarni jadal yemirilishiga olib keladi.

Tortish hisoblarini bajarish uchun lokomotivni ishchi diapazonidagi, ya'ni tezlikni $v=0$ dan v_{kon} (konstruksion) gacha oraliqda $\Delta v = 5+10$ km/s qadam bilan aniqlangan tortish kuchi haqida ma'lumotga ega bo'lish kerak. Ushbu ma'lumot lokomotivni pasportida yoki $F_w = f(v)$ ko'rinishdagi tortish tavsifida keltiriladi. Misol tariqasida VL 10^y, VL 80^C va VL 80^T, 2 TE 10^B va 2 TE 10^M lokomotivlarining soddalashgan ko'rinishga ega bo'lgan tortish tavsiflari keltirilgan (2.6-rasm).

Ushbu tortish tavsiflarini hammasi uchun umumiy xol - tortish kuchini g'ildiraklarni rels bilan ilinishi bo'yicha cheklanishidir. (2.33) ifoda bo'yicha hisoblab topilgan qiymatlar lokomotivni tortish tavsiflarida shtrix chiziqlar bilan ko'rsatilgan. Ushbu qiymatlar poyezd massasini hisoblangan tezlikkacha tezlanish sharti bo'yicha tekshirishlarda qo'llaniladi. Masalan, poyezd ajrim qilish joyidan qo'zg'alib, hisoblangan tik ko'tarilishda harakatlanayotganda.

Ma'lum tezlikdan boshlab lokomotivlarni tortish kuchini cheklash kerak: eletrovozlarda tortish harakatlantirgichlari soni va quvvatini; teplovozlarda dizelning quvvatini.

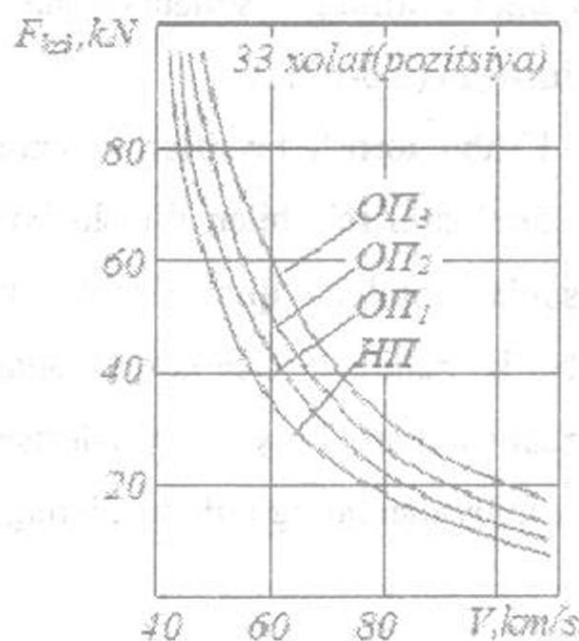


2.6-rasm. Lokomotivlarning tortish tavsiflari:

a - VL 10^y; b - VL 80^C va VL 80^T; v - 2 TE 10^B va 2 TE 10^M.

Yetakchi o'qdagi g'ildiraklar gardishiga qo'yilgan tortish kuchi chiziqli ko'rinishda tasvir etilishi mumkin (2.7-rasm). Ushbu egriliklar tortish elektr harakatlantirgichlarni xususiyatlarini tezlikka bog'liq holda qanday o'zgarishini izohlaydi.

Bir turdagi tortish elektr harakatlantirgichini, turli xil uzatish nisbati μ va yetakchi g'ildiraklar diametri D ga ega bo'lgan lokomotivlarga o'rnatib tortish kuchi va tezlikni turli qiymatlariga erishish mumkin. Ya'ni tortish quvvati katta yoki harakat tezligi yuqori bo'lgan lokomotivlarni yaratish mumkin.



2.7-rasm. Yetakchi g'ildirak gardishiga qo'yilgan tortish kuchini tezlikka bog'liq holda o'zgarishi (NB-418 K harakatlantirgichlari)

Tortish elektr harakatlantirgichini aylanish chastotasi (n), yetakchi g'ildirakni diametri (D) va uzatish nisbatini (μ) bilgan holda lokomotivning chiziqli tezligini aniqlash mumkin.

$$v = \frac{60\pi Dn}{1000\mu} \quad (2.37)$$

Lokomotivni tortish kuchi tortish elektr harakatlantirgichlar sonini quvvati ko'paytmasiga tengdir. Lokomotivning harakat tezligi kuchlanishni qiymatiga (U_k) to'g'ri mutanosib va magnit oqimiga (Φ) esa teskari mutanosib, ya'ni

$$v = \frac{U_k - I_k r}{c\Phi}, \quad (2.38)$$

bunda I_k - elektr harakatlantirgich toki, A;

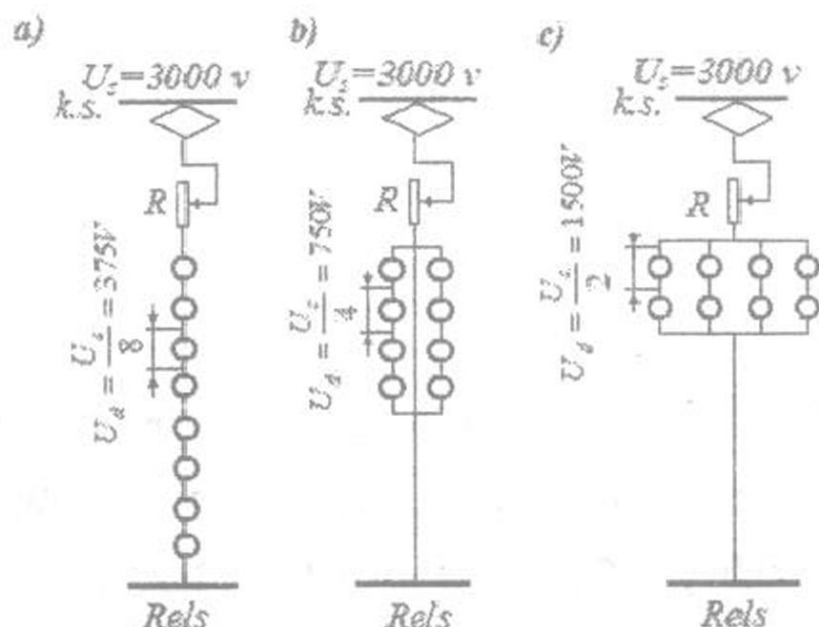
Φ - magnit oqimi;

r - elektr harakatlantirgich qarshiligi;

s - elektr harakatlantirgich konstruksiyasini inobatga oluvchi koeffitsient.

Doimiy tok sistemasida kontakt tarmoq'ida kuchlanish 3000 V ni tashkil etadi, ya'ni $U_k = const$.

Tortish elektr harakatlantirgichlarining ishchi kuchlanishi 1500V. Poyezd joyidan qo'zg'alayotganda va tezlashayotganda elektr harakatlantirgichlarga berilayotgan tok kuchi to'la bo'lishi shart emas. Doimiy tok sistemasidagi elektrovozlarda kuchlanish qiymati turli ulanish sxemalarini qo'llash va magnit oqimini o'zgartirish hisobiga amalga oshiriladi (2.8-rasm).



2.8-rasm.

Doimiy tok sistemasidagi sakkiz
o'qli elektrovoz elektr
harakatlantirgichlarini ulash
sxemalari:
a - "ketma ket" (C);
b - "ketma ket -parallel" (CP);
c - parallel (P).

Elektr harakatlantirgichlarni har bir ulanish sxemasida ("C", "CP", "P") magnit oqimini susaytirishning 5 ta pog'onasi mavjud (PP, OP1, OP2, OP3, OP4). Shuning uchun lokomotivning tortish tavsifida 15 ta tavsif mavjud. Tortish hisblarida doimiy tok sistemasidagi elektrovozlarning "P - OP3" tavsifidan foydalaniladi.

O'zgaruvchan tok sistemasidagi elektrovoz elektr harakatlantirgichlari parallel ulangan bo'lib, ularda kuchlanishni o'zgartirish transformatorning ikkilamchi o'ramida ulangan o'ramlar sonini (holati, "pozitsiya" sini) o'zgartirish hisobiga amalga oshiriladi. Poyezd joyidan qo'zg'alib tezlangungacha mashinist "pozitsiya" larni o'zgartirib kuchlanishni U ni o'zgartirib boradi va hisoblangan holatga, "pozitsiya" olib chiqadi. Doimiy tok sistemasidagi elektrovozlarning tortish tavsifida bir nechta "pozitsiya" ga (5 p, 9, 13, 17, 21, 25, 29, 33 p) va magnit oqimini susaytirish (OP1, OP2, OP3) holatlariga mos egriliklar keltirilgan. Tortish hisoblarini bajarishda o'zgaruvchan tok sistemasidagi elektrovozlarning "33p -OP2" tavsifidan foydalaniladi.

Teplovozlar avtonom elektr manbai, dizel-generatorga ega. Generatorda hosil qilingan tok doimiy tok - sistemasidagi elektr harakatlantirgichlarni harakatga keltiradi. "Dizel-generator - elektr harakatlantirgichlar" tizimi avtomatlashtirilgan boshqarishga ega. Mashinist kontroller dastasi holatini o'zgartirib dizel silindrlariga berilayotgan yonilg'i miqdorini, ya'ni dizel o'qini aylanish chastotasini (quvvatini) o'zgartiradi. Teplovozlarni tortish tavsiflarida kontrollerni turli holatlariga xos tavsiflar keltirilgan. Tortish hisoblarini bajarishda teplovozning "15p-OP2" tavsifidan foydalaniladi.

Teplovozlarning tortish tavsiflari standart atmosfera sharoiti uchun berilgan, ya'ni harorat $t=20^{\circ}\text{C}$, atmosfera bosimi $H=760$ mm simob ustuni. Harorat $t>20^{\circ}\text{C}$, atmosfera bosimi $H<760$ mm simob ustuni bo'lgan hollarda lokomotivning tortish kuchi kamayadi. Shunig uchun issiq iqlimli va tog' sharoitida yangi temir yo'llar loyihalanganda lokomotivning tortish kuchi ($1-k_t-k_p$) koeffitsientiga ko'paytirilishi kerak. k_t, k_p koeffitsientlar mos ravishda havo harorati va atmosfera bosimini inobatga oladi, ularning qiymati [10] dagi 25 va 26-jadvalda keltirilgan.

2.6. Poyezdni sekinlashtiruvchi kuchlari

Poyezdning harakat tezligini kamaytirish, to'la to'xtatish yoki tik qiya-likdan tushishda tezligini bir maromda ushlab turish uchun sekinlashtirish vositalaridan foydalaniladi.

Sekinlashtiruvchi kundalarni vagon g'ildiraklari gardishiga siqilishi yoki lokomotivlarning tortish elektrharakatlantirgichlarini generator holatiga o'tkazilishi, ya'ni harakatlantirgich o'qida sekinlashtiruvchi moment hosil qilish natijasida, poyezdni sekinlashishi yuz beradi. Harakatlantirgichlar tomonidan ishlab chiqarilgan elektr energiyasi qaytadan kontakt tarmoqiga qaytariladi

(elektr tortishda rekuperativ sekinlashish) yoki lokomotiv rezistorlarida so'ndiriladi (elektr va toeplovoz tortishda rezistorli sekinlashish).

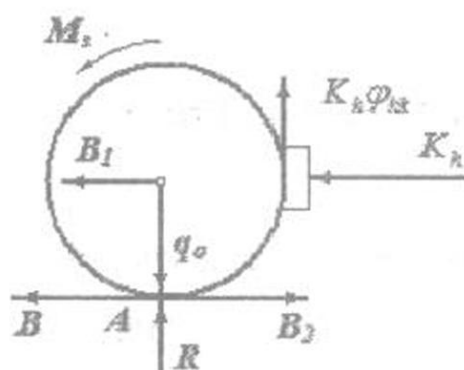
Sekinlashtiruvchi kundani g'ildirak gardishiga kuch bilan siqilishi natijasida $K_h \varphi_{hk}$ qiymatga teng ishqalanish kuchi hosil bo'ladi, bunda φ_{hk} g'ildirak va gardish orasidagi hisoblangan ishqalanish koeffitsienti.

Natijada quyidagi qiymatga teng sekinlashtiruvchi moment hosil bo'ladi

$$M_z = K_h \varphi_{hk} \frac{D}{2}, \quad (2.39)$$

bunda D - g'ildirak diametri.

Sekinlashtiruvchi moment M_z ni yelkasi $\frac{D}{2}$ ga teng bo'lgan B_1 va B_2 kuchlar juftligi bilan almashtirish mumkin. Juft kuchlarning har birini qiymati $K_h \varphi_{hk}$ ga teng. Ushbu kuchlardan biri g'ildirakni relsga tekkan qandaydir A nuqtasida g'ildirakdan relsga qo'yilgan (2.9 -rasm).



2.9 -rasm. Sekinlashtiruvchi kuchni hosil bo'lishi

Shu nuqtada relsdan g'ildirakga qo'yilgan va harakatga qarshi yo'nalgan, qiymat jihatdan quyidagiga teng sekinlashish kuchi hosil bo'ladi

$$B = K_h \varphi_{hk}. \quad (2.40)$$

Sekinlashtiruvchi kuch g'ildirakdan relsga qo'yilgan ilinish kuchidan katta bo'lishi kerak, aks holda g'ildiraklarni bir joyda sirpanish holati yuzaga keladi. G'ildirakni bir joyda aylanish holati yuz bermasligi va poyezdning harakati yuzaga kelishi uchun quyidagi shart bajariishi kerak:

$$K_h \varphi_{hk} < P_{vc} \psi, \quad (2.41)$$

bunda P_{vc} - vagonning bir o'qiga to'g'ri keluvchi og'irligi;

ψ - ilinish koeffitsienti.

Poyezdni to'xtatuvchi (sekinlashtiruvchi) kuch, sekinlashtiruvchi kundalarni (kolodkalarni) sostav o'qlariga umumiy bosish kuchiga bog'liq holda quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$B_s = 1000 \varphi_{hk} \sum K_h, \quad (2.42)$$

bunda K_h - sekinlashtiruvchi kundalarga ta'sir qiluvchi hisoblangan

kuchlar yig'indisi, N;

φ_{hk} - sekinlashtiruvchi kundalarni g'ildirak gardishi bilan muloqotda

bo'lganda hosil bo'luvchi ishqalanish koeffitsienti.

G'ildirak gardishi va sekinlashtiruvchi kundalar orasidagi hisoblab topiladigan ishqalanish koeffitsientining qiymati sekinlashtiruvchi kundalarning turiga bog'liq holda [10] ga binoan quyidagi formulalardan aniqlanadi:

- standartli cho'yan va fosforli kundalar uchun

$$\varphi_{\pi} = 0.27 \frac{v + 100}{5v + 100}; \quad (2.43)$$

- kompozitsion kundalar uchun

$$\varphi_{\kappa\varphi} = 0,36 \frac{v + 150}{2v + 150}, \quad (2.44)$$

bunda v - poyezdning tezligi, km/soat.

Vagonning sekinlashtiruvchi kundasiga ta'sir etuvchi, hisoblab topiladigan bosish kuchining qiymati [2] dagi 3-jadvalda keltirilgan.

Poyezdning solishtirma to'xtatuvchi kuchi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$b_t = \frac{B_t}{(P + Q)g} = 1000 \varphi_{\kappa\varphi} \theta_h, \quad (2.45)$$

bunda θ_h - poyezdning hisoblab topiladigan sekinlashtiruvchi koeffitsienti, N/kN.

Kundalarga ta'sir etuvchi hisoblangan kuchlarning yig'indisi quyidagicha topiladi:

$$\sum K_h = \sum K_{hi} n_i n_{oi}, \quad (2.46)$$

bunda K_{hi} - i turdagi vagonning sekinlashtiruvchi kundasiga ta'sir etuvchi, hisoblab topiladigan bosish kuchi, N [10];

n_i - i turdagi vagonlar soni, dona;

n_{oi} - i turdagi vagonlarda g'ildiraklar o'qining soni.

Favqulotdagi holatlarda to'xtashda hisoblangan sekinlashish koeffitsientining to'la qiymati, xizmat yuzasidan to'la to'xtashda 0,8 qismi, xizmat yuzasidan to'xtashda (ajrim qilish punktlarida to'xtash uchun) 0,5 qismi qabul qilinadi.

2.7. Sostav og'irligi va poyezd uzunligini hisoblash

Sostav og'irligi lokomotivning tortish kuchi va poyezdning kinetik energiyasidag to'la foylangan holda aniqlanadi.

Temir yo'lining bo'ylama qirqimiga bog'liq holda poyezdning tezligi va kinetik energiyasi muntazam o'zgarib turadi. Bundan tik ko'tarishlar istesnodir, chunki poyezd tik ko'tarilishda harakatlanayotganda ma'lum vaqt o'tgach uning tezligi doimiy bo'ladi.

Ma'lum turdagi lokomotivda sostav og'irligini aniqlash uchun loyihalalanayotgan yoki mavjud temir yo'lining bo'ylama qirqimi tahlil qilinadi, poyezd o'zgaruchan tezlik harakatlanadigan uchastkalar va doimiy tezlik bilan harakatlanadigan tik ko'tarishlar belgilanadi. Masala peregondagi eng qiyin ko'tarilishni belgilash va uning uchun sostav og'irligini aniqlashdan iborat.

2.7.1 Sostav og'irligini tezlik barqaror bo'lganda aniqlash

Sostav og'irligi eng qiyin ko'tarilishni ikki holati uchun aniqlanadi:

- uzunligi katta bo'lgan tik ko'tarilish, unda poyezd tezligi kamayadi va doimiy (v_k) bo'lib qoladi (yoki barqaror);
- uzunligi nisbatan kichik, poyezd tezligi kamayadi, lekin doimiy tezlik (v_k) darajasiga tushishga ulgurmaydi (yoki tezlik beqaror).

Bu ikki hol uchun sostav og'irligi turlicha aniqlanadi, lekin ularni bir narsa umumlashtiradi - ikkala holda ham poyezd tezligi harakatdagi lokomotiv uchun belgilangan tezlikdan (v_k) kichik bo'lmasligi kerak.

Agar poyezd birinchi shartda ko'rsatilgan holatda, ya'ni hisoblangan ko'tarilish nishabi i , (rahbar nishablik) doimiy va v_k ga teng tezlik bilan

harakatlansa, unga ta'sir etuvchi kuchlar quyidagi tenglikni qanoatlantirishi kerak:

$$F_{u(h)} = Pg(\omega'_o + i_r) + Qg(\omega''_o + i_r) \quad (2.47)$$

Lokomotiv (ω'_o) va vagonlar (ω''_o) harakatiga ta'sir etuvchi solishtirma qarshilik kuchlari [10] binoan aniqlanadi.

Sotav og'irligi quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi:

$$Q = \frac{F_{u(h)} - Pg(\omega'_o + i_r)}{(\omega''_o + i_r)g} \quad (2.48)$$

Misol tariqasida 2.4.1 - badda keltirilgan boshlang'ch ma'lumotlar uchun, rahbar nishablik qiymati $i_r = 12\%$, uzluksiz yo'lda, sostav VL 80k elektrovozi va 2TE 116 teplovozi bilan harakatga keltirilganda sostav og'irligini aniqlash ko'rib chiqiladi.

Lokomotivlarning texnik tavsiflari 2.6-jadvalda keltirilgan.

2.6-jadval

Lokomotivlarning texnik tavsiflari

№	Ko'rsatkichlar	O'lchov birligi	Xarfli ifodasi	Lokomotiv turi	
				VL 80k	2TE 116
1	2	3	4	5	6
1	Hisoblangan tezligi	Km/s	v_h	44,2	24,2
2	Hisoblangan tortish kuchi	N	$F_{u(h)}$	480690	496386
3	Og'irligi	t	P	184	271

Lokomotiv (elektrovoz) harakatiga qarshi solishtirma kuchlar

$$\omega'_o = 1,9 + 0,008v + 0,00025v^2 = 1,9 + 0,008 \times 44,2 + 0,00025 \times (44,2^2) = 2,74 \text{ N/kN.}$$

Vagonlar harakatiga qarshi solishtirma kuchlar

$$\omega''_o = 1,0834 + 0,0031v + 0,000102v^2 = 1,0834 + 0,0031 \cdot 44,2 + 0,000102 \cdot (44,2)^2 = 1,4197 \text{ N/kN}.$$

Sostav og'irligi

$$Q = \frac{480690 - 184 \cdot 9,81(2,74 + 12)}{9,81(1,4197 + 12)} = 3449,18 \approx 3450 \text{ t}.$$

Xuddi shunday teplovoz harakatiga qarshi kuchlar

$$\omega''_o = 1,9 + 0,008v + 0,00025v^2 = 1,9 + 0,008 \cdot 24,2 + 0,00025 \cdot (24,2)^2 = 2,24 \text{ N/kN}.$$

Vagonlar harakatiga qarshi solishtirma kuchlar

$$\omega''_o = 1,0834 + 0,0031v + 0,000102v^2 = 1,0834 + 0,0031 \cdot 24,2 + 0,000102 \cdot (24,2)^2 = 1,2181 \text{ N/kN}.$$

Sostav og'irligi

$$Q = \frac{496386 - 271 \cdot 9,81(2,24 + 12)}{9,81(1,21 + 12)} = 3538,3 \approx 3550 \text{ t}.$$

2.7.2. Sostav og'irligini tezlik beqaror bo'lganda aniqlash

Sostav og'irligini eng qiyin ko'tarilishning uzunligi nisbatan kichik, poyezdning tezligi doimiy tezlik (v_k) darajasiga tushishga ulgurmaydigan xol, ya'ni tezlik beqaror bo'lgan hol uchun aniqlaymiz.

Poyezd bunday bo'ylama qirqimda harakatlanganda, nishablikdan tushishda kinetik energiya to'playdi va ko'tarilishlarda uni sarflaydi.

Harakatdagi poyezdning tezligi v_k va og'irligi $(P+Q)$ bo'lsa, uning kinetik energiyasi quyidagiga teng:

$$T = M(1+\gamma) \cdot \frac{v^2}{2} = \frac{(P+Q)}{g} \cdot 1000 \cdot (1+\gamma) \frac{v^2}{2 \cdot 3,6^2}. \quad (2.49)$$

1000 va 3,6 koeffitsientlari yordamida km/s ga o'tishini inobatga olsak,

$$T = 4,17(P+Q) \cdot v^2. \quad (2.50)$$

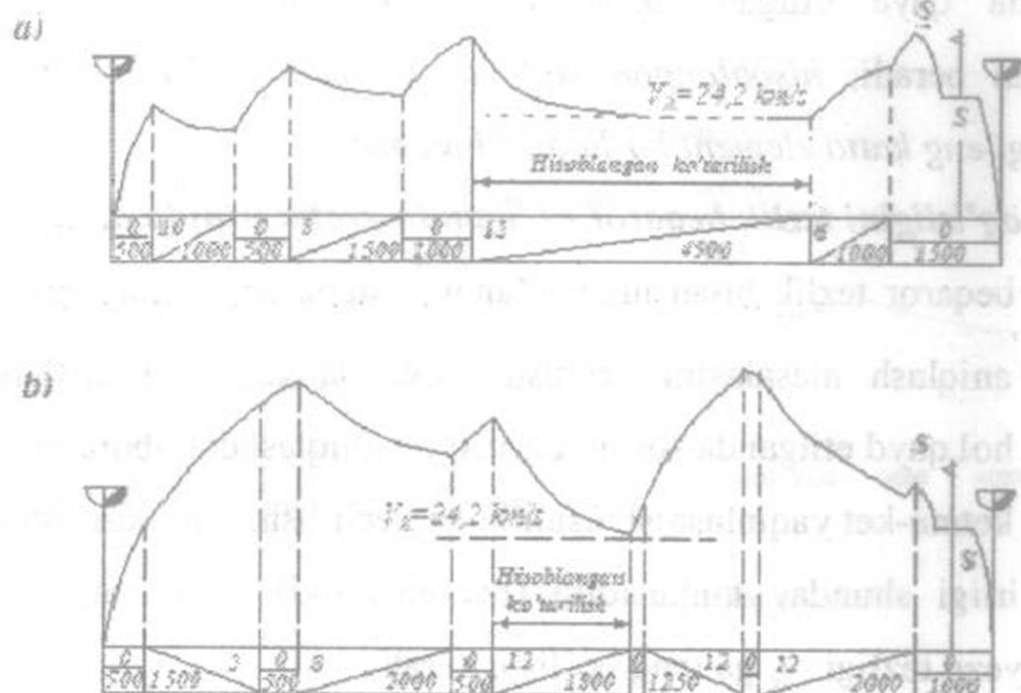
Ushbu to'plangan kinetik energiya ikki maqsadda sarflanishi mumkin:

1. Sostav og'irligini, poyezdni doimiy (barqaror) tezlik bilan harakatlanayotganda aniqlangan og'irligiga nisbatan oshirish uchun;
2. Hisoblangan og'irlikdagi poyezdni, qiymati rahbar nishablikdan katta bo'lgan va inersion ko'tarilish deb ataluvchi ko'tarilishlardan oshib o'tishi uchun.

Poyezdning eng katta og'irligi, inersion ko'tarilishning eng katta uzunligi (yoki nishabligi) ni aniqlash hisoblarida poyezdning tezligi peregonning istalgan nuqtasida ushbu turdagi lokomotiv uchun belgilangan hisoblangan tezlikdan (v_k) kam bo'lmaydi deb qabul qilinadi.

Poyezdni barqaror tezlik bilan harakatlanayotganda sostav og'irligi rahbar nishablikka bog'liq holda aniqlansa, inersion hisoblarda peregon bir butun deb ko'riladi va har bir peregon, yo'nalish uchun *eng tik (hisoblangan)* ko'tarilish topiladi. Peregonlari hisoblangan ko'tarilish deb shunday ko'tarilishga aytiladiki, uning oxirida poyezd tezligi eng kichik qiymatga ega bo'lishi kerak. Hisoblangan ko'tarilishni aniqlash uchun poyezd harakatining tezlik egriligini chizish maqsadga muvofiqdir.

Misol tariqasida ikki peregon, "raz'ezd №1-raz'ezd №2", "raz'ezd №2-raz'ezd №3" peregonlari ko'rib chiqilgan va poyezdning harakat tezligi egriliklari chizilgan (2.10-rasm). Poyezdlar harakati chapdan o'ng tomonga bo'lganda birinchi peregonida nishablik (%)/uzunlik (m) lari mos ravishda 6/1100, 8/1000, 5,5/1600; ikkinchi peregonida esa 4/600, 8/1500, 8/2200 bo'lgan ko'tarilishlar mavjud.



2.10-rasm. Hisoblangan ko'tarilishni aniqlash

Harakat tezligi egriligi tahlili quyidagi xulosalar chiqarish imkoniyatini beradi:

1. Birinchi peregondagi 6/1100, ikkinchi peregondagi 8/2200 elementlar mos ravishda peregonlardagi nishabligi va uzunligi eng katta elementlar emas;

2. Birinchi peregondagi 6/1100 element raz'ezdan so'ng joylashganligi uchun, juda noqulay vaziyatda va ushbu peregonda hisoblangan ko'tarilish hisoblanadi;

3. Ikkinchi peregonda 4/600 elementi noqulay vaziyatda (raz'ezddan keyin) joylashganligiga haramay nishabligi va uzunligi bo'yicha hisoblangan ko'tarilish tariqasida ko'ra olmaydi.

4. Ikkinchi peregondagi 8/1500 va 8/2200 elementlarining nishabi bir xil bo'lishiga qaramasdan hisoblangan ko'tarilish tariqasida uzunligi qisqa element qabul qilinadi. Chunki bu elementni boshlanishida poyezd tezligi eng kichik qiymatga ega.

Yuqorida qayd etilgan fikrlarning tahlili quyidagicha xulosa qilish imkoniyatini beradi: *hisoblangan ko'tarilish, nishablik va uzunlik jihatdan peregondagi eng katta element bo'lmashligi mumkin.*

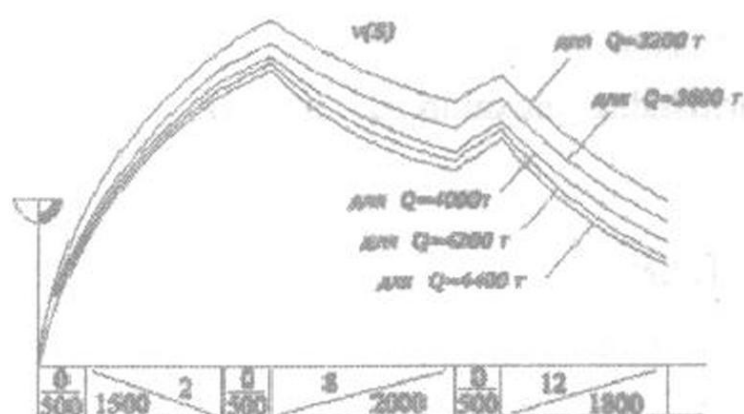
Sostav og'irligini tezlik beqaror bo'lganda grafik usulda aniqlash. Poyezd peregonda beqaror tezlik bilan harakatlanayotganda sostavning qandaydir Q_i og'irligini aniqlash masalasini yechish, hisoblangan ko'tarilishning oxirgi nuqtasida hol qayd etilganda sostav og'irligini aniqlashdan iboratdir.

Masala ketma-ket yaqinlashish usuli bilan yechilishi mumkin. Buning uchun sostav og'irligi shunday tanlanadiki (belgilanadiki), hisoblangan ko'tarilish oxirida poyezd tezligi v_k ga teng bo'lishi kerak.

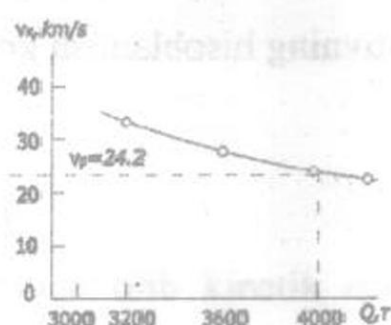
Sostav og'irligining turli qiymatlari Q_{i-1}, Q_i, Q_{i+1} uchun harakat tezligi egriliklari chiziladi va poyezdning hisoblangan ko'tarilish oxiridagi tezliklari $v_{oi-1}, v_{oi}, v_{oi+1}$ aniqlanadi. Harakat tezligi egriligini chizish ko'p mehnat talab qiladigan jarayon bo'lganligi uchun eng kamida uchta egriligini chizish bilan kifoyalanish mumkin.

Sostav og'irligini Q_{i-1}, Q_i, Q_{i+1} ni belgilashda shunday qiymatlarni tanlash kerakki, hisoblangan ko'tarilish oxirida poyezd tezligi v_k dan ham katta, ham kichik bo'lishi kerak. Hisoblangan ko'tarilish oxiridagi tezlik qiymatlarini aniqlab $v_o(Q)$ egriligi chiziladi. Ushbu $v_o = v_k$ egrilikdan $v_o = v_k$ shartni qanoatlantiruvchi Q_i topish mushkul emas (2.11-rasm).

a)



b)



2.11-rasm. Grafik usulda inersion og'irlikni aniqlash

Sostav og'irligini tezlik beqaror bo'lganda analitik usul bilan aniqlash. Tezlik beqaror bo'lganda sostav og'irligini analitik usul bilan aniqlash uchun kinetik energiyani o'zgarish teoremasidan foydalanamiz. Qandaydir tizimni ma'lum masofaga siljiganda kinetik energiyasini ortishi, unga qo'yilgan barcha ichki va tashqi kuchlarning yig'indisiga tengdir, ya'ni:

$$dT = \sum dR_{tashqi} + \sum dR_{ichki} . \quad (2.51)$$

Ushbu ifodani tizimni ma'lum masofaga siljish doirasida integrallash natijasida quyidagini hosil qilamiz

$$T_1 - T_0 = \Delta T = \sum R_{tashqi} + \sum R_{ichki} . \quad (2.52)$$

Hisoblarni soddalashtirish uchun poyezd moddiy nuqta sifatida ko'rilgani uchun o'zgarmas tizimga ta'sir etuvchi ichki kuchlarning ishi nolga teng. Shuning uchun

$$\Delta T = \sum R_{tashqi} \quad (2.53)$$

yoki

$$\Delta T = R_m - R_q - R_k. \quad (2.54)$$

Lokomotivning hisoblangan ko'tarilishdagi mexanik ishi quyidagiga teng:

$$R_m = \int_0^S F_u dS. \quad (2.55)$$

U quyidagicha aniqlanadi

$$R_m = F_{u(o'r)} \cdot S, \quad (2.55')$$

bunda $F_{u(o'r)}$ - hisoblangan ko'tarilishda o'rtacha tortish kuchi;

S - hisoblangan ko'tarilish uzunligi.

O'rtacha tortish kuchi

$$F_{u(o'r)} = \frac{1}{S} \int_0^S F_u dS \approx \frac{1}{R} \sum_{i=1}^m F_u \Delta S_i. \quad (2.56)$$

Harakatga qarshi kuchlarning hisoblangan ko'tarilishda bajargan ishi

$$R_q = (P + Q) \cdot \omega_{o(r)} \quad (2.57)$$

bunda $\omega_{o(r)}$ - harakatga qarshi o'rtacha solishtirma kuch, qiymati o'rtacha tezlikga bog'liq holda quyidagicha aniqlanadi:

$$\omega_{o(r)} = f\left(\frac{v_{\bar{e}} + v_o}{2}\right). \quad (2.58)$$

Og'irlik kuchining hisoblangan ko'tarilishda bajargan ishi

$$R_h = (P + Q) \cdot (H_o + H_b) \cdot 10^3 = (P + Q) \cdot \Delta h \cdot 10^3. \quad (2.59)$$

Lekin, $\Delta h = i \cdot S$, u holda

$$R_h = (P + Q) \cdot i \cdot S. \quad (2.60)$$

Yuqoridagi (2.49) va (2.50) ifodalarni inobatga olib kinetik energiyani ortishi

$$\Delta T = \frac{(P + Q)}{g} \cdot 1000 \cdot (1 + \gamma) \cdot \frac{v_o^2 - v_b^2}{2 \cdot 3,6^2} = 4,17 \cdot (P + Q) \cdot (v_o^2 - v_b^2). \quad (2.61)$$

(2.61), (2.55'), (2.57), (2.60) ifodalarni (2.54) ifodaga q'o'yamiz.

$$4,17 \cdot (P + Q) \cdot (v_o^2 - v_b^2) = F_{u(o'r)} \cdot S - (P + Q) \cdot \omega_{o(o'r)} \cdot S - (P + Q) \cdot i \cdot S. \quad (2.62)$$

Amalda $v_o < v_b$ bo'lganligi uchun (2.62) ifodani quyidagicha yozish maqsadga muvofiq:

$$-4,17 \cdot (P + Q) \cdot (v_b^2 - v_o^2) = F_{u(o'r)} \cdot S - (P + Q) \cdot \omega_{o(o'r)} \cdot S - (P + Q) \cdot i \cdot S \quad (2.62')$$

Bundan sostav og'irligi

$$Q = \frac{F_{u(o'r)}}{\omega_{o(o'r)} + i - \frac{4,17 \cdot (v_b^2 - v_o^2)}{S}} - P \quad (2.63)$$

bunda $j = \frac{4,17 \cdot (v_b^2 - v_o^2)}{S}$ - inersion koeffitsient bo'lib, poyezd og'irligining bir

o'lchov birligiga to'g'ri keluvchi kinetik energiyasini hisoblangan ko'tarilish uzunligiga nisbatini tavsiflaydi.

$$Q = \frac{F_{u(o'r)}}{\omega_{o(o'r)} + i - j} - P. \quad (2.64)$$

Ushbu ifoda tezlik beqaror bo'lgan umumiy hol uchun haqlidir. Xususiyl hol uchun, ya'ni $v = const$ bo'lganda inersion koeffitsient $j = 0$, $F_{u(o'r)} = F_{u(h)}$, $\omega_{o(o'r)} = \omega_o$ ga teng va sostav og'irligi quyidagicha aniqlanishi mumkin:

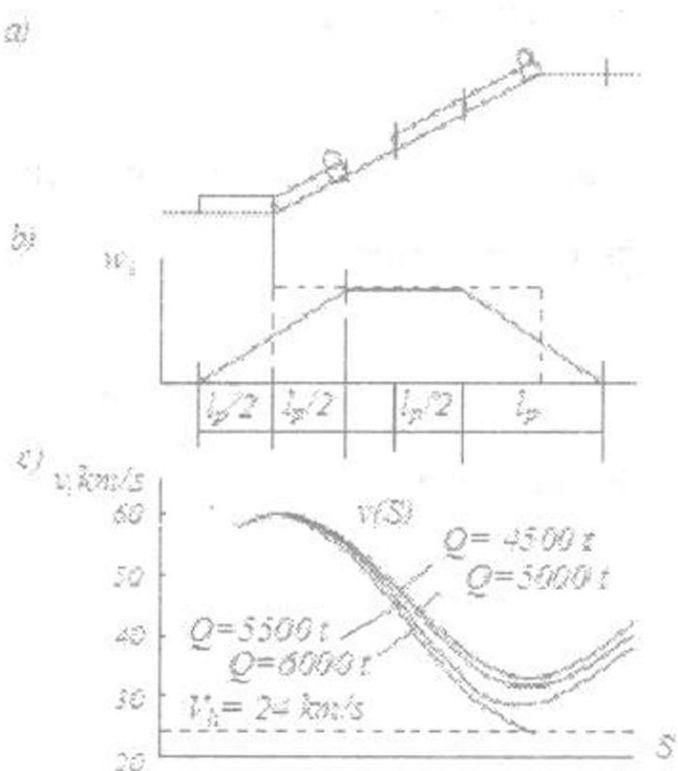
$$Q = \frac{F_{u(h)}}{i_r + \omega_o} - P. \quad (2.65)$$

Yuqoridagi (2.64) tenglama faqat ketma-ket yaqinlashish usuli bilan yechish mumkin, chunki $F_{u(o'r)}, \omega_{o(o'r)}, j$ ning qiymatlari tezlikning boshlang'ich qiymatiga, u esa o'z navbatida sostavning qidirilayotgan og'irligiga bog'liq.

Hisoblangan ko'tarilishdan oldin, uzun tik tushish joylashgan bo'lib (2.12 -rasm), poyezdning boshlang'ich tezligi uning og'irligiga bog'liq bo'lmagan holda chegaralangan va qiymati ma'lum bo'lgan hollarda analitik usuldan foydalanish qulaydir.

2.12 -rasm. Tezlik beqaror bo'lganda sostav og'irligini analitik usulda aniqlash:

- a - poyezdni hisoblangan holati;
b - $w_i(l)$ bog'liqligi; c - $v(S)$ egriligi.



Tezlik beqaror bo'lganda sostav uzunligini aniqlash, bo'ylama qirgim ketma-ket tushishlar va ko'tarishlardan tarkib topganda katta samara hamda lokomotivning tortish kuchidan to'la foydalanish imkoniyatini beradi.

Peregonlar turlicha bo'lgani uchun, ular uchun aniqlangan sostav og'irligi ham turlicha bo'ladi. Sostav og'irliklarining aniqlangan qiymatlari tahlil qilinadi va temir yo'l bo'lagi uchun sostavning og'irlik me'yori belgilanadi.

2.7.3. Poyezdning og'irligini qabul qilish va jo'natish yo'llarining uzunligi bo'yicha tekshirish

Yuk poyezdining aniqlangan uzunligi l_p [10] ni 15.25 bandiga binoan qabul qilish va jo'natish yo'llarining uzunligiga teng yoki kichik bo'lishi, ya'ni quyidagi shart bajarilishi lozim:

$$l_p \leq l_{qq} - 10, \quad (2.66)$$

bunda l_{qq} - qabul qilish va jo'natish yo'llarining bevosita foydalaniladigan qismining uzunligi, m;

l_p - yuk poyezdining uzunligi, to'xtatishga ruxsat berilgan noaniqlikni (10 m) inobatga olib, quyidagicha hisoblanadi:

$$l_p = l_l + \sum_{i=1}^k n_i l_i + 10, \quad (2.67)$$

bunda l_l - lokomotiv uzunligi, m;

l_i - i xildagi vagonning uzunligi, m;

n_i - i xildagi vagonlar soni, dona;

k - sostavdagi vagonlar xilining soni.

Sostavdagi vagonlar soni quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$n_i = \frac{Q\alpha_i}{q_i}, \quad (2.68)$$

yoki

$$n_4 = \frac{Q\alpha_4}{q_4}; \quad n_8 = \frac{Q\alpha_8}{q_8}.$$

Sostav 4 va 8 o'qli vagonlardan iborat ekanligini inobatga olib (2.67) ifodani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$l_p = l_1 + l_4 n_4 + l_8 n_8 + 10 \quad (2.69)$$

Lokomotiv va vagonlarning uzunligi [10] da keltirilgan.

2.7.4. Poyezd og'irligining joyidan qo'zgatish sharti bo'yicha tekshirish

Poyezd joyidan qo'zgalayotganda ta'sir etayotgan qarshilik qiymati, uning hisoblangan qiyalikning oshayotganda ta'sir etuvichi qarshilik qiymatidan katta bo'lgani uchun [1] ning 1.4.4-bandiga binoan, poyezd og'irligini joyidan qo'zg'atish sharti bo'yicha tekshirish zarur.

Bu holda sostav og'irligi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$Q_{q'oz} = \frac{F_{u(qo'z)}}{(\omega_{o(qo'z)} + i_{qo'z})g} - P, \quad (2.70)$$

bunda: $F_{u(qo'z)}$ - lokomotivni joyidan qo'zg'alishdagi tortish kuchi, N [10];

$\omega_{o(qo'z)}$ - poyezdning joyidan qo'zg'alishida ta'sir etuvchi o'rtacha solishtirma qarshilikning qiymati, n/kN;

Q_{qoz} - poyezd joyidan qo'zg'alayotgan qiyalikni keltirilgan qiymati.

Agar hisoblar natijasida $Q_{qoz} < Q$ bo'lsa, poyezd og'irligi joyidan qo'zg'alish sharti bo'yicha cheklangan, aks holda foydalanilayotgan temir yo'llarda poyezd og'irligini Q_{qoz} qiymatgacha oshirish imkoniyati mavjud.

2.7.5. Sostavning netto og'irligi

Texnik-iqtisodiy hisoblarda sostavda tashilayotgan yukning foydali og'irligini bilish juda muhimdir. Sostav turlicha vagonlardan tashkil topgani uchun sostavning netto og'irligi quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_n = \sum_{i=1}^k n_i \cdot q_{yu,i} \cdot \beta_i \quad (2.71)$$

bunda n_i - sostavdagi i -turdagi vagonlar soni;

$q_{yu,i}$ - turdagi vagonlarning yuk ko'tarish qobiliyati;

β_i - turdagi vagonni yuk ko'tarish qobiliyatidan foydalanish koeffitsienti.

Sostavning netto og'irligini brutto og'irligiga nisbati sostav og'irligidan foydalanish koeffitsientining qiymatini topish imkoniyatini beradi, ya'ni

$$\eta = \frac{Q_n}{Q} \quad (2.72)$$

Zamonaviy vagonlar uchun sostav og'irligidan foydalanish koeffitsientining qiymati 0,68-0,72 ni tashkil etadi.

2.8. Poyezdning harakat tenglamasini analitik integrallash

Poyezdning harakat tenglamasini analitik integrallashdan maqsad, poyezdning tezligi va yurish vaqtini aniqlash, hamda $v(S)$ va $t(S)$ egriliklarini hosil qilishdir. Agar poyezdga ta'sir etuvchi teng ta'sir etuvchi kuch $r(v)$ ga teng bo'lsa, poyezdning harakat tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$\frac{dv}{dt} = 120 \cdot r(v), \quad (2.73)$$

O'zgaruvchanlarni ajratsak,

$$dt = \frac{dv}{120 \cdot r(v)}. \quad (2.74)$$

(2.74) tenglamani ikkala qismini tezlikni qiymatiga ko'paytirib quyidagiga ega bo'lamiz:

$$v \cdot dt = \frac{v \cdot dv}{120 \cdot r(v)} \quad \text{yoki} \quad dS = \frac{v \cdot dv}{120 \cdot r(v)}. \quad (2.75)$$

Poyezdni harakat tezligi va yurish vaqtini bosib o'tgan yo'lga bog'liqligi ikki usul bilan topilishi mumkin:

1. Poyezdni tezligi v_1 dan v_2 gacha o'zgarish intervali Δv beriladi va ushbu intervalga mos yo'l uzunligi ΔS aniqlanadi;

2. Poyezdni bosib o'tgan yo'l oralig'i ΔS interval, boshlang'ich tezlik v_1 beriladi va ΔS yo'l oralig'i oxirida poyezdning tezligi v_2 aniqlanadi.

Tezlikni o'zgarish intervalida (birinchi usul) yoki yo'lni ortish intervalida (ikkinchi usul) teng ta'sir etuvchi kuchlarni o'zgarmas deb qabul qilish mumkin.

Birinchi usulda teng ta'sir etuvchi kuchlar tezlikning o'rtacha qiymati $v_{or} = (v_1 + v_2)/2$ uchun $r = r(v_{or})$; ikkinchi usulda yo'l intervali boshidagi boshlang'ch tezlik uchun $r = r(v_b)$ qabul qilinadi.

Birinchi usulda, $r(v_{or}) = const$, v_1 va v_2 berilganda poyezdni harakat tenglamasini integrallab, ΔS ni aniqlaymiz

$$\Delta S = \frac{1}{120} \int_{v_1}^{v_2} \frac{v dv}{r(v_{or})} = \frac{1}{120 \cdot r(v_{or})} \int_{v_1}^{v_2} v dv = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \cdot 120 \cdot r(v_{or})} \quad (2.76)$$

Agar, $v_2 = v_{or} + (\Delta v/2)$ va $v_1 = v_{or} - (\Delta v/2)$ ekanligini inobatga olsak, $v_2^2 - v_1^2 = 2v_{or} \Delta v$ ga teng bo'ladi va hisoblarni (2.76 ifodani) soddalashtirish imkoniyatini beradi.

$$\Delta S = \frac{2v_{or} \Delta v}{2 \cdot 120 \cdot r(v_{or})} \cdot 1000 = 8,33 \frac{v_{or} \cdot \Delta v}{r(v_{or})} \quad (2.77)$$

Poyezdning harakat tezligi v_1 dan Δv gacha ortganda, poyezdning yurish vaqtini ortishi

$$\Delta t = \frac{1}{120 \cdot r(v_{or})} \cdot \int_{v_1}^{v_2} dv = \frac{\Delta v}{120 \cdot r(v_{or})} \quad (2.78)$$

yoki minutlarda $\Delta t = \Delta v / 2r(v_{or})$.

Birinchi usulda, poyezdning harakat tezligi v_1 va v_2 oralig'ida o'zgarganda, teng ta'sir etuvchi solishtirma kuchlar o'zgarmas deb tahmin qilinishi qandaydir xatoliklarga olib keladi. Ushbu xatoning qiymatini kamaytirish uchun Δv intervalni kamaytirish zarur, amalda ushbu interval 10

km/soat yoki tezlik tez o'zgaradigan holatlarda 5 km/soat ga teng deb qabul qilinishi mumkin.

Ushbu usulni asosiy kamchiligi yo'l ΔS intervalining o'ng chekkasi elementdan tashqarida bo'lib qolishi mumkin. Bu holda so'ngi Δv intervalni kamaytirib, ΔS intervalning o'ng chegarasi element oxiri bilan mos tushguncha bir necha bor hisoblar o'tkazish kerak.

Yuqoridagi kamchiliklarni bartaraf etish uchun ikkinchi usuldan foydalanish maqsadga muvofiq. Ikkinchi usulda boshlang'ich tezlik v_b , tezlik intervali Δv berilgan holda element oxirida v_o topiladi. Yo'l intervali element uzunligiga karrali tanlansa, ΔS ning so'nggi qiymatida uning o'ng chekkasi elementdan tashqariga chiqib ketmaydi.

Poyezdning harakat tezligi tenglamasini sonli integrallash uchun bir qancha usullardan foydalanish mumkin. Eng sodda va ma'lum darajada xatolik beruvchi usul, Eylerning siniq chiziqlar usuli (boshqa nomi urinmalar usuli).

Ushbu usulning geometrik ma'nosi quyidagidan iborat. Ordinatasi v_b bo'lgan boshlang'ich nuqtadan integral chiziq ($v(S)$ egriligi) emas, balki burchak koeffitsienti boshlang'ich tezlikni hosilasi bo'lgan urinma chiziq o'tkazishdan iboratdir, ya'ni

$$v_o = v_b + \frac{\Delta S}{v_{or}} \left(\frac{dv}{dt} \right)_b. \quad (2.79)$$

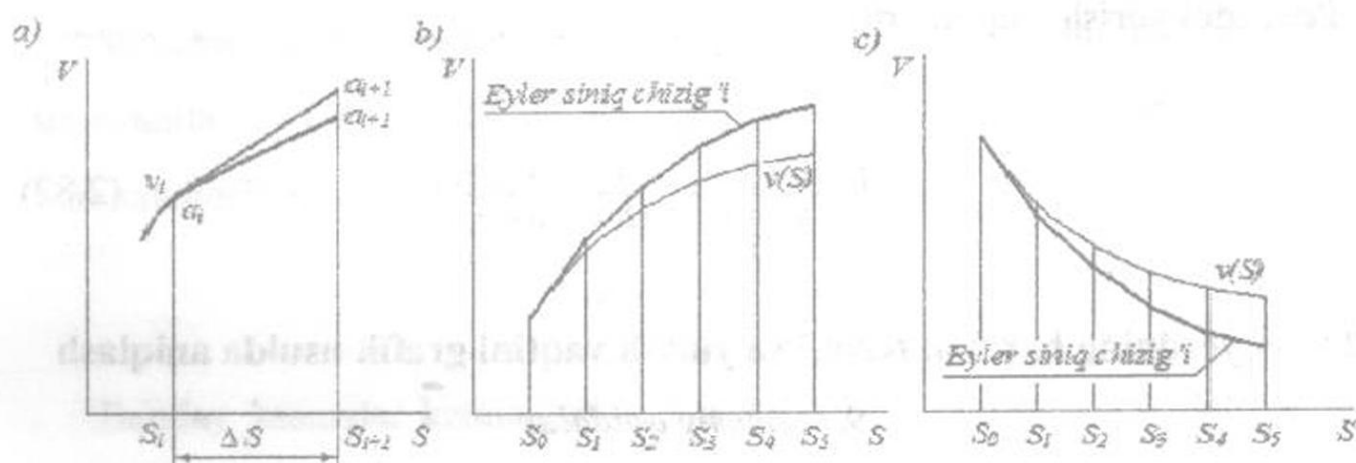
Tortish hisoblari qoidalarida poyezdning harakat tenglamasini $v \in (v_h, v_{qozh})$ intervalda integrallash uchun funksiyani Teylor qatoriga yoyish va uning birinchi uch a'zosini saqlab qolish tavsiya etiladi.

$$v(S) = v_b + v' \cdot \Delta S + v'' \cdot \frac{\Delta S^2}{2}. \quad (2.80)$$

Tezlikning kichik qiymatlarida ($v < v_k$) harakat tenglamasi tezlik bo'yicha integrallanadi, agar cheksiz kichik bo'lganda Eyler sinig chizig'i integral egrilik bilan mos tushardi (2.13-rasm).

2.13,b-rasmda tezlik oshayotgan hol uchun Eyler sinig chiziqlari chizilgan. Tenglamani yechish vaqtida aniqlangan tezlik amaldagi tezlikdan katta bo'ladi, chunki yo'lni ΔS intervalida tezlikni boshlang'ich qiymati uchun qabul qilingan teng ta'sir etuvchi solishtirma kuchlar qiymati amaldagiga nisbatan katta bo'ladi.

Aksincha, tezlik kamayganda tenglamani yechganda amaldagi tezlikdan kichik qiymatlar kelib chiqadi. Chunki yo'lni ΔS intervalida tezlikni boshlang'ich qiymati uchun qabul qilingan teng ta'sir etuvchi solishtirma kuchlar qiymati amaldagiga nisbatan kichik bo'ladi (2.13,s-rasm).



2.13-rasm. Eyler sinig chiziqlari

a - Eyler usulining geometrik ma'nosi; b - tezlik ortayotganda; c - tezlik kamayayotganda

Yo'l qo'yiladigan xatolar darajasi ΔS interval qiymati va sanoq olinadigan nuqtalar soniga bog'liq. Aniqlikni N marotabaga oshirish uchun, sanoq olinadigan nuqtalar soni ham N barobar ortishi kerak.

Tortish hisoblari amaliyoti shuni ko'rsatdiki, qoniqarli natijalarga $\Delta S = 100$ m va $v \geq (30-40)$ km/soat, $\Delta S = 50$ m va $v \geq 30$ km/soat bo'lganda erishish mumkin.

Bundandan yuqori darajadagi aniqliklar talab qiladigan tortish hisoblarini amalga oshirishda teng ta'sir etuvchi solishtirma kuchlarni interval oralig'ida o'zgarmas deb emas, balki chiziqli qonuniyat bo'yicha o'zgaradi deb tahmin qilinadi, ya'ni $f_k - \omega_o = a + bv$.

Bu holda bosib o'tilgan yo'lni ortishi

$$\Delta S = \int_{v_o}^{v_s} \frac{v dv}{120(a - bv)} = \frac{1}{120b} \left(\Delta v + \frac{a}{b} \ln \frac{a - bv_s}{a - bv_o} \right). \quad (2.81)$$

Poyezdni yurish vaqtini ortishi

$$\Delta t = \int_{v_o}^{v_s} \frac{dv}{120(a - bv)} = \frac{1}{120b} \ln \frac{a - bv_o}{a - bv_s}. \quad (2.82)$$

2.9. Poyezdning harakat tezligi va yurish vaqtini grafik usulda aniqlash

2.9.1. Asosiy qoidalar

Grafik usullar berilgan tortish vositasi va bo'ylama qirqimda $v(S)$ va $t(S)$ bog'liqliklarni chiziqli ko'rinishlarini chizish imkoniyatini beradi.

Poyezdni tezligi va yurish vaqtini chiziqli usulda aniqlash, yuqorida ko'rib chiqilgan analitik usuldagi kabi, teng ta'sir etuvchi solishtirma kuchlar qandaydir kichik intervalda doimiy qiymatga ega deb tahmin qilishdan iborat.

Bu holda $v(S)$ egriligi tezlikni har bir Δv oralig'ida ikkinchi darajadagi parabola sifatida ko'rilishi mumkin. Bunday parabolalarni chizish murakkab bo'lgani uchun, ularni ordinatasi $v_{or} = (v_1 + v_2)/2$ ga teng nuqtada parabolaga

o'tkazilgan urinma chiziqqa parallel bo'lgan vatarchalarni o'tkazish bilan almashtirish mumkin.

2.14-rasmda xuddi shunday kesmalardan tuzilgan tezlik egriligi ko'rsatilgan. Ushbu kesmalar $v(S)$ egriligidagi urinma chiziqlarga parallel bo'lgani uchun ular yo'l o'qi S bilan β burchak hosil qiladi, burchak tangensi esa hosilalarning xususiyatlariga ko'ra quyidagiga teng:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{dv}{dS}. \quad (2.83)$$

Yuqorida qayd etilganlardan ma'lumki,

$$\frac{dv}{dS} = \xi \frac{r(v)}{v}. \quad (2.84)$$

Shunday qilib, harakat tezligi egriligini chizish uchun tezlikni har bir intervalida, yo'l o'qi bilan qiymati quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanuvchi, β burchak hosil qiluvchi kesma o'tkazish kerak.

$$\operatorname{tg} \beta = \xi \frac{r(v_{o'r})}{v_{o'r}}. \quad (2.85)$$

Bunday kesmalar ketma-ketligi harakat tezligi egriligi $v(S)$ deb ataluvchi siniq chiziq hosil qiladi.

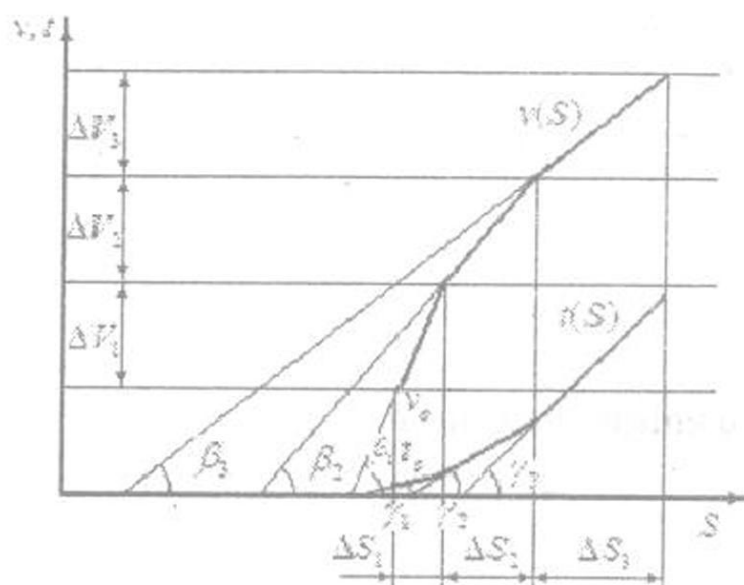
2.14-rasmda hosil qilingan harakat tezligi egriligi $v(S)$ va unga mos, to'g'ri chiziqli kesmalardan tuzilgan, vaqt egriligi $t(S)$ ko'rsatilgan.

Vaqt egriligini hosil qiluvchi har bir kesma yo'l o'qi S bilan γ burchak hosil qiladi, burchak tangensi esa hosilalarning xususiyatlariga ko'ra quyidagiga teng:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{dt}{dS}. \quad (2.86)$$

Lekin, $dS = v dt$. Shuning uchun

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{dt}{v dt} = \frac{1}{v} \quad (2.87)$$



2.14-rasm. $v(S)$, $t(S)$ egriliklarini grafik usulda chizish

Shunday qilib, vaqt egriligini chizish uchun yo'lni har bir intervalida, yo'l o'qi bilan qiymati tezlikni qiymatiga teskari mutanosib bo'lgan va quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanuvchi burchak hosil qiluvchi kesma o'tkazish kerak

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{1}{v_{or}} \quad (2.88)$$

Bunday kesmalar ketma-ketligi vaqt egriligi $t(S)$ deb ataluvchi siniq chiziq hosil qiladi.

Mavjud grafik usullarning asosiy mohiyati $\operatorname{tg} \beta$ va $\operatorname{tg} \gamma$ qiymatlarni aniqlamasdan $v(S)$ va $t(S)$ egriliklarini chizishdan iboratdir.

Grafik usullarni amalga oshirish uchun boshlang'ch ma'lumotlarni ham grafik usulda taqdim etish kerak. $v(S)$ va $t(S)$ egriliklarini chizish uchun zarur bo'lgan boshlang'ch ma'lumotlar, ya'ni lokomotivning tortish kuchi, vagonlar

tarkibi va ularning harakatga qarshi kuchlari haqidagi ma'lumotlar teng ta'sir etuvchi solishtirma kuchlarda mujassam etilgan.

Harakat tezligi va vaqt egriliklarini chizishda, teng ta'sir etuvchi solishtirma kuchlarning tezlikga bog'liqlik chiziqli ko'rinishlaridan foydalaniladi.

2.9.2. Teng ta'sir etuvchi solishtirma kuchlar diagrammasi

$r(v)$ ning chiziqli ko'rinishi teng ta'sir etuvchi solishtirma kuchlar diagrammasi deb ataladi. Teng ta'sir etuvchi solishtirma kuchlar diagrammasi poyezdni maydonchadagi ($i=0$) turli holatlardagi harakati uchun alohida hisoblanadi va chiziladi:

tortish holatida
$$r(v) = f_k - \omega_o = \frac{F_k - W_o}{(P + Q)g};$$

salt yurish holatida
$$r(v) = -\omega_{ox};$$

sekinlashish holatida
$$r(v) = -(\omega_{ox} + \alpha b_m).$$

Teng ta'sir etuvchi solishtirma kuchlar diagrammasini chizish uchun quyidagi ma'lumotlar zurur:

1. Lokomotiv va sostav og'irligi;
2. Tezlikning $v \in (v_0, v_{kon})$ oralig'ida lokomotivning tortish kuchi;
3. Sostav harakatiga qarshi asosiy solishtirma kuchlar, ω_o'' ;
4. Lokomotiv harakatiga qarshi asosiy solishtirma kuchlar, ω_o' ;
5. Lokomotiv va sostavni sekinlashtiruvchi vositalari, ya'ni sekinlashtiruvchi o'qlar, kundalar turi, kundalarga bosish kuchini qiymati.

Lokovomotivning tortish kuchi uning tortish tavsifidan, lokomotiv quvvatidan to'liq foydalanishni inobatga olib qabul qilinadi.

Teng ta'sir etuvchi solishtirma kuchlarni hisoblashni jadval usulda amalga oshirish qulayroq (2.7-jadval). Hisoblar lokomotiv tezligining barcha

diapazonida $v \in (v_0, v_{kon})$, tezlikni $\Delta v = 10$ km/soat (yoki tezlik tez o'zgaradigan holatlarda 5 km/soat) intervallarida o'tkaziladi.

Jadvalga tezlik intervalining karrali qiymatlarni kiritish bilan birga, lokomotivni tortish tavsifidagi singan nuqtalar va hisoblangan tezligi (Δv) qiymatlari ham kiritiladi.

Poyezdning nafaqat harakatlanish holatini aniqlash, balki ushbu harakatni tavsiflovchi egriliklarni chizishda qo'llash uchun, teng ta'sir etuvchi solishtirma kuchlar diagrammasi maxsus tanlangan miqyoslarda (masshtablarda) chiziladi. Diagrammalarni chizishda quyidagi qoida qabul qilingan: yo'nalishi poyezdning harakat yo'nalishi bilan mos tushgan teng ta'sir etuvchi solishtirma kuchlar koordinata boshidan *chapga musbat ishora*, teskari yo'nalishdagi kuchlar esa *o'ngga manfiy ishora* bilan qo'yiladi (2.15-rasm).

Poyezd maydonchada harakatlanayotgan holat uchun emas, balki ko'tarilish yoki tushishda harakatlanayotganda, teng ta'sir etuvchi solishtirma kuchlarni $r(v)$ aniqlash uchun koordinata o'qini nishabni qiymatiga to'g'ri keluvchi nuqtaga ko'chirilsa kifoya (tushishlar uchun o'ngga, ko'tarilish uchun chapga).

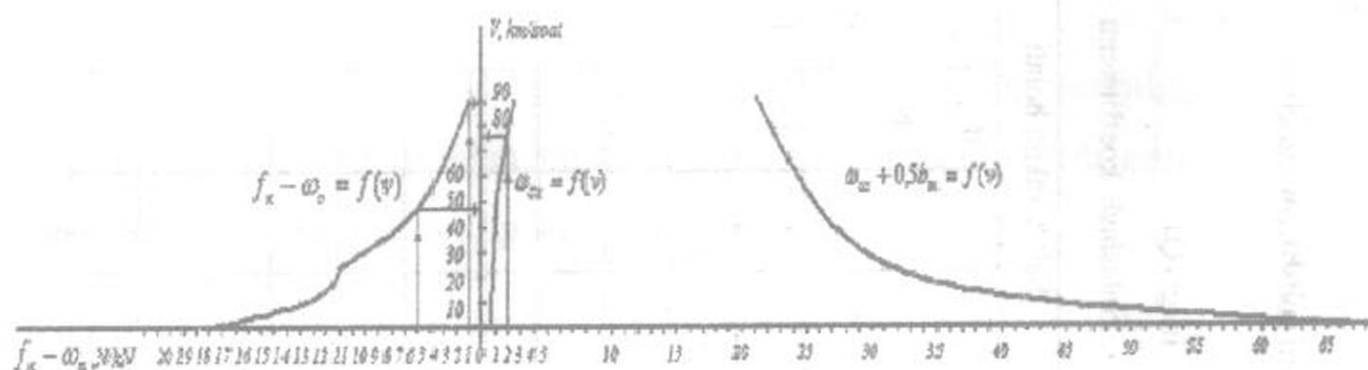
Poyezdning harakat tezligi egriligini $v(s)$ chizishda teng ta'sir etuvchi solishtirma kuchlar diagrammasini yana bir foydali xususiyati bor. Diagrammadan foydalanib, poyezd yangi elementga o'tayotganda tezlik qanday o'zgarishini (o'sishi yoki kamayishi) belgilash mumkin.

Poyezdning tezlanishi dv/dt teng ta'sir etuvchi solishtirma kuchlarga $r(v)$ mutanosibdir. Tezlikni o'sishi bilan lokomotivning tortish kuchi kamayib, asosiy qarshilik esa ortib boradi. Natijada $r(v)$ va tezlanish ham kamayadi. Agar nishablik o'zgarmasa, ma'lum vaqtdan so'ng $r(v) = 0$ ga teng bo'ladi va poyezd $\frac{dv}{dt} = 0$, yoki doimiy tezlik bilan harakatlana boshlaydi. Bunday tezlik ushbu nishablik uchun barqaror tezlik deb ataladi. Bundan quyidagi hulosaga

kelish mumkin. Istalgan nishablik uchun barqaror tezlikni v_{bar} belgilash uchun koordinata o'qini nishablikni qiymatiga to'g'ri keluvchi nuqtaga ko'chirish kifoya. Ushbu qoida poyezd harakatining barcha holatlari uchun mosdir.

Misol tariqasida poyezd harakatining bir nechta holati uchun barqaror tezlikni aniqlashni ko'rib chiqish mumkin (2.15 -rasm).

Tortish holatida, nishablik 5 ‰ yoki 1 ‰ bo'lsa, ushbu nishabliklarga to'g'ri keluvchi barqaror tezliklar mos ravishda 48 km/soat va 90 km/soat ga teng. Salt yurish holatida nishablik -2 ‰ bo'lganda barqaror tezlik 75 km/soat ga teng.



Poyezdga teng ta'sir etuvchi solishtirma kuchlar

Lokomotiv turi _____, og'irligi (P) _____ t, poyezdning og'irligi (Q) _____ t, sostav og'irligi (P+Q) _____ t
 Rahbar nishablik (i_p) _____ ‰, hisoblangan sekinlashish koefitsienti (θ_p) _____

V, Km/s	Tortish holati								Salt harakati holati				Sekinlashish holati			
	F_{κ}, N	$\dot{\omega}_o, \frac{N}{kN}$	$\ddot{\omega}_o, \frac{N}{kN}$	$P\dot{\omega}_o g, N$	$Q\ddot{\omega}_o g, N$	W', N	$F_{\kappa} - W', N$	$f_{\kappa} - \omega_o, \frac{N}{kN}$	$\dot{\omega}_{ox}, \frac{N}{kN}$	$P\dot{\omega}_o g, \frac{N}{kN}$	W_{ox}, N	$\omega_{ox}, \frac{N}{kN}$	$\varphi, \frac{N}{kN}$	$b_m, \frac{N}{kN}$	$\omega_{ox} + b_m, \frac{N}{kN}$	$\omega_{ox} + 0.5b_m, \frac{N}{kN}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	11	12	13	14	15	16	17
0																
10																
20																
30																
40																
50																
60																
70																
80																
90																

Poyezdni yangi elementda harakati holatini belgilash uchun, poyezdni ushbu element boshlanishidagi tezligini v_b ushbu element nishabligiga mos barqaror v_{bar} tezlik bilan solishtirish kerak. Agar $v_b < v_{bar}$ bo'lsa, keyingi elementda harakat tezligi ortadi; $v_b > v_{bar}$ bo'lganda tezlik kamayadi, va $v_b = v_{bar}$ bo'lsa, poyezd ushbu element nishabligiga mos bo'lgan doimiy barqaror tezlik bilan harakatlanadi. Ushbuga bog'liq holda v_{bar} egriligini chizish tartibi ham o'zgaradi.

2.9.3. Harakat tezligi egriligini Lipets usuli bilan chizish

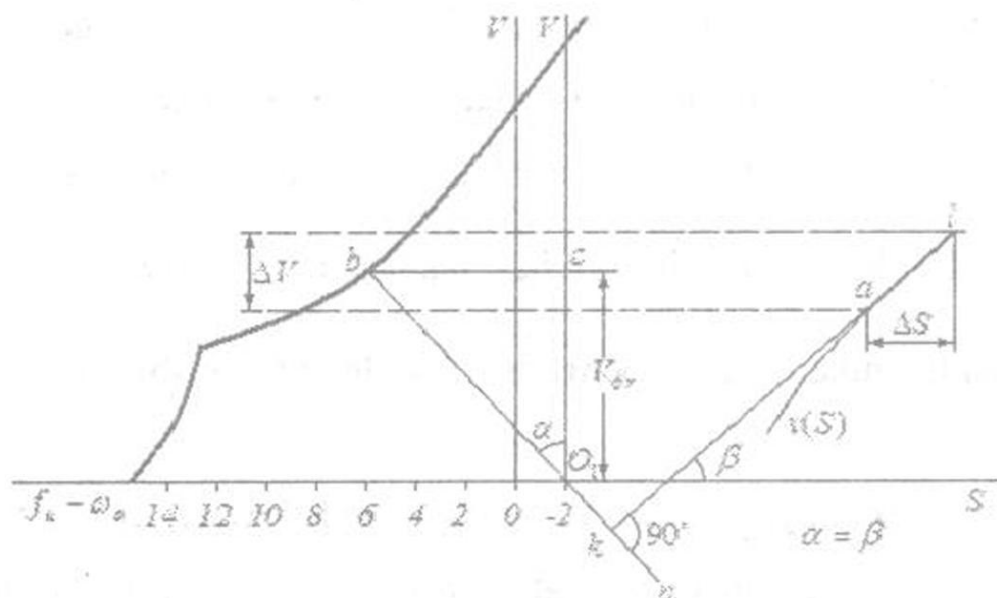
Poyezdning harakat tezligi egriligini chizishni keng tarqalgan usuli muhandis Lipets tomonidan taklif etilgan. Ushbu usul tezlik egriligining (tezlikning v_1 va v_2 oralig'ida) ajralmas qismi bo'lmish to'g'ri chiziqni yo'l o'qi bilan hosil qiluvchi burchak tangensini ($tg\beta = \xi \frac{r(v_{or})}{v_{or}}$) har gal hisoblamaslik imkoniyatini beruvchi masshtablar nisbatini topishdan iboratdir.

Tezlik egriligining a nuqtadan boshlanuvchi kesmasini chizish talab etilsin. a nuqtaning holati avvalgi chizishlar natijasi bilan belgilanadi. Bo'ylama qirqim nishabligi $i=-2\text{ ‰}$ ga teng. Koordinata boshi ushbu nishablik qiymatiga to'g'ri keluvchi O_1 nuqtaga ko'chiriladi (2.16-rasm). Grafiklar chizishda ko'rilayotgan qiymatlarni timsolini aks ettiruvchi kesmalar bilan ishlashga to'g'ri keladi. Shuning uchun har bir qiymatni unga mos masshtabga ko'paytirish kerak:

- tezlik $v \cdot m$, bunda v - km/soat, m - mm/(km/soat);
- masofa $S \cdot y$, bunda S - km, y - mm/km;
- solishtirma kuchlar $r \cdot k$, bunda r - Ng'kN, k - mm/(N/kN).

m, γ, k masshtablar tezlik, mosafa, solishtirma kuchlarning mos ravishda bir o'lchov birligi 1 km/soat, 1 km, 1 n/kN ga necha mm to'g'ri kelishini ko'rsatadi.

Masshtablarni shunday nisbatini tanlash lozimki, $\alpha = \beta$ tenglik ta'minlanishi kerak. Shunda bn chiziqli kl kesma bilan to'g'ri burchak hosil qiladi. Tezlik egriligining a nuqtadan boshlanuvchi kesmasini chizish, $r(v) = f_0 - \omega_0$ diagrammada, ko'rilayotgan tezlik oralig'ining o'rtacha qiymatiga to'g'ri keluvchi b nuqtani, $i = -2\text{‰}$ nishablikni qiymatiga mos keluvchi koordinata boshi O_1 nuqtasi bilan birlashtiruvchi bn nurga kl pependikulyarni tiklashdan iborat.



2.16-rasm. Tezlik egriligini $v(S)$ Lipets usuli bilan chizish

bcO_1 uchburchakdan ko'rinib turibdiki, $\operatorname{tg} \alpha = \frac{bc}{\alpha O_1}$.

Poyezdning harakat tenglamasidan ia'lumki, $r = \frac{1}{\xi} \cdot \frac{dv}{dt}$. Bundan

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{\xi} \cdot \frac{dv}{v dt} \cdot \frac{k}{m} = \frac{1}{\xi} \cdot \frac{dv}{dS} \cdot \frac{k}{m}. \quad (2.89)$$

Hosilalarning xususiyatlaridan ma'lumki,

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{dv}{dS} \cdot \frac{m}{y}. \quad (2.90)$$

(2.89) va (2.90) ifodalarning o'ng tomonlarini tenglashtirib $\frac{1}{\xi} \cdot \frac{dv}{dS} \cdot \frac{k}{m} = \frac{dv}{dS} \cdot \frac{m}{y}$ ni hosil qilamiz va uni $\frac{dv}{dS}$ ga qisqartirib masshtablar nisbatiga ega bo'lamiz, ya'ni

$$\frac{k}{\xi \cdot m} = \frac{m}{y}. \quad (2.91)$$

Amalda, qulay bo'lishi uchun tezlik va masofa masshtablari, mos ravishda m va y beriladi, solishtirma kuchlar masshtabi esa $k = \frac{\xi \cdot m^2}{y}$ tenglikdan topiladi. Temir yo'llarni loyihalash uchun bajariladigan tortish hisoblarida $m = 1$, $y = 20$ va mos ravishda $k = 6$ deb qabul qilinadi. Sekinlashish masalalarini yechishda esa boshqa masshtablardan foydalanish qulayroq: $m = 1$, $y = 120$, $k = 1$.

Harakat tezligi egriligi $v(S)$ ni poyezd harakatining turli holatlari uchun chizishni batafsil ko'rib chiqamiz.

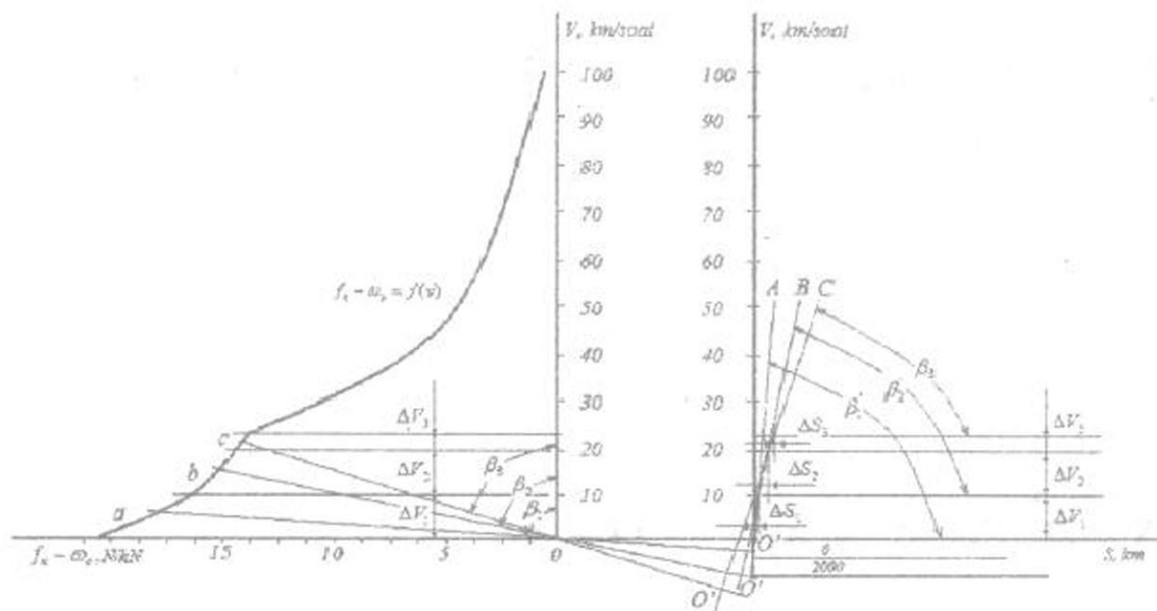
Yo'l qirqimining tarkibiy qismida $V(S)$ bog'lanishni chizish

Yo'lning yassi qismidagi, lokomotiv harakatining uch holatida, ya'ni:

- tortish $f_x - \omega_o = f(v);$
- salt yurish $\omega_{ox} = f(v);$
- sekinlashish $\omega_{ox} + 0,5b_m = f(v)$

da yuqorida keltirilgan masshtablarda teng ta'sir etuvchi solishtirma kuchlar diagrammasi chiziladi.

Harakat tezligi egriligi - $V(S)$ ni chizish uchun, V va S ning koordinata o'qlari shunday joylashadiki, bunda tezlik o'qi o'zaro parallel, teng ta'sir etuvchi kuchlar $f_x - \omega_o$, ω_{ox} , $\omega_{ox} + 0.5b_m$ ni va yo'l - S ni absissalari 2.17-rasmda ko'rsatilganidek, bir chiziqli bo'lishi kerak.



2.17-rasm. Harakat tezligi egriligini $V(S)$ ni yo'l qirgimining tarkibiy qismida chizish

$V(S)$ egriligini chizishda, tezlikning har bir oraliq qiymatlari ΔV_1 , ΔV_2 , ΔV_3 , ..., ΔV_n uchun tezlantiruvchi kuchlarning o'rtacha qiymati aniqlanadi va bu kuchlarga mutanosib (proporsional) β_1 , β_2 , β_3 , ..., β_n burchaklar quriladi (chiziladi). So'ngra, ushbu burchaklarga teng, lekin bir tomoni S o'qi bilan mos tushadigan β'_1 , β'_2 , β'_3 , ..., β'_n burchaklari chiziladi. Hosil bo'lgan burchaklarning ikkinchi tomoni esa, chizilayotgan harakat tezligining egriligi $V(S)$ ning vatarchalarini aniqlaydi. Vatarchalarni chizish uchun tezlikni har bir oraliq qiymati ΔV_i ga taalluqli nurlarga tik chiziklar o'tkazish kifoya, ya'ni $aO \perp AO'$, $bO \perp BO'$, $co \perp CO'$.

Tezlikni oraliq qiymatlari juda kichik bo'lganda, vatarlar urinma chiziqlarga yaqin bo'ladi va harakat tezligi egriligi $V(S)$ bilan qo'shilib ketadi. Vatarni S o'qiga tasviri (proyeksiyasi), tezlik ΔV ga o'zgarganda,

poyezd bosib o'tgan ΔS yo'lni qiymatini belgilaydi. Harakat tezligi egriligi $V(S)$ chizilayotganda (2.16-rasm), koordinata o'qlarining boshi poyezd tepalikka chiqayotganda – o'ng tomonga, pastlikka tushayotganda – chap tomonga qiyalikning qiymati $\pm i$ ga teng nuqtaga mos ravishda ko'chiriladi. Shunday qilib, yo'l qirqimining keyingi tarkibiy qismi uchun, $V(S)$ bog'lanishni chizish koordinata o'qlarining boshini boshqa nuqtaga ko'chirishdan boshlanadi.

Harakat tezligi egriligi $V(S)$ ni yo'lning tortish qismida chizish

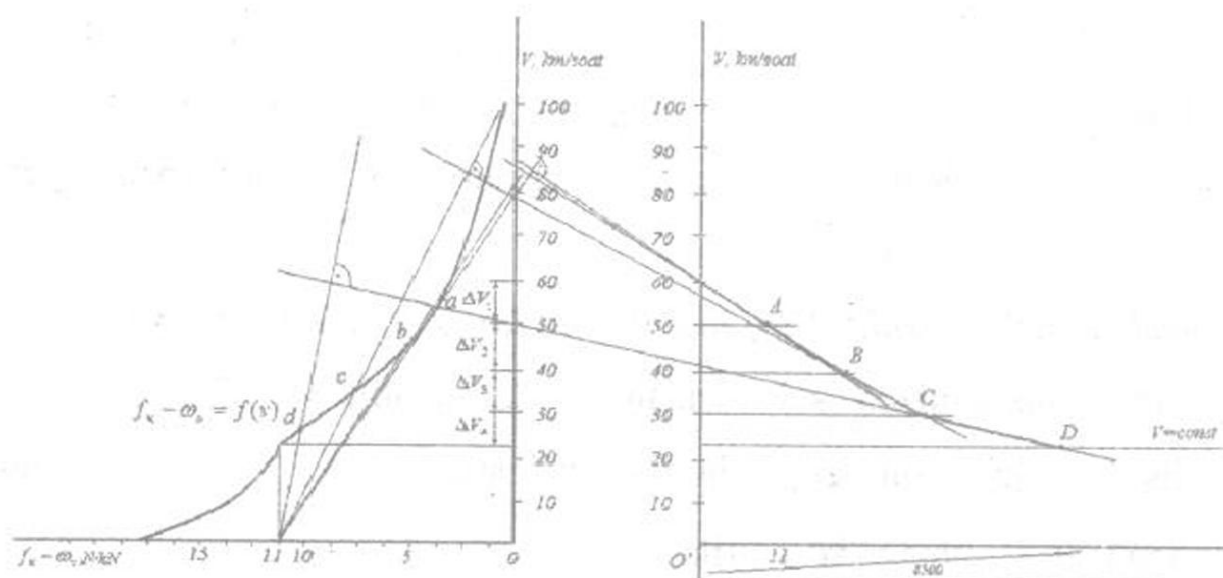
Bizning misolimizda stansiyadan so'ng qiyaligi $i = 11\%$ bo'lgan ko'tarilish mavjud. Shuning uchun koordinata boshi $f_k - \omega_o = i$ ni son qiymatiga teng R nuqtaga ko'chiriladi.

Bunday shart poyezd tepalikka bir xil tezlik bilan ko'tarilayotganda bajariladi. Agar stansiyadan so'ng (nishab) pastga tushish bo'lsa, koordinata boshi qiyalikni manfiy qiymatiga teng nuqtaga, ya'ni 0 dan o'ng tarafga ko'chiriladi.

Yo'l kesimining yangi qismida tezlik oralig'ining birinchi qiymatini tanlash uchun, avvalo poyezdni harakat tezligi qanday o'zgarishini aniqlash zarur. Ya'ni tezlik o'sadimi, bir maromda bo'ladimi yoki pasayadimi? Buning uchun i ni qiymatiga teng R nuqtadan $f_k - \omega_o = f(v)$ egrilik bilan r nuqtada kesishuvchi tik chiziq chiziladi. r nuqtadan V o'qi bilan kesishuvchi tik chiziq o'tkazilib, yo'l qirqimining ushbu tarkibiy qismida harakat jarayonida (davomida) poyezd intiladigan barqaror tezlikni qiymati V_{bar} topiladi.

Yo'l qirqimining tarkibiy qismini boshidagi tezlik $V_{bar} < V_{bosh}$ bo'lgani uchun, keyinchalik tezlikni qiymati pasayadi. Shuning uchun tezlikni birinchi oralig'i V_{bosh} dan pasayish tomonga, ya'ni $V_{bar} < V_{bosh}$ bo'lgan V_1 qiymatgacha olish zarur.

Ko'tarilish paytida, poyezdning tezligi barqaror qiymatga teng bo'lgach, 2.18-rasmda ko'rsatilganidek, ko'tarilishning oxirigacha o'zgarmas tezlik bilan harakat qiladi.

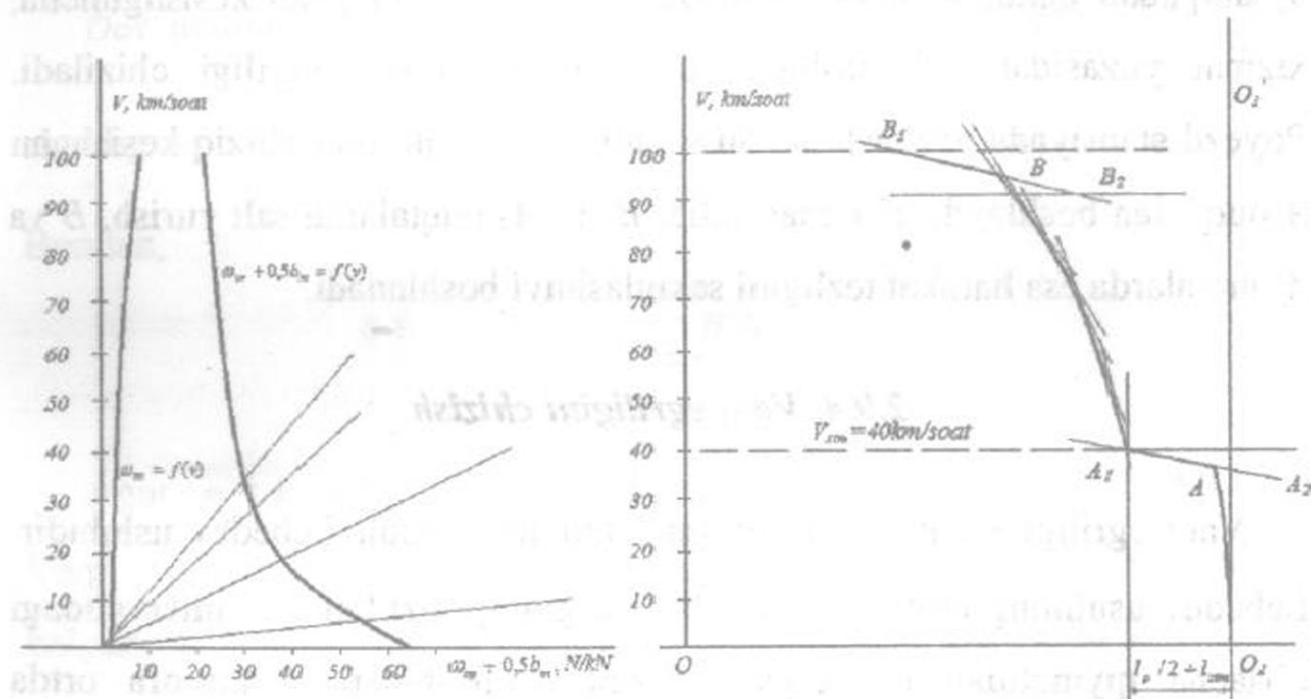


2.18-rasm. Harakat tezligi egriligini yo'lning tortish qismida chizish

Xizmat yuzasidan to'xtashda $v(s)$ bog'lanish egriligini chizish

Poyezd asosiy yo'lga qabul qilinayotganda, harakat tezligi egriligini chizish uchun salt yurish va xizmat yuzasidan to'xtash holatlaridagi teng ta'sir etuvchi kuchlar diagrammalari $\omega_{ox} = f(v)$ va $\omega_{ox} + 0,5b_m = f(v)$ dan foydalaniladi. Odatda poyezd stansiyaga qabul qilinayotganda, uning tezligi yuqori bo'lmaydi, tok esa o'chirilgan bo'ladi, ya'ni $I = 0$. Salt yurish holatidagi teng ta'sir etuvchi kuchlar diagrammasi $\omega_{ox} = f(v)$ dan foydalanib, harakat tezligining egriligi $V(S)$ chiziladi, natijada $N-N_2$ chizig'iga ega bo'linadi. So'ngra xizmat yuzasidan to'xtash holatiga teng ta'sir etuvchi kuchlar diagrammasi $\omega_{ox} + 0,5b_m = f(v)$ dan foydalangan holda stansiya o'qidan (o'rtasidan) boshlab, $N-N_2$ chizig'i bilan kesishguncha tezlik egriligi $V(S)$ chiziladi. Ushbu ikki chiziqning kesishgan nuqtasidan boshlab harakatni sekinlashishi boshlanadi (2.19-rasm).

Poyezd stansiyaning yon yo'llaridan biriga qabul qilinganda, harakat tezligining egriligi $V(S)$ ni chizishda poyezdning uzunligi l_p va stansiya kirishda joylashgan, harakat yo'nalishini o'zgartiradigan moslama (strelka-mil) bilan cheklangan tezlikning qiymati ($V_{stm}=40\text{km/s}$) inobatga olinishi kerak. Poyezdning og'irlik markazi, shartli ravishda, uning o'rtasida joylashganligi sababli, bosh qismi harakat yo'nalishini uzgartiruvchi moslamaga yetganda og'irlik markazi poyezd uzunligining yarmiga teng, ya'ni $l_p/2$ masofaga ortda qoladi. Shuning uchun cheklangan tezlik qiymati ($V_{stm}=40\text{km/s}$) ga stansiya o'qidan $l_p/2 + l_{stm}$ masofada erishish zarur. Bunda l_{stm} -stansiya kirishda joylashgan harakat yo'nalishini o'zgartiradigan moslamadan stansiyaning o'qigacha bo'lgan masofa (2.18-rasm).



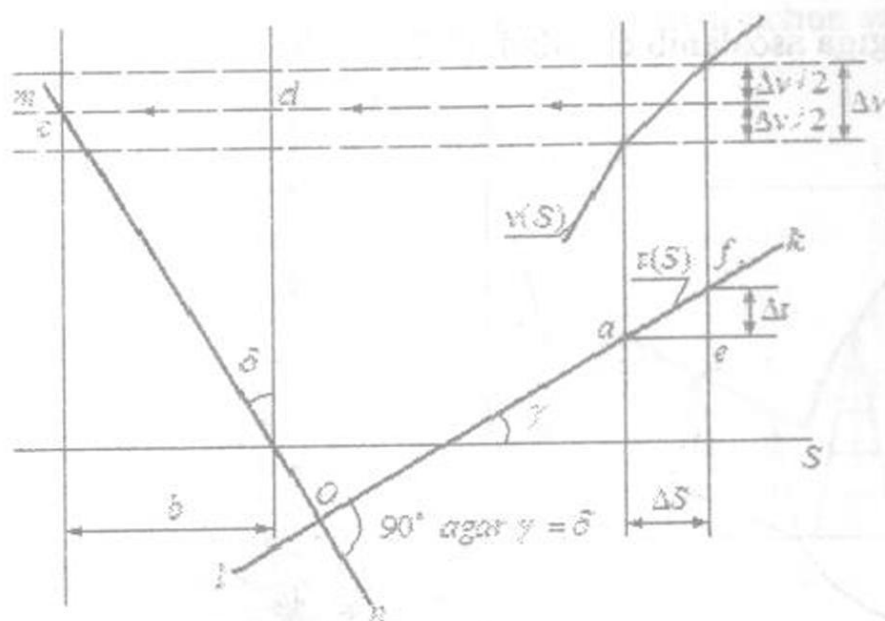
2.19-rasm. Xizmat yuzasidan to'xtashda harakat tezligining egriligini chizish

Harakat tezligi egriligi quyidagi tartibda chiziladi: poyezdning og'irlik markazi stansiya chegarasiga kirganda tokni o'chirmoq zarur, ya'ni $I=0$. Salt yurish holatida teng ta'sir etuvchi kuchlar diagrammasi ($\omega_{ox} = f(v)$) dan foydalanib, tezlik egriligining bir qismi chiziladi (2.19-rasmdagi B_1-B_2 chiziq). Stansiya o'qi O_1-O_1' dan chizish masshtabida $l_p/2 + l_{stm}$ masofa ajratiladi va stansiya o'qiga parallel chiziq o'tkaziladi. $V_{stm}=40\text{km/soat}$ sathidan yotiq chiziq o'tkaziladi va shu ikki chiziqni kesishish nuqtasi A_1 topiladi. A_1 nuqtadan boshlab ikkita chiziqli ko'rinish (grafik) chiziladi. Chap tomonga B nuqta bilan kesishguncha, xizmat yuzasidan sekinlashuv holatida, $\omega_{ox} + 0,5b_m = f(v)$ diagrammadan foydalanib, harakat tezligi egriligi chiziladi. O'ng tomonga esa salt yurish holatida, $\omega_{ox} = f(v)$ diagrammasidan foydalanib, harakat tezligining egriligi chiziladi. So'ngra koordinata boshi O_1 nuqtadan qarama-qarshi yo'nalishda, A_1-A_2 chiziq bilan kesishguncha, xizmat yuzasidan sekinlashish holati uchun, tezlik egriligi chiziladi. Poyezd stansiyada to'xtash uchun sekinlashuvni shu ikki chiziq kesishgan A nuqtadan boshlaydi. Shunday qilib, B_1 va A_1 nuqtalarda salt yurish, B va A nuqtalarda esa harakat tezligini sekinlashuvi boshlanadi.

2.9.4. Vaqt egriligini chizish

Vaqt egriligi $t(S)$ ni chizishni keng tarqalgan usuli Lebedev uslubidir. Lebedev usulining mohiyati, tezlik egriligining tezlikni Δv intervalidagi o'rtacha qiymatidan (c nuqta) koordinata boshidan b masofa ortda qoluvchi nuqta orqali o'tgan nurga yo'l o'qi bilan γ burchak hosil qiluvchi perpendikulyar kesma o'tkazishdan iboratdir. Buning uchun yana bir chizish masshtabi, vaqt masshtabini, ya'ni x (mm/soat) kiritamiz. Endi Lipets usuli kabi masshtablar nisbatini topamiz. mm va kl chiziqlari

perpendikulyar bo'lishi uchun $\delta = \gamma$ tenglik ta'minlanishi kerak (2.20-rasm).



2.20-rasm. Lebedev usuli bilan vaqt egriligi $t(S)$ ni chizish

Ocd uchburchagidan $\operatorname{tg} \delta = \frac{b}{m}$, aef uchburchagidan esa $\operatorname{tg} \gamma = \frac{\Delta t}{\Delta S} \cdot \frac{x}{y}$

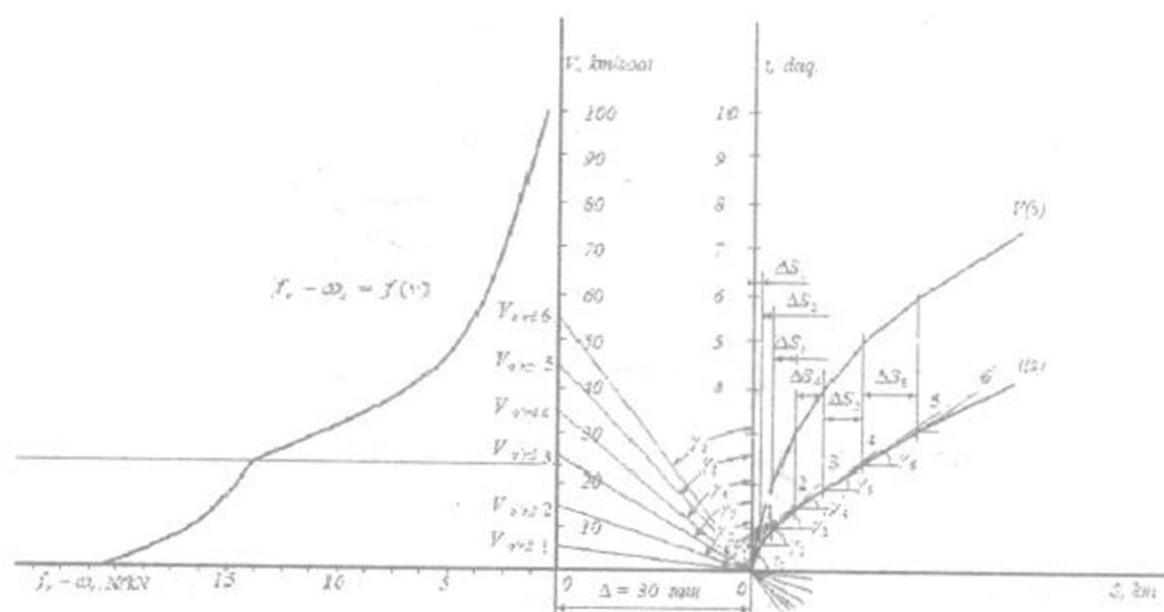
ekanligi ko'rinib turibdi. $\operatorname{tg} \delta = \operatorname{tg} \gamma$ tenglashtirib $\frac{x}{y} = \frac{b}{m}$ ega bo'lamiz.

Bundan,

$$b = \frac{mx}{y} \quad (2.92)$$

Agar $m = 1$, $y = 20$, $x = 600$ deb qabul qilinsa, $b = 30$ ni tashkil etadi. Vaqt egriligini chizish texnikasi quyidagidan iborat: Δv interval belgilanib, uning o'rtasi koordinata boshidan b masofada o'tkazilgan yordamchi vertikal chiziqqa tushiriladi (c nuqta), koordinata boshi O nuqta bilan c nuqtani birlashtiruvchi mn chizig'i va unga perpendikulyar bo'lgan kl chizig'i o'tkaziladi. kl chiziq'ining ΔS masofa oralig'ida joylashgan af kesmasi vaqt egriligi $t(S)$ ning ajralmas qismi hisoblanadi.

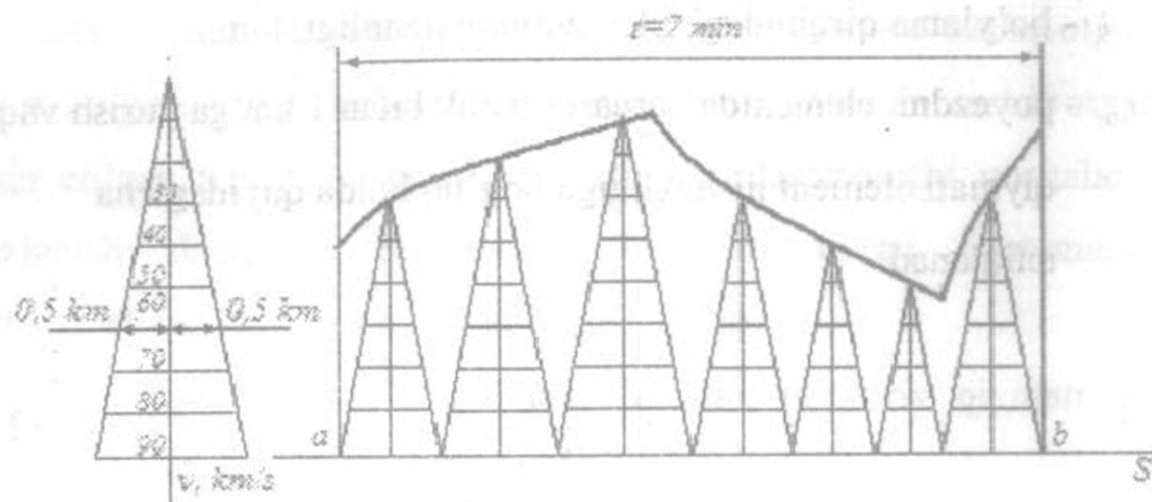
Vaqt egriligi $t(S)$ amalda qanday tartibda chizilishini batafsil ko'rib chiqamiz. Poyezdning yurish vaqti egriligi $t(S)$, avval chizilgan harakat tezligi egriligiga asoslanib chiziladi (2.21-rasm).



2.21-rasm. Poyezdning yurish vaqti egriligini chizish

Yo'l S o'qining koordinata boshidan chap tomonga, uchburchakning doimiy katetiga teng masofa ajratiladi. Bu katetning oxirida, ya'ni O_1 nuqtadan S o'qqa O_1A tik chizig'i o'tkaziladi va unda tezlikning o'rtacha qiymatlari $V_{o'r1}, V_{o'r2}, V_{o'r3}, \dots, V_{o'rn}$ topiladi. Doimiy Δ ni boshi O nuqtani $1, 2, 3, \dots, n$ nuqtalar bilan $O1, O2, O3, \dots, On$ nurlar yordamida tutashtirib, $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \dots, \gamma_n$ burchaklar topiladi. Ushbu $O1, O2, O3, \dots, On$ chiziqlarga tik bo'lgan $O1', O2', O3', \dots, On'$ chiziqlar yo'l o'qi S bilan $\Delta S_1, \Delta S_2, \Delta S_3, \dots, \Delta S_n$ ga teng bo'lgan yo'l kesimlarida $\gamma'_1, \gamma'_2, \gamma'_3, \dots, \gamma'_n$ burchaklar hosil qiladi. Vatarlarni birlashtirish natijasida vaqt egriligi $t(S)$ ga ega bo'lamiz. Tezlik oralig'ining kichik qiymatlarida vatarlar urinma chiziqlarga yaqin bo'ladi va vaqt egriligining $t(S)$ nuqtasi bilan birlashib ketadi. Vatarlarni S o'qiga proeksiyasi, poyezdni Δt vaqt ichida tezlik ΔV ga o'zgarganda bosib o'tgan ΔS yo'lini belgilaydi.

Poyezdning yurish vaqtini Degterev usuli, ya'ni bir minutli uchburchak yordamida hisoblash mumkin (2.22-rasm). Bu usul ma'lum darajada xatolikka yo'l qo'yadi. Xatolik darajasini kamaytirish uchun yarim minutli uchburchakdan foydalanish mumkin.



2.22-rasm. Degterevning minutli uchburchagi yordamida poyezdni yurish vaqtini aniqlash

Yuqorida yoritilgan ikkala usuldan foydalanish uchun egriligi albatta chizilgan bo'lishi shart.

Loyihalanayotgan yangi temir yo'llarda ajrim qilish punktlarining o'qini tahminiyl belgilash uchun, poyezdning yurish vaqtini $v(S)$ egriligini chizmasdan, bevosita bo'ylama qirqimga qarab shoshilinch ravishda aniqlash zaruriyati tuqiladi. Bunday hollarda tezlik egriligi $v(S)$ ni chizishni talab etmaydigan usulidan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Bunday usul *barqaror tezliklar usuli* deb ataladi. Ushbu usulning mohiyati quyidagidan iborat. Poyezd bo'ylama qirqimni har bir elementida ushbu element nishabligiga mos keluvchi barqaror tezlik bilan harakat qiladi va poyezdning og'irlik markazi bir elementdan ikkinchisiga o'tganda, tezlik bir zumda o'zgaradi deb tahmin qilinadi. Vaqt egriligi zinapoyasimon ko'rinishga ega bo'ladi (2.23-rasm), poyezdni yurish vaqti quyidagicha hisoblanadi:

$$t = \sum_{i=1}^n l_i \cdot t_{i(1)} + t_{tc} \quad (2.93)$$

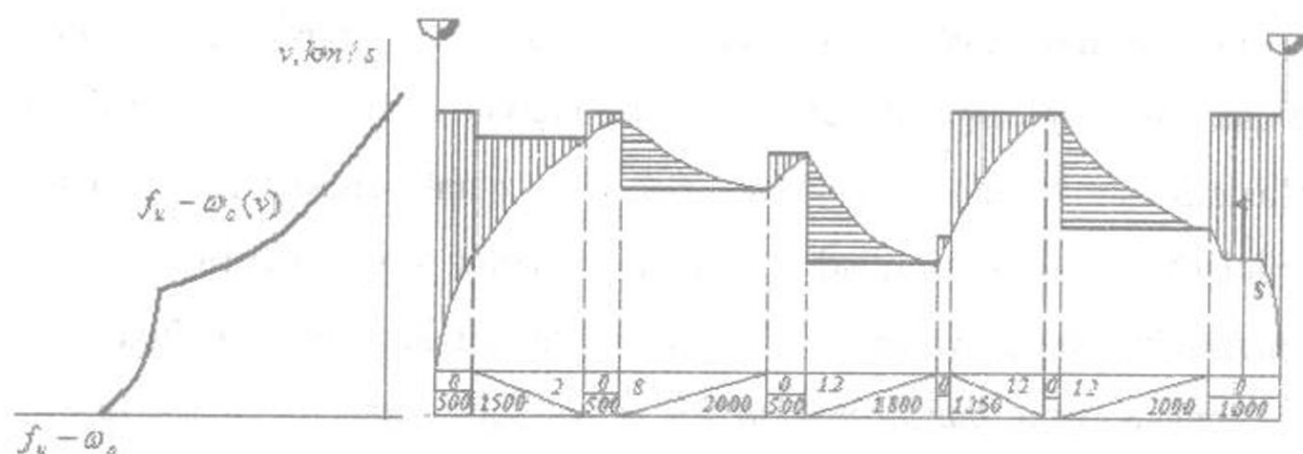
bunda t_{tc} - poyezdni tezlanish va sekinlashish vaqti, min;

l_i - bo'ylama qirqimdagi elementning uzunligi, km;

$t_{i(1)}$ - poyezdni elementda barqaror tezlik bilan 1 km ga yurish vaqti, qiymati element nishabligiga bog'liq holda quyidagicha aniqlanadi

$$t_{i(1)} = \frac{60}{v_{bar(i)}}, \quad (2.94)$$

bunda $v_{bar(i)}$ - poyezdning elementi nishabligiga mos keluvchi barqaror tezligi.



2.23-rasm. Poyezdning barqaror tezligi

Poyezdni tezlanishi va sekinlashishini inobatga olish hisoblarda aniqlik darajasini ko'tarishga qaratilgan. Amalda $t_{tc} = 2-3$ daq qabul qilinadi.

Barqaror tezlik qiymati teng ta'sir etuvchi solishtirma kuchlar diagrammasidan qabul qilinadi.

2.10. Sekinlashish masalalarini yechish

Qiyalikdan tushayotganda poyezdning tezligi, favqulotdagi vaziyatda, masofada to'la to'xtash imkoniyatini beradigan S_z tezlikdan katta bo'lmashligi kerak. Bunday tezlik poyezdni qiyalikdan tushayotgandagi ruxsat etilgan tezligi deb ataladi. Poyezdni qiyalikdan tushayotgandagi ruxsat etilgan tezligi nishablik qiymati, sekinlashtiruvchi vositalar bilan jihozlanish darajasi, sekinlashish vositalari tizimi (sistemi) va sekinlashish (to'la to'xtash) masofasiga bog'liq.

Sekinlashish (to'la to'xtash) masofasining me'yoriy qiymati amalda 1000-1200 metrni tashkil etadi.

Poyezdni sekinlashish (to'la to'xtash) masofasi sekinlashtiruvchi vositalarni ishga tayyorlash (S_{tay}) va poyezdni haqiqiy to'xtash yo'llarini (S_x) yig'indisidan iborat:

$$S_s = S_{tay} + S_x. \quad (2.95)$$

Poyezdni qiyalikdan tushayotgandagi ruxsat etilgan tezligi topish masalasi quyidagidan iborat: ma'lum turdagi sekinlashtiruvchi vositalar bilan jihozlangan va θ_h darajada ta'minlangan poyezdning nishabligi i ga teng qiyalikdan tushayotganda S_z masofasida to'la to'xtash imkoniyatini beradigan tezlikni maksimal qiymatini topish.

Sekinlashish boshlangandan sekinlashtiruvchi vositalarni ishga tushurguncha, ya'ni tayyorlaguncha ma'lum vaqt o'tadi. Sekinlashtiruvchi vositalarni ishga tayyorlash vaqti ularning turi va sostavdagi sekinlashtiruvchi vagonlar o'qlar soniga bog'liq holda quyidagi ifoda bo'yicha topiladi:

$$t_{tay} = a - \frac{b \cdot i}{b_i}, \quad (2.96)$$

bunda b_i - poyezdni solishtirma sekinlashtiruvchi kuchi;

a, b - poyezdni sekinlashtiruvchi vositalarining turi va sostavdagi vagonlar o'qiga bog'liq koeffitsient, qiymati [10] da keltirilgan.

Poyezdni sekinlashtiruvchi vositalarni ishga tayyorlagungacha o'tgan vaqtda bosib o'tgan yo'li quyidagicha aniqlanadi:

$$S_{tay} = \frac{v_z \cdot t_{tay}}{3,6} = 0,278 \cdot v_z \cdot t_{tay}. \quad (2.97)$$

Poyezdni qiyalikdan tushayotgandagi ruxsat etilgan tezligini (2.95) tenglamani iteratsiya usuli bilan yechish mumkin, ya'ni tezlik qiymatini (2.95) shart bajarilguncha ketma-ket oshirib S_{tay} va S_x topish.

Poyezdni haqiqiy sekinlashish yo'li S_x topish uchun (2.76) ni analitik usul bilan integrallash mumkin. Lekin bu masala juda murakkabdir.

Poyezdni haqiqiy sekinlashish yo'lini grafik usulda aniqlash ancha qulaydir.

Poyezdni qiyalikdan tushishdagi ruxsat etilgan tezligini grafoanalitik usulda aniqlash uchun $V(S)$ va $S_{tay}(v)$ egriliklari chiziladi. Ushbu egriliklar kesishgan nuqtaning ordinatasi poyezdni qiyalikdan tushayotganda sekinlashtiruvchi vositalarini inobatga olgan holda ruxsat etilgan tezlikning izlanayotgan qiymatiga teng (2.23-rasm).

Poyezdni sekinlashishidagi tezlik egriligi $V(S)$ teng ta'sir etuvchi kuchlarni favquloddagi (shoshilinch) to'xtashi (sekinlashishi) holati diagrammasi, ya'ni $\omega_{ox} + b_m = f(v)$ dan foydalanib chiziladi.

Poyezdni qiyalikdan tushayotganda, sekinlashtiruvchi vositalarini inobatga olgan holda ruxsat etilgan tezligini aniqlash quyidagi tartibda olib boriladi: qiyalikni bir necha qiymatlari uchun i_1, i_2, i_3 solishtirma teng ta'sir etuvchi kuchlar diagrammasidan foydalanib sekinlashish yo'li S_s chegarasida tezlik egriliklari chiziladi (2.24.a-rasmdagi 1,2,3 egriliklar).

Sekinlashtiruvchi vositalarni ishga tayorlashga ketgan vaqtda bosib o'tilgan yo'llarining uzunligi (2.97) ifodaga binoan hisoblab topiladi va diagrammaga tushiriladi (2.24.b-rasm). Tezlik egriliklarini ushbu chiziqlar bilan kesishgan nuqtasi sekinlashuvning boshlanish joyini (d_1, d_2, d_3 nuqtalar) va sekinlashish boshlanayotganda ruxsat etilgan tezlikning ruxsat etilgan qiymatini bildiradi. Yordamchi $V_x(i)$ diagrammasini chizib, qiyalikni har xil qiymatlar uchun ruxsat etilgan tezlikning qiymatini topish mumkin (2.24.v-rasm).

Masalan: $i_p = 11\text{‰}$, $i_1 = 0\text{‰}$, $i_2 = 5.5\text{‰}$, $i_3 = -11\text{‰}$, $N_o = 182$ ta bo'lganda,

$$t_{tzy1} = 7.0 \text{ son.} \quad s_{tzy1} = 175 \text{ m;}$$

$$t_{tzy1} = 8.5 \text{ son.} \quad s_{tzy1} = 213 \text{ m;}$$

$$t_{tzy1} = 10.0 \text{ son.} \quad s_{tzy1} = 251 \text{ m.}$$

Berilgan 11‰ qiyalikda tezlikning cheklangan qiymati 85 km/soatni tashkil qiladi.

2.11. Temir yo'l loyihlarini baholash va taqqoslash uchun ko'rsatkichlarni aniqlash

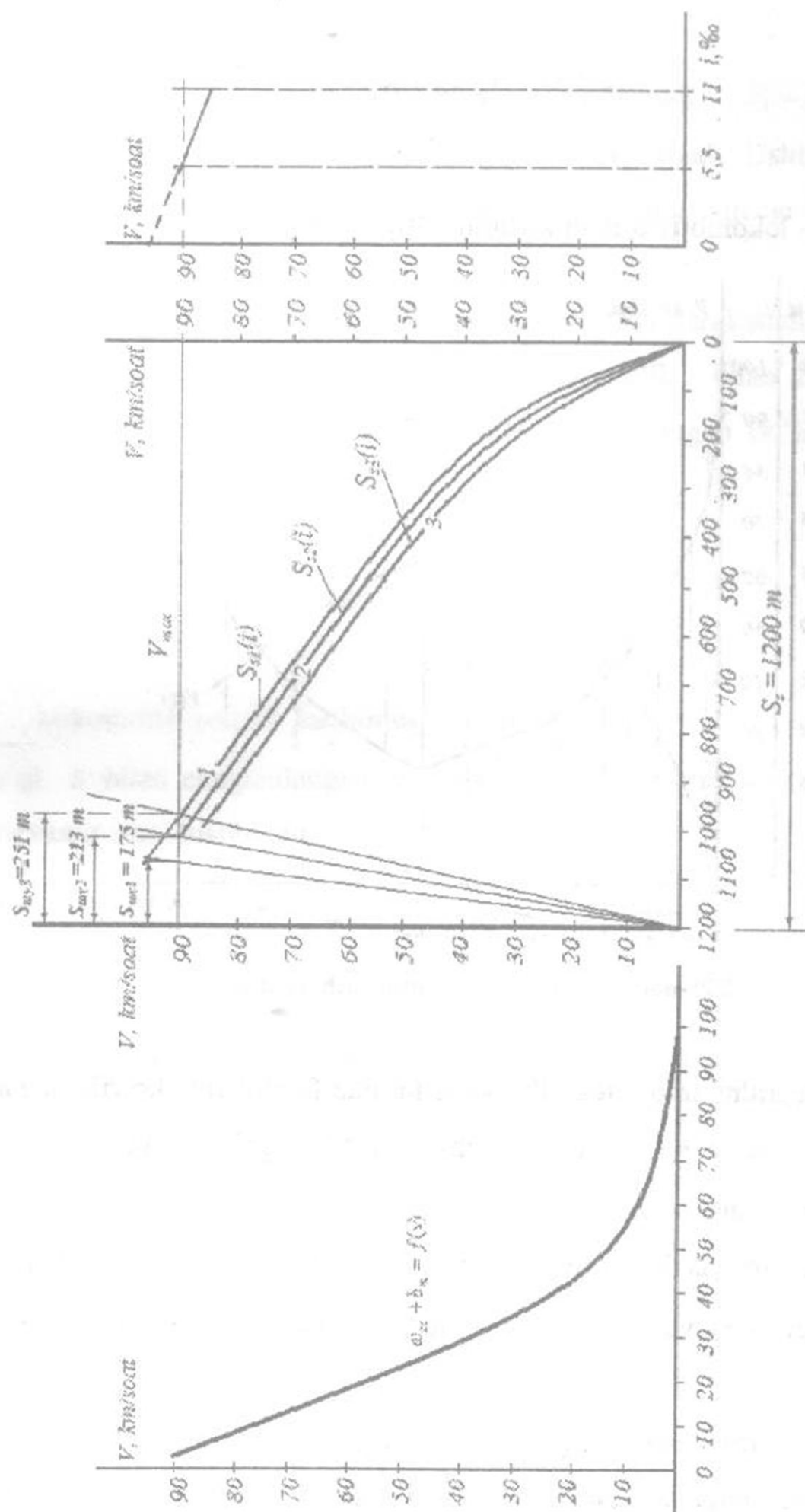
Mavjud temir yo'llarni ta'mirlash, yangi temir yo'llar loyihalari variantlarini taqqoslashda har bir variant uchun texnik-iqtisodiy baholash mezonini va uning tarkibiy qismi bo'lgan tasarruf sarf-xarajatlar aniqlanadi. Tasarruf sarf-xarajatlarini aniqlash uchun lokomotiv tortish kuchining bajargan mexanik ishi, harakatga qarshi kuchlarning bajargan ishi, poyezdni harakatga keltirish uchun zarur bo'lgan dizel yoqilg'i (teplovoz tortishida) yoki elektr energyasi (elektr tortishda) sarfi haqida ma'lumotga ega bo'lish lozim.

2.11.1. Lokomotiv tortish kuchining bajargan mexanik ishi

Poyezdni dS masofaga harakatga keltirish uchun lokomotiv dR_m ish bajaradi.

$$dR_m = F_u \cdot dS \quad (2.98)$$

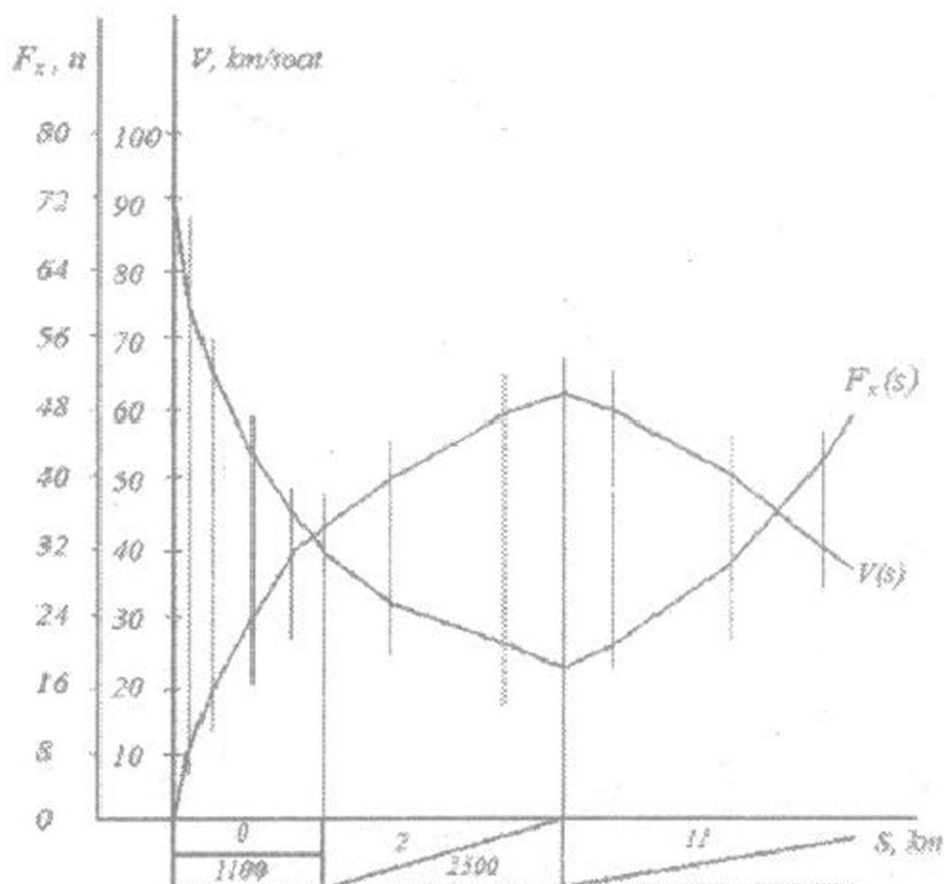
Yo'lning S_1 dan S_2 gacha bo'gan oralig'ida lokomotivning tortish kuchi bajargan mexanik ishi



2.24-rasm. Poyezdni qiyalikdan tushishidagi ruxsat etilgan tezligini aniqlash

$$R_m = \int_{S_1}^{S_2} dR_m = \int_{S_1}^{S_2} F_u(S) \cdot dS, \quad (2.99)$$

bunda $F_u(S)$ - lokomotiv tortish kuchini yo'lga bog'liqlik egriligi.



2.25-rasm. Lokomotivning tortish kuchi egriligi

(2.99) integralni aniq integrallar xossalaridan foydalanib, ko'rilayotgan temir yo'l bo'lagida $F_u(S)$ egrilikni chizib, ushbu egrilik va yo'l o'qi S bilan chegaralangan yuzani hisoblash bilan aniqlash mumkin.

Lokomotiv tortish kuchining yo'lga bog'liqlik egriligi $F_u(S)$ harakat tezligi egriligi $v(S)$ va lokomotivning tortish kuchi tavsifidan foydalanib chiziladi.

Poyezdni tortish holatidagi harakati uchun tezlik egriligi $V(s)$ da egrilikni sinish nuqtalari topiladi. So'ngra shu nuqtalardagi tezlikka mos

keluvchi lokomotivning tortish kuchi tavsifining $F_t = f(V)$ chiziqli ko'rinishidan olingan tortish kuchi qiymati belgilanadi. Ushbu nuqtalarini birlashtirish natijasida lokomotivning tortish kuchi egriligi hosil bo'ladi (2.25-rasm).

Poyezd salt yurish yoki sekinlashish holatida harakatlanganda tortish kuchi mexanik ish bajarmaydi, o'zgarmas tezlik bilan harakatlangan uchastkalarda esa tortish kuchi qisman chegaralangan bo'ladi va uning qiymati quyidagiga teng:

$$F_{cheg} = (P + Q) \cdot g \cdot (\alpha_0 - t). \quad (2.100)$$

Lokomotiv tortish kuchining yo'lga bog'liqlik egriligi $F_u(S)$ va yo'l o'qi S bilan chegaralangan Ω yuzani (sm^2) istalgan usul bilan aniqlab mexanik ishni hisoblab topish mumkin.

$$R_m = \Omega \cdot m, \quad (2.101)$$

bunda m - tortish kuchi egriligi $F_u(S)$ va yo'l S ni chizishda qabul qilingan masshtablarga bog'liq koeffitsient.

Agar tortish kuchining 1 sm iga f kN, yo'lni 1 sm ga S metr to'g'ri kelsa, Ω yuzaning 1 sm^2 ning bahosi $m = f \cdot S \cdot 10^{-3}$ Mj ga teng.

Masalan, ordinata o'qining 1 sm iga 20kN kuch to'g'ri kelib, yo'l o'qini 1 sm esa 500 m ga teng bo'lsa, bunda 1 sm^2 ning "bahosi" $m = 20 \times 500 \times 10 = 10 \text{ Mj}$ ga teng.

2.11.2. Harakatga qarshi kuchlarning bajargan mexanik ishi

Harakatga qarshi kuchlarni bajargan mexanik ishni kinetik energiyaning ortish teoremasidan foydalanib, quyidagi formula yordamida topish mumkin:

$$\Delta T = R_m - R_q - R_h, \quad (2.102)$$

bunda R_h - potensial energiya zaxirasini tashkil etish uchun sarflangan ish, Mj.

ΔT - kinetik energiyani o'zgarishi, Mj.

Yoki

$$R_q = R_m - (P + Q)(H_o - H_b) \cdot g \cdot 10^{-3} - 4,17(P + Q)(V_o^2 - V_b^2) \cdot g \cdot 10^{-6}, \quad (2.103)$$

bunda R_m - lokomotivning tortish kuchi bajargan ish, Mj;

H_b, H_o - yo'l qismini boshlang'ich va oxirgi nuqtalarining balandliklari, m;

V_b, V_o - yo'l qismini boshida va oxirida poyezdning tezligi, km/soat.

Masalan, $H_b = 100$ m, $H_o = 153.4$ m, $V_b = 0$, $V_o = 84$ km/soat va $R_l = 3374$ Mj bo'lgan boshlang'ich ma'lumotlar uchun, harakatga qarshi kuchlarning bajargan mexanik ishi $R_q = 389$ Mj ga teng.

2.11.3. Elektr energiya sarfi

Poyezdlarning yo'l qismida harakatga keltirish uchun sarflangan elektr energiyasi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$A_t = \frac{U_s \sum I_{o'ri} \Delta t_i}{60 \cdot 1000}, \quad (2.104)$$

bunda $I_{o'ri}$ - elektrovoz tok kuchini Δt_i vaqt oralig'ida o'rtacha qiymati, A;

$\Delta t_i - I_{o'ri}$ tok kuchi o'tgan vaqt oralig'i, daq;

U_s - kontakt simidagi kuchlanish: $U_s = 3000$ vt - doimiy tok

sistemasida, $U_s = 25000$ vt - o'zgaruvchan tok sistemasida.

60,1000 - daqiqalarni soatlarga, vatt-soatni kilovatt-soatga o'tkazish koefitsientlari.

$I_{o'ri}$ va Δt_i ni aniqlash uchun, tok kuchi egriligi $I=f(S)$ dan va vaqt egriligi $t(S)$ dan foydalaniladi. Elektrovozning tok kuchi egriligini $I=f(S)$, tezlik egriligi $V(s)$ va elektrovozning tok kuchi ta'rifiga asosanib, lokomotiv tortish kuchi egriligi kabi chiziladi. Poyezdni tortish holatidagi harakati uchun tezlik egriligi $V(s)$ da egrilikni sinish nuqtalari topiladi. So'ngra shu nuqtalardagi tezlikka mos keluvchi elektrovozning tok kuchi tavsifining $F_k = f(V)$ chiziqli ko'rinishidan olingan tok kuchi qiymati belgilanadi. Ushbu nuqtalarini birlashtirish natijasida elektrovozning tok kuchi egriligi hosil bo'ladi. Elektrovozlar tok kuchi ta'rifini chiziqli ko'rinishi [10] da keltirilgan. 2.26-rasmda elektrovozning tok kuchi egriligi $I=f(S)$ ni chizishga misol keltirilgan.

Shunday qilib, tok qabul qiluvchi moslamadan elektr energiyasining sarfi (2.104) formulaga binoan quyidagicha topiladi:

- doimiy tok tizimida

$$A_t = 0.05 \sum I_{o'ri} \cdot \Delta t_i; \quad (2.105)$$

- o'zgaruvchan tok tizimida

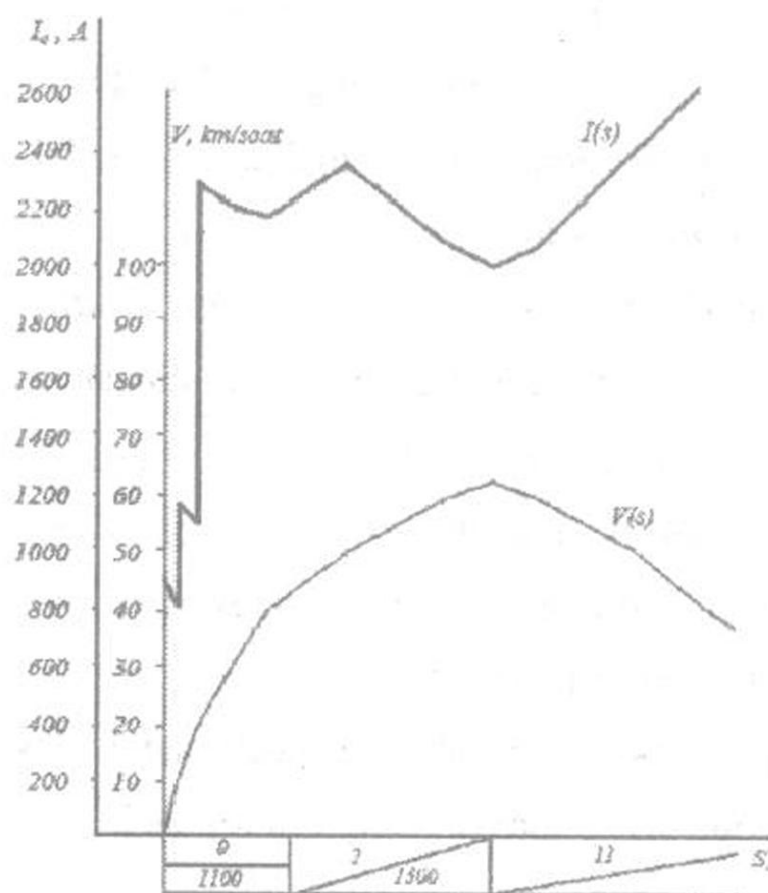
$$A_t = 0.417 \sum I_{o'ri} \cdot \Delta t_i. \quad (2.106)$$

Elektr energiyasining to'la sarfi esa quyidagi formuladan topiladi:

$$A_{tz} = A_t + A_{o'z} + A_m, \quad (2.107)$$

bunda $A_{o'z}$ - elektrovozning ehtiyojlariga ishlatiladigan elektr energiya sarfi [10], 20-jadvalida keltirilgan. Masalan, VL-10 elektrovozi uchun - 2,08 kVt soat/daqqa;

A_m - elektrovoz depo yo'llarida harakat vaqtida sarflangan elektr energiya miqdori, kVt/soat.



2.26-rasm. Elektrovozning tok kuchi egriligi

Elektr kuchini moslab beruvchi podstansiyaning uch fazali tok uzatkichlariga nisbatan aniqlangan elektr energiya to'la sarfi quyidagicha hisoblanadi:

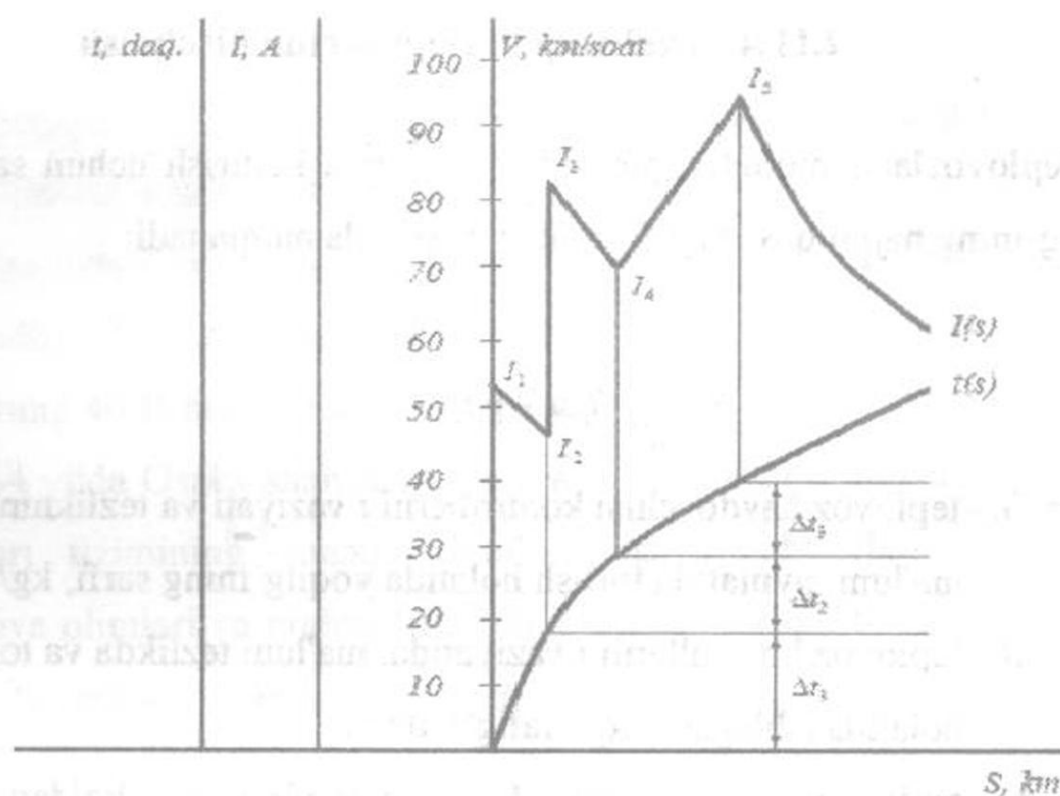
$$A_{tpz} = \frac{A_{tz}}{\eta_{tz} \cdot \eta_{tpz}}, \quad (2.108)$$

bunda η_{kr} - elektr quvvatini uzatuvchi simlarni foydali ish koeffitsienti:

doimiy tok tizimi uchun – 0,90-0,92 va o'zgaruvchan tok tizimi uchun – 0,93-0,95 ga teng;

η_{tpa} - elektr toki kuchini moslab beruvchi podstantsiyaning foydali ish koeffitsienti: doimiy tok tizimi uchun – 0,92-0,94 va o'zgaruvchan tok tizimi uchun – 0,96-0,97 ga teng.

Poyezdni yo'l qismida harakatga keltirish uchun sarf etilgan elektr energiyaning miqdorini jadval usulida hisoblash qulayroq. Misol tariqasida hisoblar 2.1-jadvalda va 2.7-rasmda keltirilgan.



2.27-rasm. Tok kuchining sarfini hisoblash

Tok kuchining sarfi

Tok kuchi, A			Vaqt oralig'i, daq.	$I_{o'rt} \Delta t_i$
Boshida	Oxirida	O'rtacha		
I_1	I_2	$I_{o'rt1} = \frac{I_1 + I_2}{2}$	Δt_1	$I_{o'rt1} \Delta t_1$
I_2	I_3	$I_{o'rt2} = \frac{I_2 + I_3}{2}$	$\Delta t_2 = 0$	0
I_3	I_4	$I_{o'rt3} = \frac{I_3 + I_4}{2}$	Δt_3	$I_{o'rt3} \Delta t_3$
I_4	I_5	$I_{o'rt4} = \frac{I_4 + I_5}{2}$	Δt_4	$I_{o'rt4} \Delta t_4$

2.11.4. Dizel yoqilg'ining sarfini hisoblash

Teplovozlar tomonidan poyezdni harakatga keltirish uchun sarflangan yoqilg'ining hajmi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$E = \sum_{i=1}^m G_i \Delta t_i + g_s t_s, \quad (2.109)$$

bunda G_i - teplovoz haydovchisi kontrollerni i vaziyati va tezlikning ma'lum qiymatida tortish holatida yoqilg'ining sarfi, kg/daq.;
 Δt_i - teplovoz kontrollerni i vaziyatida, ma'lum tezlikda va tortish holatida ishlagan vaqt oralig'i, daq.;
 g_s - teplovozning salt harakat holatida yoqilg'i sarfi, kg/daq.;
 t_s - teplovozning salt harakat holatida ishlagan vaqti, daq.

Yoqilg'ining sarfi G_i va g_s qiymatlari [10] dagi 5-ilovada keltirilgan.

Masalan, $\sum G_i \Delta t_i = 381.04$ kg, $g_s = 0.76$ kg/daq., $t_s = 14.25$ daq.

bo'lganda, yoqilgi sarfi 391,9 kg ga teng.

Teplovoz sarflangan dizel yoqilg'i hajmini lokomotivning mexanik ishiga mutanosib ravishda quyidagi ifoda bo'yicha hisoblash mumkin:

$$E = R_f(0.080 + 0.085) \quad (2.110)$$

2.12. Yuqori tezlikli temir yo'llar uchun harakat vositalari va tortish hisoblarini bajarishni o'ziga xos xususiyatlari

2.12.1 Yuqori tezlikli temir yo'llar uchun harakat vositalari

Ilk bor haqiqiy yuqori tezlikli temir yo'llar Yaponiyada 1964 yilda doimiy tasarrufga topshirildi.

Yaponiya temir yo'llarining aksariyati tor izli. Iz oralig'i 1067 mm bo'lib ushbu temir yo'llarda 110 km/s ortiq tezlikka erishish qiyin. Yaponiya temir yo'llarining asosiy yo'nalishi Tokio va Osaka shaharlari oralig'idir. XX asrning 60 yillarida ushbu yo'nalishda Yaponiya aholisining 40 % mujassamlangan edi.

1964 yilda Osaka shahrida Olimpiya O'yinlarini o'tkazilishi Yaponiya transport tizimining yanada rivojlanishiga qo'shimcha turtki bo'ldi, Yaponiya olimlari va muhandislarining yuqori tezlikli temir yo'llar barpo qilish borasida olib borayotgan tadqiqot va tajribalarini yanada jadallashtirdi. Yaponiya tadqiqotchilari tomonidan yuqori tezlikli temir yo'lining qabul qilingan modeli quyidagi ko'rsatkichlarga ega edi:

- iz oralig'i 1435 mm bo'lgan ikki izli temir yo'l (natijada asosiy temir yo'llar yuqori tezlikli temir yo'llardan chegaralandi va ajratildi);
- yuqori tezlikli temir yo'llar asosan viaduklardan o'tadi (boshqa yo'llar bilan kesishuvlar bartaraf etilgan);

- yuqori tezlikli temir yo'l 25kV 50Gts tok sistemasida elektrlashtirilgan (Fransuz tadqiqotchilarining tajribasi qo'llanildi);

- 250 km/s tezlikka erishish imkoniyatini beruvchi katta radiusli egriliklar (2500 m dan ortiq);

- yuqori tezlikli temir yo'l bo'ylama qirqimi nishabligi 15 ‰ (ruxsat etilgan maksimal qiymati 20 ‰);

- tortish kuchi sostav uzunligi bo'yicha taqsimlangan avtomatrissalar (12-16 vagonli sostav);

- signalizatsiya mashinist kabinasida.

Olti yil davomida olib borilgan qurilish ishlari natijasida, Olimpiya O'yinlarining ochilishi arafasida, yo'lovchi poyezdlari 210 km/s tezlik bilan harakatlana oladigan, uzunligi 515 km bo'lgan yuqori tezlikli temir yo'l ("Sinkansen") doimiy tasarrufga topshiriladi. Belgilangan harakat jadvaliga ega bo'lgan ushbu yo'l ko'p jihatdan metropoliteni eslatar edi. Bunda qandaydir mantiq bor edi, chunki bir turdagi sostav (poyezdlar) harakati maxsus ajratilgan infratuzilmada tashkil etilgan, transport xizmatini ko'rsatuvchi boshqa operatorlarning parallel harakatlari mavjud emas, boshqa turdagi transport vositalari bilan to'qnashish xavfi yo'q. Bir kunda harakat jadvaliga asosan 64 ta poyezd yo'lga chiqar edi. Xozirgi kunga kelib bu son 5 baravar ko'paygan. Yaponiya yuqori tezlikli temir yo'llari katta muvaffaqiyatga erishdi. Poyezdlarning yurish vaqti 3 baravar qisqarishi minglab yo'lovchilarni yuqori tezlikli temir yo'llarga jalb qildi.

⌞ Harakat vositalari temir yuqori tezlikli temir yo'llar infratuzilmasida ikkinchi elementidir.

Yuqori tezlikli temir yo'llar uchun harakat vositalari hozirgi kundagi shakli va ko'rinishini olguncha ko'p yillik tajriba va tadqiqotlar o'tkazilgan.

Olib borilgan tadqiqotlar quyidagi muammolarni qamrab olgan edi:

- tortish turi: issiqlik yoki elektr;
- poyezd turi: avtomotor elementlaridan tashkil topgan sostav yoki oddiy lokomotivli poyezd;
- mayatnikli harakat vositasi;
- motor uskunasi turi: tortish kuchi bir nuqtada jamlangan yoki sostav uzunligi bo'yicha taqsimlangan.

Shuni ta'kidlash lozimki, harakat vositalarining bugungi kundagi konfiguratsiyasi yuqorida qayd etilgan yo'nalishda o'tkazilgan tadqiqotlar natijasidir.

Tortish turi. Boshqa turdagi tortish turlari bilan tajriba va tadqiqotlar o'tkazilgan bo'lsa-da, elektr tortish yuqori tezliklar uchun zarur deb topildi.

Gaz turbinalari. Neft va gaz arzon energoresurs bo'lganligi sababli termik energiyadan foydalanish g'oyasidan xanuzgacha voz kechilmagan. 1964 yilda harakat vositalarining SNCF direksiyasi avtomatrisa asosida qurilgan (TGV 001 vagonlariga o'xshash), Yevropadagi birinchi yuqori tezlikli poyezda gaz turbinasidan foydalanish g'oyasini ko'tarib chiqdi. Ushbu eksperimental ekipaj yangi turdagi harakat vositasini o'rganish, uning elementlarini, yani kuzov strukturasi, elektrjihozlari, yo'lovchilarga tug'dirilgan qulayliklar, kajava va boshqalarning yakuniy variantlarini tasdiqlash imkoniyatini beradi. XX asrning 70-yillaridagi energetik krizis SNCF kompaniyasini termik energiyadan foydalanish g'oyasidan voz kechishga majbur qildi. Shu vaqtdan boshlab Yevropa yuqori tezlikli harakat uchun elektr energiyasi foydasiga butkul yon bosdi. Yuqori tezlikli temir yo'llar tizimiga ega bo'lgan mamlakatlarning deyarli barchasida 25kV 50Gs tok sistemasi qabul qilingan.

1903 yilda (!) "Simens" kompaniyasi muhandislari yaratgan elektr tortishidagi harakat vositasi maxsus ajratilgan va 3 fazali (10000 V 50Gs) tok tizimida elektrlashtirilgan temir yo'lda birinchi bor 200 km/s tezlikdagi marrani ishg'ol qildi. Ushbu rekord deyarli 30 yil mobaynida rels-g'ildirak tizimidagi jahon rekordi sifatida e'tirof etildi.

Ushbu tajriba temir yo'lda yuqori tezliklar asri boshlanganidan dalolat berdi, elektrlashtirilgan temir yo'llar, ayniqsa harakat vositalarining keng imkoniyatlarini ochib berdi. Buning dalolati sifatida 1927 yilda Italiyada Rim va Neapol shaharlari orasida barpo etilgan "Direttissime" temir yo'lini misol keltirish mumkin.

O'tkazilgan boshqa tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, yuqori tezliklarga boshqa tortish turida ham erishish mumkin:

- 1934 yil Fransiyada ichki yonuv dvigateli (IYoD) "BUGATTI" avtomatrisasi 190 km/s tezlikka erishdi;

- 1938 yil Buyuk Britaniyada parovoz 200 km/s tezlikdagi marrani ishg'ol etdi.

Paydo bo'lgan 25 kV 50 Gts (bir fazali, ishlab chiqarish chastotali) tok tizimini birinchi iste'molchisi temir yo'llar edi. Shu bilan birga temir yo'l kompaniyalarining o'zlari ham elektr energiyasini ishlab chiqarishardi, ba'zi hollarda gidroelektrstansiyalarida. Texnik sabablarga ko'ra bir fazali 16,7 Gts chastotali tok o'zgaruvchan tok sistemasi uchun me'yor hisoblanardi.

Elektr energiyasidan keng ko'lamda foydalanish elektr tokini ishlab chiqaruvchilar sonini ortishiga olib keldi. Ular tokni uzatish va taqsimlash uchun 50 Gts chastotali elektr tokini ishlab chiqara boshladi. Elektr tokini uzatish uchun ikkita tarmoq paydo bo'ldi. Birinchisi-temir yo'l uchun

maxsus; ikkinchisi-ancha keyinroq qolgan barcha iste'molchilar uchun mo'ljallangan edi.

Temir yo'l ehtiyojlari uchun 50 Gts chastotali tokdan foydalanish samaraliroq edi. Afsuski bu vaqtda 50 Gts chastotada ishlaydigan motorlar mavjud emas edi. Shu bois 50 Gts chastotali tok keyinchalik foydalanish uchun, murakkab va qo'pol bo'lgan chastota transformatorlarida o'zgartirilar edi. 1936 yil Germaniyada Frayburg-Titzee temir yo'lida bir fazali 50Gts chastotali tokdan samarali foydalanish bo'yicha yangi tajriba va tadqiqotlar boshlab yuborildi. Tajribalarning asosiy maqsadi Xegeshaloma-Budapesht (Vengriya) oralig'ida, chastotali transformatorga ega bo'lgan murakkab va ishonchsiz lokomotivlar harakat qiladigan uchastkada, 16 kV 50 Gts tok tizimini yaxshilashdan iborat edi.

Bu davrda elektr motorlarida oson qo'llaniladigan 12 kV yoki 15 kV kuchlanishli 16,6 Gts chastotali bir fazali tok tizimi Germaniya, Shveytsariya, Avstriya davlatlarida keng tarqalgan, ishlab chiqarish va temir yo'llarni elektrlashtirish tarixida muhim rol' o'ynagan. Boshqa davlatlarda doimiy tok tizimini qo'llash ommalashib bordi (1500 V yoki 3000 V). Italiyada murakkab bo'lgan 3 fazali tok tizimidan doimiy tok (3000 V) tizimiga o'tish boshlandi. Ikkinchi jahon urushini boshlanishi bir fazali 50 Gts chastotali tok tizimi bilan olib borilayotgan tajriba va tadqiqotlarni vaqtinchalik to'xtatib qo'ydi. Fransuz muhandisi Lui Arman g'oyalari ta'sirida 1945 yilda tajriba va tadqiqotlar qaytadan boshlandi. Lui Arman ushbu tok tizimini Fransiya uchun nechog'li ahamiyatli ekanini tushunib yetdi, o'z tajribalarini avval Germaniya temir yo'llarida, keyinchalik esa Fransuz Al'plarida (Annesi rayonida) davom ettirdi.

O'tkazilgan tajribalar natijalariga ko'ra 25kV 50Gts tok tizimi mavjud tok tizimlari orasida eng arzon va unumdorli deb topildi. Tajribalar

tugagach 25kV 50Gts tok tizimi butun dunyo bo'ylab ommalasha bordi va temir yo'llarni elektrlashtirishda andoza sifatida qabul qilindi; lekin, 50-yillarda 25kV 50Gts tok tizimini asosan og'ir vaznli yuk poyezdlarini tortishda qo'llash tahmin qilinardi. Ispaniyaning shimoliy ishlab chiqarish hududi va Lotaringiyani birlashtiruvchi Valansen-Tionvil bo'lagida 25kV 50Gts tok tizimida elektrlashtirilgan SNCF temir yo'li og'ir yuk poyezdlarini harakatga keltirishda yetakchi o'ringa chiqdi.

1955 yil Fransiyaning Bordo shahri va Ispaniya chegarasi oralig'ida 25kV 50Gts tok tizimida elektrlashtirilgan temir yo'lda ikki lokomotiv va uchta vagondan iborat bo'lgan sostav 331 km/s tezlikka erishdi va yangi jahon rekordini o'rnatdi.

G'arbiy Yevropaning ko'pgina mamlakatlarida asosiy temir yo'llar asosan yengil sharoitda o'tkazilgan bo'lib, yuz yil o'tsada ularda 160 km/s tezlik bilan harakatlanish mumkin edi. Ba'zi hollarda esa, kesishuvlar to'g'ri jihozlangan yoki ulardan umuman voz kechilganda, temir yo'l 160 km/s dan ortiq tezlikda harakatlanish imkoniyatini beradigan darajada elektrlashtirilganda, signallar tizimi takomillashtirilganda 220 km/s gacha tezlikda harakatlanish mumkin edi. Misol tariqasida Bordo-Tur temir yo'l bo'lagini keltirish mumkin. Ta'mirlash ishlaridan so'ng 150 yil avval qurilgan temir yo'lda yo'lovchi poyezdlari hozirgi kunda 220 km/s gacha tezlik bilan harakatlanmoqda. Lekin murakkab tog' sharoitida qurilgan temir yo'llar (masalan, Shveytsariya) yuqori tezlikka erishishda qiyinchiliklar tug'dirmoqda.

Yuqori tezlikli temir yo'llar tramvay, metro, oddiy temir yo'llar kabi relsli transportning yana bir amaliy tadbiri hisoblanadi. Yuqori tezliklarni amalga oshirish uchun turli muhandislik yechimlari qo'llangan: Fransiya 70-yillarda aeropoyezdlar yoki magnit yostiqdagi zamonaviy poyezdlar.

Ushbu yechimlar tajriba bosqichini to'la o'tmagan. Hozirgi kunda Shanxay (Xitoy) aeroportiga xizmat ko'rsatuvchi uzunligi 32 km lik magnit yostiqdagi poyezd ushbu tajribalarning amaliy tadbiri hisoblanadi.

Barcha temir yo'l tizimlari ikki elementdan tashkil topgan: infratuzilma va harakat vositalari.

XX asrning 60-yillarida paydo bo'lgan yuqori tezlikli harakat bizning transportga nisbatan bo'lgan qarashimizni o'zgartirib yubordi. Shu bilan birga, TGV-LGV (yuqori tezlikli poyezd-yuqori tezlikli temir yo'l) juftligida temir yo'l transportiga xos xech qanday revolyutsion yangilik yoki o'zgarish qayd etilmadi. TGV-LGV - temir yo'l tizimining ikki asosiy elementi infratuzilma (temir yo'l, signalizatsiya, kontakt simi, telekommunikatsiya) va harakat vositalari (lokomotiv, vagon, poyezd, bo'linmaydigan sostav, motorlari taqsimlangan yoki ma'lum nuqtalarda guruhlangan avtomatrisa) ning evolyutsion taraqqiyotidir. Biz, "nimitzim" deb ataydigan ushbu komponentlarning har biri o'z taraqqiyot yo'liga ega. Turli komponentlarni taraqqiyotining ma'lum nuqtadagi birikmasi, bugungi kunda biz uchun odatiy xol bo'lgan, yuqori tezlikli harakatga erishish imkoniyatini berdi. Texnikaning boshqa sohalari kabi temir yo'lda ham taraqqiyot davom etmoqda va bugungi kunda "rels-g'ildirak" tizimidagi jaxon rekordi 574,8 km/s ni tashkil etadi. Bu albatta chegara emas, balki yaqin kelajakda tezliklar bundan ham yuqori bo'lishining dalolatidir.

Kelajakdagi yuqori tezlikli poyezdlar bugungi kundagi olim va muhandislarning sermashaqqat mehnati, ko'p yillar davomida o'tkazgan tadqiqot va murakkab tajribalarining mahsuli bo'ladi. Masalaning iqtisodiy tomoniga nazar tashlasak, temir yo'l transporti asta sekin havo transporti bilan raqobat qila boshladi. O'rta masofaga yo'lovchilar tashishda esa

masala temir yo'l transporti foydasiga xal bo'lmoqda (Tokio-Osako, Parij-Marsel' va boshqa yuqori tezlikli temir yo'llar).

Yuqori tezlikli temir yo'llar yo'lovchilar tashish geografiyasini yanada kengaytirdi, endi yo'nalishlar orasidagi masofani yo'lovchi uzunlik birligida emas balki vaqt birligida o'lchay boshladi. Ya'ni yo'lovchini manzilgacha bo'lgan masofa emas, ushbu manzilga yetib olish vaqti qiziqtirardi. Odamlarni fikrlash odati ham o'zgardi, chunki uydan ishgacha bo'lgan masofa tobora uzunroq bo'la boshladi, qolaversa yuqori tezlikli temir yo'llar tijorat nuqtai nazaridan ham muvaffaqiyatli loyiha edi, chunki aholida yuqori tezlikda harakatlanish va manzilga qisqa vaqtda yetib olish ehtiyoji, qolaversa vaqtni qadri ortib bordi. Iqtisodiy samara bermaydigan yangi yo'llarni qurishga chek qo'yildi.

Buyuk fransuz muhandisi Lui Arman XX asrning 50-yillarida "Poyezdlar XXI asr transporti bo'ladi yoki butkul faoliyatini to'xtatadi" - degan edi. Bugungi kundagi yuqori tezlikli temir yo'llar Lui Armanning bashorati ne chog'lik to'g'ri ekanligidan dalolat beradi.

2.12.2. Yuqori tezlikli temir yo'llarda tortish hisoblarini bajarishni o'ziga xos xususiyatlari

Yuqori tezlikli poyezdlar harakati uchun harakatga qarshi solishtirma kuchlar [12] ga asosan quyidagi ifodalar bo'yicha aniqlanadi:

$$\omega_u = 1,0 + 0,01 \cdot v + 0,00014 \cdot (v + 15)^2; \quad (2.111)$$

$$\omega_{0x} = 1,07 + 0,014 \cdot v + 0,00014 \cdot (v + 15)^2. \quad (2.112)$$

Motorvagonli poyezdning diskli elektrpnevmatik sekinlashtiruvchi vositalari ta'sirida yuzaga keladigan sekinlashtiruvchi kuch quyidagiga teng:

$$B_d = B_d^m \cdot n^m + B_d^t n^t, \quad (2.113)$$

bunda B_d^m, B_d^t - motorli va tirkama vagonlarning bitta diskli elektrpnevmatik sekinlashtiruvchi vositalari tomonidan mos ravishda yuzaga keltirilgan sekinlashtiruvchi kuch;

n^m, n^t - mos ravishda poyezd tarkibidagi motorli va tirkama vagonlar soni.

G'ildiraklarning rels bilan ilinish kuchidan to'la foydalangan holda bitta to'rt o'qli vagonning sekinlashtiruvchi kuchi quyidagicha aniqlanadi:

$$B_d^m = 4 \cdot q^m \cdot \psi; \quad (2.114)$$

$$B_d^t = 4 \cdot q^t \cdot \psi. \quad (2.115)$$

bunda q^m, q^t - motorli va tirkama vagonning g'ildirak juftligidan relsga tushgan yuklanish;

ψ - g'ildiraklarning rels bilan ilinish koeffitsienti.

G'ildiraklarning rels bilan ilinish koeffitsientining qiymatini quyidagi ifoda bo'yicha hisoblash tavsiya etiladi;

$$\psi = 0,21 \cdot \frac{v + 200}{3 \cdot v + 200} \cdot \frac{\frac{q}{g} + 100}{\frac{4 \cdot q}{g} + 100}. \quad (2.116)$$

Motorvagonli poyezdning chiziqli vixretokli sekinlashtiruvchi vositalari ta'sirida yuzaga keladigan sekinlashtiruvchi kuch quyidagiga teng:

$$B_{ch} = 4 \cdot (n^m + n^r) B_{ch}^b \quad (2.117)$$

bunda B_{ch}^b - chiziqli vixretokli sekinlashtiruvchi bir boshmoq tomonidan hosil qilinadigan sekinlashtiruvchi kuch.

Chiziqli vixretokli sekinlashtiruvchi bir boshmoq tomonidan hosil qilinadigan sekinlashtiruvchi kuch tezlik 300 km/soat bo'lganda 7 kN, 70 - 100 km/s bo'lganda esa 9 kN ni tashkil etadi [13].

Yuqori tezlikli temir yo'llarda hisoblangan sekinlashish yo'lining uzunligi 3600 -3800 metr deb qabul qilingan. Bunda poyezdni sekinlashish shartidan kelib chiqib qiyalikdan tushayotgan tezligi nishablik 20 -24 % bo'lganda-280 km/soat, 35 % bo'lganda-260 km/soat bilan chegaralangan.

Назорат саволлари

1. Tortish hisoblarini o'tkazishdan maqsad nima?
2. Tortish hisoblarida poyezd nima sifatida ko'riladi?
3. Poyezd harakatiga qanday kuchlar ta'sir etadi va ularning ishorasi qanday?
4. Poyezd harakatining turli holatlarida teng ta'sir etuvchi kuchlarning ifodasi qanday ko'rinishga ega va ishorasi qanday?
5. Poyezd harakatining turli holatlarida poyezd harakatining differensial tenglamasi qanday ko'rinishga ega?
6. Tortish hisoblarida harakatga qarshi qanday kuchlar ko'riladi?
7. Lokomotiv tortish kuchi qanay omillarga bog'liq?
8. Hisoblangan ilinish koeffitsientining qiymati nimaga bog'liq?
9. Doimiy tok sistemasidagi elektrovozlarda tortish kuchini o'zgartirish nimani hisobiga amalga oshiriladi?
10. Poyezdni to'xtatuvchi (sekinlashtiruvchi) kuch nimaga bog'liq?
11. Sotav og'irligi qanday ifoda bo'yicha hisoblanadi?
12. Teng ta'sir etuvchi solishtirma kuchlar diagrammasi nima?
13. Lokomotiv tortish kuchining bajargan mexanik ishi qanday hisoblanadi?
14. Harakatga qarshi kuchlarni bajargan mexanik qaysi formula yordamida topish mumkin?
15. Yuqori tezlikli temir yo'llarda qanday harakat vositalari qo'llaniladi?

3. Yangi temir yo'llarni loyihalash va mavjudlarini ta'mirlash loyihalarini ishlab chiqish uchun texnik iqtisodiy tadqiqot ishlari

3.1. Temir yo'llarni loyihalashda iqtisodiy tadqiqotlar o'rni

Respublika rahbariyati tomonidan mamlakatimiz mintaqalarini kompleks ravishda rivojlantirish, ishlab chiqarish quvvatlari va kuchlarini joylashtirishni takomillashtirish borasida mustaqillik yillarida katta yutuqlarga erishildi. Yagona xalq xo'jaligi kompleksini barpo qilish, alohida tarmoqlarni rivojlantirish, hududiy ishlab chiqarish komplekslari jadal suratlar bilan yaratilmoqda.

Xalq xo'jaligining samaradorligi ishlab chiqarish kuchlarini mutanosib joylashtirilganligi bilan baholanadi. So'nggi 20 yilda mamlakatimizda xalq xo'jaligining yangi tarmoqlari paydo bo'ldi, yuzlab zamonaviy korxonalar barpo etildi, mulkchilikning barcha shakllari rivoj topmoqda, o'rta va kichik biznes jadal suratlar bilan yuksalmoqda, mintaqaviy va hududiy komplekslar yaratilmoqda.

Ishlab chiqarishga qaratilgan investitsiyalarning samaradorligiga transport omili katta ta'sir o'tkazmoqda. Hududlar va mintaqalar o'rtasida xom ashyo, yonilg'i, yarim tayyor mahsulotlar almashuvi yagona transport tizimini jadal suratlar bilan takomillashtirish va rivojlantirishni talab qiladi.

Ijtimoiy masalalarning yechimi va ilmiy-texnika taraqqiyotiga ta'sir ko'rsatayotgan ishlab chiqarish korxonalari, xalq xo'jaligi tarmoqlari misli ko'rilmagan suratlar bilan taraqqiy etmoqda.

Hududlarning ilmiy-texnik rivojlanishi, ijtimoiy muammolari, aholini o'sishi va migratsiyasi, mehnat resurslari bilan ta'minlanganligi, ishlab chiqarish va ijtimoiy infratuzilmasi o'rganilmoqda va tahlil qilinmoqda.

Mintaqaviy-transport tadqiqotlari (MTT) va temir yo'llarning iqtisodiy tadqiqotlarida ishlab chiqarish va ijtimoiy infratuzilmasini chuqur va har tomonlama o'rganishni talab qiladi.

Ishlab chiqarish infratuzilmasiga mintaqani energiyaning barcha turlari, xom-ashyo bilan ta'minlovchi ishlab chiqarish korxonalari va inshootlari, transportning barcha turlari kiradi.

Ijtimoiy infratuzilmani turar joy fondi; maktabgacha ta'lim, maktablar oliy va o'rta maxsus ta'lim, sog'liqni saqlash muassasalari; sport inshootlari va yo'lovchi transportini barcha turi tashkil etadi. Ijtimoiy infratuzilmaning iqtisodiy ahamiyati aholining turmush darajasi o'sgan sari muhim o'rin tutadi.

Yagona transport tizimini joylashtirish va rivojlantirish sxemalari hududlararo transport turlarini rivojlantirish rejalari, yuk va yo'lovchi oqimlari yo'nalishini belgilaydi. Transport tarmoqlarining rivojlantirish moddiy boyliklarni ishlab chiqaruvchi korxonalarni joylashishi bilan bevosita bog'liqdir.

Transport tarmoqlari sxemalarini ishlab chiqishda hududlarni istiqbolda rivojlantirish rejalari vaqt davomida o'zgarishi inobatga olinishi lozim.

Turli xil transport turlarini rivojlantirish masalalarini muvofiqlashtirish yuk va yo'lovchilarni tashishda ularning samarasini oshirish muhim o'rin tutadi.

Iqtisodiy tadqiqotlar boshqa turdagi loyiha-tadqiqot ishlaridan avval o'tkaziladi va ularni boshlang'ich ma'lumot bilan ta'minlab beradi.

Yangi temir yo'llar va mavjud temir yo'llarni ta'mirlash, statsiya va bo'g'inlarni loyihalashda iqtisodiy tadqiqot ishlarining o'rni beqiyosdir.

3.2. Texnik-iqtisodiy tadqiqot ishlarining tarkibi va vazifasi

Texnik-iqtisodiy tadqiqotlar quyidagi maqsadlar uchun o'tkaziladi:

1. Mamlakatning ma'lum hududida transport aloqalarini rivojlantirish uchun ma'lumotlar va materiallar yig'ish uchun;
2. Quyidagilar uchun iqtisodiy ko'rsatkichlarni aniqlash:
 - loyihalanadigan yangi temir yo'lni qurilish me'yorlari va qoidalariga (QMQ) asosan toifasini aniqlash;
 - temir yo'l doimiy inshoot va qurilmalarining quvvatini belgilash;
 - mavjud temir yo'llarning o'tkazish qobiliyatini oshirish uchun tadbirlar ishlab chiqish va tanlash.

Yangi temir yo'llarni qurish va mavjud temir yo'llarni ta'mirlash loyihalarini ishlab chiqishda texnik-iqtisodiy tadqiqotlarning asosiy vazifasi quyidagilardan iborat:

Yangi temir yo'llarni loyihalash	Mavjud temir yo'llarni ta'mirlash
1. Loyihalanayotgan temir yo'lning transport-iqtisodiy aloqalarga bog'liq holda maqsadi va o'rnini belgilash, mavjud temir yo'l tarmoqlari va boshqa turdagi transport turlari tarkibida uning ahamiyati, qurilishini samaradorligi aniqlash	1. Mavjud temir yo'lda qo'shimcha transport iqtisodiy aloqalarni o'zlashtirish va uni ta'mirlash bilan bog'liq bo'lgan holda o'rni va ahamiyatini o'zgarishini aniqlash
2. Temir yo'lning tahminiy yo'nalishlarini belgilash	2. Belgilangan muddatlarda ta'mirlanayotgan mavjud temir yo'lda tashishi kutilayotgan yuk va yo'lovchilar tashish hajmlarini aniqlash, mavjud temir yo'l quvvatini oshirishning boshqa turdagi transport turlariga ta'sirini belgilash.
3. Hisoblangan muddatlarda loyihalanayotgan temir yo'llarda	3. Mavjud temir yo'llarni quvvatini oshirish natijasida uning iqtisodiy ko'rsatkichlarini

kutilayotgan yuk va yo'lovchilar tashish hajmini, loyihalananayotgan temir yo'lni shu hududdagi boshqa turdagi transportda tashilayotgan yuklar strukturasi va hajmiga ta'siri aniqlash	o'zgarishini aniqlash
4. Loyihalananayotgan temir yo'lning tasarruf ko'rsatkichlari, temir yo'lni texnik parametrlarini tanlashga va mavjud temir yo'llarni ishlashiga ularning ta'sirini belgilash	

Yangi temir yo'llar loyihasini sifatli va to'la hajmda ishlab chiqishini ta'minlash uchun iqtisodiy tadqiqotlarni o'tkazishda ma'lum tartib va ketma-ketlikni ta'minlash zarur.

Yangi temir yo'l loyihasining iqtisodiy bo'limini quyidagi tartib va hajmda ishlab chiqish tavsiya etiladi:

1. Yangi temir yo'lni mamalakat transport tizimining yagona bo'g'ini sifatidagi ahamiyati: mahalliy tortish hududi uchun o'rni, tabiiy resurslar, xizmat ko'rsatiladigan yirik ishlab chiqarish korxonalari, hududlar, mintaqalar; yuk tashishni muvofiqlashtirishda uning o'rni.

2. Mahalliy tortish hududining iqtisodiyoti: maydoni (ming km²) va aholisi (ming kishi), fizik-geografik ko'rsatkichlari; asosiy korxonalar va tarmoqlarning sanoat ishlab chiqarishi; mahsulot ishlab chiqarilishi (ming tonna); xom-ashyo, yonilg'i ehtiyoji; qishloq xo'jaligini rivojlanganligi, mahsulotlar ishlab chiqarish va iste'mol qilish; kapital qurilish; ashyo va konstruksiyalarga, xalq xo'jaligi iste'mol mollariga ehtiyoj.

3. Temir yo'lni iqtisodiy trassalash: hudud kartasida mahalliy tortish hududi iqtisodiyotini, yuk va yo'lovchi oqimlari hosil bo'ladigan joylar, foydalai qazilma konlari joylashishini inobatga olib.

4. Mahalliy yuk tashish: tashib kiritilayotgan, olib chiqilayotgan, hudud ichida tashilayotgan sanoat, qishloq xo'jaligi va boshqa yuklarining yo'nalishi va hajmini asoslash.

5. Tranzit tortish hududi va tranzit yuk tashish hajmlari: hududlararo yuk almashuvini hajmi va strukturasini yo'nalishlar va yuk strukturasini bo'yicha asoslash.

6. Umumiy yuk tashish hajmlari, shu jumladan temir yo'l ehtiyojini inobatga olib.

7. Yil davomida yuklarni notekis tashilishi.

8. Mahalliy va tranzit yo'lovchilar tashish hajmlarini belgilash.

9. Yuk va yo'lovchilar tashishni umumiy hajmlari.

10. Temir yo'l tahminiy yo'nalish variantlarini taqqoslash.

Umumiy holda yangi temir yo'llarni qurish va mavjud temir yo'llarni ta'mirlash loyihalarini ishlab chiqish uchun o'tkaziladigan texnik-iqtisodiy tadqiqotlarni quyidagi bosqichlarga (3.1-jadval) bo'lish mumkin:

- tayyorgarlik bosqichi;
- boshlang'ich ma'lumotlarni yig'ish;
- mahalliy yuk tashish hajmlarini belgilash;
- tranzit yuk tashish hajmlarini belgilash;
- yuk tashishni umumiy hajmlarini sistemalashtirish;
- yil davomida yuklarni notekis tashilishini aniqlash;
- yo'lovchilar tashish hajmlarini belgilash;
- iqtisodiy bo'limni tushuntirish xatini (poyasnitelnaya zapiska) yozish.

Texnik-iqtisodiy tadqiqotlar

Texnik-iqtisodiy tadqiqotlarining bosqichi	Texnik-iqtisodiy tadqiqotlarning tarkibi
Tayorgarlik	Loyihalash topshirig'i bilan tanishish, iqtisodiy tadqiqotlarni o'tkazish dasturini tuzish va xarajatlarini aniqlash.
Boshlang'ch ma'lumotlarni yig'ish	Tadqiqot o'tkaziladigan mintaqa, tortish hududini umumiy chegarasini belgilash. Markaziy tashkilotlarda boshlang'ch ma'lumotlar yig'ish, hududni transport iqtisodiy o'rganish.
Mahalliy yuk tashish hajmlarini belgilash	Yig'ilgan ma'lumotlarni sistemativatsiya va tahlil qilish
Tranzit yuk tashish hajmlarini belgilash	Yig'ilgan ma'lumotlarni sistemativatsiya va tahlil qilish
Yuk tashishni umumiy hajmlarini sistemalashtirish Юк ташинини умумий ҳажмларини системалаштириш	Yig'ilgan ma'lumotlarni sistemativatsiya va tahlil qilish
Yil davomida yuklarni notekis tashilishini belgilash	Yig'ilgan ma'lumotlarni sistemativatsiya va tahlil qilish
Yo'lovchilar tashish hajmlarini belgilash	Yig'ilgan ma'lumotlarni sistemativatsiya va tahlil qilish
Iqtisodiy tushuntirish xatini yozish	

Texnik-iqtisodiy tadqiqotlar natijasida olingan ko'rsatkichlar yangi temir yo'l loyihasining ko'plab loyihaviy yechimlariga ta'sir ko'rsatadi (3.2 -jadval).

Texnik-iqtisodiy tadqiqotlar natijasi va loyiha parametrlari o'rtasidagi bog'liqlik

Ko'rsatkich	Loyiha parametri
Yuk tashishni umumiy hajmlari, harakat va yuk o'tkazish jadalligi	Temir yo'lining quvvati, tortish turi, rahbar nishablikning qiymati, temir yo'lining asosiy yo'nalishi
Yo'nalishlar bo'yicha yuk oqimi	Muvozanatlovchi nishablikni qo'llash imkoniyati
Yuklarni turiga qarab yuk oqimining tarkibi	Vagonlar turi, ularning yuk ko'tarish qobiliyatidan foydalanish koeffitsienti, bo'sh vagonlarni aylanish sxemasi
Yuk olib kirish, chiqish, tranzit yuk tashish, yuk oqimlari korrespondensiyasi sxemasi	Trassa "kiradigan" punktlar, rahbar nishablikning qiymati, lokomotiv turi, og'irlik me'yori, poyezdlarni marshrutlash sxemasi
Poyezdlarni o'rtacha yurish masofasi	Harakat vositalarining soni
Alohida stansiyalar bo'yicha yuk oqimi	Stansiya turi, yo'llarining tarmoqlanishi, stansion qurilmalar va jihozlar
Yo'lovchilar tashish hajmlari	Yo'lovchi poyezdlari, vagonlari, lokomotivlari soni, yo'lovchilar uchun insboot va qurilmalar

Yuk va yo'lovchilar tashish hajmi loyihalalanayotgan temir yo'lining tortish hududi uchun turli usullar bilan hisoblanadi.

Yangi temir yo'llar doimiy inshoot va qurilmalari quvvatini belgilash uchun QMQ da *hisoblangan yillar (2-, 5-, 10-yillar)* ko'rsatilgan. Yuk va yo'lovchilar tashish hajmlari loyihalashga berilgan topshiriqda belgilangan muddatlar, ya'ni *hisoblangan yillar* uchun aniqlanadi.

Loyihalalanayotgan temir yo'ldan foydalanib boshqa hududlar bilan transport aloqalarini amalga oshirishda iqtisodiy jihatdan samarali bo'lgan hudud maydoni *tortish hududi* deb ataladi.

Tortish hududi stansiya, alohida temir yo'l bo'lagi yoki temir yo'lniki bo'lishi mumkin. 3.2-rasmda alohida stansiya (st. Mevazor, st. Tutzor),

temir yo'l bo'lagining (st. Gulobod-st. Xonobod) tortish hududi ko'rsatilgan.

3.3 Mahalliy tortish hududi va mahalliy yuk tashish

Hisoblangan yillarda qandaydir maydonda joylashgan ishlab chiqarish korxonalari va aholi yuklarni qabul qilish va jo'natishni loyihalalayotgan yangi temir yo'l stansiyalari orqali amalga oshirsa, ushbu maydon *temir yo'lining mahalliy tortish hududi* deb ataladi.

Mahalliy tortish hududini belgilashdan avval yangi temir yo'l xizmatidan foydalanishi mumkin bo'lgan, maydoni tortish hududidan bir qancha katta bo'lgan, istiqbolida loyihalalayotgan temir yo'lda tashiladigan yuk hajmiga ta'sir etadigan yuk oqimlarini hosil qiluvchi markazlar, aholi punktlari, tabiiy resurslar joylashgan joylar, xalq xo'jaligi tarmoqlari, iqtisodiy rayonlar va punktlarni qamrab olgan mintaqa mukammal o'rganib chiqilishi kerak. Ushbu mintaqa hududi *avvaldan o'rganiladigan hudud* deb ataladi.

Avvaldan o'rganiladigan hududda iqtisodiy tadqiqotlar o'tkazishda quyidagilarga e'tibor qaratish kerak:

1. Yangi yo'lni qurish ehtiyojini tasdiqlovchi maqsad va vazifalarga;
2. Ilgari bajarilgan iqtisodiy va texnik tadqiqotlar natijalari, ularning tahliliga
3. O'rganilayotgan hududning ma'muriy tarkibi, yirik aholi punktlari, shaharlar, ma'muriy tumanlar aholisi soniga;
4. Hududning tabiiy-geografik va topografik sharoitiga;
5. Hududning potentsial imkoniyatiga (energetik zaxiralar, foydali qazilmalar, yer resurslari va boshqalar) va ularni joylashishiga, qay darajada o'rganilganiga va foydalanish istiqboliga;

6. Hududning, yangi temir yo'ldan foydalanib amalga oshiradigan iqtisodiy-transport aloqalari xarakteri, tashiladigan asosiy yuklar turi va hajmiga.

Hududni avvaldan o'rganish natijalariga asoslanib, iqtisodiy trassalash o'tkaziladi. Trassa yo'nalishi va ajrim qilish punktlarini joylashishi tortish hududiga transport xizmatini ko'rsatish sharoitini belgilaydi, ma'lum darajada mahalliy yuk tashish hajmiga ta'sir ko'rsatadi.

Agar temir yo'lda tranzit yuklarni tashish ustunlikga ega bo'lsa, loyihalanyotgan temir yo'l uzunligi qisqa, tasarruf sarf-xarajatlari katta bo'lmasligini ta'minlash maqsadga muvofiqdir. Agar mahalliy yuklar tashish ustunroq bo'lsa, temir yo'lni, uning uzunligi ortishigi qaramasdan, iqtisodiy punktlar orqali o'tkazish maqsadga muvofiqdir.

Yuk operatsiyalarini bajaradigan stansiyalar yirik ishlab chikarish korxonalari va aholi punktlari, boshqa transport turi yo'llari bilan kesishuvi yaqinida joylashtiriladi.

Agar ko'rilayotgan hududa ilgari texnik tadqiqotlar o'tkazilgan bo'lsa, belgilangan punktlar oralig'ida temir yo'l uzunligi ushbu tadqiqotlar natijasiga asoslanib aniqlanadi. Bunday tadqiqotlar o'tkazilmagan bo'lsa, yo'l uzunligi mayda masshtabdagi (1:500000 1:2000000) hudud kartasida o'lchanadi va ko'zda tutilmagan sharoitlarni inobatga olish uchun qiymati 1,05-1,10 ga teng bo'lgan tuzatuvchi koeffitsient kiritiladi.

Mahalliy tortish hududini belgilash uchun quyidagilarni bilish zarur: loyihalalanayotgan temir yo'l hududi yaqinidagi asosiy aholi punktlari va korxonalarining ishlab chiqarish aloqalari; loyihalalanayotgan, mavjud, keltiruvchi (tutashtiruvchi) temir yo'llar, avtomobil va daryo yo'llarida yuklarni tashish tannarxi; hudud reliefi va boshqa sharoitlar.

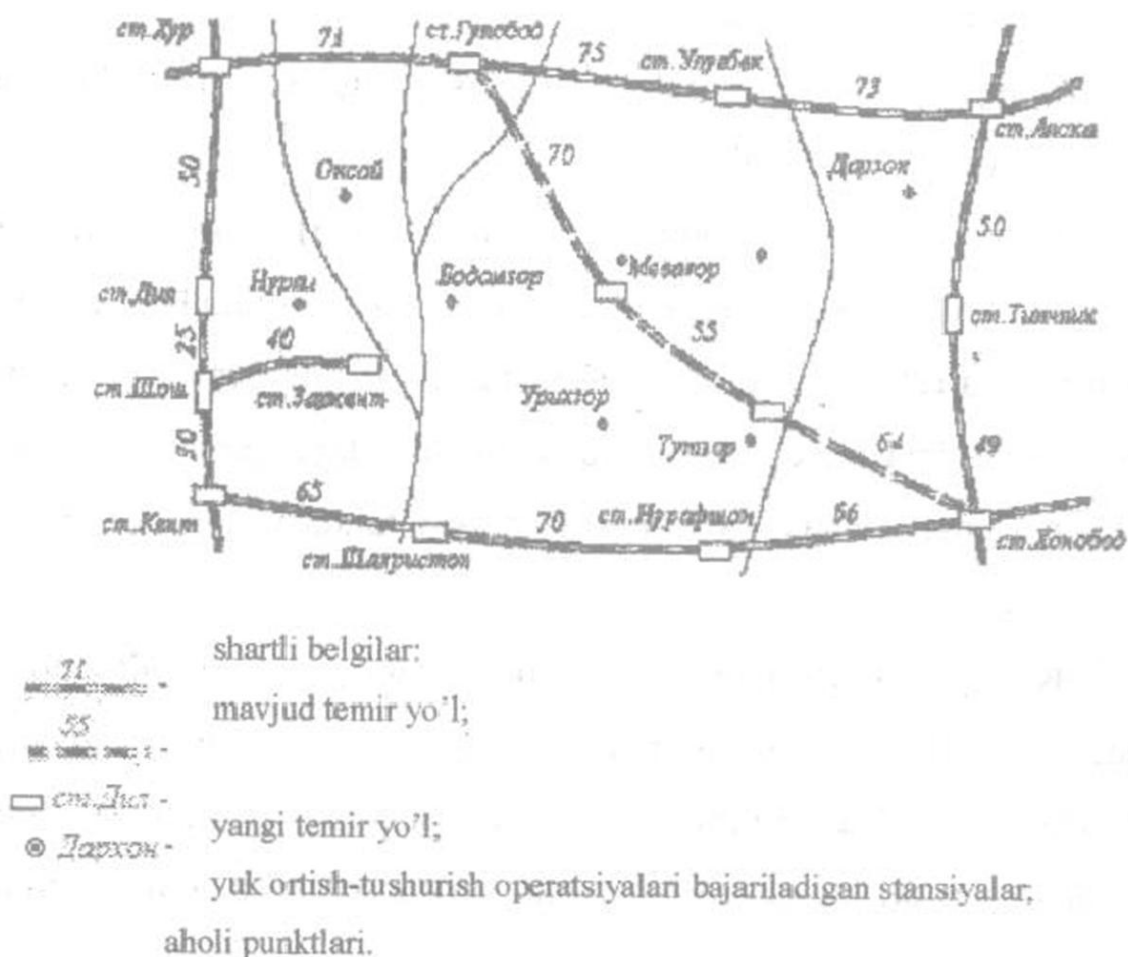
Mahalliy tortish hududining chegarasi temir yo'l loyihalanayotgan hududdagi mavjud temir yo'l poligonining shakliga bog'lik holda turli usullar bilan aniqlanishi mumkin.

Mavjud temir yo'l poligoni berk (tutashgan) bo'lsa, analitik, tutashmagan bo'lsa, - bissektisalar yoki perpepdikulyarlar usuli qo'llaniladi. Analitik usulning mohiyati quyidagidan iborat: mavjud va loyihalanayotgan temir yo'ldan kelayotgan yuk oqimlari tutashadigan stansiyagacha 1,0 t yukni tashish tannarxi teng bo'ladigan nuqtani topishdir.

Yangi temir yo'l yo'nalishini belgilash hudud kartasida amalga oshiriladi. Belgilangan stansiyalar oralig'ida yuk ortish-tushirish operatsiyalarini amalga oshiradigan stansiyalar holati belgilanadi. Bunda barcha stansiyalar orasidagi masofa tahminan bir xil bo'lishini ta'minlash lozim.

Belgilangan barcha stansiyalar siniq chiziq bilan tutashtiriladi. Ushbu siniq chiziq loyihalanayotgan yangi *temir yo'lining tahminiy yunalishi* deb qabul qilinishi mumkin. Loyihalanayotgan stansiyalarga aholi punktlarining nomini berish maksadga muvofiqdir.

Mahalliy tortish hududi chegarasini belgilashda mavjud va loyihalanayotgan temir yo'ldagi qarama-qarshi yotgan stansiyalar juftligi ko'rib chiqiladi. Yuklarni mavjud va loyihalanayotgan temir yo'ldan yuk oqimlari tutashadigan stansiyagacha o'tqazish marshruti tuziladi va tashish masofasi aniqlanadi. Stansiyalar orasidagi masofa hudud kartasi miqyosida (masshtabida) o'lchanadi.



3.1 - rasm. Yangi temir yo'lni loyihalash hududini umumiy sxemasi

Masalan, belgilangan "Gulobod" va "Xonobod" stansiyalari orasida yangi temir yo'l loxilanishi lozim. "Gulobod" va "Xonobod" stansiyalari punktir chiziq bilan tutashtiriladi. Ushbu punktir chiziqqa yaqin joylashgan "Mevazor" va "Tutzor" aholi yashash punktlarida yuk ortish-tushurish operatsiyalarini amalga oshiradigan stansiyalarni joylashtirish rejalashtirilgan.

Yangi temir yo'lning umumiy uzunligi 189 km. Mavjud va loyixdlanayotgaya stansiyalar orasidagi masofalar mos ravishda 70 km, 55 km 64 km ni tashkil etadi.

Yuklarni yangi va loyihalananayotgan temir yo'ldan tashish tannarxi teng bo'ladigan nuqtani holati quyidagi tenglamalar sistemasidan foydalanib topiladi:

$$\begin{cases} T_l = L'_m \cdot k_m + a_l \cdot x + k_l \cdot L_l; \\ T_m = a_m \cdot (l - x) + k_m \cdot L_m; \end{cases} \quad (3.1)$$

bunda T_l, T_m - 1,0 t yukni yangi va loyihalanayotgan temir yo'ldan tashish tannarxi so'm/tkm;

L_l - yuklarni loyihalanayotgan yangi temir yo'l bo'ylab tashish masofasi, km;

L_m - yuklarni mavjud temir yo'l bo'ylab tashish masofasi, km;

L'_m - yuklarni yangi temir yo'l stansiyasidan yuk oqimlari tutashadigan stansiyagacha mavjud temir yo'l bo'ylab tashish masofasi, km;

k_l, k_m - mavjud va loyihalanayotgan temir yo'l bo'ylab 1,0 t yukni 1,0 km ga tashish narxi, so'm/tkm;

a_l, a_m - mavjud va loyihalanayotgan temir yo'ldagi stansiyalargacha 1,0 t yukni avtotransport bilan 1 km ga tashish tannarxi, so'm/tkm;

l - mavjud va loyihalanayotgan temir yo'ldagi stansiyalar orasidagi masofa (hudud kartasidan to'g'ri chiziq bo'yicha ikki stansiya orasidagi masofani o'lchab olingan qiymati), km;

x - loyihalanayotgan temir yo'ldagi stansiyadan tortish hududi chegarasidagi yotgan qidirilayotgan nuqtagacha bulgan masofa, km.

1,0 t yukni mavjud va loyihalanayotgan temir yo'ldagi stansiyalargacha temir yo'l transporti hamda avtotransport bilan 1,0 km ga tashish tannarxi me'yoriy hujjatlar yoki statistika hisobotlaridan olinishi mumkin.

Misol tariqasida loyihalanayotgan temir yo'ldagi st. Tutzor va mavjud temir yo'ldagi st. Aloqa oralig'ida mahalliy tortish hududining chegarasini belgilovchi 1-nuqtaning holatini topamiz (3.2-rasm). Buning uchun 1-nuqtadan yukni mavjud va yangi temir yo'l hamda avtomobil

transporti yordamida umumiy yuk tushurish stansiyasi st. Xonobodgacha olib borish marshrutlari belgilanadi.

Birinchi holda, yuk 1-nuqtadan avtomobil' transporti bilan st. Aloqagacha va undan so'ng mavjud temir yo'l orqali st. Xonobodgacha olib kelinadi. Ikkinchi holda, yuk 1-nuqtadan avtomobil' transport bilan yangi temir yo'ldagi st. Tutzorgacha olib kelinadi va undan so'ng yangi temir yo'l orqali st. Xonobodgacha olib kelinadi.

Hudud kartasi masshtabida st. Tutzor va st. Aloqa orasidagi masofa o'lchanadi. Ko'rilayotgan ikki variant uchun yuklarni turli xil transportda tashish tannarxi va masofasi quyidagi qiymatlarga teng ekanligini inobatga olib, 1-nuqtani holatini aniqlash uchun 3.1-ifoda kabi tenglamalar sistemasi yoziladi:

$$L_i = 64 \text{ km}; L_m = 99 \text{ km}; L_{ni} = 0; l = 87 \text{ km};$$

$$k_m = 0.21 \text{ ming so'm/tkm}; k_i = 0.45 \text{ ming so'm/tkm};$$

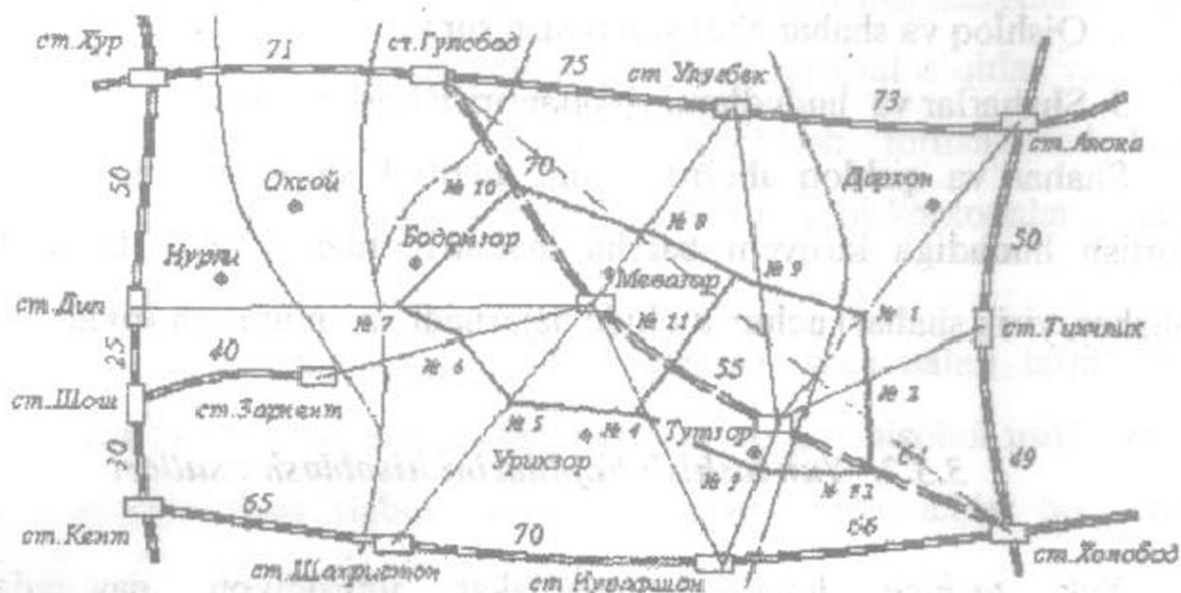
$$a_i = 9.2 \text{ ming so'm/tkm}; a_m = 7.2 \text{ ming so'm/tkm};$$

$$T_i = 9.2 \cdot x + 64 \cdot 0.45$$

$$T_m = 7.2 \cdot (87 - x) + 99 \cdot 0.21$$

Bundan $x = 37.7 \text{ km}$, ya'ni st. Tutzor va st. Aloqa oraligida mahalliy tortish hududining chegarasini belgilaydigan 1-nuqta st. Tutzordan 37.7 km uzoqlikda yotadi (3.2-rasm). Mahalliy tortish hududining chegarasini belgilaydigan qolgan nuqtalarning holati ham shu tariqa aniqlanadi. Mahalliy tortish hududining chegarasini aniq belgilash uchun bunday nuqtalarning soni ko'proq bo'lishi kerak. Holati aniqlangan barcha nuqtalar (1-9) uchun x masofa, loyihalanayotgan stansiyalarning tortish hududi chegarasini belgilovchi nuqtalar (10, 11, 12) hudud kartasiga tushuriladi.

Hudud kartasida 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12 - nuqtalarni tutashtirib loyihalananayotgan yangi temir yo'lining tortish hududi chegarasi, 11-nuqtadan chiziq o'tkazib esa Mevazor va Tutzor stansiyalarining tortish chegarasi belgilanadi (3.2 - rasm).



3.2 - rasm. Mahalliy tortish hududi sxemasi

3.3.1. Aholi sonini hisoblash

Loyihalananayotgan temir yo'lining tahminiy yo'nalishi va mahalliy tortish hududining chegaralari belgilangandan so'ng tashiladigan yuklar hajmi aniqlanishi lozim. Tortish hududidagi aholi sonini aniqlash quyidagilarni hisoblash uchun zarurdir:

1. Yo'lovchilar tashish hajmi;
2. Tortish hududi ehtiyojlari uchun sanoat va qishloq xo'jaligi yuklarini olib kirish;
3. Ishchi resurslari balansini tuzish.

Hududagi aholi soni, yuk va yo'lovchilar tashish hajmini aniqlangani kabi *hisoblangan yillar* uchun hisoblanadi. Aholining hisoblangan soni quyidagilar asosida aniqlanadi:

1. Davlat statistika idoralari tomonidan o'tkazilgan so'ngi so'rovnoma natijalari;
2. Qishloq va shahar aholisini o'sish surati;
3. Shaharlar va hududlarni rivojlantirish bosh rejalari.

Shahar va qishloq aholisi sonini aniqlash bo'yicha bunday hisoblar tortish hududiga kiruvchi barcha mamuriy tuzilmalar (viloyat, tuman, shahar, yirik shahar) uchun alohida bajariladi va umumlashtiriladi.

3.3.2. Yuk tashish hajmlarini hisoblash usullari

Yuk tashish hajmlari mamlakat iqtisodiyoti qay darajada rivojlanayotganligiga qarab aniqlanadi. Yuk hajmlari alohida yirik ishlab chiqarish korxonalari uchun (*to'g'ri hisobot usuli*), alohida ishlab chiqarish korxonalari va tarmoqlari uchun umumlashtirilgan o'rtacha ko'rsatkichlar (*balans usuli*), bir o'lchov birligiga to'g'ri keluvchi yuklar hisobi (masalan: 1000 t po'lat ishlab chiqarish uchun; 1 tonna shakar ishlab chiqarish uchun va h.k.) bilan aniqlanishi mumkin. Qishloq xo'jaligi mahsulotlari uchun hisoblarni 100 ga ekin maydonlari uchun bajarish maqsadga muvofiqdir.

Ikkilamchi toifadagi yuklarni hisoblash uchun tahminiy bo'lgan *o'xshashliklar usuli* qo'llanilishi mumkin. Ushbu usul loyihalalanayotgan temir yo'lni ishlash sharoitlariga o'xshash bo'lgan temir yo'llar ko'rsatkichlaridan foydalanishni ko'zda tutadi.

U yoki bu usulni qo'llanilishi loyihalash bosqichiga, hududni qay darajada o'rganilganiga bog'liq.

Yuk tashish hajmlari temir yo'l tarmog'ida qabul qilingan nomenklatura bo'yicha 10 turdagi yuklar (ko'mir va koks, neft mahsulotlari, ma'danlar, qora metall, mineral va qurilish ashyolari, don mahsulotlari, mashina va mexanizmlar, kimyo va mineral o'qitlar va h.k.) uchun bajarilishi lozim. Yuk hajmlari hisoblash tortish hududida joylashgan barcha qazib chiqaruvchi va qayta ishloychi korxonalar uchun bajariladi.

Mavjud va loyihalanayotgan ishlab chiqarish korxonalari tarmoqlar bo'yicha guruhlanadi, yuk tashish hajmlari esa to'g'ri hisobot usuli bilan har bir korxona uchun alohida quyidagi asosiy ko'rsatkichlar bo'yicha aniqlanadi:

1. Ishlab chiqarish:

- mahsulotlar turi;
- ishlab chiqarilgan mahsulot hajmi;
- tortish hududi va tashqarisiga olib chiqilayotgan mahsulot hajmi;
- mahsulot qaerga va qaysi turdagi transport bilan olib chiqilayapti.

2. Iste'mol qilish:

- xom ashyo, yonilg'i, yarim tayyor mahsulotlar turi;
- iste'mol qilinayotgan xom ashyo va yarim tayyor mahsulotlar;
- iste'mol qilinayotgan yonilg'i hajmi;
- olib kirilishi lozim bo'lgan uskuna va jihozlar hajmi;
- korxona iste'mol qilayotgan yuklar qaerdan va qanday yo'l bilan keltiriladi.

Loyihalanayotgan va qurilayotgan temir yo'llar uchun ularning loyihalaridan foydalanish mumkin.

Qishloq xo'jaligi mahsulotlarini hisoblash donli, texnik ekinlar, chorvachilik mahsulotlari uchun alohida bajariladi. Aksariyat hollarda qishloq xo'jaligi mahsulotlarini hisoblash uchun 100 ga ekin maydoniga to'g'ri keluvchi ishlab chiqarilgan mahsulot orqali aniqlash maqsadga muvofiqdir. Ishlab chiqarish va iste'mol orasidagi farq tashish hajmlarini aniqlaydi.

Kapital qurilish uchun zarur yuklar hajmi loyihalanayotgan va qurilishi rejalashtirilayotgan korxonalar loyihalari asosida belgilanishi mumkin.

Xalq xo'jaligi iste'moli mollari hajmi aholi soni va jon boshiga to'g'ri keluvchi iste'mol darajasiga qarab aniqlanadi.

Boshqa turdagi yuklar turiga yuqorida qayd qilingan nomenklatura tarkibiga kiritilmagan yuklar kiradi.

Temir yo'l ehtiyoji uchun yuklar xalq xo'jaligi yuklaridan tashqari hisoblanadi. Bularga yonilg'i, shpal va ballast, qurilish konstruksiyalari va materiallari kiradi.

3.3.3 Mahalliy yuk tashish hajmlari

Mahalliy yuk tashish hajmlari tortish hududidagi alohida punkt va korxonalar orasidagi yuk almashuvi, hududlararo va hudud ichidagi transport aloqalarining tahlili asosida hisoblanadi.

Avvaldan har bir turdagi qabul qilinayotgan va jo'natilayotgan yuklarni jo'natish va qabul qilish punkti, tashish marshruti, yo'nalishi, manzili va stansiyalararo aloqalari belgilanadi.

Olib kirilayotgan va chiqilayotgan mahalliy yuklarni tashish marshrutlarini belgilashda yuklarni alohida transport turlari bo'yicha to'g'ri taqsimlanishini ta'minlash zarur. Taqsimlash quyidagilarni inobatga olib amalga oshirilishi lozim:

1. Yuk tashish xarajatlarini minimallashtirish;
2. Yuklarni tashish ratsional yo'nalishlarini belgilash, qarama-qarshi yuk tashishni bartaraf etish;
3. Qisqa masofaga tashiladigan yuklarni avtotransportga berish;
4. Yuklarni mavsumiy tashilishi va zaruriyatligi;
5. Moddiy boyliklarni aylanishini jadallashtirish.

Loyihalanayotgan temir yo'lda tashishi kutilayotgan mahalliy yuk tashish hajmlari aniqlangandan so'ng, yuklar turi, jo'natish va qabul qilish manzillari (stansiyasi) bo'yicha aniq tizimlashtirilishi lozim.

Yuk olib chiqish \ Yuk olib kirish	st. Gulobod tashqar- isiga	Stansiyasiga, ming tonna				st. Honobod tashqar- isiga	Jami
		Gulobod	Mevazor	Tutzor	Honobod		
st. Gulobod tashqarisidan			245	115	150	1250	1760
st. Guloboddan			75	100	115	275	565
st. Mevazordan	100	50		50	100	250	550
st. Tutzordan	225	75	100		125	250	775
st. Honoboddan	350	125	50	50			575
st. Honobod tashqarisidan	2100	350	200	125			2775
Jami	2775	600	670	440	490	2025	7000

 Mahalliy yuk tashish
  Yuk olib chiqish
  Transiit yuk tashish
  Yuk olib kirish

3.3-rasm. Yuklar korrespondensiyasi jadvali

Mahalliy yuk tashish oqimini hisoblash maqsadida hisoblangan yillarda har bir turdagi yuk uchun alohida mahalliy yuklar korrespondensiyasi jadvali ishlab chiqiladi (3.3-rasm)

Misol tariqasida yuqorida keltirilgan (3.2-rasm) mahalliy tortish hududida tashiladigan turli yuklar uchun ishlab chiqilgan mahalliy yuklar korrespondensiyasi jadvali keltirilgan (3.3-rasm).

Barcha turdagi yuklar uchun bunday jadvallarni yig'indisini umumlashtirish, *hisoblangan yillar* uchun, yuk olib kirish, chiqish, stansiyalararo tashish hajmlarini aniqlash; loyihalanayotgan temir yo'lining har bir stansiyasi uchun alohida yuk ortish va tushirish operatsiyalarning hajmini belgilash imkoniyatini beradi.

3.4. Tranzit tortish hududi va tranzit yuk tashish

Qurilib bitkazilgan har bir yangi temir yo'l, yuklarni tashish masofasini qisqartirish yoki tannarxini kamaytirish imkoniyatini beruvchi yangi yo'nalishlar paydo bo'lishiga sabab bo'ladi.

Bu esa, o'z navbatida, tranzit yuk tashilishini hosil qiladi. Ortish va tushirish punktlari mahalliy tortish hududi chegarasidan tashqarida bo'lgan yuklar *tranzit yuklar* deb ataladi.

Tranzit yuk tashish hajmlarini hisoblash uchun hududlararo yuk almashuvi haqida to'la ma'lumotga ega bo'lish lozim. Mahalliy tortish hududi chegarasidan tashqarida yotgan iqtisodiy xudular ehtiyoji uchun olib kiriladigan yoki chiqiladigan yuklar hajmi ma'lum bo'lsa, Yangi temir yo'l bo'ylab, qaysi hududdan va qaysi tomongan tranzit yuklar tashilishini belgilash mumkin. Mahsulot ishlab chiqaruvchi va mahsulot iste'mol qiluvchi hududlarni to'g'ri belgilanishi, yuklarni qarama-qarshi yo'nalishda tashilish xarajatlarini kamaytirish imkoniyatini beradi. Aralash yuk tashishlar mavjud bo'lsa, ularning transport xarajatlarini yig'indisini minimallashtirish mezonini asosida ratsional transport yo'nalishlari aniqlanadi.

Agar ma'lum turdagi yuklar to'la hajmda temir yo'lda tashilishi ma'lum bo'lsa, mahsulot ishlab chiqaruvchi xudularni mahsulot iste'mol qiluvchi hududlarga bog'lash yuk tashish xarajatlarini minimallashtirish mezonini asosida amalga oshiriladi.

Zamonaviy sharoitda bunday masalalar yechimini topish uchun chiziqli dasturlash usullari qo'llaniladi. Bunday usulni xususiy holi sifatida transport masalasini yechilishini ko'rib chiqish mumkin.

Bu masalani quyidagicha iqtisodiy-matematik ta'riflash mumkin. Ma'lum turdagi yukni $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ (ming tonna) hajmlarda jo'natish imkoniyatiga ega bo'lgan n ta punkt mavjud. Shu bilan birga ushbu turdagi yukni $b_1, b_2, b_3, \dots, b_m$ (ming tonna) hajmda iste'mol etuvchi m ta punkt mavjud. Har bir i mahsulot ishlab chiqaruvchidan j istemolchigacha bo'lgan masofa l_{ij} ga teng. Qaysi bir i ishlab chiqaruvchidan, qaysi j iste'molchiga qancha x_{ij} yuk tashishni aniqlash zarur.

Masala yechimini topish quyidagi funksiyaning minimumini aniqlashdan iborat:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} l_{ij} = \min \quad (3.2)$$

Bunda quyidagi chegaralar mavjud:

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = a_i ; \quad (3.3)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = b_j ; \quad (3.4)$$

$$x_{ij} \geq 0 (i = 1, 2, 3, \dots, n, j = 1, 2, 3, \dots, m). \quad (3.5)$$

Bunday masalani yechish uchun o'nlab usullar ishlab chiqilgan bo'lib, ularning ba'zilari (potensiallar usuli, simpleks-usul va boshqalari) matematika kursida o'qitiladi.

Mahsulot ishlab chiqaruvchi va mahsulot iste'mol qiluvchi hududlar orasida ikki va undan ortiq temir yo'l aloqalari mavjud bo'lsa, bunday masalalarning yechimini topish juda murakkabdir. Chunki har bir temir yo'lda solishtirma tasarruv sarf-xarajat va investitsiyalar qiymati, temir yo'llarni ishlash xususiyatlarini inobatga olib topiladigan, murakkab funksiyalar ko'rsatkichi sifatida aniqlanadi.

Shuning uchun xudulararo yuk almashuvini ishlab chiqish bosqichida transport xarajatlarning o'rtacha qiymatlari qabul qilinadi. Natijada, hududlararo aloqalarni ta'minlovchi temir yo'l bo'ylab tashiladigan yuklarni umumiy hajmini belgilash mumkin.

Yuk tashish hajmlarini ikki temir yo'l orasida (ulardan biri yangi bo'lsa,) taqsimlanishini asoslash uchun taqsimlash masalasini yechish zarur.

Hududlararo aloqalarni ta'minlovchi ikki temir yo'l o'rtasida yuk hajmlarini taqsimlanishini hisoblash quyidagi tahminlardan kelib chiqib amalga oshiriladi. Hududlararo yuk almashuvini tahlil qilinib, temir yo'llarda umumiy hajmi G ga teng bo'lgan yuklar tashilishi aniqlangan. Agar temir yo'llardan birida x miqdorda (qidirilayotgan qiymat) yuk tashilsa, ikkinchisida $G-x$ miqdorda yuk tashiladi.

Kutilayotgan yuk tashish hajmlari kesimida har bir temir yo'lda tashilayotgan yuklar uchun keltirilgan solishtirma tasarruv sarf-xarajat va investitsiyalar qiymatini aniqlash qiyin emas. Masalani yechish uchun quyidagi funksiyaning minimumini topish kifoya

$$Y_1(x) \cdot x + Y_2(G-x) \cdot (G-x) = \min \quad (3.6)$$

bunda $Y_1(x), Y_2(G-x)$ - mos ravishda birinchi va ikkinchi temir yo'llarda 1,0 tonna yuk tashishni keltirilgan solishtirma tasarruf sarf-xarajat va investitsiyalar qiymati, mln.so'm/t.

Agar yo'llar soni ikkitadan ortiq, yuklar oqimi vaqt davomida o'zgarsa bunday masalani yechish ancha qiyinchilik tug'diradi. Vaqt omilini inobatga olish uchun bunday masalalar dinamik dasturlash asoslarini qo'llab amalga oshirilishi mumkin.

Tranzit yuk tashish hajmlarini aniqlashda nafaqat xarajatlarni minimallashtirish va yuk tashish masofasini qisqartirishni, balki mavjud temir yo'lining yuk o'tkazish qobiliyati, uning quvvatini oshirish sarf xarajatlari, yo'llardan birini faqat yo'lovchi yoki yuk tashish uchun ixtisoslashtirish, vagonlar oqimini yirik saralash stansiyalariga yo'naltirishni ham inobatga olish kerak.

3.5. Yangi temir yo'llarda yo'lovchi va yuk tashishni umumiy hajmi

Mahalliy va tranzit yuk tashish hajmlari aniqlangandan so'ng, yig'ilgan ma'lumotlar jamlanadi va sistemalashtiriladi, ular asosida turi, yo'nalishi, bajariladigan amaliyoti bo'yicha yuklar tarkibi, yuk oqimi (jami va yuk turiga qarab), masofasi, yuk aylanishi va yuklarning o'rtacha harakat zichligi belgilanadi.

Yuk tashish oqimlari yuqorida keltirilgan yuklar korrespondensiyasi jadvali asosida belgilanishi mumkin.

Temir yo'lining yuk aylanmasi quyidagicha

$$G_l = \sum g \cdot l, \quad (3.7)$$

bunda g - temir yo'l bo'lagidagi yuk oqimi. t/yiliga;

l - temir yo'l bo'lagining uzunligi, km.

Yuk aylanmasi va tashilgan yuklar hajmiga bog'liq holda 1,0 tonna yukni tashishni o'rtacha masofasi aniqlanadi.

Yangi temir yo'lni tasarrufga topshirilishi yangi korxonalarni qurish, mavjudlarini ta'mirlash imkoniyatini yaratadi. Ushbu omillar inobatga olinib, avtotransport ishida har bir hisobot yilida erishiladigan iqtisodiyot hisoblanadi. Hisoblarda yuk tashishni yillik notekisligi inobatga olinadi. Yuklarni tashish notekisligi temir yo'l quvvatidagi zaxira hisobiga qoplanishi lozim. Yuk tashish notekisligi mavsumlar bo'yicha mahsulot ishlab chiqarish, iste'mol qilish turlicha bo'lishiga bog'liq. Yuk tashish notekisligini kamaytirish uchun yonilg'i, donli va boshqa strategik yuklarni birinchi yarim yillikda tashib davlat zahirasi yaratilishi lozim.

Umumiy holda yuklarni tashish notekisligi koeffitsienti quyidagicha aniqlanadi

$$\gamma = \frac{G_{oy(max)}}{G_{oy(o'r)}}, \quad (3.8)$$

bunda $G_{oy(max)}$ - yil oylari davomida yuk tashishni eng katta hajmi;

$G_{oy(o'r)}$ - yil oylari davomida yuk tashishni o'rtacha hajmi.

Yuklarni tashish notekisligi koeffitsienti har bir kun, xafta, o'n kunlik, oy, kvartal, yil uchun alohida aniqlanishi mumkin.

Temir yo'llar aksariyat hollarda hollarda ikkinchi va uchinchi choraklarda intensiv ishlaydi. Ayniqsa uchinchi kvartalda yuklarni tashish masofasi va yo'lovchi oqimlari keskin oshgan hollarda.

Hisoblangan yillarga aniqlangan yuk oqimiga asoslanib, vagonlar oqimi hisoblanadi. Alohida turdagi yuklarni tashish uchun zarur bo'lgan vagonlar turi, to'rt va sakkiz o'qli vagonlar orasida nisbat aniqlanadi. har bir turdagi yuk uchun vagonga yuk ortish miqdori belgilanadi.

Agar ba'zi yuklarni tashish uchun ixtisoslashgan vagonlar va maxsus poyezdlar (neft mahsulotlari) zarur bo'lsa, vagonlarga yuk ortish miqdori alohida hisoblanadi.

Har bir turdagi yuklar uchun tuzilgan *yuklar korrespondensiyasi jadvali* (3.3-rasm) umumlashtirilib, temir yo'lda tashiladigan umumiy yuklar oqimi aniqlanadi.

Misol tariqasida st.Gulobod-st.Xonobod va st.Xonobod-st.Gulobod yo'nalishida yuk oqimlarini hisoblashni ko'rib chiqamiz.

Loyihalanayotgan temir yo'lda yuk oqimlari sxemasini tuzish va tashiladigan yuk hajmini aniqlash uchun shu temir yo'ldagi tranzit yuk oqimining tarkibi hamda Mevazor, Tutzor stansiyalardagi yuk ortish-tushurish miqdori boshlangich ma'lumot bo'lib xizmat qiladi. Temir yo'lda tashiladigan yuk hajmini aniqlash uchun loyihalanayotgan temir yo'l uchun yuk oqimlarining ishchi sxemasi tuziladi. Boshlang'ich ma'lumotlarga asoslanib Mevazor, Tutzor stantsiyalarda asosiy yuklarning ortish va tushurish hajmlari, tranzit yuklarning yo'nalishi va miqdori ishchi sxemaga tushiriladi (3.4-rasm). Loyihalanayotgan temir yo'ldagi yangi Mevazor va Tutzor stansiyalarida amalga oshiriladigan yuk ortish va yuk tushirish ishlari hajmi, st.Gulobod-st.Xonobod va st.Xonobod-st.Gulobod yunalishlarida tranzit bilan o'tkaziladigan yuklar miqdori inobatga olinib, stantsiyalar oralig'ida tashiladigan yuk oqimining miqdori hisoblanadi. 3.4-rasmda keltirilgan sxemadan ko'rinib turibdiki st. Xonobod-st. Gulobod yo'nalishida Xonobod-Tutzor stantsiyalari oralig'ida

tashiladigan yuk miqdori eng katta qiymatga ega va 22,7 mln.t ni tashkil etadi.

	21800	15200	22700		
	4900	4900	4900	Бошқа юклар	
	900	1200	2100	Халқ истеъмолоти	
	2500	1200	3700	Қишлоқ хўжалиги маҳсулотлари	
	2200	700	2900	Нефть маҳсулотлари	
			2300	Камбағаллар	
			400	Металлолом	
	1300	300	1600	Тошқўнлар	
	78 км	55 км	64 км		
Бошқа юклар	6500	6500	6500		
Бошқа маҳсулотлари	1900	300	1400		
Қишлоқ хўжалиги маҳсулотлари	1200	1350	2550		
Металлолом юклар	2800	1100	1700		
Металл	2100	900	1200		
Металл ва маҳсулотлари	1300	250	950		
Халқ истеъмолоти маҳсулотлари	4100	1100	3000		
с.м. Гумбод(4)	19800	с.м. Магар(5)	17300	с.м. Тум(6)	15200
Поярмиқ бўликлари:					
1100 - юк қўрилми, 950 - юк тўқилган					

3.4 - rasm. Temir yo'lda yuk oqimlari sxemasi

Yo'lovchi va shaharoldi poyezdlari sonini aniqlash uchun yo'lovchilar soni hisoblanadi. Ushbu hisoblar natijasi bo'yicha yangi temir yo'lga umumiy yo'lovchilar oqimining ma'lum qismini o'tkazish hal qilinadi.

Aholining turmush darajasi ortgan sari, uning uzoq masofalarga sayohat qilish xohishi ham ortib boradi. Yo'lovchilarni tashish notekisligi asosan yil mavsumlariga bog'liq.

Назорат соволлари

1. Texnik-iqtisodiy tadqiqotlar qanday maqsadlar uchun o'tkaziladi?
2. Yangi temir yo'l loyihasining iqtisodiy bo'limini qanday tartib va hajmda ishlab chiqish tavsiya etiladi?
3. Yuk va yo'lovchilar tashish hajmi loyihalananayotgan temir yo'lining tortish hududi uchun qanday usullar bilan hisoblanadi?
4. Qanday maydon temir yo'lining mahalliy tortish hududi deb ataladi?
5. Mahalliy yuklar korrespondensiyasi jadvali nimani anglatadi?
6. Qanday yuklar tranzit yuklar deb ataladi?
7. Temir yo'lining yuk aylanmasi qanday topiladi?

4. Yangi temir yo'llar tarhi va bo'ylama qirqimini loyihalash

4.1. Temir yo'l trassasi elementlari

Temir yo'l tarhi va bo'ylama qirqimi temir yo'l trassasini tavsiflaydi.

Temir yo'lning yer to'shamasi asosiy maydonchasi sathidagi bo'ylama o'qi *temir yo'l trassasi* deb ataladi (ikki va undan ortiq izli yo'llarda har birining trassasi alohida ko'riladi).

Trassa orqali o'tkazilgan silindrik vertikal yuzani tekislikka tushirilgan yoymasi temir yo'l *bo'ylama qirqimi* deb ataladi. Trassaning ushbu yoymadagi tasviriga bo'ylama qirqimning *loyiha chizig'i* deb ataladi. Bundan tashqari bo'ylama qirqimda yer sathi, gruntlarning tavsifi, sun'iy va boshqa chiziqli inshootlar ko'rsatiladi. Ta'mirlanayotgan temir yo'llarda bo'ylama qirqinga mavjud rels boshi chizig'i va loyihaviy rels boshi sathidan o'tadigan loyiha chizig'i tushiriladi. Loyiha chizig'i gorizontali yoki gorizont chizig'i bilan turli burchak hosil qilgan, zarur hollarda kesishuv joyida egrilik bilan tutashtirilgan, to'g'ri chiziqli elementlardan iborat. Bo'ylama qirqimning loyiha chizig'i elementlari qisqa qilib *bo'ylama qirqim elementlari* deb ataladi.

Temir yo'l trassasining gorizontali tekislikka proeksiyasi *trassa tarhi* deb ataladi. Trassa tarhi turli burchak ostida kesishgan to'g'ri chiziqli kesmalar va ularni tutashtiruvchi egri chiziqli qismlardan iborat.

Ba'zi hollarda trassa bo'ylama qirqimi va tarhi elementlarini qisqa qilib *trassa elementlari* deb ataladi. Ular temir yo'lning qurilish va tasarruf tavsifini belgilaydi. Bo'ylama qirqim elementlari qanchalik qisqa va nishabligi katta, tarhda to'g'ri chiziqli qismi qanchalik tez-tez yo'nalishini o'zgartirsa va ularni tutashtiruvchi egriliklar radiusi kichik bo'lsa, temir yo'lning qurilish narxi va yer ishlari hajmi shunchalik kichik bo'lishi

mumkin. Shu bilan birga, trassaning tasarruf ko'rsatkichlari yomonlashishi mumkin, ya'ni poyezdning yurish vaqti, yonilg'i yoki elektr energiyasi sarfi ortadi. Temir yo'lni qurilish narxi va tasarruf sarf-xarajatlarini inobatga olib optimal loyihviy yechimlarni topish 7 bobda ko'rib chiqilgan.

Ushbu bobda bo'ylama qirqim va tarh elementlarini loyihalalayotgan temir yo'lning qurilish va tasarruf sarf-xarajatlari ko'rsatkichlariga ta'siri, turli toifadagi temir yo'llarda trassa elementlarini ba'zi ko'rsatkichlarini chegaralashni asoslash ko'rib chiqilgan.

Temir yo'l tarhi va bo'ylama qirqimi belgilangan og'irlikdagi poyezdlarni ruxsat etilgan tezliklar bilan xavfsiz harakatini, ya'ni poyezdlarni relsdan chiqishi va harakatdagi poyezdlar ilgichlarini ajralmasligini ta'minlashi kerak. Buning uchun harakat davomida poyezdda yuzaga keladigan bo'ylama va ko'ndalang kuchlar R qiymati ruxsat etilgan qiymatdan katta bo'lmasligi kerak, ya'ni $R \leq R_{ruh}$. Trassa holatini fazoda o'zgarishi, relsli yo'l, harakat vositalariga xaddan ziyod katta dinamik ta'sir va yo'lovchilarga noqulayliklar tug'dirmasligi, ya'ni poyezdlarning ravon harakatini ta'minlashi kerak:

$$\frac{dR}{dt} \leq \left(\frac{dR}{dt} \right)_{ruh}$$

Shu bilan birga, temir yo'l tarhi va bo'ylama qirqimini loyihalashda poyezdlarning uzluksiz harakatini ta'minlash zarur, ya'ni yo'lni qum va qor ko'chkisidan saqlash, harakatga qarshi kuchlar katta bo'lgan joylarda poyezdni to'xtab qolishini bartaraf etish lozim. Ushbu shartni quyidagi tenglik bilan izohlash mumkin:

$$F_u \geq W ; \kappa_{ish} \geq \kappa_{ish(ruh)},$$

bunda F_u, W - mos ravishda lokomotivning tortish kuchi va harakatga qarshi kuchlar;

K_{ish} $K_{ish(ruh)}$ - tizimning (sistemaning) ishonchlilik koeffitsienti.

Poyezdlarning yuqorida qayd etilgan xavfsiz, ravon va uzluksiz harakati ushbu bobda asoslangan, temir yo'l tarhi va bo'ylama qirqimini loyihalash me'yorlariga amal qilish bilan ta'minlanadi.

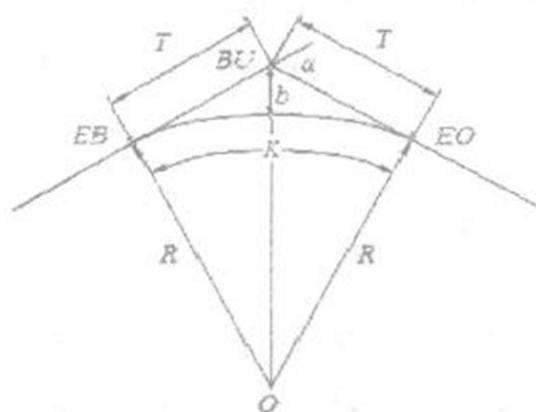
4.2 Tarhda doiraviy egriliklar

Qulay topografik va muhandislik-geologik sharoitlarda temir yo'l trassasi imkon qadar uzun to'g'ri chiziqli elementlardan loyihalanadi (Avstraliyada 500 km, Argentinada 300 km dan ortiq to'g'richiziqli qismlar). Bunday loyihalashning asosiy maqsadi - ikki punkt orasida eng qisqa masofa bo'yicha trassani o'tkazishdir.

Biroq murakkab sharoitda, turli to'siqlarni aylanib o'tish uchun trassa o'z yo'nalishini tez-tez o'zgartirishi, hosil bo'lgan burchaklarga esa turli radiusdagi egriliklar loyihalanishi lozim.

Har bir doiraviy egrilik burilish burchagi α , burilish yo'nalishi (chapga, o'ngga), egrilik radiusi R bilan tavsiflanadi.

4.1-rasmda trassa yo'nalishi bo'yicha o'ngga burilish ko'rsatilgan. Har bir egrilik quyidagi elementlarga ega: egrilik uzunligi K , tangens T , domer D , bissektisa B .



4.1 -rasm. Doiraviy egrilik elementlari

Egriliklar trassani uzayishga olib kelsada, to'siqlarni aylanib o'tish hisobiga qurilish ishlari hajmi qisqartiriladi. Ba'zi hollarda egrilik radiusi

qanchalik kichik bo'lsa, ishlar hajmi shunchalik ko'p kamayishi mumkin. Lekin bu holda temir yo'lining tasarruf ko'rsatkichlari yomonlashadi, ayniqsa kichik radiusli egriliklarda. Kichik radiusli egriliklarning asosiy kamchiliklari quyidagilardan iborat: poyezdlar harakat tezligini chegaralash, relslarni intensiv yemirilishi, yo'l ustki qurilmasini ta'mirlash va joriy saqlashga xarajatlarni ortishi, harakat vositalari g'ildiraklarini yemirilishini ortishi, lokomotiv g'ildiraklarini rels bilan ilinish koeffitsientini kamayishi, trassa uzunligini ortishi, yo'lni va elektrlashtirilgan yo'llarda kontakt tarmog'ini kuchaytirish ehtiyoji.

Poyezdlarning egrilikda ruxsat etilgan harakat tezligi tashqi rels ko'tarilishi bilan bog'liqdir. Harakat vositalarini ichki va tashqi relsga bir xil kuch bilan ta'sir etishini ta'minlash maqsadida egrilikda tashqi rels ko'tarilishi quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$h = k \cdot 12,5 \frac{v_{o'r}^2}{R}, \quad (4.1)$$

bunda R - doiraviy egrilik radiusi, m;

k - ekipaj og'irlik markazini egrilik o'qiga nisbatan tashqariga

siljishini inobatga oluvchi koeffitsient, harakat tezligi 140 km/s

gacha bo'lganda $k = 1$, undan yuqori tezliklarda $k = 1,2$;

$v_{o'r}^2$ - egrilikda harakatlanuvchi barcha toifadagi poyezdlarning tonnaj

bo'yicha o'rtacha vazndagi kvadratik tezligi, qiymati

quyidagicha aniqlanadi:

$$v_{o'r} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot v_i^2}, \quad (4.2)$$

bunda α_i - toifadagi poyezdlarni umumiy tonnajda ulushi;

v_i - toifadagi poyezdlarning tezligi;

n - ushbu temir yo'l bo'lagida harakatlanayotgan poyezdlar kategoriyalari soni.

Yo'lovchilar uchun qulay sharoit va yo'lovchi poyezdlarning maksimal tezligini ($v_{yo'l}$) ta'minlash maqsadida tashqi rels ko'tarilishi quyidagidan kam bo'lmasligi kerak:

$$h = 12,5 \frac{v_{yo'l}^2}{R} - \Delta h, \quad (4.3)$$

bunda Δh - tashqi iz ko'tarilishini yetishmasligi, mm.

Tashqi iz ko'tarilishini yetishmasligi bo'ylama so'ndirilmagan tezlanishning eng katta me'yoriy qiymatidan kelib chiqib quyidagicha aniqlanadi

$$\Delta h = \frac{a_s \cdot S}{g}, \quad (4.4)$$

bunda S - rels boshi o'qlari orasidagi masofa (1600 mm);

g - erkin tushish tezlanishi.

Bo'ylama so'ndirilmagan tezlanish qiymati turli davlatlar temir yo'llarida bir-biriga yaqin qiymatlarga teng. O'zbekiston temir yo'llarida bo'ylama so'ndirilmagan tezlanish qiymati tezlikning eng katta qiymatlari 160 km/s, 200 km/s va undan ortiq bo'lganda quyidagiga teng: 0.7 m/s², 0.6 m/s², 0.4 m/s². Ba'zi hollarda yo'lovchi poyezdlari uchun "O'zbekistont temir yo'llari" DATYK rahbariyatining ruxsati bilan 1,0 m/s² ga teng deb qabul qilish mumkin.

Bu holda tashqi iz ko'tarilishini yetishmasligi mos ravishda 115, 98, 65 mm ni tashkil etadi.

Yuqoridagi (4.1) va (4.3) ifodalarning o'ng tomonini tenglashtirib, (4.2) ifodani inobatga olib va $\sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot v_i^2$ yig'indidan eng katta harakat tezligiga ega bo'lgan poyezdga taalluqli bo'lgan $\alpha_{yo'l} v_{yo'l}^2$ qo'shiluvchini ajratib, hosil bo'lgan tenglamani $v_{yo'l}$ ga nisbatan yechamiz.

$$v_{yo'l} = \sqrt{\frac{k \sum_{i=1}^{n-1} \alpha_i v_i^2 + \frac{\Delta h \cdot R}{12,5}}{1 - k \cdot \alpha_{yo'l}}} \quad (4.5)$$

Harakat vositalarining ikkala relsga bir hil kuch bilan ta'sir etishini ta'minlab (4.5) ifodadan boshqa toifadagi poyezdlar tezligi va ulushini inobatga olib ma'lum radiusdagi egrilikda yo'lovchi poyezdining ruxsat etilgan eng katta tezligini aniqlash mumkin. Boshqa toifadagi poyezdlar tezligi qanchalik kichik va ulushi qanchalik katta bo'lsa, yo'lovchi poyezdlarining ruxsat etilgan tezligi shunchalik kichik bo'ladi.

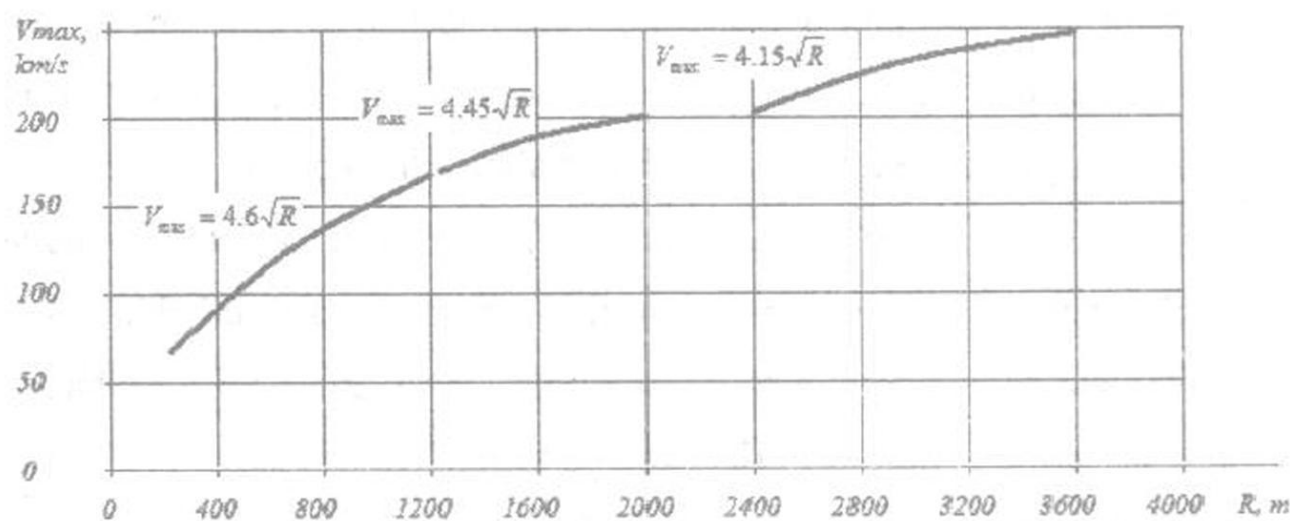
Yo'lovchi poyezdining tezligini (4.5) ifodada bo'yicha topilgan qiymatdan katta olish mumkin, lekin bunda tashqi iz ko'tarilishini (4.1) ifoda bo'yicha topilgan qiymatdan katta qilish zarur. Bu esa o'z navbatida relsni jadal suratlar bilan yemirilishiga olib keladi.

Yo'lovchi poyezdining ma'lum radiusdagi egrilik bo'ylab eng katta tezligi tashqi iz ko'tarilishi qiymati bilan chegaralangan. "O'zbekiston temir yo'llari" DATYK tasarrufidagi temir yo'llarda tashqi iz ko'tarilishining maksimal qiymati $h_{max} = 150$ mm ni tashkil etadi. (4.3) ifodani yo'lovchi poyezdi tezligiga nisbatan yechsak,

$$v_{yo'l} = \sqrt{\frac{(h + \Delta h) \cdot R}{12,5}} \quad (4.6)$$

Agar $h_{\max} = 150$ mm, Δh ning qiymatlari 115, 98, 65 mm ga teng ekanligini inobatga olsak, yo'lovchi poyezdlarining maksimal tezligini aniqlash ifodasini quyidagi ko'rinishda keltirish mumkin, ya'ni $v_{\max} = A\sqrt{R}$ (4.2-rasm). Tezlikning eng katta qiymatlari 160 km/s, 200 km/s va undan ortiq bo'lganda A koeffitsientning qiymati mos ravishda, 4.6, 4.45, 4.15 ga teng.

O'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, poyezdlarning eng katta harakat tezligi $v_{\max} = 4,6\sqrt{R}$ ifoda bo'yicha aniqlanganda, temir yo'lining mustahkamligi va ustivorligi, ekipajni ag'darilishga ustivorligi 3 ga teng zaxira bilan, yon tomondan esgan shamolning bosimi 0.5 kN/m^2 bo'lganda esa 2 ga teng zaxira koeffitsienti bilan ta'minlanadi.



4.2-rasm. Yo'lovchi poyezdlarining maksimal tezligini egrilik radiusiga bog'liqligi

Ba'zi mamalakatlarda, xususan Ispaniya, Italiya, O'zbekiston va boshqalarda, yo'lovchi poyezdlar tezligini oshirish uchun kuzovi og'adigan (Talgo, Pandolino rusumidagi) harakat vositalaridan foydalaniladi. Bunday poyezdlar egrilikda harakatlanayotganda vagon kuzovi avtomatik ravishda egrilik markazi tomon og'adi, natijada yo'lovchilarga ta'sir etuvchi bo'ylama so'ndirilmagan tezlanish, ya'ni markazdan qochirma

kuch ta'siri kamayadi. Bu esa o'z navbatida poyezdlarning egrilikdagi tezligini 25-35 % ga ko'tarish imkoniyatini beradi.

Egriliklarda g'ildirakni sirpanishi vertikal yemirilish, ko'ndalang gorizontal kuchlar ta'sirida g'ildirakni rels boshiga siqilishi esa rels boshini ichki tomonidan intensiv yemirilishiga olib keladi. Relslarni yemirilish intensivligi ($\theta_{\text{y}}(R)$) egrilik radius kvadrati qiymatiga teskari mutanosib ravishda oshadi: radiusi 500 va 300 m bo'lgan egriliklarda relslarni yalpi almashtirish to'g'ri chiziqli qismiga nisbatan 2 va 3,5 barobar tezroq amalga oshiriladi (4.2-rasm).

Kichik radiusli egriliklarda relslarni ishdan chiqishi ($\theta_{\text{y}}(R)$) egrilik radiusining to'rtinchi darajasiga teskari mutanosib ravishda oshadi: radiusi 500 va 400 m bo'lgan egriliklarda relslarni ishdan chiqishi to'g'ri chiziqli qismiga nisbatan 3,5 va 7,0 barobar ko'proq uchraydi (4.3-rasm).

Egrilikda joylashgan relslarni ishdan chiqish, rels va shpallarni tez-tez almashtirish, temir yo'lni to'g'rilash ishlarini ortishiga, ya'ni egrilikda yo'l ustki qurilmasini joriy saqlash bo'yicha tasarruf sarf-xarajatlarini egrilik radius kvadrati qiymatiga teskari mutanosib ravishda ortishiga ($\theta_{\text{a}}(R)$) olib keladi (4.2-rasm). Lokomotivlarning rekuperativ sekinlashishi ko'zda tutilgan temir yo'l bo'lagidagi kichik radiusli egriliklarning yuqorida qayd etilgan kamchiliklari yanada yaqqolroq namoyon bo'ladi va ortadi.

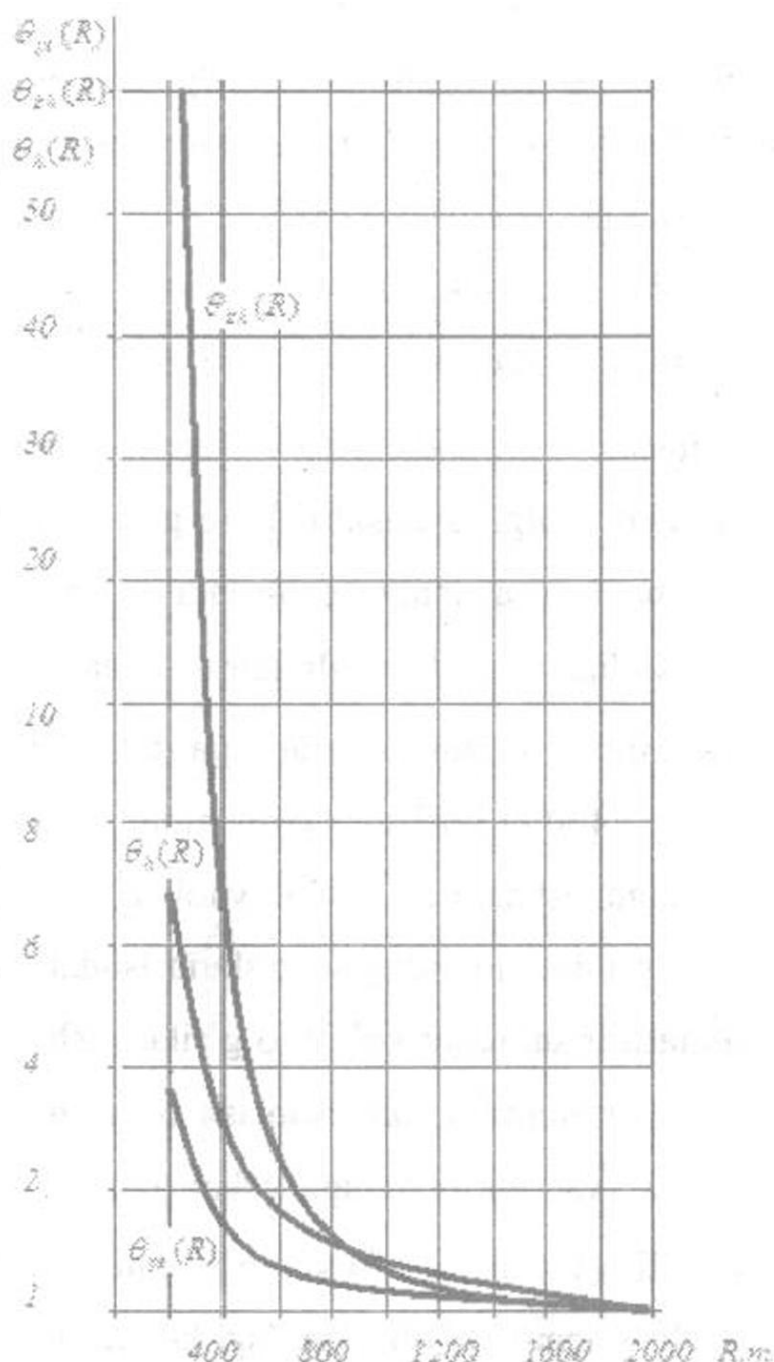
4.3-rasm. Relslarni yakka holda
ishdan chiqishi $\theta_{ich}(R)$, yemirilishi
 $\theta_{ye}(R)$, joriy saqlash bo'yicha tasarruf
sarf-xarajatlarini $\theta_h(R)$ radiusga
bog'liqligi tavsifi.

Yuqoridagi ma'lumotlarni
tahlil qilib, relslarni ishdan
chiqishi, rels va shpallarni
almashtirish ehtiyoji, temir
yo'lni to'g'rilash ishlari,
egrilikda yo'l ustki qurilmasini
joriy saqlash bo'yicha tasarruf
sarf-xarajatlar radiusi

$R < 600 - 800$ m bo'lgan
egriliklarda keskin ortadi.
Radiusi $R > 1200 - 1500$ m
bo'lgan egriliklarda ushbu
ko'rsatkichlar temir yo'lni
to'g'ri chiziqli qismiga

nisbatan katta farq qilmaydi. Harakat vositalari g'ildiraklarining
yemirilishini egrilik radiusiga bog'liqligi, relslarni yemirilish tavsifiga juda
yaqindir.

Kichik radiusli egriliklarda poyezd harakatining dinamikasi ham
yomonlashadi: elektrovoz tortishda egrilik radiusi 500 m, teplovoz
tortishda esa 800 m dan kichik bo'lsa, lokomotiv g'ildiragini rels bilan
ilashish koeffitsientining qiymati kamayadi. Bu esa o'z navbatida



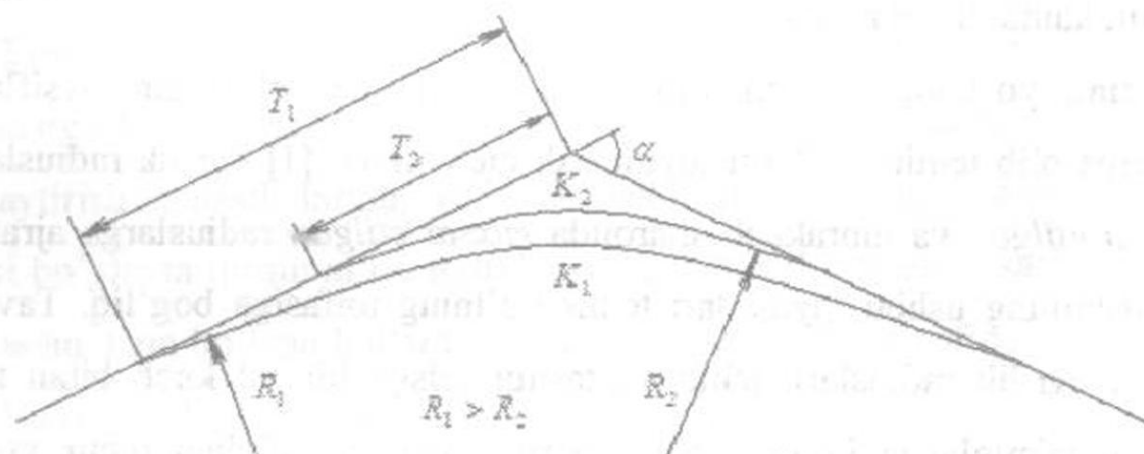
chegaralangan ko'tarilishlarda tortish kuchini hisoblangan qiymatiga nisbatan ($F_{u(h)}$) kamayishiga va tezlikni pasayishiga olib keladi, yoki nishablikni yumshatishni talab qiladi.

Kichik radiusli egriliklarni loyihalash trassani uzayishga olib keladi. Burilish burchagi o'zgarmas bo'lgan holda egrilik radiusi R_1 dan R_2 gacha kamaytirilganda trassani uzayishi ΔL quyidagiga teng:

$$\Delta L = 2(T_1 - T_2) + K_1 - K_2 = D_1 - D_2 \quad (4.7)$$

bunda D_1, D_2 - mos ravishda katta va kichik radiusli egriliklar domeri.

Burilish burchagi qanchalik katta bo'lsa, trassa uzayishi ham shunchalik katta bo'ladi (4.4-rasm). Masalan, burilish burchagi $\alpha = 30^\circ$, egrilik radiusi $R_1 = 1200$ m dan $R_2 = 800$ m gacha qisqartirilganda trassa 521 m ga uzayadi. Agar burilish burchagi $\alpha = 60^\circ$ bo'lsa, trassa uzayishi 880,6m ni tashkil etadi.



4.4-rasm. Kichik radiusli egriliklarda trassani uzayishi:

Yo'l ustki qurilmasini gorizontal kuchlar ta'siriga ustivorligini ta'mirlash uchun uni kuchaytirish lozim. Egrilik radiusi 1200 m dan kichik bo'lganda, yo'l ustki qurilmasini kuchaytirish ehtiyoji tuq'iladi (1 km yo'lga yotqiziladigan shpallar soni oshiriladi). Egrilik radiusi kamaygan

sari tashqi rels ko'tarilishi oshadi, buning oqibatida esa ballast sarfi ortadi. Radiusi 600 m dan kichik bo'lgan egriliklarda ballast prizmasi tashqari tomonga 0,1 m ga kengaytiriladi. Temir yo'lni egri chiziqli qismida yer to'shamasi ham egrilik tashqarisi tomonga kengaytiriladi. Ba'zi hollarda temir yo'lning toifasi va egrilik radiusiga bog'liq holda yer to'shamasining kengayishi 0,5 m gacha bo'lishi mumkin.

Kichik radiusli egriliklarda tayanchlar soni ortgani sababli kontakt tarmoqlarini qurish narxi oshadi. Radiusi 500 m bo'lgan egriliklarda tayanchlar orasidagi masofa radiusi 1200 m bo'lgan egrilikdagiga nisbatan 1,3-1,4 barobar qisqaradi. Kichik radiusli egrilik nisbatan qisqaroq bo'lgani uchun, kontakt tarmog'ini qurish narxi sezilarli daraja ortmaydi.

Trassani uzayishi va boshqa sabablar qurilish narxini ortishiga olib kelsada, murakkab topografik sharoitlarda egrilik radiusini kamayishi yer ishlari hajmi va sun'iy inshootlar sonini, oxir oqibatda esa umumiy qurilish narxini kamaytirish mumkin.

Temir yo'lning egri chiziqli qismini yuqorida keltirilgan tavsiflarini inobatga olib temir yo'llarni loyihalash me'yorlari [1] egrilik radiuslarini *tavsiya etilgan* va murakkab sharoitda *ruxsat etilgan* radiuslarga ajratadi. Radiuslarning ushbu qiymatlari temir yo'lning toifasiga bog'liq. Tavsiya etilgan egrilik radiuslari, ichki va tashqi relsga bir xil kuch bilan ta'sir etishini ta'minlagan holda, poyezdlarni, ma'lum toifadagi temir yo'llar uchun belgilangan maksimal tezlik bilan harakatlanishini ta'minlaydi. Yo'lovchi poyezdlarining maksimal tezligi 200 km/soat gacha bo'lganda, tavsiya etilgan radiusning eng kichik qiymati 3000 m, tezlik 160 km/soatgacha bo'lganda 2500-2000 m, 120 km/soat da esa 2000-1200 m ni tashkil etadi. Poyezdlarining harakat tezligi kichik bo'lgan temir yo'llarda tavsiya etilgan radiusning eng kichik qiymati 1000 m va undan kichik.

Yuqori tezlikli yo'lovchi poyezdlari harakati mavjud temir yo'llarda (tezlik 200 km/soat va undan yuqori) egrilik radiusi 4000 m dan kam bo'lmasligi kerak. Ruxsat etilgan radiusli egriliklarda tezlikni pasaytirishni yoki yuqori tezlikni saqlash imkoniyatini beruvchi tashqi iz ko'tarilishini ta'minlash lozim. Tashqi relsni xaddan ziyod ko'tarilishi ichki va tashqi relsga bir xil kuch bilan ta'sir etish shartini bajarilmasligiga, ichki relsni jadal yemirilishiga olib keladi. Shuning uchun ruxsat etilgan radiusli egriliklar (masalan ruxsat etilgan maksimal harakat tezligi 160 km/soat bo'lgan yo'llarda 1500 m) murakkab sharoitlarda qo'llaniladi. Yuqorida qayd etilgan tasarruf kamchiliklari yanada ko'proq namoyon bo'ladigan, radiusi kichik bo'lgan egriliklarni loyihalash texnik-iqtisodiy asoslangan holda, qurilish jarayonida (narxida) qilingan iqtisod, tasarruf sarf-xarajatlari bilan taqqoslaganda, samaradorliroq bo'lgan hollarda ruxsat etiladi.

Egrilik radiuslarini tavsiya etilgan qiymatdan ruxsat etilgan qiymatgacha kamaytirishni maqsadga muvofiqligi tezlikni tabiiy ravishda pasaytirish uchastkalarida, ya'ni uchastka stansiyalariga yaqinlashganda yoki bo'ylama qirqimni do'ngliklarida, qo'shimcha tasarruf sarf-xarajalari nisbatan kam bo'lgan hollarda loyihalash maqsadga muvofiqdir.

Ruxsat etilgan radiusli egriliklarni eng kichik qiymatlarini qo'llashda harakat vositalarining egrilik bo'ylab xavfsiz harakati sharti ta'minlangan holda ruxsat etiladi. Teplovoz va elektrovozlar 125-140 m radiusli egriliklardan siqilib o'tadi. Bunday hol amaliyotda ruxsat etilmaydi. Shuning uchun yangi temir yo'llarni loyihalashda ruxsat etilgan radius qiymati 180 m gacha oshirilgan va faqat IV toifadagi temir yo'llar, tutashtiruvchi yo'llarda qo'llaniladi.

Qulay sharoitlarda radiusi katta bo'lgan egriliklarni loyihalash maqsadga muvofiqdir. Temir yo'llarni tasarruf etish tajribasi shuni ko'rsatadiki, egrilik radiusi 4000 m dan ortganda tasarruf sarf-xarajatlarini kamayishi sezilarli bo'lmaydi. Aksincha katta radiusli egriliklar o'z shaklini o'zgartirish, ya'ni ba'zi uchastkalarda to'g'ri chiziqli qismga, boshqa uchastkalarda esa kichik radiusli egrilikga aylanib qolishi xususiyatiga ega. Shuning uchun yangi temir yo'llarni loyihalashda radiusi 4000 m dan ortiq egriliklarni loyihalash tavsiya etilmaydi.

Ixtisoslashgan yuqori tezlikli temir yo'llarda poyezdlar harakat tezligi 300 km/soat va undan yuqori bo'lganda egriliklarni radiusi 5000-7000 m ni tashkil etishi mumkin.

Egriliklarni rejalash va joriy saqlashda qulaylik yaratish maqsadida yangi temir yo'llarni loyihalashda egriliklarni unifikatsiya qilingan qiymatlari qo'laniladi. Amaldagi QMQ da [1] egrilik radiuslarini tavsiya va ruxsat etilgan qiymatlari keltirilgan (4.1 - jadval).

4.1 - jadval

Egrilik radiuslari

Temir yo'lining toifasi	Tarhda egrilik radiusi, m		
	Tavsiya etilgani	Ruxsat etilgani	
		Murakkab sharoitda	o'ta murakkab sharoitda texnik-iqtisodiy asoslanganda
I toifali yo'llar, harakat tezligi:			
-120 km/s dan ortiq	4000 -2500	2000	800
-120 km/s va undan kichik	4000 -1500	1200	600
II toifali yo'llar	4000 -1200	1000	600
III toifali yo'llar	2000 -1200	800	400
IV toifali yo'llar	2000 -1000	500	250

IV toifali keltiruvchi yo'llar	2000 -600	500	180
V toifali keltiruvchi va tutashtiruvchi yo'llar	1000 -400	300	150

I z o h:

1. "O'zbekiston temir yo'llari" DATK bilan kelishilgan holda o'ta murakkab sharoitda egrilik radiuslarini quyidagi qiymatlargacha kamaytirish ruxsat etiladi:
 - I toifali yo'llarda harakat tezligi 120 km/s dan ortiq bo'lganda - 400 m;
 - I toifali yo'llarda harakat tezligi 120 km/s teng va kichik bo'lganda - 300 m;
 - II, III toifali yo'llarda - 250 m;
 - IV toifali yo'llarda - 200 m.
2. V toifali yo'llarda g'ildirak formulasi 3-3 bo'lgan lokomotivlar harakatlanganda va qo'shni egriliklar orasidagi to'g'ri chiziqli kesmasiz har tomonlama egriliklar loyihalanganda 160 m dan kam bo'lmasligi kerak.
3. Ikki yo'l oralig'ining kengayishi loyihalanganda radiusi 4000 m dan ortiq egriliklar loyihalash ruxsat etiladi.
4. Temir yo'l bo'g'inlarida yechimlarni loyihalashda radiusi 250 m bo'lgan egriliklarni loyihalash ruxsat etiladi.

4.3. O'tish egriliklari

Temir yo'lni to'g'ri chiziqli qismidan egri chiziqli qismiga yoki bir egrilikdan boshqa radiusli ikkinchi egrilikka o'tishda (agar ular orasida to'g'ri chiziqli kesma mavjud bo'lmasa) o'tish egriligi loyihalanadi. O'tish egriligi uzunligi davomida tashqi iz ko'tarilishi va radiusi $R < 350$ m bo'lgan egriliklarda relslar oralig'i kengligini oshirish amalga oshiriladi.

Hamdo'stlik mamlakatlariga a'zo davlatlar temir yo'llarida o'tish egriligi sifatida radiodal spiral (klatoida), tashqi iz ko'tarilishi esa to'g'ri chiziqli shaklda amalga oshiriladi.

Yuqori tezlikli temir yo'llar tizimiga ega bo'lgan ba'zi davlatlarda tashqi iz ko'tarilishi egri chiziqli shaklda amalga oshiriladi. Bu xususiyat

yuqori tezlikli temir yo'llarda o'z ustinligini yanada yaqqol namoyon qiladi.

Poyezdlarni egrilikda ravon harakatini ta'minlash uchun o'tish egriligining uzunligi, uni shakli kabi juda muhim ahamiyatga ega.

O'tish egriligi quyidagi asosiy talablarga javob berishi kerak:

1. Tashqi izni ko'tarilishi uzunligida g'ildiraklarni ko'tarilish tezligini ($\frac{dh}{dt}$, mm/s) chegaralash;

2. So'ndirilmagan tezlanishni vaqt davomida o'zgarishish tezligini ($\frac{da_t}{dt}$, m/s³) chegaralash;

3. Birinchi o'qdagi g'ildiraklarni tashqi relsga urilishida kinetik energiyani yo'qolishini chegaralash.

Yuqorida qayd etilgan talablar orasida birinchisi muhimroq hisoblanadi.

Tashqi izni ko'tarilishi uzunligida g'ildiraklarni ko'tarilish tezligi $\frac{dh}{dt}$ va tashqi iz ko'tarilishini qochirish nishabligi i o'rtasida quyidagi bog'lanish mavjud:

$$i = \frac{dh}{dS} = \frac{dh}{v dt} = \frac{dh}{dt} \cdot \frac{1}{v}, \quad (4.8)$$

bunda v - poyezd tezligi.

Temir yo'lda xamkorlik mamlakatlarida g'ildirakni ko'tarilish tezligi 28-35 mm/s dan ortmaydi deb qabul qilingan.

Agar $\frac{dh}{dt} \leq 28$ mm/s bo'lsa, tashqi iz ko'tarilishini qochirish nishabligi (4.8) ifodani quyidagicha yozish mumkin

$$l = \frac{1}{10 \cdot v_{\max}} \quad (4.9)$$

$\frac{dh}{dt} \leq 35 \text{ mm/s}$ bo'lganda esa,

$$i = \frac{1}{8 \cdot v_{\max}} \quad (4.10)$$

bunda $v_{\max}$ - yo'lovchi poyezdining maksimal tezligi, km/soat.

O'z navbatida o'tish egriligining uzunligi (l_{oe}, m) tashqi iz ko'tarilishi (h) va tashqi iz ko'tarilishini qochirish nishabligi (i) ga bog'liq holda quyidagicha aniqlanadi:

$$l = 10^{-3} \cdot \frac{h}{i} \quad (4.11)$$

(4.9), (4.10) inobatga olib $\frac{dh}{dt} \leq 28 \text{ mm/s}$ bo'lsa,

$$l \geq 10 \cdot v_{\max} \cdot h \cdot 10^{-3} \quad (4.12)$$

$\frac{dh}{dt} \leq 35 \text{ mm/s}$ bo'lganda esa

$$l \geq 8 \cdot v_{\max} \cdot h \cdot 10^{-3} \quad (4.13)$$

bunda h -tashqi iz ko'tarilishi bo'lib (4.1) ifoda bo'yicha aniqlanadi.

Harakat tezligi 120 km/soat dan oshmaydigan temir yo'llar uchun o'tish egriligining (4.11) ifoda bo'yicha hisoblangan uzunligi QMQ [1] da keltirilgan. O'tish egriligining uzunligi egrilik radiusi va yo'lovchi, yuk poyezdlarining tezligi bilan (turli toifadagi poyezdlarning umumiy tonnajdagi solishtirma og'irligi, o'rtacha qiymat bo'yicha qabul qilingan) murakkab bog'likka ega, chunki tashqi iz ko'tarilishi egrilik radiusi (R) va o'rtacha vazndagi kvadratik tezligiga (v_{or}^2), tashqi iz ko'tarilishini

qochirish nishabligi δ esa yo'lovchi poyezdlarining maksimal tezligiga ($v_{\max}$) bog'liq.

Kichik radiusli egriliklarda tashqi iz ko'tarilishi doimiy, ya'ni maksimal qiymatga $h=150\text{mm}$ ga teng bo'ladi. Ushbu egrilikda, poyezdni nisbatan kichik tezliklarida, tashqi iz ko'tarilishini qochirish nishabligi esa g'ildirakni ichki relsdan chiqib ketmasligi shartidan kelib chiqqan holda maksimal qiymati bilan chegaralanadi. Shuning uchun kichik radiusli egriliklarda o'tish egriligining uzunligi radiusning qiymatiga bog'liq emas.

Egrilik radiusi ortgan sari tashqi iz ko'tarilishini qochirish nishabligi δ ning qiymati (4.9), (4.10) ifodaga binoan chegaralana boshlaydi va radius ortgan sari (mos ravishda tezlik $v_{\max}$ ortganda) δ ning qiymati kamayadi, o'tish egriligining uzunligi l esa ortadi.

Egrilik radiusi ortgan sari, maksimal tezlik va o'z o'rnida, o'rtacha vazndagi kvadratik tezlikning qiymati ushbu toifadagi temir yo'llarga mos maksimal tezlikka yetguncha ortib boradi. Radiusni yanada ortishi tashqi iz ko'tarilishini qochirish nishabligini δ kamayishiga olib kelmaydi (chunki $v_{\max}$ doimiy bo'lib qoladi), tashqi iz ko'tarilishi kamayadi, chunki (4.1) ifodadaning surati o'zgarmas bo'lib qoladi, maxraji esa ortib boradi. Shuning uchun egrilik radiusining yanada ortishi, o'tish egriligining uzunligini kamayishiga sabab bo'ladi.

Turli toifadagi temir yo'llarda tezlikning maksimal tezligi turlicha qabul qilinganligi sababli, ma'lum radiusdagi egriliklar uchun o'tish egriligining uzunligi QMQ da temir yo'l toifasiga bog'liq holda qabul qilingan.

Me'yorlarda ma'lum radiusdagi egrilikda tezlikning eng katta qiymatiga bo'ylama qirqimni ma'lum shaklida erishish mumkinligi (uzun nishablarda) inobatga olingan. Temir yo'lni boshqa bo'laklarida (masalan,

ko'tarilishlarda) radiusni bir hil qiymatida tezlikning maksimal qiymati nisbatan kichik bo'ladi va mos ravishda o'tish egriligining uzunligini qisqaroq belgilash mumkin. Yuqoridigilarni inobatga olib, loyihalash me'yorlari bo'ylama qirqimni uchta tezlik zonasiga bo'ladi va unga mos ravishda o'tish egriligi uzunligi aniqlanadi.

Birinchi zonaga bo'ylama qirqimni chuqursimon shakldagi bo'laklari va unga tutashgan, yuk poyezdi maksimal tezlik bilan o'tadigan uzun nishablar kiradi. Bunday hollarda ma'lum qiymatdagi radiuslarda o'tish egriligining maksimal uzunligi qabul qilinadi. Yuk poyezdlari harakat tezligining o'rtacha qiymati o'rtacha vazndagi kvadratik tezlikka yaqin bo'ladigan bo'ylama qirqim bo'laklari, ya'ni maydoncha va nishablar, ikkinchi zonaga mansubdir. Bunday uchastkalarda o'tish egriligining uzunligi birinchi zonaga nisbatan kichikroq qabul qilinadi. Yuk poyezdlarining ikki yo'nalishida harakat tezligi hisoblangan tezlikka yaqin bo'ladigan, bo'ylama qirqimdagi do'ngliklar va unga tutashgan uzun ko'tarilishlar uchinchi zonaga kiradi.

Murakkab sharoitda joylashgan va ma'lum radiusli egrilik uchun belgilangan tezlikka erishib bo'lmaydigan temir yo'l bo'laklarida texnik iqtisodiy asoslangan holda, ikkinchi yo'llar va mavjud temir yo'llarni ta'mirlashni loyihalashda o'tish egriligining uzunligini (4.11) ifoda bo'yicha hisoblab topish mumkin. Tashqi iz ko'tarilishi (4.1) ifoda bo'yicha shu egrilikda 10 tasarruf yilida erishiladigan o'rtacha vazndagi kvadratik tezlikni qiymatiag bog'liq holda aniqlanadi. Bunda tashqi iz ko'tarilishi 150 mm dan ortiq qabul qilinmaydi. Tashqi iz ko'tarilishini qochirish nishabligi $\gamma = 0,001$, murakkab sharoitda 0,002 va keltiruvchi yo'llarda 0,003 dan oshmasligi kerak. O'tish egriliklarini saqlashni

osonlashtirish uchun ularning uzunligi 10 m ga karrali bo'lishi va 20 m dan kam bo'lmashi kerak.

4.3.1. O'tish egriliklarini rejalash

O'tish egriliklarini rejalash usullari muhandislik geodeziyasi kursida o'rganiladi. Doiraviy egriliklarni o'tish egriliklari bilan tutashtirish doiraviy egrilik markazi O_r ni bissektisa yo'nalishida $B_r = \rho \cdot \sec \frac{\alpha}{2}$ qiymatga siljitish bilan amalga oshiriladi. Siljitish qiymati ρ egrilik radiusi va o'tish egriligi uzunligiga bog'liq holda quyidagicha aniqlanadi:

$$\rho = \frac{l^2}{24R} \left(1 - \frac{l^2}{112R^2} + \frac{l^4}{21120R^4} - \dots \right). \quad (4.14)$$

Hosil bo'lgan yangi egrilik markazi O nuqtadan, egrilik boshi va oxiri urinma yo'nalishi bo'yicha $T_p = \rho \cdot \tan \frac{\alpha}{2}$ qiymatga siljigan radiusli doiraviy egrilik o'tkaziladi. Doiraviy egrilikni ichkariga (aylana markazi tomonga) siljirilishi urinma va doiraviy egrilik oralig'ida o'tish egriligini joylashtirish imkoniyatini beradi (4.5.a-rasm). Doiraviy egrilik "doiraviy egrilik boshi va oxiri" bo'lagida (DEB-DEO) joylashtiriladi. O'tish egriligini joylashtirish tangensni quyidagi qiymatga ortishiga olib keladi:

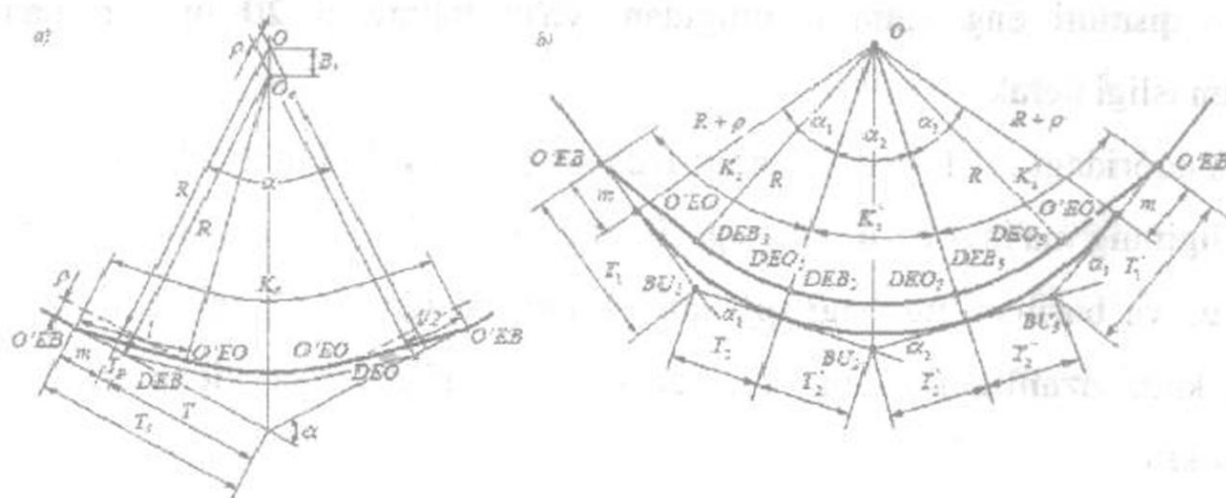
$$m = \frac{l^2}{2} \left(1 - \frac{l^2}{120R^2} + \frac{l^4}{17280R^4} - \dots \right). \quad (4.15)$$

Tangensni umumiy uzunligi $T_s = T + T_p + m$ ga teng. O'tish egriliklari boshi nuqtalari orasida egrilikning umumiy uzunligi quyidagiga teng:

$$K_s = K + l = \frac{\pi R \alpha}{180} + l \quad (4.16)$$

Burilish burchagining qiymati katta bo'lgan hollarda, egrilikni joyda rejalashda qulaylik yaratish maqsadida, egrilikni ketma-ket joylashgan shu radiusdagi bir necha egrilikka bo'linadi (4.5.b-rasm). Bu holda ketma-ket joylashgan egriliklar burilish burchaklarining yig'indisi umumiy burilish burchagiga teng bo'ladi. Bu holda egriliklarning yon tomondagi (chekkadagi) tangenslari uzunligi quyidagiga teng bo'ladi

$$T_1 = T + T_p + m ; \quad T_2 = T = T_p .$$



4.5-rasm. Doiraviy va o'tish egriligi elementlari

a-bitta burilish burchagida; b-bir necha burilish burchagida

Ikki yondagi egriliklar uzunligi $K_s = K + 0,5l$, oraliqdagi (o'rtadagi) egriliklar uzunligi esa $K_s = K$.

4.3.2. Burilish burchagining minimal qiymati

Burilish burchagining qiymati kichik bo'lganda egriliy uzunligi ham kichik bo'ladi. Bunday hollarda o'tish egriligini joylashtirish imkoniyati ko'rib chiqiladi.

O'tish egriligini joylashtirish uchun quyidagi shart bajarilishi lozim:

$$\alpha \geq \frac{180}{\pi R} \cdot (l + K_{\min}) = \frac{57.3}{R} (l + K_{\min}), \quad (4.17)$$

bunda α - burilish burchagi.

Poyezdlar harakatining ravonligini ta'minlash maqsadida DEB va DEO oralig'idagi doiraviy egrilik uzunligi $K_{\min}$, harakat vositalari ekipajning bikir qismini eng katta uzunligidan, ya'ni tahminan 20 m dan kam bo'lmasligi kerak.

Yuqoridagi (4.17) ifodadan foydalanib, burilish burchagi va o'tish egriligining ma'lum qiymatida egrilikning eng kichik radiusi, yoki egrilik radius va burilish burchagi qiymati ma'lum bo'lganda o'tish egriligining eng katta uzunligini mos ravishda quyidagi ifodalar bo'yicha aniqlash mumkin:

$$R \geq \frac{57.3}{\alpha} (l + K_{\min}); \quad (4.18)$$

$$l \leq \frac{R\alpha}{57.3} - K_{\min}. \quad (4.19)$$

4.4. O'zaro bog'liq egriliklar

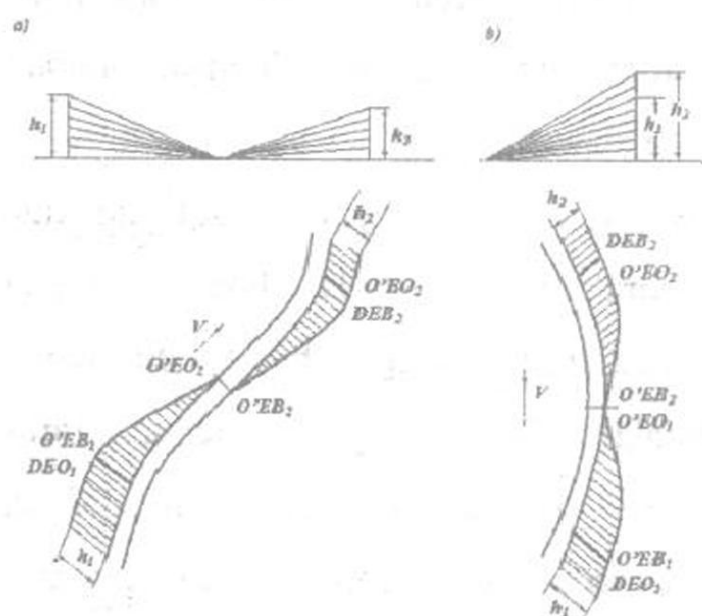
Murakkab topografik sharoitda turli to'siqlarni aylanib o'tish uchun ketma-ket egriliklar loyihalanadi. Bazi hollarda ular orasidagi to'g'ri chiziqli kesma umuman bo'lmaydi yoki uzunligi xaddan ziyod kichik bo'ladi. Poyezdlar ketma-ket joylashgan egriliklarda harakatlenganda, ularning harakatlanish ravonligini buzilishiga; ekipajda turli xil chayqalishlar, ularning oqibatida esa yo'lovchilarga salbiy ta'sir etuvchi tezlanishlar; temir yo'l izi va harakat vositalarining o'zaro ta'sirini yomonlashtiruvchi kuchlar hosil bo'lishiga sabab bo'ladi. Poyezdni bir egrilikdagi harakat sharoitiga keyingi egrilik ta'sir ko'rsatsa, bunday egriliklar *o'zaro bog'liq egriliklar* deb ataladi.

Ekipaj temir yo'lni egri chiziqli qismidan to'g'ri chiziqli qismiga o'tishda, ekipajni egrilikdagi harakati davomida hosil bo'lgan chayqalishlarni so'nishi, ya'ni to'g'ri chiziqli yo'ldagi kabi bo'lishi uchun qandaydir vaqt kerak. Chayqalishlarni butkul so'nishi uchun, zarur bo'lgan masofa *stabillashtirish uchastkasi* deb ataladi. Stabillashtirish uchastkasi uzunligidan kichik masofada joylashgan egriliklar o'zaro bog'liq egriliklar deb hisoblanadi. Agar, ikki egrilik orasidagi masofa, bir egrilikdan chiqqan poyezdni belgilangan tezlikgacha to'la tezlanishi va ushbu tezlikdan keyingi egrilikda ruxsat etilgan tezlikgacha sekinlashishi uchun zarur bo'lgan masofalar yig'indisidan kichik bo'lsa, bunday egriliklar ham o'zaro bog'liq egriliklar deb hisoblanadi va ruxsat etilgan tezlikni belgilashda ular birgalikda ko'rilishi lozim.

Ketma-ket joylashgan ikki egrilik *bir tomonlama* yoki *teskari tomonlama* bo'lishi mumkin. Poyezdni bunday egriliklardagi harakati turlicha bo'ladi. Poyezdni o'tish egrilikdagi harakati davomida tashqi rels

ko'tarilishi oqibatida ekipajni o'z bo'ylama o'qi atrofida burilishi sodir bo'ladi. Teskari tomonlama egriliklarda ekipaj bir egrilikdan chiqib ikkinchisiga o'tayotganda uning burilish yo'nalishi o'zgarmaydi (4.6.b-rasm).

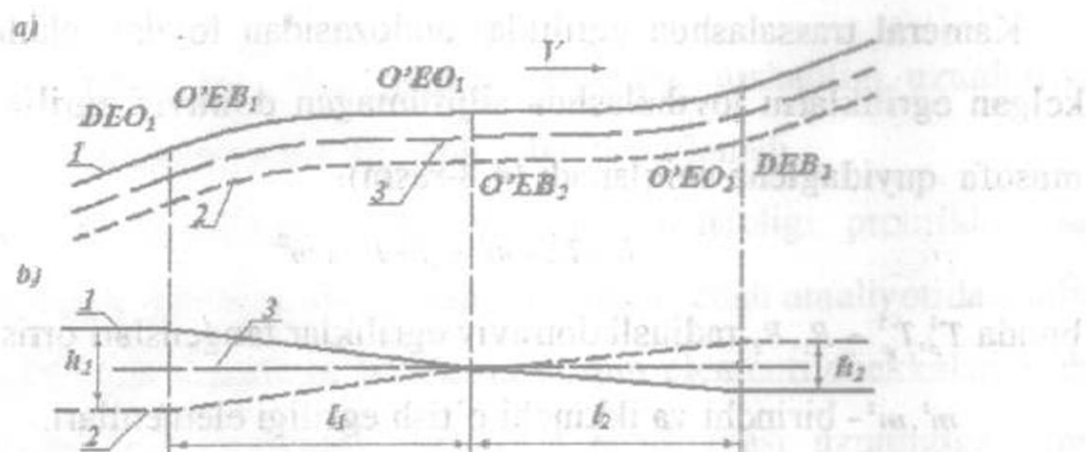
Bir tomonlama egriliklarda, poyezd bir egrilikdan chiqib ikkinchi egrilikda harakatlanayotganda, ekipajning burilishi turli tomonga yo'nalgan bo'ladi (4.6.a-rasm). Shuning uchun, bir tomonlama egriliklar orasida, ko'ndalang chayqalishlarni so'nishi uchun yetarli bo'lgan uzunlikdagi to'g'ri chiziqli kesma joylashtiriladi. Ko'p hollarda uzunligi



kalta bo'lsa,da, teskari tomonlama egriliklar orasida ham to'g'ri chiziqli kesmalar loyihalanadi.

4.6-rasm. Bir tomonlama (a) va teskari (b) tomonlama egriliklarda ekipajni bo'ylama o'qini burchak burilishi

Ba'zi davlatlarda (Germaniya, Avstriya, Yaponiya va boshqalar) poyezd harakati ravonligini to'la ta'minlash maqsadida teskari tomonlama egriliklar orasida to'g'ri chiziqli kesmalarni joylashtirish ko'zda tutilmaydi. Bunda tashqi va ichki rels sathlari orasidagi farqni ta'minlash, tashqi relsni hisoblangan rels ko'tarilishi balandligini yarmiga ko'tarish, ichki izni esa xuddi shunday qiymatga tushirish evaziga erishiladi (4.7-rasm). Bu holda ekipajning og'irlik markazi ko'tarilmaydi va ketma-ket joylashgan egriliklarda poyezdning ravon harakati ta'minlanadi.



4.7-rasm. Teskari tomonlama egriliklarda tashqi relsni ko'tarish, ichki relsni tushirish:

a - tarhi; b - rels boshi bo'ylama qirqimi;

1 - chap rels; 2 - o'ng rels; 3 - to'g'ri chiziqli kesmda rels boshi sathi

Egriliklar orasidagi to'g'ri chiziqli kesma uzunligi d , ekipajni xususiy chayqalish chastotasi q_1 ni q davrda so'nishini ta'minlash shartidan kelib chiqib aniqlanadi.

$$d = \frac{vq}{3,6 \cdot q_1}, \quad (4.20)$$

bunda v - poyezd tezligi, m/s.

Poyezdlar tezligi 120 km/s dan kichik bo'lganda $q \approx 2-3,5$ Gts va $q_1 = 1-2,5$ Gts ga teng. Bu holda (4.20) ifoda quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$d = \frac{v}{n}, \quad (4.21)$$

n ning qiymati 0,4-0,7 oralig'ida o'zgaradi.

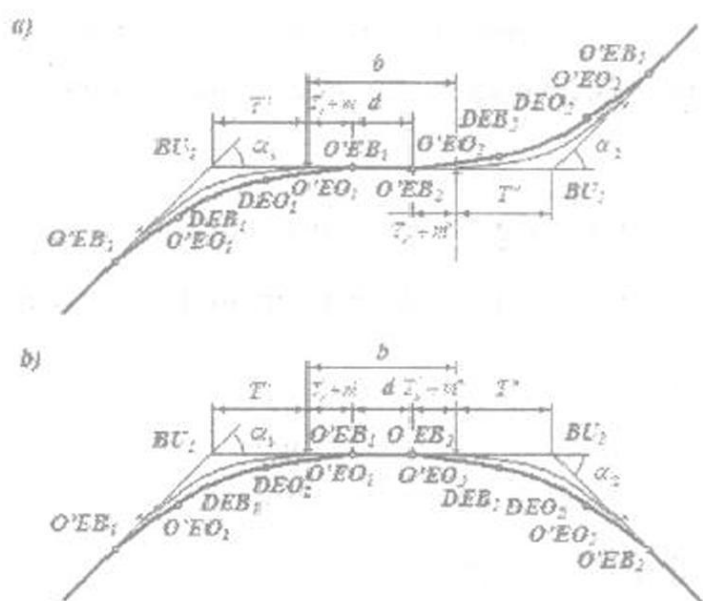
Tezyurar va yuqori tezlikli temir yo'llarda to'g'ri chiziqli kesma uzunligi (4.21) ifoda bo'yicha aniqlangan qiymatga nisbatan katta qabul qilinadi [7, 8, 9].

Kameral trassalashda egriliklar andozasidan foydalaniladi. Ketma-ket kelgan egriliklarni loyihalashda siljitilmagan doiraviy egriliklar orasidagi masofa quyidagicha aniqlanadi (4.8-rasm):

$$b = T_p^1 + m^1 + d + T_p^2 + m^2 \quad (4.22)$$

bunda T_p^1, T_p^2 - R_1, R_2 radiusli doiraviy egriliklar tangenslari ortishi;

m^1, m^2 - birinchi va ikkinchi o'tish egriligi elementlari.



4.8 -rasm. Ketma-ket kelgan egriliklar: a - teskari tomonlama; b - bir tomonlama

Mos ravishda ketma-ket kelgan egriliklarning burchaklari uchi orasidagi minimal masofa quyidagiga teng:

$$L_{\min} = T_p^1 + T_p^2 + d, \quad (4.23)$$

bunda T_p^1, T_p^2 - birinchi va ikkinchi egriliklar tangens yig'indilari.

Yuqori tezlikli temir yo'llarni loyihalashda egriliklar sonini kamaytirishga harakat qilinadi, zarur hollarda ketma-ket kelgan egriliklarning o'tish egriliklari boshi nuqtalari orasidagi to'g'ri chiziqli kesma uzunligi 200-300 m deb qabul qilinadi.

4.5. Bo'ylama qirqim elementlari

Temir yo'l trassasi bo'ylama qirqimi elementlari nishabligi, uzunligi va kesishish joyida ularni tutashtirish usuli bilan tavsiflanadi.

Temir yo'lda bo'ylama qirqim elementi nishabligi promilda (‰) o'lchaniladi. Temir yo'llarni loyihalash va tasarruf etish amaliyotida ushbu birlik "minglik" deb ataladi va bo'ylama qirqim elementi chekkalari sathi belgilari farqini (m) elementni gorizont proeksiyasi uzunligiga (km) nisbati tushiniladi. Yoki elementni mingliklarda ko'rsatilgan nishabligi elementni gorizont bilan hosil qilgan og'ish burchagi α ning tangensini anglatadi, yani $i = 10^3 \operatorname{tg} \alpha$. Agar $\operatorname{tg} = 0,015$ bo'lsa, element nishabligi $i = 15‰$, ya'ni 1 km (1000 m) davomida 15 m lik balandlik ishg'ol etiladi.

Nishabligi $i = 0$ bo'lgan gorizont element *maydoncha*, qo'shni elementlar chegarasi *bo'ylama qirqimni sinishi*, ketma-ket joylashgan bo'ylama qirqim sinish nuqtalari orasidagi masofa esa *bo'ylama qirqim elementi uzunligi* deb ataladi.

4.5.1. Bo'ylama qirqim nishabliklarini toifalanishi

Temir yo'llarni loyihalashda nishabliklar *chegaralovchi* va *loyihalash nishabliklariga* ajratiladi:

1. Bo'ylama qirqim elementining eng katta ruxsat etilgan qiymatini aniqlovchi *chegaralovchi nishabliklar* quyidagilardan iborat: rahbar nishablik i_r , muvozanatlantiruvchi i_{muvo} kuchaytirilgan tortish nishabligi i_t , inersion nishablik i_j .

2. Harakatlanayotgan poyezd energetikasi ballansiga turli ta'sir ko'rsatuvchi *loyihalash nishabliklari* quyidagilardan iborat: zararli

nishablik i_z , bezarar nishablik i_{bz} , o'rtacha nishablik $i_{o'}$, egrilikdan hosil bo'luvchi harakatga qarshi qo'shimcha qarshilikka ekvivalent nishablik $i_{e(oz)}$, keltirilgan nishablik i_k .

Rahbar nishablik. Hisoblangan og'irlikdagi yuk poyezdini, ushbu temir yo'lda qabul qilingan lokomotiv bilan uzunligi chegaralanmagan nishabda ko'tarilishga harakatlanayotganda, shu turdagi lokomotivga xos hisoblangan tezlikka erishsa, bunday nishablik *rahbar nishablik* deb ataladi.

Rahbar nishablikning qiymati temir yo'l trassasi uzunligi, qurilish ishlari hajmi, tasarruf ko'rsatkichlariga ta'sir ko'rsatadi. Rahbar nishablikning qiymati qanchalik katta bo'lsa, balandlik to'siqlarini oshib o'tishda trassa uzunligi shunchalik qisqa va mos ravishda qurilish narxi ham kichik bo'lishi mumkin.

Lokomotiv turi va seksiyalari soni ma'lum bo'lsa, rahbar nishablik qiymati i_r sostav og'irligini Q belgilaydi (2.48-ifoda). Agar loyihalalanayotgan temir yo'lda sostav og'irligi tutashuvchi mavjud temir yo'ldagi sostav og'irligi bilan bir xil, ya'ni unifikatsiyalangan bo'lsa, lokomotivning zarur bo'lgan tortish kuchi $F_{u(h)}$ va seksiyalari soni rahbar nishablik qiymatiga bog'liq. Poyezd rahbar nishablikda barqaror tezlik bilan harakatlanayotgan holat uchun $F_{u(h)}(i_r)$ bog'liqlikni keltirib chiqarish mumkin:

$$F_{u(h)} = (\omega_o + i_r) \cdot (P + Q) \cdot g. \quad (4.24)$$

Lokomotiv og'irligi P va $F_{u(h)}$ tortish kuchi bilan $P = F_{u(h)} / 10^3 \text{ kg}$ ko'rinishdagi bog'liqlikka ega. Bunda k - tortish koeffitsienti (lokomotivning hisoblangan tortish kuchini og'irligiga nisbati).

Bu holda

$$F_{u(h)} = \frac{(\omega_o + i_r) 10^3 \cdot kg}{10^3 k - \omega_o - i_r} \quad (4.25)$$

Ushbu (4.25) ifodadan foydalanib sostavning turli og'irligi uchun hisoblangan $F_{u(h)}(i_r)$ bog'liqlikning (elektr tortishda $k=0,25$, $\omega_o=1,5$ N/kN va teplovoz tortishda $k=0,20$, $\omega_o=1,2$ N/kN bo'lganda) chiziqli ko'rinishlari 4.9 rasmda keltirilgan.

Lokomotivlarning tortish kuchlari rasmda gorizontal chiziqlar bilan ko'rsatilgan. Chiziqli ko'rinishlardan foydalanib, rahbar nishablikni ma'lum qiymatida, belgilangan og'irlikdagi poyezdlarni harakatga keltirish uchun qaysi rusumli lokomotiv zarur ekanligini belgilash mumkin.

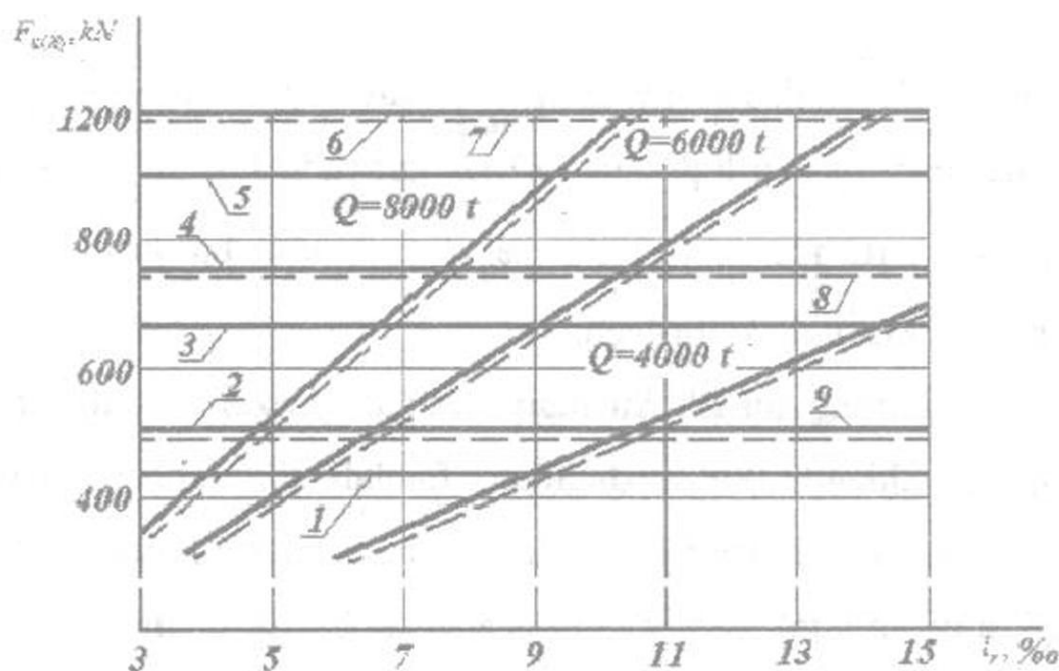
Masalan, rahbar nishablikning qiymati ‰ bo'lganda og'irligi 6000 tonna bo'lgan poyezdlarni yurg'izish uchun VL80s , 2TE10M lokomotivlari zarur; rahbar nishablikning qiymati ‰ bo'lganda esa xuddi shunday og'irlikdagi poyezdlarni harakatga keltirish uchun VL 11(3 seksiyali), VL80s (3 seksiyali), 3TE10M lokomotivlari zarur.

Temir yo'llarni loyihalashda rahbar nshablikning qiymati quyidagilarni inobatga olib belgilanadi:

- hududning reliefi;
- loyihalanayotgan temir yo'lda yuk tashish hajmlari;
- qabul qilish-jo'natish yo'llarining foydali uzunligi;
- tutashuvchi mavjud temir yo'ldagi sostavlarning og'irlik me'yori, qabul qilish-jo'natish yo'llarining foydali uzunligi va rahbar nishabligi.

Hudud reliefi murakkab bo'lganda, trassa uzunligi va qurilish ishlari hajmini qisqartirish uchun qiyaligi katta rahbar nishabliklarni qabul qilish tavsiya etiladi. Biroq, yuk tashish hajmi katta bo'lganda, og'irligi katta sostavlar va o'z o'rnida qiyaligi kichik rahbar nishabliklar iqtisodiy

samaraliroq hisoblanadi. Bu holda quvvati kichik bo'lgan lokomotivlardan foydalanish mumkin.



4.9-rasm. $F_{u(h)}(i_r)$ bog'liklari:

— -elektrovozli tortishda; - - - - - teplovozli tortishda.

1 - VL 10; 2 - VL80s; 3 - VL 11(3 seksiyali); 4 - VL80s (3 seksiyali); 5 - VL 11 (4 seksiyali);
6 - VL 80s (4 seksiyali); 7 - 4TE 10s; 8 - 3TE10M; 9 - 2TE10M

Temir yo'llarni loyihalashda rahbar nishablikning eng maqbul qiymati texnik-iqtisodiy hisoblar bilan asoslanadi. Shu bilan birga, yangi temir yo'l tutashuvchi mavjud temir yo'ldagi sostav og'irligi bilan unifikatsiya qilish imkoniyatini beruvchi rahbar nishablik qiymati (4.9-rasm) ham variant sifatida ko'rib chiqilishi lozim.

Turli topografik sharoitlarda o'tuvchi haddan ziyod uzun temir yo'llarni loyihalashda rahbar nishablikning qiymatini turlicha qabul qilish mumkin. Temir yo'lining butun uzunligi bo'yicha sostav og'irligini unifikatsiya qilish maqsadida turli quvvatdagi lokomotivlar ko'rib chiqilishi mumkin. Bu holda rahbar nishablikning eng katta qiymati sostav og'irligi va tezlikni tushishlarda chegaralanishi bilan aniqlanadi.

Zamonaviy teplovoz va elektrovozlarni bir qancha seksiyalar tarkibida qo'llash mumkin. Ularni nafaqat sostav boshida, balki ohirida va o'rtasida ham joylashtirish mumkin. Bu xol qiymati katta bo'lgan rahbar nishabliklarda (14-15 %) og'irligi 12000-14000 tonna bo'lgan poyezdlarni harakatlantirish imkoniyatini beradi.

Bo'ylama siquvchi kuchlar qiymatini chegaralash maqsadida bunday og'irlikdagi sostavlarni harakatlantirish uchun bo'lama nishablikning maksimal qiymatini chegaralash maqsadga muvofiqdir.

Amaldagi yo'riqnomalar og'irligi 6000 t dan ortiq (16000 t gacha) bo'lgan sostavlarni uzun tushishlarda nishablik qiymati 12 % dan ortmagan temir yo'llarda harakatlantirish ruxsat etiladi.

Poyezdni favqulotda sekinlashishini hisoblangan masofada ta'minlash uchun nishablikning qiymati ortgan sari tezlikni qiymati kamaytiriladi. Zamonaviy sekinlashish vositalari bilan jihozlangan yuk poyezdlarining ruxsat etilgan tezligini nishablik qiymatiga mos ravishda chegaralanishi quyidagiga teng:

$i, \%$	9	12	15	20	30
$v, \text{km/soat}$	90	70	55	50	40.

Yangi temir yo'llarni loyihalashda rahbar nishablikning qiymati [1] binoan yo'l toifasiga bog'liq holda belgilanadi (4.2-jadval).

4.2-jadval

Rahbar nishablikning qiymati

Temir yo'lining toifasi	Rahbar nishablik qiymati, %
I, II	15
III	20
IV, V	30

Yuk va yo'lovchi poyezdlarining aralash harakati mavjud tezyurar temir yo'llarni loyihalashda rahbar nishablikning qiymatini 20 %o likdan oshirmaslik tavsiya etiladi.

Rahbar nishablikning eng kichik qiymati hisoblangan og'irligidagi poyezdni joyidan qo'zg'alish shartiga binoan aniqlanadi. Qo'zg'alish sharti bo'yicha aniqlangan sostav og'irligi $Q \leq Q_{qoz}$ shartni qanoatlantirishi kerak. $Q = Q_{qoz}$ tenglikni qanoatlantiruvchi nishablik qiymati eng kichik rahbar nishablik bo'lishi mumkin. Rahbar nishablikning eng kichik qiymati (2.48) va (2.70) ifodalarni tenglashtirish natijasida topilishi mumkin

$$\frac{F_{u(h)} - Qg(\omega_o' + i_r)}{(\omega_o'' + i_r)g} = \frac{F_{u(qoz)}}{(\omega_{o(qoz)} + i_{qoz})g} - P,$$

bundan

$$i_{r(min)} = \left[\frac{F_{u(h)}}{F_{u(qoz)}} - \frac{P \cdot g}{F_{u(qoz)}} \cdot (\omega_o' - \omega_o'') \right] \cdot (\omega_{o(qoz)} + i_{qoz}) - \omega_o''. \quad (4.26)$$

(4.27) ifodaning tahlili shuni ko'rsatadiki rahbar nishablikning eng kichik qiymati lokomotiv va vagonlarning turiga bog'liq. $i_{qoz} = 0$ bo'lganda, o'tkazilgan hisoblar shuni ko'rsatadiki rahbar nishablikning minimal qiymati 2%o deb qabul qilinishi mumkin.

Muvozanatlantiruvchi nishablik (i_{muv}). Yo'nalishlar bo'yicha yuk oqimlari keskin farqga ega temir yo'llarda, taalluqli hisoblar bilan asoslanganda, har bir yo'nalish uchun rahbar nishablikning qiymati turlicha qabul qilinishi mumkin. Bunday hollarda, birinchi navbatda temir yo'l uzunligiga katta ta'sir ko'rsatuvchi yo'nalish uchun rahbar nishablik va lokomotiv turi belgilanishi lozim. Keyingi bosqichda boshqa ("orqaga") yo'nalish uchun, belgilangan lokomotivga mos bo'lgan sostav og'irligi

Q_{orq} ni inobatga olib shu ("orqaga") yo'nalishga (2.48) ifodadan foydalanib rahbar nishablik qiymati belgilanadi.

$$i_{\mu(v(orq))} = \frac{F_{u(h)} - \omega'_o \cdot P \cdot g - \omega''_{o(orq)} \cdot Q_{orq} \cdot g}{(P + Q_{orq}) \cdot g}, \quad (4.27)$$

bunda $\omega''_{o(orq)}$ – "orqaga" yo'nalishida sostavdagi vagonlar strukturasi inobatga olib aniqlangan harakatga ta'sir etuvchi solishtirma qarshilik.

Yo'nalishlar bo'yicha rahbar nishablikning qiymatini turlicha belgilash yuk oqimlari keskin farq qiladigan temir yo'llarda qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Temir yo'lda sostavlar soni o'zgarmagan holda "orqaga" yo'nalishida harakatlanuvchi sostavlar og'irligi bo'sh vagonlar hisobiga kichikroq bo'ladi va, o'z navbatida, bu yo'nalishda rahbar nishablikning qiymatini kattaroq qabul qilish mumkin. Sostavlar sonini yo'nalishlar bo'yicha shu tariqa muvozanatda ushlab turish imkoniyatini beruvchi bunday nishablik *muvozanlantiruvchi nishablik* deb ataladi.

Agar qabul qilingan muvozanlantiruvchi nishablikning qiymati hudud reliefi nishabligiga mos yoki yaqin bo'lsa, yo'nalishlar bo'yicha turli qiymatdagi nishabliklarni qo'llash yanada kattaroq samara beradi. Bu holda "orqaga" yo'nalishida trassa uzunligi va qurilish xarajatlarini qisqartirish imkoniyatini beradi.

Yo'nalishlar bo'yicha belgilangan rahbar nishablikning qiymati ikkala holda ham poyezdni o'zining sekinlashtiruvchi vositalari bilan to'xtatish shartini qanoatlantiruvchi qiymatdan katta bo'lmasligi kerak. Shuning uchun, ikkala yo'nalish uchun belgilangan rahbar nishablik qiymati

amaladagi QMQ da shu toifadagi temir yo'llar uchun belgilangan qiymatdan oshmasligi lozim.

Kuchaytirilgan tortish nishabligi (i_k). Balandlik to'siqlarni ishg'ol qilish uchastkalarida (amalda uzunligi peregon uzunligidan kam bo'lmagan) trassa uzunligi va qurilish ishlari hajmini qisqartirish maqsadida, taalluqli texnik-iqtisodiy hisoblar bilan asoslangan holda, qiymati rahbar nishablikdan katta bo'lgan, hisoblangan og'irlikdagi sostav qo'shimcha lokomotiv bilan ishg'ol qilishi mumkin bo'lgan ko'tarilishlar loyihalaniishi mumkin. Bunday nishablar *kuchaytirilgan tortish nishabligi* deb ataladi.

Agar qo'shimcha lokomotivlar soni va turi asosiy lokomotiv bilan bir xil bo'lsa, ko'rilyotgan nishabliklar *karrali tortish nishabligi* deb ataladi.

Karrali tortish nishabligining eng katta qiymati hisoblangan og'irlikdagi poyezd bir nechta lokomotiv bilan harakatlenganda barqaror tezlikga erishish shartidan kelib chiqqan holda quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$i_k = \frac{n \cdot F_{u(h)} - \omega'_0 \cdot n \cdot P \cdot g - \omega \cdot Q \cdot g}{(n \cdot P + Q) \cdot g}, \quad (4.28)$$

bunda n - poyezddagi barcha lokomotivlar soni.

Sostav og'irligi ma'lum turdagi lokomotivda rahbar nishablikning qiymatiga bog'liq bo'lgani uchun, karrali tortish nishabligi va rahbar nishablik o'rtasida funksional bog'liqlik mavjud. Ushbu bog'liqlik (4.29) ifodaga (2.48) ifoda bo'yicha topilgan Q ni qiymatini qo'yish bilan topiladi.

Tahlil shuni ko'rsatadiki, $\frac{P \cdot g}{F_{u(k)}}$ nisbat qanchalik kichik bo'lsa, karrali tortish nishabligi shunchalik katta bo'ladi. Shu bois rahbar nishablikni qiymati bir xil bo'lgan holda, elektrovozli tortishda karrali tortish nishabligi teplovoz tortishdagiga ko'ra katta bo'ladi.

Temir yo'llarda lokomotivlar turi va vagonlar tarkibi o'zgaruvchan bo'lgani uchun, tasarruf jarayonini uzluksizligini ta'minlash uchun barcha sharoitlarni qanoatlantiradigan karrali tortish nishabligi qiymati belgilanishi kerak. Yuqoridagilarni inobatga olib, amaldagi QMQ ning 2-jadvalida [1] bir turdagi lokomotivlar uchun rahbar nishablikning ma'lum qiymati uchun karrali tortish nishabligining qiymati keltirilgan.

Agar qo'shimcha lokomotivlar turi va soni asosiy lokomotivdan farqli bo'lsa, kuchaytirilgan tortish nishabligi quyidagicha aniqlanadi:

$$i_k = \frac{\sum F_{u(k)} - \omega'_o \cdot \sum P \cdot g - \omega''_o \cdot Q \cdot g}{(\sum P + Q) \cdot g}, \quad (4.29)$$

bunda $\sum F_{u(k)}$ – barcha lokomotivlarning tortish kuchlari yig'indisi, N;

$\sum P$ – barcha lokomotivlar og'irligining yig'indisi, t.

Agar lokomotivlar turi va ularning hisoblangan tezligi har xil bo'lsa, (4.29) ifoda bo'yicha kuchaytirilgan tortish nishabligi qiymatini aniqlashda harakatga qarshi solishtirma qarshiliklar ω'_o va ω''_o lokomotivlarning hisoblangan tezligini eng katta qiymati uchun qabul qilinadi.

Poyezd uzilishini bartaraf etish uchun, lokomotivlar sostav boshida bo'lganda, bo'ylama kuchlanishni qiymati poyezd joyidan qo'zg'alayotganda 930 kN, rahbar nishablikda harakatlanayotganda esa 1275 kN dan oshmasligi kerak. Vagonlar ustivorligini siqib chiqilishdan

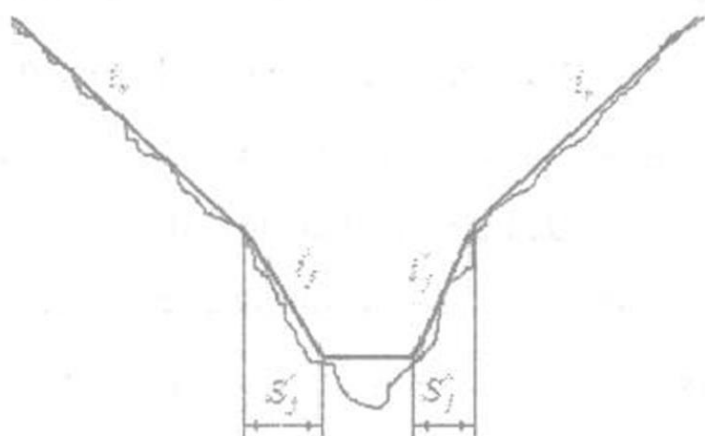
ta'minlash uchun qo'shimcha lokomotivlar sostav oxirida joylashganda bo'ylama kuchlanish qiymati 490 dan 2450 kN gacha bo'lishi mumkin.

Agar yuqoridagi shartlar bajarilmasa sostav boshida yoki oxirida qo'shimcha lokomotivlarni qo'yish yo'l qo'yilmaydi.

Inersion nishablik (i_j). Qiymat jihatdan rahbar nishablikdan katta, lokomotivlarni tortish kuchi va poyezdning kinetik energiyasi hisobiga ishq'ol qilinadigan ko'tarilish inersion nishablik deb ataladi. Inersion nishabliklar poyezd tezligi maksimal qiymatga yetib yetarlicha kinetik energiya to'plash imkoniyatini beradigan, nishabligi katta bo'lgan tushishlardan so'ng loyihalanishi mumkin (4.10-rasm).

Inersion nishabliklarni hisoblash 2-bobda batafsil ko'rib chiqilgan. Boshqa nishabliklardan farqli, inersion nishablik uzunligi cheksiz bo'la olmaydi. Chunki inersion nishablik qiymati va uzunligi orasida ma'lum bog'liqlik mavjud. Shuning uchun inersion nishabliklarni loyihalashda uning qiymati i_j berilgan holda inersion nishablik uzunligi S_j aniqlanadi, yoki, aksincha, uzunligi S_j berilsa inetsion nishablik qiymati i_j aniqlanadi.

4.10-rasm. Inersion nishablikli
uchastkalar



Zararli (i_z) va bezarar (i_{bz}) nishabliklar. 2-bobda ko'rsatilgandek, uzunligi katta bo'lgan nishabdan tushayotganda poyezdning tezligi, unga qo'yilgan kuchlar ta'sirida, maksimal qiymatigacha o'sib boradi.

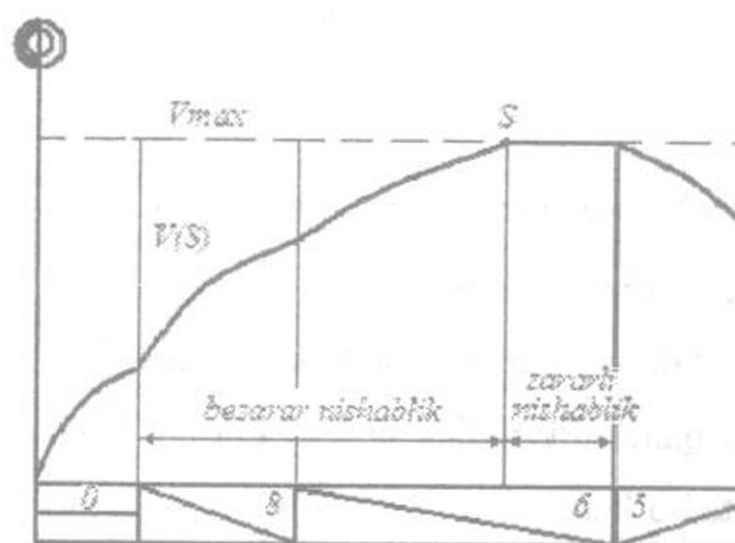
Tezlikning qiymati yanada oshishining oldini olish uchun, boshqariladigan sekinlashish qo'llaniladi.

Sekinlashish holatida (elektrovoz tortishda rekuperativ sekinlashish bundan istisno) poyezd mexanik energiyasining bir qismi sekinlashish kundalarining issiqlik energiyasiga aylanadi va yo'qotiladi. Energiya yo'qolishiga olib keluvchi sekinlashish qo'llaniladigan nishabliklar *zararli nishabliklar* (i_z) deb ataladi.

Mexanik energiyani issiqlik energiyasiga aylanishiga sabab bo'lmaydigan nishablar *bezarar nishabliklar* (i_{bz}) deb ataladi.

Nishablik qanday ekanligini aniqlash uchun, harakat tezligi egriligi chiziladi va tahlil qilinadi. Nishablik sekinlashish boshlangan nuqtadan zararli nishablikga aylanadi (4.11 rasmda S nuqta).

Biron nishablik bir vaqtning o'zida zararli va bezarar ham bo'lishi mumkin (4.11-rasmdagi nishabligi 6 ‰ element). Ba'zi hollarda nishablikning ayrim qiymatlarida elementning uzunligidan qat'iy nazar nishablik bezarar bo'lishi mumkin. Uzunligidan qat'iy nazar nishabni butun uzunligi davomida nashablik bezarar bo'lsa, bunday nishablar *mutloq bezarar nishablik* $i_{m.bz}$ deb ataladi.



4.11-rasm. Bezarar va zararli nishabliklarni aniqlash

Mutloq bezarar nishablikning qiymati poyezdni salt holatida nishablikdan maksimal tezlik bilan tushayotganda unga ta'sir etuvchi kuchlarni tenglik shartidan kelib chiqib aniqlanadi:

$$i_{m.bz}(P+Q) \cdot g = W_x,$$

bundan

$$i_{m.bz} = \frac{W_x}{(P+Q) \cdot g} = \omega_x. \quad (4.30)$$

Shunday qilib, mutloq bezarar nishablikning qiymati son jihatdan poyezd harakatiga qarshi ta'sir etuvchi solishtirma qarshilikni maksimal tezlikdagi qiymatiga teng. Ushbu qiymat faqat vagonlar turi va maksimal tezlikga bog'liq. Hozirgi vaqtda mutloq bezarar nishablikning qiymatini $i_{m.bz} = 3 \text{ ‰}$ ga teng deb qabul qilish mumkin.

Elektrlashtirilgan temir yo'llarda rekuperativ sekinlashish qo'llanilganda, mutloq bezarar nishablik qiymati yuqoridagi qiymatlardan katta bo'ladi va quyidagiga teng:

$$i_{m.bz(r)} = \omega_x + \frac{B_{z,r}}{(P+Q) \cdot g}, \quad (4.31)$$

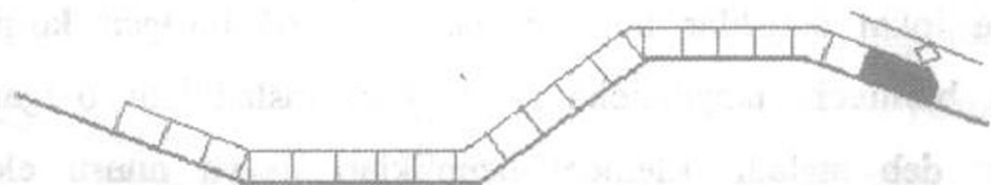
bunda $B_{z,r}$ - ko'rilyotgan lokomotivning rekuperativ sekinlashishdagi sekinlashish kuchi, N.

(4.31) ifoda tahlili shuni ko'rsatadiki, lokomotiv qanchalik quvvatli va sostav og'irligi qanchalik kichik bo'lsa, mutloq bezarar nishablik qiymati shunchalik katta bo'ladi.

O'rtacha nishablik (i_{or}). Bo'ylama qirqimdagi ikki nuqta orasidagi nishablik o'rtacha nishablikdir. Aksariyat hollarda bunday nishablik ajrim qilish punktlarida poyezdni joyidan qo'zg'alish sharti bo'yicha tekshirishda poyezd uzunligi davomida hisoblanadi.

4.6. Bo'ylama qirqim elementlari uzunligi va ularni tutashtirish

Yangi temir yo'llarni qurishda, yer ishlari va sun'iy inshootlar bo'yicha ish hajmlarini qisqartirish maqsadida, bo'ylama qirqim shunday uzunlik va nishablik bilan loyihalanishi lozimki, loyiha chizig'i trassa yo'nalishida yer sathi ko'rinishi bilan mos tushishi (yoki uni takrorlashi) maqsadga muvofiq. Bu holda poyezd bir vaqtini o'zida bo'ylama qirqimni turli ishorali elementlarida joylashishi mumkin (qabariq va botiqlarda, 4.12-rasm).



4.12-rasm. Poyezdni bo'ylama qirqimni bir necha elementida joylashishi

Poyezd singan bo'ylama qirqim bo'ylab harakatlanganda, urish ko'rinishidagi bo'ylama kuchlar hosil bo'ladi. Bu kuchlar vagonlarni mustahkamligiga ta'sir ko'rsatadi. Ba'zi hollarda poyezdda vagonlarni relslardan chiqib ketmasligini ta'minlovchi, g'ildirak juftliklari ustivorligi aniqlovchi kvazistatik kuchlar hosil bo'ladi (katta siquvchi va cho'zuvchi kuchlar mos ravishda vagonlarni tarkibdan uzilishiga yoki yengil vagonlarni siqib chiqarilishiga sabab bo'ladi). Yo'lovchi poyezdlari bo'ylama qirqim elementlarini sinishida harakat qilganda, yo'lovchilarni holatiga salbiy ta'sir ko'rsatuvchi bo'ylama tezlanishlar yuzaga keladi.

Shuning uchun sinishlarni kamaytirish maqsadida bo'ylama qirqimni loyihalashda elementlarni imkon qadar uzunroq loyihalash lozim. Sinishlarni loyihalaganda, vagonlarni mustahkamligi va ustivorligi, yo'lovchilar uchun esa qulay sharoit yaratish maqsadida turli nishablikdagi bo'ylama qirqim elementlari (i_1, i_2) egriliklar bilan tutashtirilishi kerak. Ushbu egriliklarning radiuslari (R) ba'zi hollarda bir necha o'ng ming metrni tashkil etishi mumkin.

Temir yo'lni qurishda bo'ylama qirqimda katta radiusli egriliklarni joylashtirish va keyinchalik ularni tasarruf etish qiyinchilik tug'diradi. Shuning uchun i_1, i_2 nishablik elementlarini tutashtirishda yuqorida qayd etilgan egrilik o'rniga ko'pburchak loyihalanadi (4.13-rasm). Oqibatda, bo'ylama qirqimni A nuqtadagi global sinishi (ushbu nuqtada ikki element nishabliklari orasidagi algebraik farq $\Delta i_s = |i_1 - i_2|$ ga teng) o'rniga a, b, s, d nuqtalarda lokal sinishlar hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan ko'pburchak tomonlari bo'luvchi maydoncha ($i=0$) yoki nishablikni o'zgartiruvchi elementlar deb ataladi. Element uzunliklari va tutash elementlar nishabliklari orasidagi algebraik farq Δi o'zaro bog'liq va tutashtiruvchi egrilik radiusi R ning qiymatiga bog'liq, yani :

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

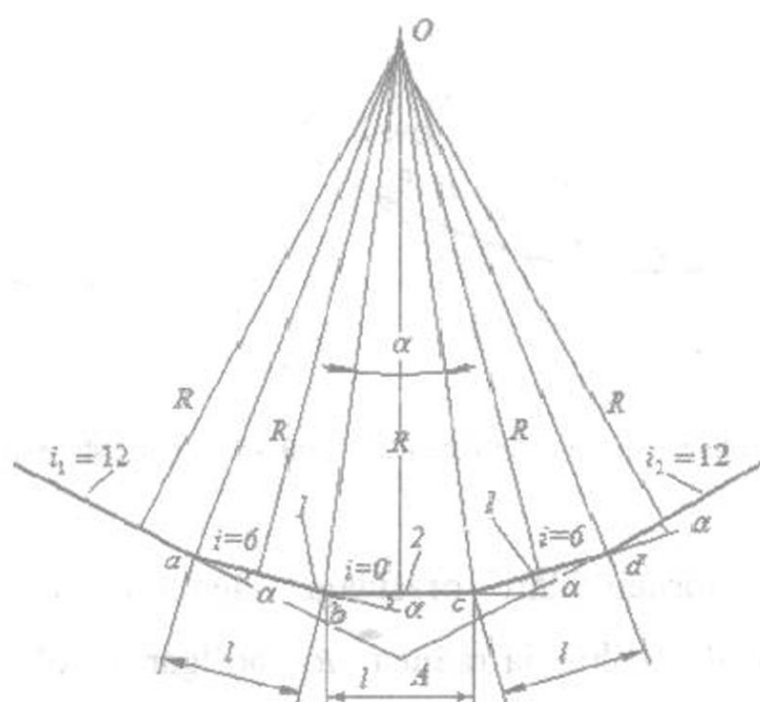
Burchakni kichik qiymatlarida $\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 0,5 \operatorname{tg} \alpha$ deb qabul qilish mumkin.

Agar nishablik mingliklarda ifodalangan bo'lsa, $\operatorname{tg} \alpha = \Delta i \cdot 10^{-3}$ ekanligini inobatga olib, quyidagini hosil qilamiz

$$l = R \cdot \Delta i \cdot 10^{-3}. \quad (4.32)$$

Agar tutashtiruvchi egrilik radiusi ma'lum bo'lsa, elementlar nishabliklari orasidagi algebraik farq Δi ning qiymatini o'zgartirib, (4.32) ifodadan element uzunligi l ni, va, aksincha, l ning qiymatini o'zgartirib, elementlar nishabliklari orasidagi algebraik farqni quyidagicha aniqlash mumkin:

$$\Delta i = l \cdot 10^3 / R. \quad (4.33)$$

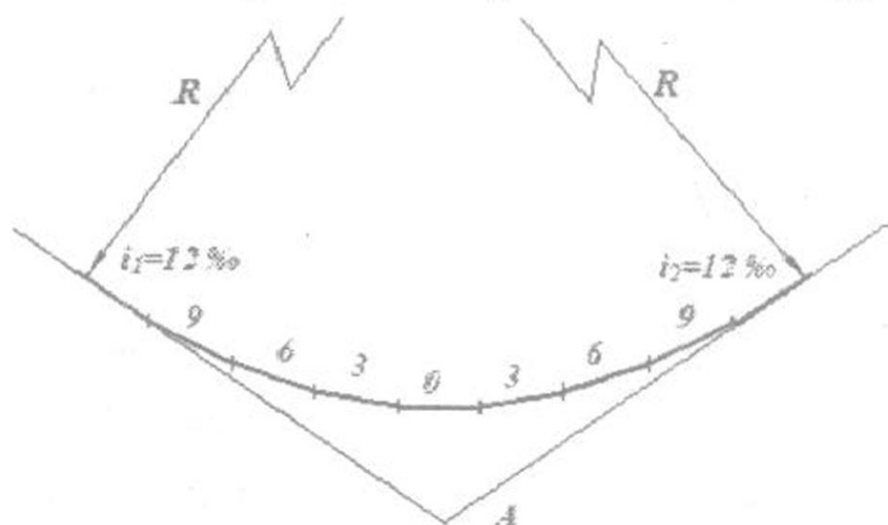


4.13-rasm. Bo'luvchi maydoncha
(2) yoki, nishablikni o'zgartiruvchi
elementlar (1)

Hisoblar shuni ko'rsatadiki, ko'pburchak tomonlari uzunligi 350-400 m bo'lgan taqdirda yuzaga keluvchi bo'ylama kuchlarning qiymati, poyezd tutashtiruvchi egrilikda harakatlengandagi qiymatdan

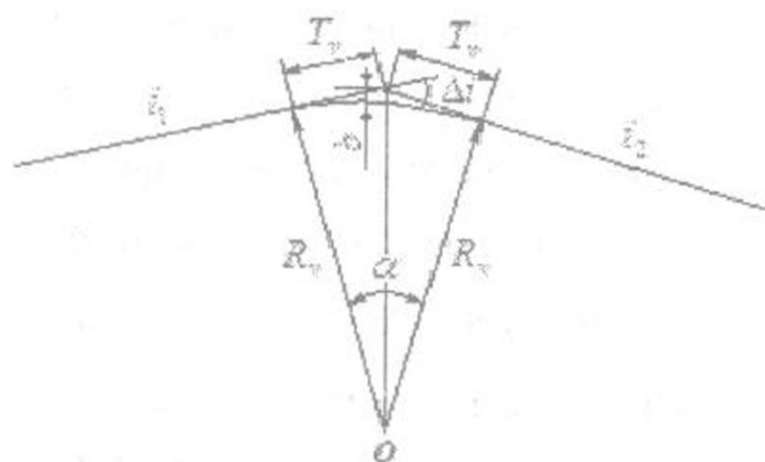
oshmaydi. Shuning uchun amaldagi loyihalash me'yorlari [1], tutashtiruvchi egriliklarning belgilangan qiymatida bo'ylama qirqim elementlari uzunligi l_m 200 m dan 400 m gacha me'yorlanganda tutashtiruvchi elementlar nishabliklari orasidagi algebraik farq Δi_m ni (4.33) ifodadan kelib chiqib ifoda etadi. Ushbu me'yorlar poyezdlarning maksimal harakat tezligini belgilovchi temir yo'l toifasi va qabul qilish-jo'natish yo'llarining foydali uzunligiga bog'liq holda [1] (3, 4-jadval) dan ko'chirma sifatida 2.3-ilovalarda keltirilgan.

Agar tutashtiruvchi elementlar nishabliklari orasidagi algebraik farq me'yorlangan qiymat Δi_m dan kichik bo'lsa, (4.332 ifodaga binoan elementlar uzunligi ham l_m dan kichik bo'ladi. Nishabliklar orasidagi algebraik farq nisbatan kichik bo'lganda (1-2‰), ko'pburchak tutashtiruvchi egrilikka yaqin bo'ladi (4.14-rasm). Bu holda bo'ylama qirgim elementlari uzunligini rels uzunligi 25 metr bilan chegaralanadi.



4.14-rasm. Bo'ylama qirgim elementlarini qisqa uzunlikdagi elementlar bilan tutashtirish

Tutashtiruvchi elementlar nishabliklari orasidagi algebraik farq $\Delta i > 2 \div 5‰$ bo'lgan hollarda lokal sinishlarda radiusi R_v bo'lgan vertikal



(tik) egriliklar loyihalanadi (4.15-rasm). Vertikal tekislikdagi egrilik radiusining qiymati temir yo'llarning toifasiga bog'liq holda belgilanadi (4.2-jadval).

4.15-rasm. Lokal sinishda vertikal egrilik

Vertikal egrilik radiusi (4.33) ifoda kabi quyidagicha aniqlanadi:

$$T_v = R_v \cdot \Delta i \cdot 10^{-3} / 2. \quad (4.34)$$

Vertikal egrilik bissektisasi to'g'ri burchakli uchburchakdan quyidagicha aniqlanadi (4.15-rasm):

$$(R_v + b)^2 = R_v^2 + T_v^2, \quad (4.35)$$

yoki
$$R_v^2 + 2T_v \cdot b + b^2 = R_v^2 + T_v^2. \quad (4.35')$$

Yuqoridagi (4.35') ifodada $b^2 \ll T_v^2$, yani bissektisa kvadrating qiymati tangens kvadratiga nisbatan juda kichik bo'lganligi sababli inobatga olmasa ham bo'ladi.

Bu holda (4.35') ifoda quyidagi ko'rinishga keladi:

$$2T_v \cdot b = T_v^2$$

yoki (4.34) ifodani inobatga olsak,

$$b = T_v^2 / 2 \cdot R_v = R_v \cdot \Delta i^2 \cdot 10^{-6} / 8. \quad (4.36)$$

Tutashtirilayotgan elementlarning nishabliklari orasidagi algebraik farq kichik bo'lsa, va bissektisa 0,01 m dan oshmasa, vertikal egriliklar loyihalanmaydi. (4.36) ifodani Δi ga nisbatan vertikal egrilikning turli qiymatlari uchun yechib, bissektisaning eng kichik $b = 0,01m$ qiymatiga mos keluvchi, tutashtirilayotgan elementlar nishabliklari orasidagi ruxsat etilgan farqni eng katta qiymatini aniqlash mumkin (4.3 jadval).

Vertikal egriliklarning radiuslari

Temir yo'lining toifasi	Tutashtirilayotgan elementlarning nishabliklari orasidagi algebraik farqni ruxsat etilgan qiymati, ‰	Vertikal egrilik	
		Radiusi, m	Tangensi, m
Tezyurar*	2,0	20000	10 Δi
I	2,3	15000	7,5 Δi
II, III	2,8	10000	5,0 Δi
IV	4,0	5000	2,5 Δi
IV, V	5,2	3000	1,5 Δi

I z o h: *Poedlarning harakat tezligi 161 km/s dan 200 km/s gacha.

Loyihalanayotgan I toifali temir yo'llar uchun vertikal egrilikning (4.16-rasm) tangensi (4.34) ifodani inobatga olib quyidagicha hisoblanadi:

$$T_v = 7,5 \cdot \Delta i.$$

Bo'ylama qirqimdagi ikki element singan nuqtasining vertikal siljish (4.36) ifodadan quyidagicha aniqlanadi:

$$b = T_v^2 / 2 \cdot R_v. \quad (4.37)$$

Vertikal egrilikning asosiy nuqtalarining belgilari quyidagi ifodalar bo'yicha hisoblanadi:

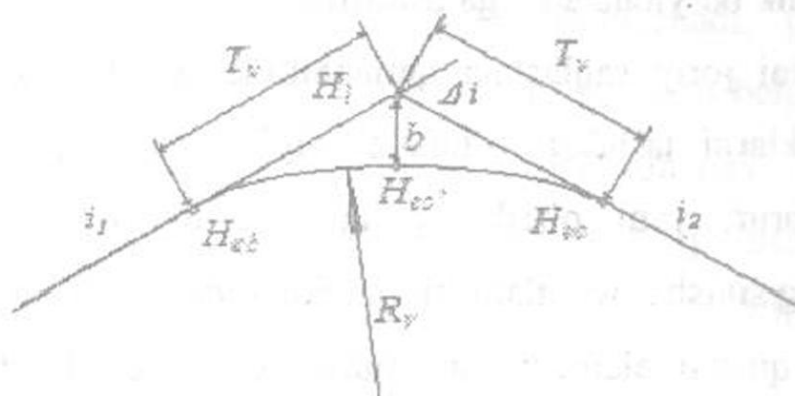
$$H_{eb} = H_l \pm i_1 \cdot T_v; \quad (4.38)$$

$$H_{eq'} = H_l \pm b; \quad (4.39)$$

$$H_{eo} = H_l \pm i_2 \cdot T_v. \quad (4.40)$$

bunda H_1 - bo'ylama qirg'imdagi ikki elementning singan nuqtasidagi loyihaviy rels boshi belgisi bo'lib, bo'rttirilgan bo'ylama qirg'imdanda olinadi;

i_1, i_2 - mos ravishda birinchi va ikkinchi element nishabliklari.



4.16-rasm. Vertikal egriliklarni loyihalash sxemasi

Agar vertikal egrilik qabariq bo'lsa, (4.38, 4.39, 4.40) ifodalarda manfiy, botiq bo'lsa, musbat ifoda qo'llaniladi.

Masalan:

$$i_1 = 0,3 \text{ ‰}, \quad i_2 = 9,95 \text{ ‰} \text{ yoki,}$$

$$\Delta i = |-0,3 - (-9,95)| = 9,65 \text{ ‰.}$$

U holda

$$T_v = 7,5 \cdot 9,65 = 67,55 \text{ m};$$

$$h_v = T_v^2 / 2 \cdot R_v = (67,55)^2 / 2 \cdot 15000 = 0,15 \text{ m};$$

$$H_{\text{yob}} = H_{\text{yob}} \pm i_1 \cdot T_v = 171,24 - 0,3 \cdot 0,06755 = 171,22 \text{ m};$$

$$H_{\text{ay}} = H_{\text{yob}} \pm h_v = 171,24 - 0,15 = 171,09 \text{ m};$$

$$H_{\text{yo}} = H_{\text{yob}} \pm i_2 \cdot T_v = 171,24 - 9,95 \cdot 0,06755 = 170,57 \text{ m.}$$

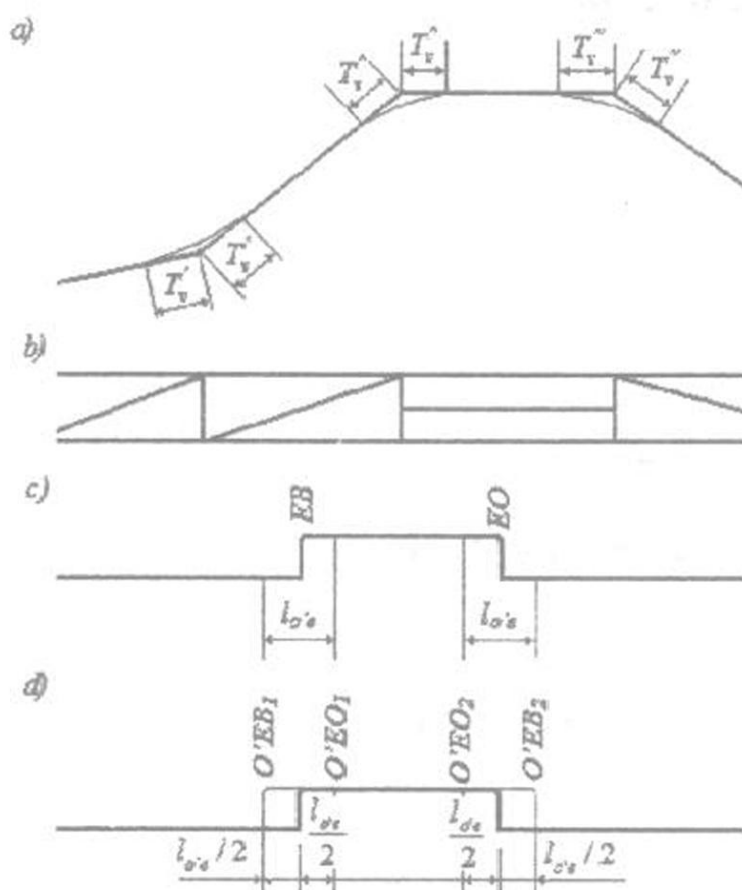
4.7. Temir yo'l tarhi va bo'ylama qirqimi elementlarini o'zaro joylashuvi

Bo'ylama qirqim elementlarini tutashtiruvchi vertikal egrilik tarhda o'tish egriligi bilan mos tushsa, tashqi iz ko'tarilishini qochirish nishabligi murakkab egrilik bo'yicha amalga oshirilishi kerak.

Temir yo'lni joriy saqlashda qiyinchiliklar tug'dirmaslik maqsadida vertikal egriliklarni tarhdagi o'tish egriligi bilan mos tushushiga yo'l qo'ymaslik zarur, yani o'tish egriligi chegarasida bo'ylama qirqim elementlarining sinishi loyihalanishi mumkin emas (4.17-rasm).

Bo'ylama qirqim elementlarini sinishi o'tish egriligidan tashqarida, uning boshi va oxiridan vertikal egrilik tangensi uzunligida joylashishi kerak (4.17 a, b-rasm). Tutashtirilayotgan elementlarning nishabliklari orasidagi algebraik farq kichik bo'lsa, va bissektrisaning 0,01 m dan

oshmasa bo'ylama qirqim elementlarini sinishi o'tish egriligi chegarasida amalga oshirilishi mumkin.



4.17-rasm. Temir yo'l bo'ylama qirqimi va tarhi elementlarini o'zaro joylashuvi:

a - bo'ylama qirqim; b - loyihaviy nishabliklar, c - temir yo'l tarhida doiraviy egrilik; d - temir yo'l tarhida o'tish egriligini joylashtirish

4.8. Ajrim qilish punktlarida temir yo'llar tarhi va bo'ylama qirqimi

Stansiya, raz'ezd va quvib o'tish punktlarini temir yo'lni to'g'ri chiziqli qismida joylashtirish tavsiya etiladi. Ajrim qilish punktlari yo'lni egri chiziqli qismida joylashganda milli o'tkazgichlarni yotqizish va tasarruf etish murakkablashadi, stansion yo'llarni nazorat qilish qiyinlashadi, manevr operatsiyalarini o'tkazish sharoiti yomonlashadi, poyezd joyidan qo'zg'alayotganda harakatga qarshilik oshadi, stansion belgilar (signallar) ni ko'rish yomonlashadi. Egirilik radiusi kichraygan sari yuqorida qayd etilgan tasarruf qiyinchiliklari ortib boradi. Bu qiyinchiliklar teskari tomonlama egiriliklarda (ayniqsa ajrim qilish punkti yo'llari ko'ndalang joylashganda) yanada yaqqolroq namoyon bo'ladi. Shuning uchun stansiya, razezd, quvib o'tish punktlarini qiyin sharoitda, ishlar hajmini kamaytirish va trassa uzunligini qisqartirish maqsadida egiriliklarda joylashtirish ruxsat etiladi.

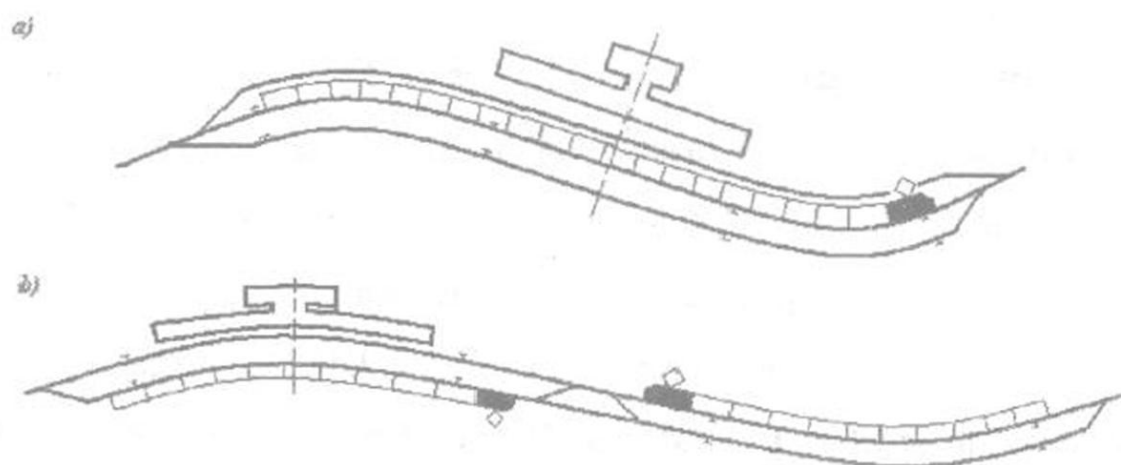
Ajrim qilish punktlari egrikda joylashganda, katta radiusli egiriliklarni qo'llashga harakat qilinadi. Murakkab sharoitda ularni radiusi 1200 -1500 m, poyezdlar harakat tezligi 200 km/s gacha bo'lgan yo'llarda esa 2000 m dan dan kam bo'lmagan egiriliklarda joylashtirishga yo'l qo'yiladi.

O'ta murakkab topografik sharoitda mos ravishda asoslanganda egirilik radiusini 600 m gacha, tog' sharoitida esa 500 m gacha kamaytirish mumkin.

Ajrim qilish punktlari maydonchalarini bir necha egirilikda joylashtirish ular bir tomonlama bo'lgan holdagina ruxsat etiladi. Ko'ndalang ko'rinishdagi ajrim qilish punktlari teskari tomonlama egiriliklarda joylashganda poyezd oxiridagi vagonni nazorat qilish va kuzatish (4.18 a-rasm), manevr ishlarini o'tkazish qiyinlashadi. Shuning uchun raz'ezd va

quvib o'tish punktlarini teskari tomonlama egriliklarda, loyihada mos ravishda asoslanganda kam faoliyatli yo'llarda joylashtirish ruxsat etiladi. Murakkab sharoitda bo'ylama va yarim bo'ylama ko'rinishdagi stansiya, raz'ezd va quvib o'tish punktlarini har bir yo'nalishdagi yo'llari bir tomonga qaragan egriliklarda joylashgan bo'lsa, ularni teskari tomonlama egriliklarda joylashtirish mumkin (4.18, b-rasm).

Poyezdlarni to'xtatmasdan o'tkazish ko'zda tutilgan ajrim qilish punktlari egrilikda joylashganda, tashqi iz ko'tarilishi, o'tish egriliklari va egriliklar orasidagi to'g'ri chiziqli kesmalar poyezdning harakat tezligini chegaramaslik maqsadida peregonlarni loyihalash me'yorlari qo'llab loyihalanadi. Shuning uchun, tashqi iz ko'tarilishi ta'minlanishi lozim bo'lgan milli o'tkazgichlar yo'lni to'g'ri chiziqli qismida joylashtirilishi lozim (4.18-rasm).



4.18-rasm. Raz'ezdlarni teskari tomonlama egriliklarda joylashishi:

a - ko'ndalang sxemada; b - bo'ylama sxemada

Ajrim qilish punktlarining bo'ylama qirqimini loyihalashda [1] da keltirilgan me'yorlar talablariga rioya qilish kerak. Ajrim qilish punktlarini

gorizontal maydonchalarda joylashtirish lozim. Ajrim qilish punktlari nishablikda joylashganda poyezdni to'xtatish va joyidan qo'zg'alish sharoiti yomonlashadi, manyovr operatsiyalarini o'tkazishda vagonlarni "qochib" ketish xavfi yuzaga keladi. Relefni murakkab sharoitida ajrim qilish punktlarini maydonchada joylashtirish yer ishlari hajmini ortishiga, yo'lni qisqa yo'nalishdan o'tmasligiga olib kelsa, ular nishablikda joylashtirilishi mumkin. Ularni nishabliklarda joylashishi loyihada asoslangan bo'lishi kerak.

Ayrim hollarda [1] ajrim qilish punktlarini nishabligi 1,5 %o, o'ta murakkab sharoitda esa 2,5 %o dan katta bo'lmagan qiyaliklarda joylashtirishga ruxsat etadi.

Ajrim qilish punktlari 2,5 %o dan katta bo'lgan qiyaliklarda joylashtirilgan barcha hollarda quyidagi shartlar bajarilishi lozim:

1. Belgilangan og'irlikdagi poyezdni joyidan qo'zg'alishi;
2. Belgilangan og'irlikdagi poyezdni qabul qilish-jo'natish yo'llarini foydali uzunligida to'xtatish va hisoblangan og'irlikdagi poyezdni lokomotivning to'xtatish vositalari bilan qiyalikda ushlab turishi, manevr operatsiyalarini qiyinchiliksiz o'tkazish.

Rahbar nishablik qiymati 6.0 %o dan ortiq bo'lmaganda, bir tortish vositasi bilan harakatlanayotgan poyezd uchun birinchi shart chegaralovchi bo'lib hizmat qiladi va bu shart nishablik quyidagi ifoda bo'yicha hisoblangan qiymatdan katta bo'lmagan holda ta'minlanadi

$$i_{qo'z} = 1,35i_r - 3,5 \%o. \quad (4.41)$$

Rahbar nishablik qiymati 6.0 %o dan ortiq bo'luanda, bir tortish vositasi bilan harakatlanayotgan poyezd uchun ikkinchi shart chegaralovchi bo'lib

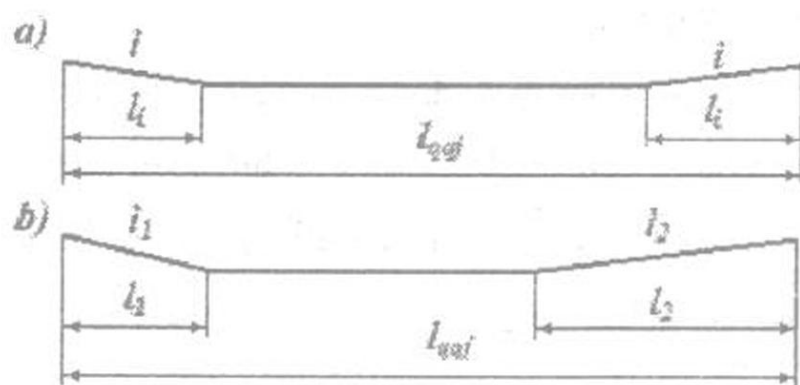
hizmat qiladi va bunda ajrim qilish punktining nishabligi quyidagi ifoda bo'yicha hisoblangan qiymatdan katta bo'lmasligi kerak

$$i_{to'h} = 0,45i_r + 1,5\%a \quad (4.42)$$

Ajrim qilish punktlarining (4.41) va (4.42) ifoda bo'yicha hisoblangan nishabligi barcha hollarda 12,0 % dan ortmasligi lozim.

Barcha stansiya va manyovr operatsiyalari o'tkazilishi ko'zda tutilgan quvib o'tish punktlari va raz'ezdlarda harakat vositalarini stansion yo'llarda qochib ketishini bartaraf etish maqsadida, amaldagi yo'riqnomalar ularning bo'ylama qirqimini botiq ko'rinishda uch elementli qilib loyihalashni tavsiya etadi (4.19-rasm).

Yangi temir yo'llarda ajrim qilish punktlarini joylashtirish uchun stansion maydonchaning uzunligi qabul qilish-jo'natish yo'llarining istiqboldagi uzunligiga bog'liq holda belgilanadi. Stansion maydonchaning uzunligi [1] dagi 8-jadvalda keltirilgan.



4.19-rasm. Ajrim qilish punktlarining uchelementli bo'ylama qirqimi:

a – qarama-qarshi nishablarning uzunligi va nishabligi bir bo'lganda;

b – qarama-qarshi nishablarning uzunligi va nishabligi har xil bo'lganda

4.9. Poyezdlarni ravon va xavfsiz harakatini ta'minlash

4.9.1. Bo'ylama kuch va tezlanishlarni ruxsat etilgan qiymatini ta'minlash

Yuqorida (4.6 p.) ta'kidlangandek, poyezdda vagonlarni relslardan chiqib ketmasligini ta'minlovchi, g'ildirak juftliklari ustivorligi aniqlovchi kvazistatik kuchlar hosil bo'ladi (katta siquvchi va cho'zuvchi kuchlar mos ravishda vagonlarni tarkibdan uzilishiga yoki yengil vagonlarni siqib chiqarilishiga sabab bo'ladi).

Loyihalash me'yorlarida [1], bo'ylama qirqim elementlarini global sinish nuqtasida tutashtirish uchun, vertikal egrilik radiusi R ning belgilangan qiymatlari va bo'ylama qirqim elementlarini me'yorlangan uzunligi l_m 200 m dan 400 m gacha bo'lganda, lokal sinish nuqtasidagi tutashtiruvchi elementlar nishabliklari orasidagi algebraik farq Δi_m ning qiymati belgilab qo'yilgan. Tutashtiruvchi element nishabliklari orasidagi algebraik farq Δi_m dan kichik bo'lganda, element uzunligi ham qisqa bo'lishi mumkin. (4.33) ifodadan $R = l_m \cdot 10^3 / \Delta i_m$. Shuning uchun tutashtiruvchi elementlar nishabliklari orasidagi algebraik farq Δi me'yoriy qiymatdan kichik bo'lganda, bo'ylama qirqim elementining qisqargan uzunligi (4.32) ni inobatga olib quyidagicha aniqlanadi:

$$l = l_m \cdot \Delta i / \Delta i_m. \quad (4.43)$$

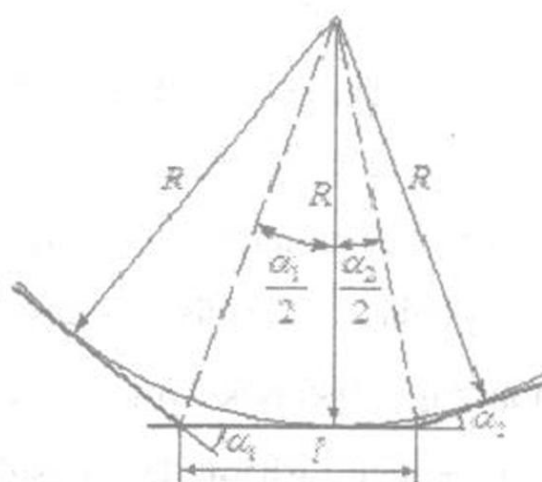
Bo'ylama qirqim elementlarini tutashtirishda, lokal sinish nuqtasida tutashtiruvchi elementlar nishabliklari turlicha bo'lishi mumkin (4.20-rasm). Bu holda bo'ylama qirqim elementi uzunligi

$$l = l_m \frac{\Delta i_1 + \Delta i_2}{2\Delta i_m}, \quad (4.44)$$

bunda $\Delta i_1, \Delta i_2$ - bo'ylama qirqim elementi chekkalarida nishabliklar

orasidagi farq, bu holda $\Delta i_1 \leq \Delta i_m$ va $\Delta i_2 \leq \Delta i_m$.

Yuqorida qayd etilgandek, bo'ylama qirqim elementi uzunligining eng kichik uzunligi 25 metrdan kam bo'lmasligi kerak.



4.20-rasm. Turlicha nishablikga ega elementlarni tutashtirish

QMQ [1] da tutashtiruvchi elementlar va ularning nishabliklari orasidagi algebraik farqning tavsiya etilgan va ruxsat etilgan me'yorlangan qiymatlari qabul qilish va jo'natish

yo'llarining foydali uzunligiga bog'liq holda keltirilgan (2 va 3 - ilova).

Tavsiya etilgan me'yorlar "botiq", ruxsat etilgan me'yorlar esa "qabariq" ko'rinishdagi bo'ylama qirqim elementlarini tutashtirishda qo'llash tavsiya etiladi.

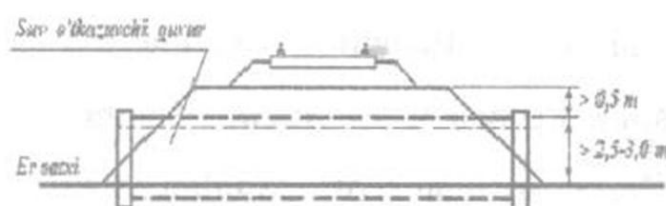
Bo'ylama kuchlarni salbiy ta'sirini kamaytirish maqsadida poyezdni hisoblangan uzunligi davomida (1050 m dan ortiq bo'lmaganda) bittadan ortiq "botiq" likdan "qabariq" likka o'tish (yoki aksincha) loyihalanishi ruxsat etilmaydi, yani poyezd bir vaqtni o'zida bittadan ortiq do'nglik va chuqurlikda bo'lishi mumkin emas (4.12-rasm).

Bo'ylama qirqimni loyihalashda qurilish ishlarining hajmi ortishiga sabab bo'lmasa, Δi_m ni me'yorlangan qiymatidan oshmagan holda

elementlar uzunligini l_m dan yoki (4.43) va (4.44) ifodalar bo'yicha aniqlangan qiymatdan uzunroq qilib loyihalash maqsadga muvofiq. Bu o'z navbatida vertikal egriklik radiusini oshirish bilan barobar hamda poyezddagi bo'ylama kuchlar va tezlanishlarni bir muncha kamayishiga olib keladi.

4.9.2. Temir yo'lni suv bosishidan va yuvilishdan saqlash

Temir yo'lning loyihaviy belgisi yer polotnosini (bir necha yuz yilda takrorlanishi mumkin bo'lgan) suv bosishidan saqlashi kerak. Buning uchun ko'tarmada yer polotnosi cheti katta va o'rta daryolardagi ko'priklarga yaqinlashganda daryoni quyilish chegarasi doirasida, trassa daryo bo'ylab va suv omborlari chegarasida o'tganda suvning eng baland sathidan 0,5 m baland bo'lishi kerak. Kichik ko'prik va quvurlar yaqinida temir yo'l bo'ylama qirqimini loyihalashda ham xuddi shunday talab qo'yiladi (4.21-rasm). Suvning eng baland sathi 1:300 (0,33 % yoki 300 yilda bir marotaba takrorlanadigan) oshish ehtimoli bilan qabul qilinadi.



4.21-rasm. Suv o'tkazuvchi inshootlar yaqinida bo'ylama qirqimni loyihalash

Portali daryo qayiri chegarasida joylashganda tunnelni suv bosishdan saqlash muhim ahamiyat kasb etadi. Loyiha chizig'i tunnelni suv qochiruvchi lotoki tubini portal yaqinida eng baland suv sathidan 1,0 m baland bo'lishini ta'minlashi zarur. Bo'ylama qirqimni o'ymada loyihalashda bo'ylama suv qochirish ko'zda tutilishi kerak.

O'ymada loyihalangan maydoncha uzunligi 400 m dan oshmasligi kerak. Yer to'shamasini namlanishi va suv bosishidan saqlash uchun yon ariqlar ikki tomonga 2.0 ‰ nishab bilan loyihalanadi (4.22.a-rasm). Bunda suv ayirish nuqtasida yon ariqning chuqurligini 0.6 m o'rniga 0.2 m etib loyihalash ruxsat etiladi.

O'ymadagi loyihalangan maydonchani nishabligi 2.0 ‰ bo'lgan ikki element bilan almashtirish zarur (4.22.b-rasm).



4.22-rasm. O'ymada bo'ylama qirgimni loyihalash

4.9.3. Temir yo'lni boshqa yo'llar bilan kesishuvini loyihalash

Temir yo'lni boshqa yo'llar bilan kesishuv joyida harakat xavfsizligini to'liq ta'minlash uchun kesishuvni turli sathda amalga oshirilishini loyihalash kerak. Bu holda yangi temir yo'l loyiha chizig'i va mavjud yo'l belgisi orasida minimal farq bo'lishini ko'zda tutish lozim. Ushbu farq loyihalanayotgan yo'l mavjud yo'lning ustidan yoki tagidan o'tishiga bog'liq. Kesib o'tilayotgan yo'lning ahamiyati nechog'li katta bo'lsa, loyihalanayotgan yo'l mavjudini ustidan o'tish ehtimoli ortadi. Bu holda qurilish jarayonida mavjud yo'lda harakat to'xtatilmaydi. Agar kesishuv joyida mavjud yo'l baland ko'tarmada bo'lsa, loyihalanayotgan yo'l esa past belgilarda loyihalansa, yoki loyihalanayotgan temir yo'l chuqur

o'ymada va mavjud yo'l ko'tarmada bo'lsa, loyihalanayotgan yo'lni mavjud yo'l tagidan loyihalash mumkin.

Loyihalanayotgan yo'l mavjud temir yo'l ustidan o'tganda (4.23.a-rasm), loyihalanayotgan temir yo'l yer polotnosi chetining minimal belgisi quyidagiga teng:

$$H_{\min} = H_{rb} + h + c - h_k, \quad (4.45)$$

bunda H_{rb} - mavjud temir yo'l rels boshining belgisi, m;

h - yo'l o'tkazgich oraliq qurilmasining mavjud temir yo'l rels

boshi ustidan gabarit ko'tarilishi, m;

c - yo'l o'tkazgich oraliq qurilmasining qurilish balandligi

(konstruksiya tagidan rels tagigacha bo'lgan masofa), m;

h_k - yo'l o'tkazgich oldida loyihalanayotgan temir yo'l yer

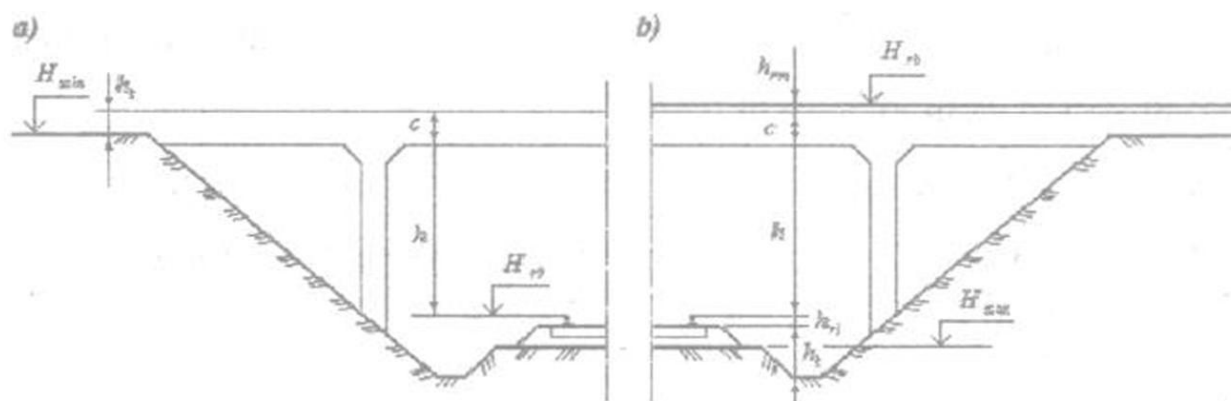
polotnosi chetidan rels boshi tagigacha bo'lgan masofa, m.

Agar loyihalanayotgan temir yo'l mavjud temir yo'l ostidan o'tsa (4.23.b-rasm), loyihalanayotgan yo'l yer polotnosi chetining maksimal belgisi quyidagicha topiladi:

$$H_{\max} = H_{rb} - h_{rm} - c - h_{rl} - h_k, \quad (4.46)$$

bunda h_{rm}, h_{rl} - mavjud va loyihaviy relsning balandligi, m.

Loyihalanayotgan temir yo'l avtomobil yo'li bilan kesishgan taqdirda ham hisoblar shu tariqa bajariladi. Bu holda hisoblar yo'l qatnov qismining belgisidan o'tkaziladi.



4.23-rasm. Loyihalanayotgan va mavjud temir yo'llarni yo'l o'tkazgichda kesishuv sxemasi:
a - loyihalanayotgan temir yo'l mavjudi ustida; b - loyihalanayotgan temir yo'l mavjudi ostida

Tarhda kesishuvlar to'g'ri burchak ostida bo'lishi trassa uzunligini qisqartiradi va yo'l o'tkazgich konstruksiyasini soddalashtiradi. Agar ushbu shartni bajarish imkoniyati bo'lmasa, kesishuvlar 60° va 45° burchak ostida loyihalanadi.

Temir yo'lni IV va undan quyi toifadagi temir yo'llar bilan kesishuvini bir sathda loyihalash ruxsat etiladi. Bu holda amaldagi me'yorlarga amal qilgan holda kesishuvni ko'rilishi ta'minlanishi kerak.

4.10. Temir yo'llar bo'ylama qirqimi va tarbini loyihalashda poyezdlarni uzluksiz harakatini ta'minlash

4.10.1. Chegaralovchi nishablarni egrilikda kamaytirish

Yangi temir yo'llarni loyihalashda sostav og'irligi poyezdni rahbar nishablikda barqaror tezlik bilan harakatlanish shartidan kelib chiqib (2.48) ifoda bo'yicha aniqlanadi. Shuning uchun rahbar nishablik tarhdagi doiraviy egrilik bilan mos tushganda, rahbar nishablikning qiymati egrilikdan hosil bo'luvchi qarshilikga (ω_r) ekvivalent nishablik i_{ek} qiymatiga kamaytiriladi (yumshatiladi). Bu holda haqiqiy nishablik quyidagi qiymatdan oshmasligi kerak $i = i_r - i_{ek}$. Ushbu talab boshqa

chegaralovchi nishablarni egrilikda kamaytirilishiga ham taalluqlidir. Ekvivalent nishablik qiymatini poyezd, element va egrilik uzunligi bog'liq holda aniqlash ifodalari 2 bobda batafsil keltirilgan.

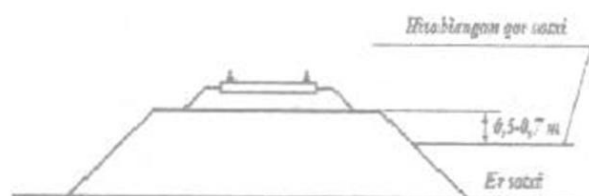
4.10.2. Chegaralovchi nishablarni tonnellarda kamaytirish

Tonnellarga kirishda havo qatlami va relsda hosil bo'lgan kondensat hisobiga ilinish koeffitsientining kamayishi poyezd harakatiga qarshilikni ortishiga olib keladi.

Loyihalash me'yorlari uzunligi 300 m dan ortiq tonnellarda chegaralovchi nishabliklarni tunnel uzunligi va tortish turiga bog'liq holda kamaytirishni ko'zda tutadi. QMQ [1] ning 7.3 bandiga muvofiq chegaralovchi nishablik qiymati nafaqat tonnelda, balki tunnel yaqinida ham shu yo'lda qabul qilingan qabul qilish-jo'natish yo'llarining foydali uzunligi davomida kamaytirilishi lozim. Chegaralovchi nishablikni bunday uzunlikda kamaytirilishi tonnelda kirishda poyezd tezligini oshirish va poyezdni tonnelda harakatlenganda xavfsizligini ta'minlanishini kafolatlaydi.

4.10.3. Qor bosishidan saqlash

Temir yo'lni qor bosishi ehtimoli bor hududlarda o'yma va nol nuqtalarni loyihalash tavsiya etilmaydi. Yo'lni qor bosishidan saqlash uchun bir izli temir yo'l yer polotnosining balandligi ko'tarmada hisoblangan qor qatlamidan 0,5-0,7 m va ikki izlida 0,75-1,0 m baland qilib loyihalanadi (4.24-rasm). Qor qatlamining hisoblangan qalinligi temir yo'lning toifasiga bog'liq holda, 2-5 % li oshish ehtimoli bilan qabul qilinadi.



4.24-rasm. Temir yo'l bo'ylama qirqimini qor bosish ehtimoli bor hududlarda loyihalash

4.10.4 Ko'chki qumlardan saqlash

Ko'chki qumlar tarqalgan hududlarda trassa yo'nalishini belgilash muhim ahamiyat kasb etadi. Bunday hududlarda bo'ylama qirqim balandligi kamida 0,6 m bo'lgan ko'tarmada loyihalanadi. Temir yo'lni qum bosishdan saqlashni asosiy omili bu ko'chki qumlarni mustahkamlash chora-tadbirlarini ishlab chiqishdir.

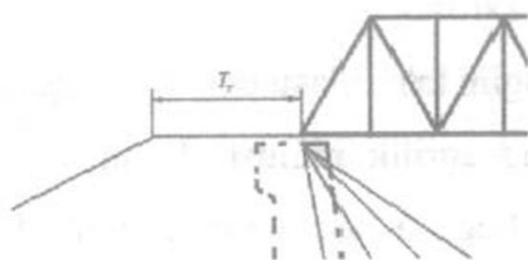
4.11. Su'niy inshootlar chegarasida temir yo'l tarhi va bo'ylama qirqimi

Ballastli ko'priklar va quvurlar loyihalash me'yorlariga asosan bo'ylama qirqim va tarhni barcha holatlarida loyihalanishi mumkin, chunki bunday su'niy inshootlar chegarasida tutashtiruvchi vertikal egriliklarni joylashtirish, tashqi iz ko'tarilishini va ballast prizmasi kengayishini ta'minlash mumkin.

Oraliq qurilmasi uzunligi 34,0 m dan kichik bo'lgan ballastli ko'priklarni radiusi 300 m dan kichik bo'lgan egriliklarda loyihalash chegaralangan. Radiusi 600 m dan ortiq egriliklarda oraliq qurilmasi uzunligi 45 m bo'lgan bimetallik ballast tog'orali po'lat ko'priklar, egrilik radiusi 800 m dan kam bo'lmagan xoda esa oraliq qurilmasi uzunligi 45 m bo'lgan po'lattemirbeton ko'priklarni loyihalash mumkin. Ushbu chegaralovchi shartlarni ko'priklar tarhini loyihalash va turini tanlashda e'tiborga olish zarur.

Ballastsiz qatnov qismiga ega bo'lgan ko'priklar yo'lni to'g'ri chiziqli qismida va maydonchada, yoki qiymati 4 % dan ortmagan nishabliklarda joylashishi mumkin. qiymati 4 % dan ortiq va 10 % gacha bo'lgan nishabliklarda ko'priklarni joylashishi texnik-iqtisodiy asoslangan bo'lishi kerak.

Agar temir yo'l izi ko'prikda ballastga yotqizilmagan bo'lsa, oraliq qurilmalar davomida tutashtiruvchi vertikal egrilikni joylashtirish juda qiyin. Shuning uchun bo'ylama qirqimni sinishi oraliq qurilma chegarasidan tashqarida, tutashtiruvchi vertikal egrilik tangensidan kam bo'lmagan masofada amalga oshirilishi kerak (4.25-rasm).



4.25- rasm. Ballastsiz ko'prikda bo'ylama qirqim elementini sinishi

Tonnellarning bo'ylama qirqimi bir yoki ikki tomonlama nishab bilan loyihalanishi lozim. Suvni qochirish maqsadida bo'ylama qirqim nishabliklari qiymati 3 % kam bo'lmasligi, ayrim hollarda 2 % dan kam bo'lmasligi kerak. Uzunligi 400 m gacha bo'lgan maydonchalarni loyihalash faqat ikki tomonlama nishabli tonnellarda ikki element orasida bo'luvchi maydoncha sifatida loyihalanishi mumkin.

Tonnellar tarhi ochiq uchastkalarda temir yo'l tarhi kabi loyihalanadi. Tonellarni yo'lni to'g'ri chiziqli qismida joylashtirish maqsadga muvofiqdir, chunki egrilikda tonnellarni qazish, ventilyatsiya va ko'rish sharoiti qiyinlashadi.

4.12. Yuqori tezlikli temir yo'llar tarhi va bo'ylama qirqimi

ITTY tarhi imkoniyat qadar uzunligi katta bo'lgan to'g'ri chiziqli qismlar bilan loyihalanishi lozim. Trassa yo'nalishi o'zgargan joylarda loyihalanadigan egriliklar radiusi esa maksimal qiymatlarga ega bo'lishi kerak. Katta radiusli egriliklarni loyihalash temir yo'lni tasarruf etish jarayonida bir qator afzalliklarga ega. Bulardan asosiysi egriliklarni o'tishda hosil bo'ladigan markazdan qochirma kuchlarning temir yo'l izi va yo'lovchilarga salbiy ta'sirini kamaytirishdan iboratdir.

Oddiy sharoitda egrilik radiusining tavsiya etilgan o'lchami 5000-3000 m, murakkab sharoitda 2500 m, o'ta murakkab sharoitda esa 2000 m ni tashkil etishi kerak.

Egriliklarda poyezdlar harakatini ustivorligini ta'minlash uchun tashqi iz ko'tarilishi lozim. Tashqi iz ko'tarilishining egrilik radiusi (R , m) va poyezdlarning harakat tezligiga (V , km/s) bog'liq holda quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi

$$h = \frac{12,5 \cdot V_{\max}^2}{R} - \Delta h, \quad (4.47)$$

bunda Δh - tashqi iz ko'tarilishining yetishmovchiligi, mm.

Tashqi iz ko'tarilishining yetishmovchiligi quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$\Delta h = \frac{a_s \cdot S}{g}, \quad (4.48)$$

bunda a_s - so'ndirilmagan ko'ndalang tezlanish;

S - rels boshi o'qlari orasidagi masofa, 1600 mm;

g - erkin tushish tezlanishi.

So'ndirilmagan ko'ndalang tezlanishning qiymati [8] bilan belgilangan va $0,7 \text{ m/s}^2$, murakkab sharoitda $1,0 \text{ m/s}^2$ ni tashkil etadi.

Tashqi iz ko'tarilishi qochirish maqsadida loyihalanadigan o'tish egriligining uzunligi quyidagicha aniqlanadi:

$$l_{o'e} = \frac{h \cdot V_{\max}}{125} \quad (4.49)$$

Tashqi iz ko'tarilishini qochirish nishabligi o'tish egriligining uzunligiga bog'liq holda quyidagicha aniqlanadi:

$$i \leq \frac{h}{l_{o'e}} \quad (4.50)$$

Ketma-ket joylashgan ikki egrilik orasidagi to'g'ri chiziqli kesmaning tavsiya etilgan uzunligi 150 m, murakkab sharoitda ruxsat etilgan qiymati 150 m dan kam bo'lmasligi lozim.

ITTY bo'ylama qirqimi umum foydalanish temir yo'llarini loyihalash kabi [1] talablarini bajargan holda amalga oshiriladi. Bo'ylama qirqim elementlari nishabligining eng katta qiymati 15 % dan oshmasligi, uzunligi esa 300 m dan kam bo'lmasligi lozim.

Tutashtirilayotgan elementlar nishabliklari orasidagi algebraik farqning eng katta qiymati [8. 9] bilan chegaralangan bo'lib, 4 % ni tashkil etadi.

Agar tutashtirilayotgan elementlar nishabliklari orasida farq keltirilgan qiymatdan katta bo'lsa, bu elementlar orasida bo'luvchi maydoncha yoki nishablikni o'zgartiruvchi elementlar loyihalanadi. Bo'luvchi maydoncha yoki nishablikni o'zgartiruvchi elementlarning uzunligi 300 m dan kam bo'lmasligi lozim.

Vertikal tekislikdagi egriliklarning radiusi vertikal tezlanishning me'yoriy qiymatini hisobga olgan holda 16000 m ni tashkil etadi [8].

4.13. Temir yo'l tarhi va bo'ylama qirqimini loyihalashga iqtisodiy talablar

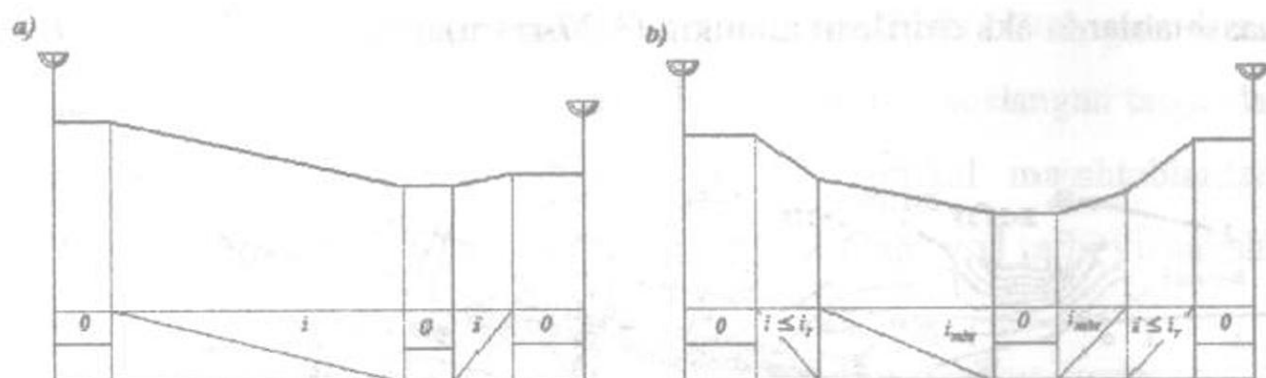
Peregon bo'ylama qirqimini ratsional ko'rinishini belgilashda ikki holat ko'rilishi mumkin. Ulardan biri trassani balandlik to'siqdan, masalan, suv ayirgichdan oshishi, qachonki trassa uzunligini chegaralovchi nishablik qiymatidan qay darajada foydalanganlikga bog'liqligi. Bu holda uzunligi katta chegaralovchi nishabl i tushishlar samaraliroqdir. Agar yer sathi ko'rinishi trassani uzaytirmasdan turli nishablar va yo'nalishlarni qo'llash imkoniyatini bersa, bo'ylama qirqimni samarali ko'rinishi tanlash murakkab bo'ladi.

Peregonlar uzunligi 15-20 km dan kam bo'lmaganda, ajrim qilish punktlari maydonchalarini birlashtiruvchi bir tomonlama nishabliklarni loyihalash tasarruf ko'rsatkichlarini yaxshilash imkoniyatini beradi. Ajrim qilish punktlari balandligi 4-6 m bo'lgan do'nglikda joylashtirilsa, bunday ko'rinishdagi bo'ylama qirqimlarning samaradorligi yanada ortadi, poyezdni to'xtash punktida sekinlashish va tezlashish sharoiti qulayroq bo'ladi (4.26.a-rasm).

Peregon uzunligi 15-20 km dan kam bo'lganda, mutloq bezarar nishabliklar bilan loyihalangan botiq bo'ylama qirqimlar samarali hisoblanadi (4.26.b-rasm). Bunday bo'ylama qirqim tushishlarda kinetik energiya to'plash va uni tik ko'tarishlarda sarflash imkoniyatini beradi, hamda tasarruf sarf-xarajatlarini kamaytirish imkoniyatini beradi.

Poyezdlarni ajrim qilish punktlarida to'xtatmasdan ajrim qilinganda ajrim qilish punktlari maydonchalarini birlashtiruvchi bir tomonlama nishabliklar samaraliroq hisoblanadi. Temir yo'l bo'ylama qirqimi va tarhi qurilishni ratsional texnologiyalari talablariga javob berishi kerak. Buning

uchun nafaqat yer ishlari hajmini kamaytirish, balki yer topolotnosi konstruksiyasi ishlarni bajarishni zamonaviy texnologik usullari va qurilish mashinalari parkiga mosligini ta'minlash zarur. Ba'zi hollarda bir uchastkada yer ishlari hajmi kamaytirilib, boshqa uchastkada ularni mujassamlash va ishlarni yuqori unumdorlik va quvvatli mashinalar bilan bajarish maqsadga muvofiq bo'ladi.



4.26-rasm. Peregon bo'ylama qirqimlari variantlari:

a - ajrim qilish punktlari do'nglikda va bir tomonlama nishablar; b - bezarar nishabli botiq bo'ylama qirqim

Balandligi 20-25 m lik ko'tarmalarda viadukli variantni taqqoslash uchun ko'rib chiqish mumkin. Qulay sharoitda viadukni qurish varianti arzonroq, shu bilan birga, mehnat sarfi kamroq bo'lishi mumkin. Shu tariqa iqtisod va qurilish nuqtai nazaridan tonnellar chuqur o'ymalardan (chuqurligi 20 m dan ortiq) avzalroq bo'lishi mumkin.

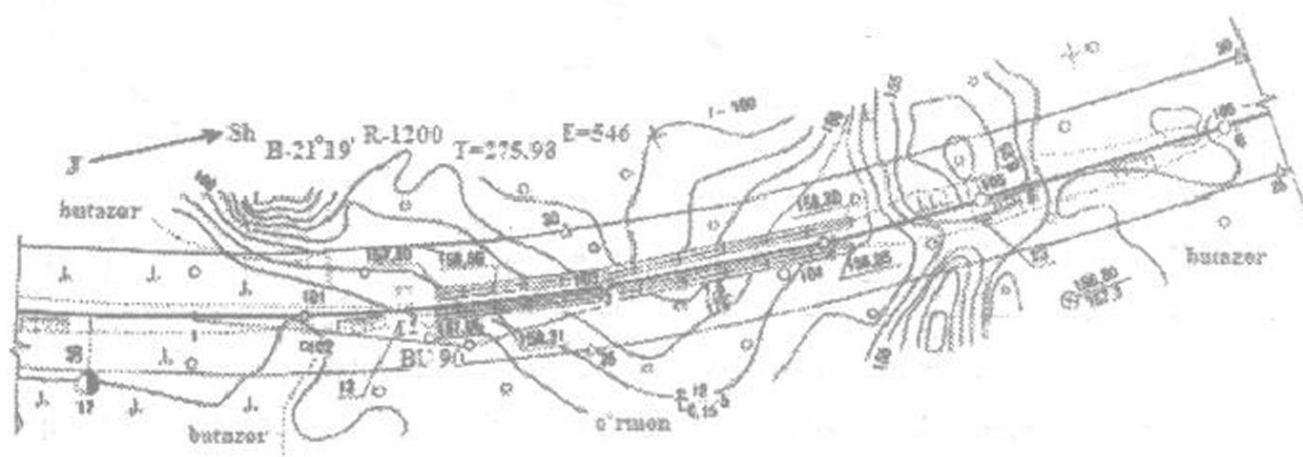
4.14 M'yoriy hujjatlarda temir yo'l tarhi va bo'ylama qirqimi.

Temir yo'l tarhi va bo'ylama qirqimining ko'rsatkichlari

Loyihalangan yangi temir yo'l bo'lagining tanlangan varianti uchun batafsil bo'ylama qirqim loyihalanadi. Temir yo'llar ishchi chizmalarini ishlab chiqish qoidalari va tarkibi amaldagi me'yoriy hujjatlar bilan belgilangan.

Ishchi chizmalar kengligi 297 mm (zarur hollarda 594 mm) va uzunligi 210 mm ga karrali bo'lgan yoki kengligi 420 mm va uzunligi 297 mm ga karrali bo'lgan qog'ozga chiziladi. Bunda qog'oz uzunligi peregon uzunligi bilan cheklanishi mumkin.

Temir yo'l tarhini tasvirlash uchun asosan 1:2000 lik masshtabdan foydalaniladi, ruxsat etilgan hollarda esa temir yo'l tarhi 1:5000 va 1:1000 masshtablarda aks ettirilishi mumkin (4.27-rasm).



4.27-rasm. Temir yo'l tarhi tasviri

Temir yo'l tarhi chizmasida quyidagilar ko'rsatiladi:

- joy holati;
- joyni reliefi (zarur hollarda);
- trassa burilish burchaklari uchi;
- egrilik elementlarining qiymatlari;
- egrilik boshi va oxirining belgilari (doiraviy va o'tish egriligi yig'indisini inobatga olgan holda);
- kilometr ko'rsatkichlari;
- bino va inshootlar;
- kesishuvlar;
- muhandislik tarmoqlari;
- geodezik belgilar (masalan, reperlar);

- stansiyalar, ajrim qilish joylari, quvib o'tish punktlari.

Shu bilan birga tarhda temir yo'l qurilishi uchun ajratilgan yerlarning chegarasi xam ko'rsatiladi.

Temir yo'l trassasini batafsil loyihalashda egrilik uzunligi 10 m yoki 5 m ga karrali qilib tanlanadi. Bunda burilish burchagining qiymati kichik qiymatga o'zgarishi mumkin.

Batafsil bo'ylama qirqim chizishda vertikal masshtab 1:200, gorizontal masshtab 1:10000 deb qabul qilinadi. Ba'zi hollarda, asoslangan taqdirda, 1:5000 va 1:2000 lik gorizontal, 1:500 lik vertikal masshtablardan foydalanish mumkin. Bo'ylama qirqim yo'nalishi temir yo'l tarhi yo'nalishi bilan mos tushishi kerak (4.27-rasm).

Batafsil bo'ylama qirqimda quyidagilar aks ettiriladi:

- yo'l o'qi bo'yicha yer sathi chizig'i;
- yo'l o'qi bo'yicha loyihalangan yer polotnosining cheti (loyiha chizig'i);
- geologik parmalash natijalari;
- sizova suvlar sathi, ularni o'lchangan vaqti;
- tuproq qatlamlari tagining sathi, qatlamlarning nomi va qaysi guruhga mosligi (4.28-rasmdagi shartli belgilarga mos ravishda).

Batafsil bo'ylama qirqimdagi loyiha chizig'i yuqorisida shartli belgilar bilan (4.28-rasm) stansiya, ajrim qilish joylari, quvib o'tish punktlari, ularning nomlari va orasidagi masofa, reperlar, kesishuvlar va ularning toifasi, suv o'tkazuvchi inshootlarning turi va tirqishi o'lchami, yerdagi va yer ustidagi barcha muhandislik tarmoqlari, ko'tarmalarning ishchi belgilari ko'rsatiladi.

Loyiha chizig'idan pastda loyiha chizig'ini singan nuqtalari ordinatasi chizig'i, o'ymalarning ishchi belgilari, suv o'tkazuvchi inshootlarning shartli belgilari, yer osti muhandislik tarmoqlari ko'rsatiladi.

Batafsil bo'ylama qirqim ostida o'z ichida quyidagilarni mujassamlashtirgan to'r joylashtiriladi (4.27- rasm) :

- "Yoyilgan yo'l tarhi" satrida loyihalanayotgan yo'l o'qi, joyni holati (dalalar, ekinzorlar va ularning chegarasi, suv xavzalari, muhandislik tarmoqlari);

- "Muhandislik-geologik tavsiflar" satrida ko'tarma yoki o'ymada ballast qatlamining asosi bo'lgan tuproq qatlamlarining fizik-mexanik xususiyatlari;

- "Ko'ndalang qirqim turi" satrida loyihalangan yer polotnosining turini tartib raqami;

- "Tarhda egriliklar va to'g'ri chiziqlar" satrida to'g'ri chiziqli qismlar uzunligi; egrilik elementlari, ya'ni burilish burchaklari, radiuslar o'lchamlari, tangenslar uzunliklari yig'indisi, doiraviy va o'tish egriliklari uzunliklari yig'indisi, o'tish egriliklarining uzunliklari;

- "Loyihaviy ma'lumotlar" satrida yer polotnosi chetining belgisi, bo'ylama qirqim elementining nishabligi va uzunligi;

- "Amaldagi ma'lumotlar" satrida yer sathining belgilari va ular orasidagi masofa.

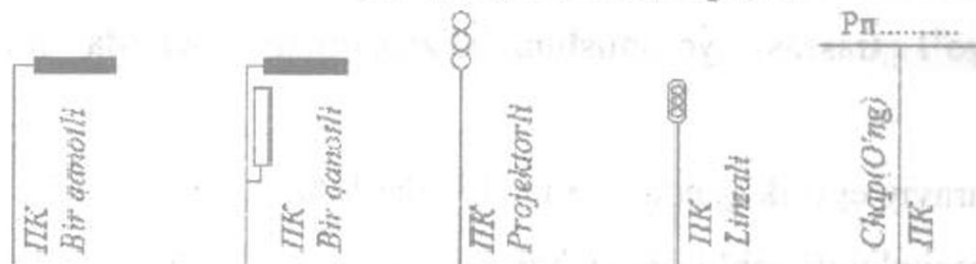
Batafsil bo'ylama qirqimda bo'ylama qirqim elementlari uzunliklari 1 m, yer sathi, loyihaviy va ishchi belgilar 1 sm, reperlar belgilari 1 mm gacha aniqlikda ko'rsatiladi (4.27- rasm).

Suv o'tkazuvchi inshootlar joylashtirilgan joylarda suvlarning yuqori sathi belgilari aks ettiriladi (4.27- rasm).

Stansiyalar



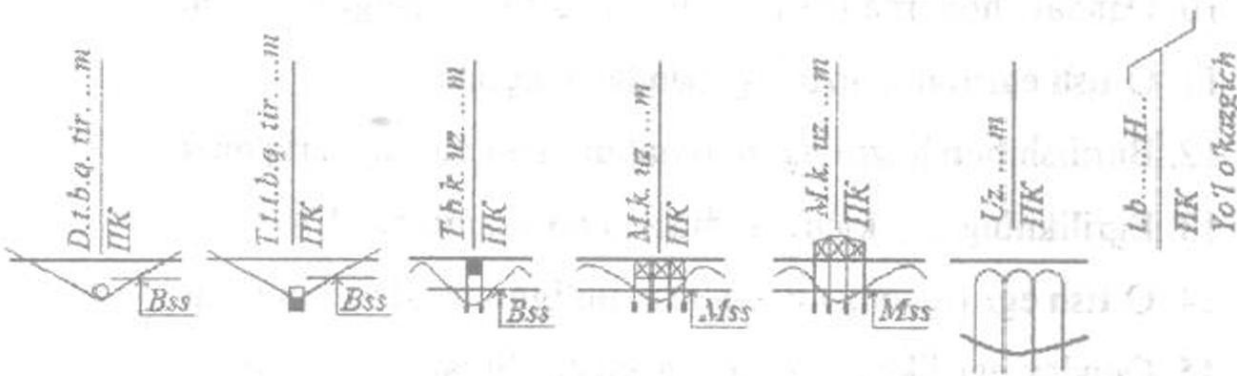
Semafor, svetafor, reperlar



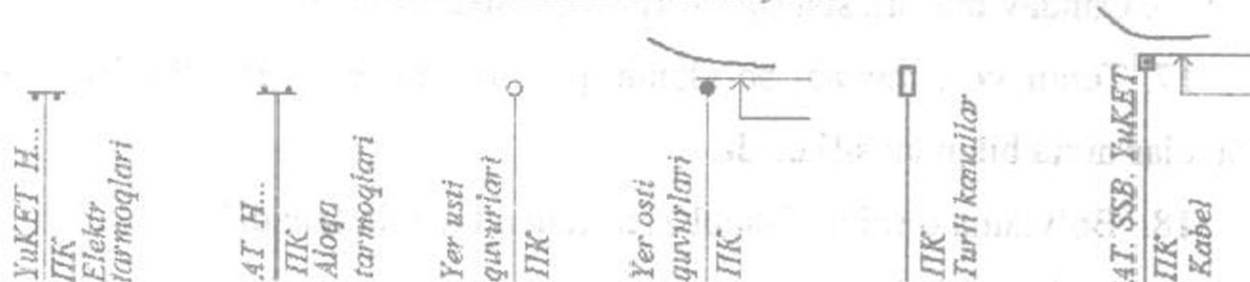
Milli o'ykazgichlar, kesishuvlar



Ko'priklar, quvurlar, yo'l o'kazgichlar



Muhandislik kommunikasiyalari



4.28- rasm. Bo'ylama qirqimdagi shartli belgilar

Назорат соволлари

1. Temir yo'l trassasini nima tavsiflaydi?
2. Temir yo'l trassasi deb nima ataladi?
3. Temir yo'lning bo'ylama qirqimi nima?
4. Bo'ylama qirqimning loyiha chizig'i deb nimaga aytiladi?
5. Temir yo'l trassasi tarhi nima?
6. Temir yo'l trassasi yo'nalishini o'zgartirgan joylarda nima loyihalanadi?
7. Har bir doiraviy egrilik qanday ko'rsatkichlar bilan tavsiflanadi?
8. Harakat vositalarini ichki va tashqi relsga bir xil kuch bilan ta'sir etishini ta'minlash maqsadida egrilikda tashqi rels ko'tarilishi qaysi ifoda bo'yicha aniqlanadi?
9. Yo'lovchilar uchun qulay sharoit va yo'lovchi poyezdlarning maksimal tezligini ta'minlash maqsadida tashqi rels ko'tarilishi qanday shartni qanoatlantirishi kerak?
10. Qanday hollarda temir yo'llarda o'tish egriligi loyihalanadi?
11. O'tish egriliging uzunligi qanday belgilanadi?
12. Burilish burchagining minimal qiymati qanday aniqlanadi?
13. Egrilikning eng kichik radiusi qanday aniqlanadi?
14. O'tish egriligining eng katta uzunligini qanday aniqlanadi?
15. Qunday egriliklar o'zaro bog'liq egriliklar deb ataladi?
16. Qanday masofa stabillashtirish uchastkasi deb ataladi?
17. Temir yo'l trassasi bo'ylama qirqimi qanday elementlardan iborat va ular nima bilan tavsiflanadi?
18. Bo'ylama qirqim nishabliklarini qanday toifalanadi?
19. Rahbar nishablik nima?
20. Muvozanatlantiruvchi nishablik nima?

21. Kuchaytirilgan tortish nishabligi nima?
22. Inersion nishablik nima?
23. Zararli va bezarar nishabliklar nima?
24. Ajrim qilish punktlarining bo'ylama qirqimi va tarhi qanday loyihalanadi?
25. Poyezdlarni ravon va xavfsiz harakatini qanday ta'minlanadi?
26. Temir yo'llar bo'ylama qirqimi va tarhini loyihalashda poyezdlarni uzluksiz harakati qanday ta'minlanadi?

5. Temir yo'llarni trassalash

Trassalash - temir trassasini fazodagi holatini belgilashdir. Trassalash ikki ko'rinishda bo'ladi: kameral va dalada. *Kameral* (xonada) trassalash - bu trassa tarhini topografik karta yoki gorizontallarda belgilangan tarhda o'tkazish (yotqizish). *Dalada* trassalash - trassa proeksiyasini yer sathida asboblardan yordamida o'tkazish.

Trassa holati, kelajakda holati o'zgartirmaydigan o'ta Qimmat inshootlar, yani yer polotnosi, suv o'tkazuvchi quvurlar, ko'priklar, tayanchlari, tonnellar, stansiya va boshqalarning joyini belgilaydi. Shuning uchun trassa holatini tanlash temir yo'llarni loyihalashni muhim masalalaridan biridir. Bu masala trassani tasarruf etish va qurish shartlariga mosligini inobatga olib yechilishi kerak.

Loyihalanayotgan temir yo'l variantlarini baholashni asosiy ko'rsatkichlaridan biri-trassa uzunligining belgilangan ikki nuqta orasidagi eng qisqa masofaga nisbatidir. Yer sathidagi ikki nuqta orasidagi eng qisqa masofa geodezik chiziqli deb ataladi.

Trassaning haqiqiy uzunligini geodezik chiziqqa nisbati *trassaning rivojlanish koeffitsienti* deb ataladi.

5.1. Loyihalanayotidigan temir yo'lining yo'nalishini belgilash

Temir yo'l yo'nalishini belgilashga iqtisodiy, tabiiy va texnik omillar ta'sir ko'rsatadi. Loyihalanayotgan temir yo'lining ahamiyati, loyihalash hududida aholi punktlari va iqtisodiy markazlarni joylashishi, istiqbolda tashiladigan yuklar turi va hajmi iqtisodiy omillarga kiradi. Hududning topografik, geologik, gidrografik, seysmik va boshqa sharoitlari tabiiy

omillarni belgilaydi. Texnik omillarga loyihalanayotgan temir yo'lining texnik parametrlari kiradi.

Iqtisodiy omillar tayanch punktlar, yani loyihalanayotgan temir yo'l o'tishi kerak bo'lgan hududdagi aholi va iqtisodiy punktlar holatini belgilaydi.

Agar loyihalanayotgan temir yo'lining asosiy maqsadi hududlararo aloqani ta'minlash va katta hajmda tranzit yuklarni tashish bo'lsa, bu holda temir yo'lni boshlang'ich va oxirgi punktlar oralig'ida eng qisqa masofa bo'yicha o'tkazishdir.

Agar temir yo'lining asosiy maqsadi mahalliy tortish hududining transport ehtiyojini qondirish bo'lsa, trassa yo'nalishidan chetda joylashgan iqtisodiy punktlar ham tayanch punktlari bo'lishi mumkin.

Temir yo'l trassasi yo'nalishini belgilashga quyidagi iqtisodiy omillar ham ta'sir ko'rsatadi, yani avtomobil va daryo yo'llarini trassaga yaqinligi, trassa o'tadigan hududda turli xil qurilish materiallarini mavjudligi. Temir yo'l band qilishi mumkin bo'lgan suqoriladigan yerlar maydoni ham trassa yo'nalishini belgilashga ta'sir ko'rsatadi.

Tabiiy omillar hududning topografik, geologik, gidrografik, seysmik va boshqa sharoitlari tabiiy omillarni inobatga olib trassa o'tishi maqsadga muvofiq bo'lgan nuqtalar, yani *belgilangan nuqtalar* holatini belgilaydi. Belgilangan nuqtalar qatoriga suv ayirgichlarning past nuqtalari, egarsimon joylar, suv havzalarini qulay joyda kesib o'tish, botqoq va geologik nobop yerlar, qo'riqxonalar, yirik inshootlarni aylanib o'tish joylarini aniqlaydigan nuqtalar ham kiradi.

Tayanch va belgilangan nuqtalarni inobatga olib loyihalanayotgan temir yo'l trassasi yo'nalishi variantlari belgilanadi. Temir yo'l trassasi tahminiy yo'nalishi variantlarini qiyosiy taqqoslash amalga oshiriladi.

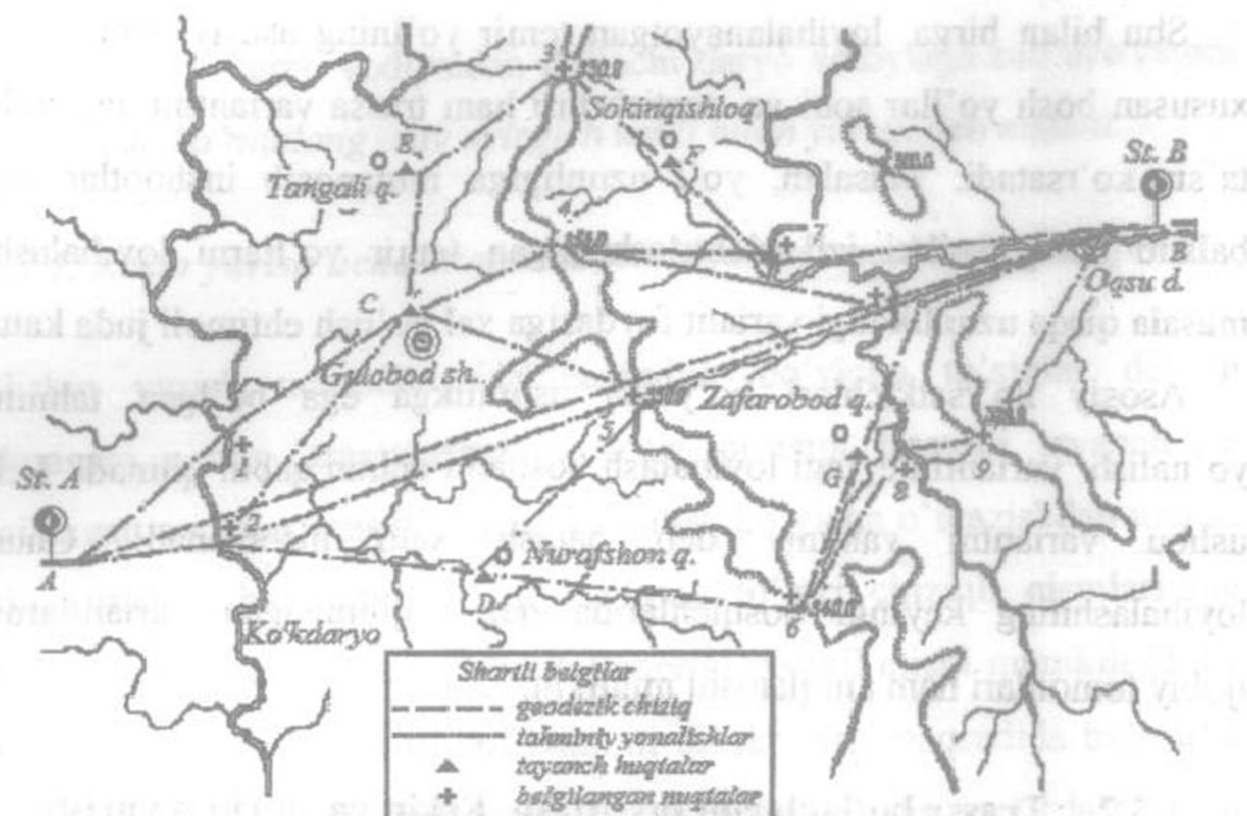
Bunda quyidagi ko'rsatkichlardan foydalaniladi: trassa uzunligi, oshib o'tilgan balandliklar yig'indisi, geologik nobop joylar uzunligi, doimiy va mavsumiy suv havzalarini kesib o'tish joylari soni, xarakterli nuqtalar orasida o'rtacha tabiiy nishabliklar.

Misol tariqasida biron hududda *A* va *B* nuqtalar orasida yangi temir yo'lni loyihalash ko'rib chiqilgan. Yangi temir yo'lning birinchi bosqichda tahminiy yo'nalishini aniqlash uchun hudud xartasida boshlanish va oxirgi punktlarni (5.1-rasmda st.*A* va st.*B*) tutashtiruvchi geodezik chizig'ini o'tkazish va unga yaqin joylashgan "tayanch" (t.n.) va "belgilangan" (b.n.) nuqtalarning holatini aniqlash zarur.

Temir yo'lni loyihalash hududdagi konturli to'siqlarni aylanib o'tish, balandlik to'siqlarni oshib o'tish joylarida "belgilangan" nuqtalar tayinlanadi. Misol tariqasida keltirilgan 5.1-rasmda Ko'kdaryo va Oqsu daryolarini kechib o'tish uchun 1, 2, 7, 8 - nuqtalar, tog' tizmasidan oshib o'tish uchun esa suv ayirgichlarning egarsimon joylarida 3, 4, 5, 6, 9 - nuqtalar belgilangan (5.1-rasmda "+" shartli belgisi).

Hududdagi aholi istiqomat qiladigan joylar, iqtisodiy va sanoat markazlari, yuk terminallari, portlar va boshqalar, temir yo'l kirishi kerak bo'lgan "tayanch" nuqtalar holatini belgilaydi. 5.1-rasmda *A* va *B* stansiyalari; Gulobod shahri, Sokinqishloq, Nurafshon, Tangali, Zafarobod qishloqlari yaqinida *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *G* tayanch nuqtalari belgilangan (5.1-rasmda "▲" shartli belgisi).

Tayanch va belgilangan nuqtalarni ketma-ket tutashtirish natijasida temir yo'l trassasinig bir qancha tahminiy yo'nalishlari variantlari belgilanishi mumkin (3.1-rasmda *A-1-S-E-3-F-7-B*, *A-1-S-4-7-B*, *A-1-S-5-B*, *A-2-5-B*, *A-2-D-5-B*, *A-2-D-6-G-B*, *A-2-D-6-G-8-9-B* siniq chiziqlari).



5.1-rasm. Temir yo'lning tahminiy yo'nalishi variantlarini belgilash

Temir yo'l trassasi tahminiy yo'nalishi variantlarini qiyosiy taqqoslash quyidagi ko'rsatkichlar bo'yicha jadval usulida amalga oshirilishi mumkin (5.1-jadval).

5.1-jadval

Temir yo'l trassasi tahminiy yo'nalishi variantlarining asosiy ko'rsatkichlari

№ tartib raqami	Ko'rsatkichlar	O'lchov birligi	Yo'nalishlar varianti				
			1	2	3	...	N
1	Uzunligi	km					
2	Xarakterli nuqtalar orasida o'rtacha tabiiy nishabliklar	‰					
3	Oshib o'tilgan balandliklar yig'indisi	m					
4	Suv havzalarini kesib o'tish: - doimiy - mavsumiy	joyda					
5	Geologik nobop joylar	km					

Shu bilan birga, loyihalanayotgan temir yo'lining asosiy parametrlari, xususan bosh yo'llar soni va tortish turi ham trassa variantini aniqlashga ta'sir ko'rsatadi. Masalan, yo'l uzunligiga mutanosib inshootlar narxi baland bo'lgan ikki izli elektrlashtirilgan temir yo'llarni loyihalashda masala qisqa uzunlikdagi variant foydasiga xal bo'lish ehtimoli juda katta.

Asosiy ko'rsatkichlari bo'yicha ustunlikga ega bo'lgan tahminiy yo'nalish varianti keyingi loyihalash bosqichi uchun qabul qilinadi. Lekin ushbu variantni yakuniy deb qarash xato hisoblanadi. Chunki loyihalashning keyingi bosqichlarida qabul qilinmagan variantlarning ijobiy tomonlari ham aniqlanishi mumkin.

5.2. Trassa bo'laklarini tavsiflash. Erkin va zo'riqib yurish uchastkalarida temir yo'lni trassalash

Temir yo'llarni trassalash usullari rahbar (yoki boshqa chegaralovchi) nishablikning qiymatidan va hududni topografik xususiyatlari qay darajada foydalanilganligiga qarab farqlanadi. Birinchi ko'rsatkich bo'yicha trassa bo'laklari erkin va zo'riqib yurish uchastkalariga bo'linadi. Ikkinchi ko'rsatkich bo'yicha esa vodiylar bo'ylab suv ayirgich va ko'ndalang-suv ayirgich yurish usullariga bo'linadi.

Tabiiy o'rtacha nishablik rahbar nishablikdan kichik, yani $i_{tab} < i$, bo'lgan uchastkalar *erkin yurish* uchastkalari deb ataladi. Va, aksincha, tabiiy o'rtacha nishablik rahbar nishablikdan katta, yani $i_{tab} \geq i$, bo'lgan uchastkalar *zo'riqib yurish* uchastkalari deb ataladi.

Daryo vodiysi bo'ylab o'tkazilgan trassa *vodiy bo'ylab yurish* deb ataladi. Suv ayirgich bo'ylab o'tkazilgan trassa *suv ayirgich bo'ylab yurish*

deb ataladi. Bir daryo vodiysidan ikkinchi daryo vodiysiga suv ayirgichni kesib o'tish *ko'ndalang-suv ayirgich usuli bilan yurish* deb ataladi.

5.2.1. Erkin yurish uchastkalarida temir yo'lni trassalash prinsiplari

Erkin yurish uchastkalarida balandlik bo'yicha to'siqlar deyarli bo'lmagani uchun, trassalashning asosiy prinsipi trassani tayanch va belgilangan nuqtalar orasida qisqa yo'nalish bo'yicha o'tkazishdan iborat. Erkin yurish uchastklarida temir yo'lning to'g'ri chiziqli qismlarining uzunligi bir necha o'n, xatto yuz kilometrni tashkil etishi mumkin (5.2 - rasm). Ba'zi hollarda yer ishlari hajmini qisqartirish maqsadida balandlik to'siqlar aylanib o'tiladi va trassani yo'nalishi o'zgargan joylarda qiymati $15^{\circ} - 20^{\circ}$ dan katta bo'lmagan burilishlari belgilanadi. Buning uchun trassa yo'nalishini o'zgartirishni to'siqdan bir qancha avval boshlash kerak.



5.2 -rasm. Erkin yurish uchastkasida trassalash

5.2.2 Zo'riqib yurish uchastkalarida temir yo'lni trassalash prinsiplari

Zo'riqib yurish uchastkalarining tabiiy nishabligi i_{tab} rahbar nishablik i_r ga teng uchastkalarida, trassa erkin yurish uchastkalari kabi belgilangan nuqtalar oralig'ida eng qisqa masofa bo'yicha o'tkaziladi. Bu holda trassa butun uzunligi davomida rahbar nishablik bilan loyihalangan, trassa uzunligi esa nazariy jihatdan geodezik chiziqqa L_0 teng bo'lishi kerak (5.3.a,b-rasm). Lekin $i_{tab} = i_r$ bo'lgan holat juda kam uchraydi. Aksariyat hollarda zo'riqib yurish uchastkalarida $i_{tab} > i_r$ bo'ladi va trassani eng qisqa

yo'nalish bo'yicha o'tkazish imkoniyati bo'lmaydi. Bunday hollarda suv ayirgichdagi B egardan vodiydagi A nuqtagacha tushish (5.3.s-rasm) uchun zarur bo'lgan hisoblangan minimal L_h masofani aniqlash zarur.

$$L_h = \frac{(H_B - h_o) - (H_A + h_k)}{i_r - i_{ek(o'r)}}, \quad (5.1)$$

bunda H_A, H_B – belgilangan A va B nuqtalarning belgisi, m;

h_o – suv ayirgichdagi B nuqtada o'ymaning chuqurligi, m;

h_k – vodiydagi A nuqtada yer ko'tarmasining bandligi, m;

$i_{ek(o'r)}$ – zo'riqib yurish uchastkasining butun uzunligiga mos

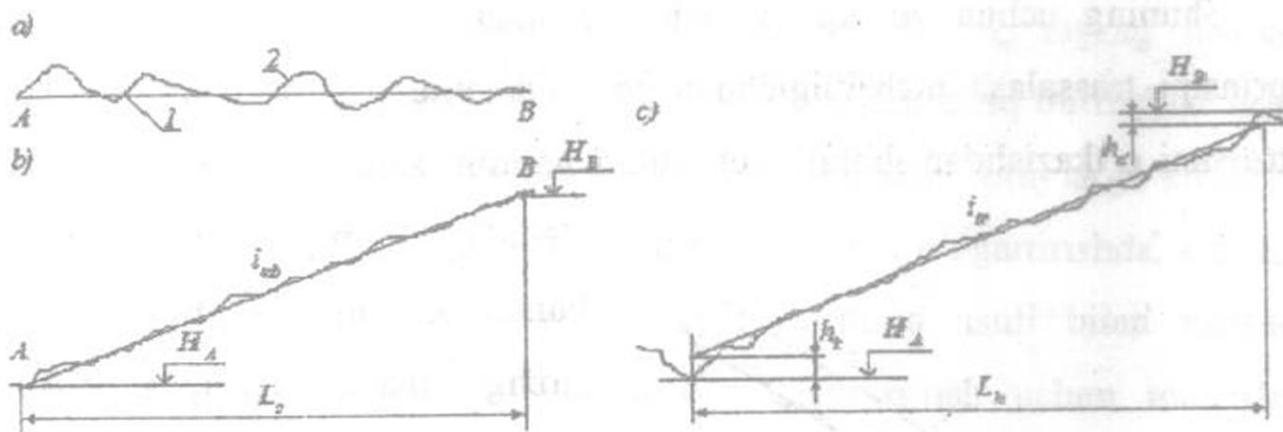
keluvchi, egriliklardan hosil bo'lgan qo'shimcha

qarshilikga ekvivalent nishablik qiymati, ‰.

Agar zo'riqib yurish uchastkasining uzunligi peregon uzunligidan katta bo'lsa, ajrim qilish punktini joylashtirishni inobatga olib trassaning hisoblangan uzunligi ortadi:

$$L_{kl} = \frac{(H_B - h_o) - (H_A + h_k)}{i_r - i_{ek(o'r)}} + \Delta L_{aqp} = L_h + \Delta L_{aqp}, \quad (5.2)$$

bunda ΔL_{aqp} – ajrim qilish punktini joylashtirish oqibatida trassani uzayishi, km.



5.3 -rasm. Zo'riqib yurish uchastkasida balandlik to'siqdan oshib o'tish.

a -trassa tarhi sxemasi; b -geodezik chiziq bo'yicha bo'ylama qirqim; 1 -geodezik chiziq;

2 -trassa ; s -trassa bo'yicha bo'ylama qirqim.

Agar ajrim qilish punktlari maydonchada joylashgan va ularning soni ma'lum bo'lsa, bu holda

$$\Delta L_{agg} = n \cdot L_{may},$$

bunda n – zo'riqib yurish uchastkasida joylashtirilgan ajrim qilish punktlarining soni;

L_{may} – ajrim qilish punkti maydonchasi uzunligi, km.

Zo'riqib yurish uchastkalarida trassalash nishabligi $i_{tr} = i_r - t_{ak(c'r)}$ dan to'la foydalanmaslik h_y balandlikni yo'qotishga va trassani ΔL_u uzayishiga olib keladi (5.4 - rasm). Trassa uzayishi quyidagiga teng:

$$L_u = \frac{h_y}{i_{tr}}$$

Shuning uchun zo'riqib yurish uchastkalarida trassalashning asosiy prinsipi trassalash nishabligidan to'la foydalanib eng qisqa uzunligdagi trassani o'tkazishdan iborat. Yer ishlari hajmini kamaytirish uchun trassa

shunday yotqizilishi kerakki, bunda joyning nishabligi loyiha chizig'i nishabligiga mos bo'lishi kerak.

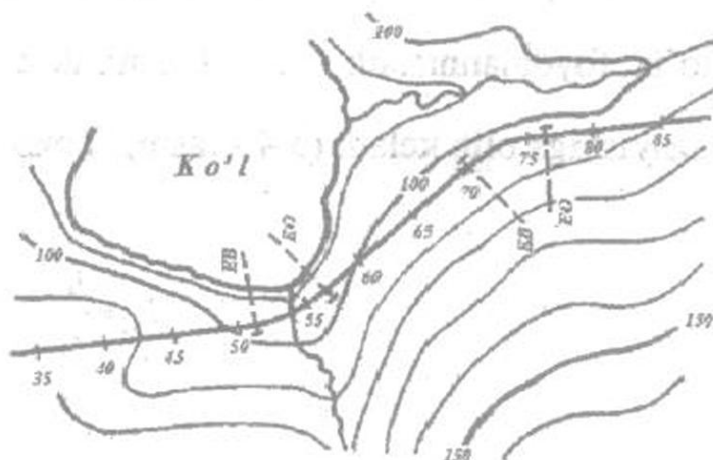


5.4-rasm. Zo'riqib yurish uchastkasida balandlikni yo'qotilishi va trassani uzayishi

5.2.3. Trassani rivojlantirish usullari

Trassani rivojlantirishni turli usullarini qo'llash natijasida (5.1) yoki (5.2) ifoda bo'yicha aniqlangan trassa uzunligiga erishish mumkin. Trassani rivojlantirishni 4 usuli mavjud: oddiy, sirtmoq, spiral, zigzag.

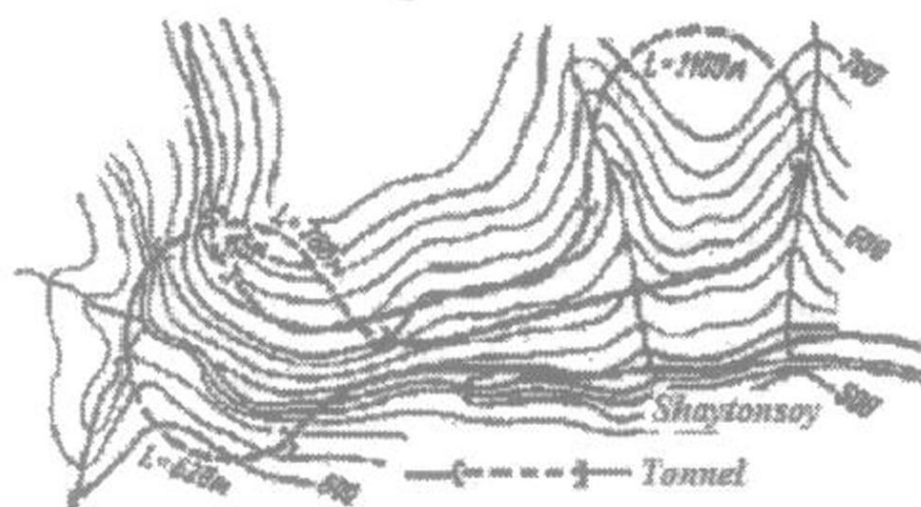
Trassani oddiy usul bilan rivojlantirganda burilish burchagining qiymati 90° dan ortmagan teskari tomonga yo'nalgan egriliklar loyihalanadi. Bu usul trassani u qadar katta rivojlanishiga olib kelmaydigan hollarda qo'llanishi maqsadga muvofiq (5.5-rasm).



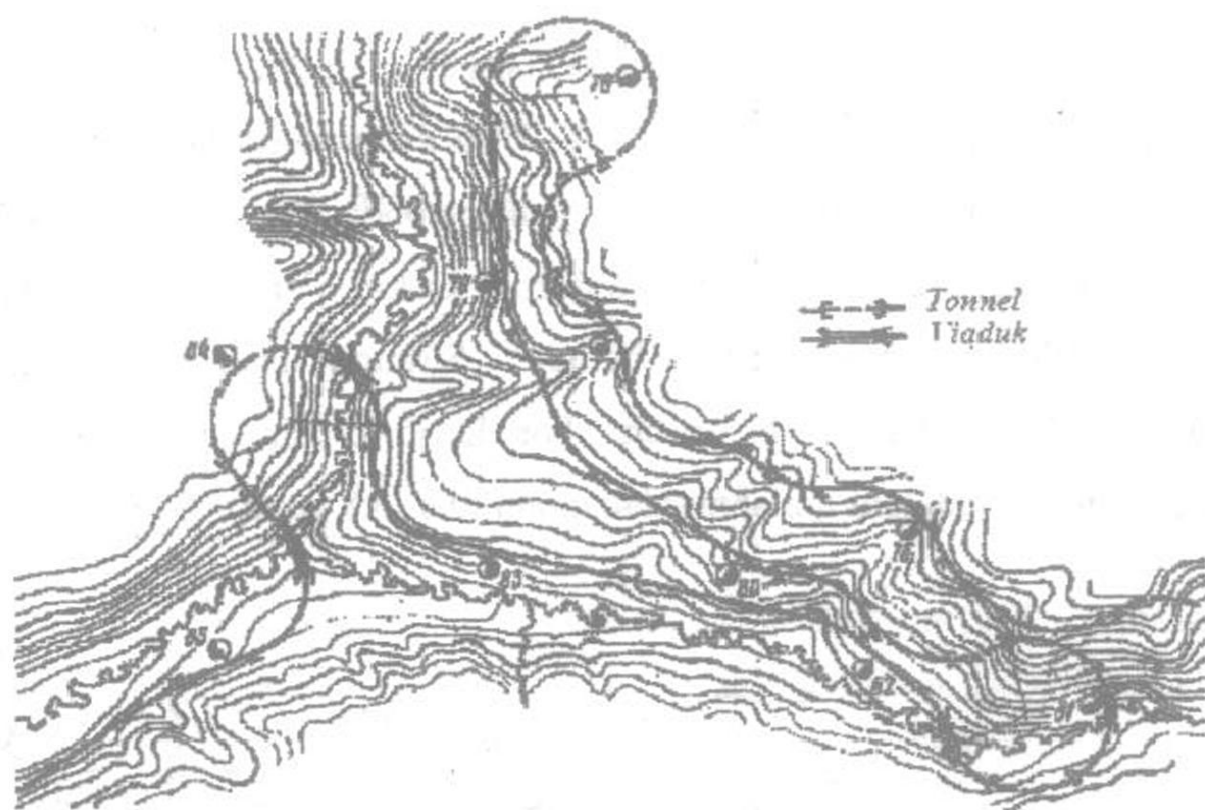
5.5-rasm. Trassani oddiy usulda rivojlantirish

Trassani rivojlanishi katta bo'lsa, sirtmoq, spiral, zigzag usullari qo'llaniladi. Bunda trassa yo'nalishi 180° va undan ortiq burilishlar hosil qilib yo'nalishini o'zgartiradi. Trassa yon tomondagi vodiylarga kirganda (5.6-rasm) yoki asosiy vodiya yo'nalishini keskin o'zgartirishda, sirtmoq usulini qo'llash yaxshi samara beradi. Sirtmoq usuli bilan trassani rivojlantirganda daryoni bir necha bor kesib o'tish uchun tonnellar, ko'priklar va viaduklar qurishni talab qiladi (5.7, 5.8-rasm).

5.6-rasm. Sirtmoq usuli
bilan temir yo'l
trassasini o'tkazish

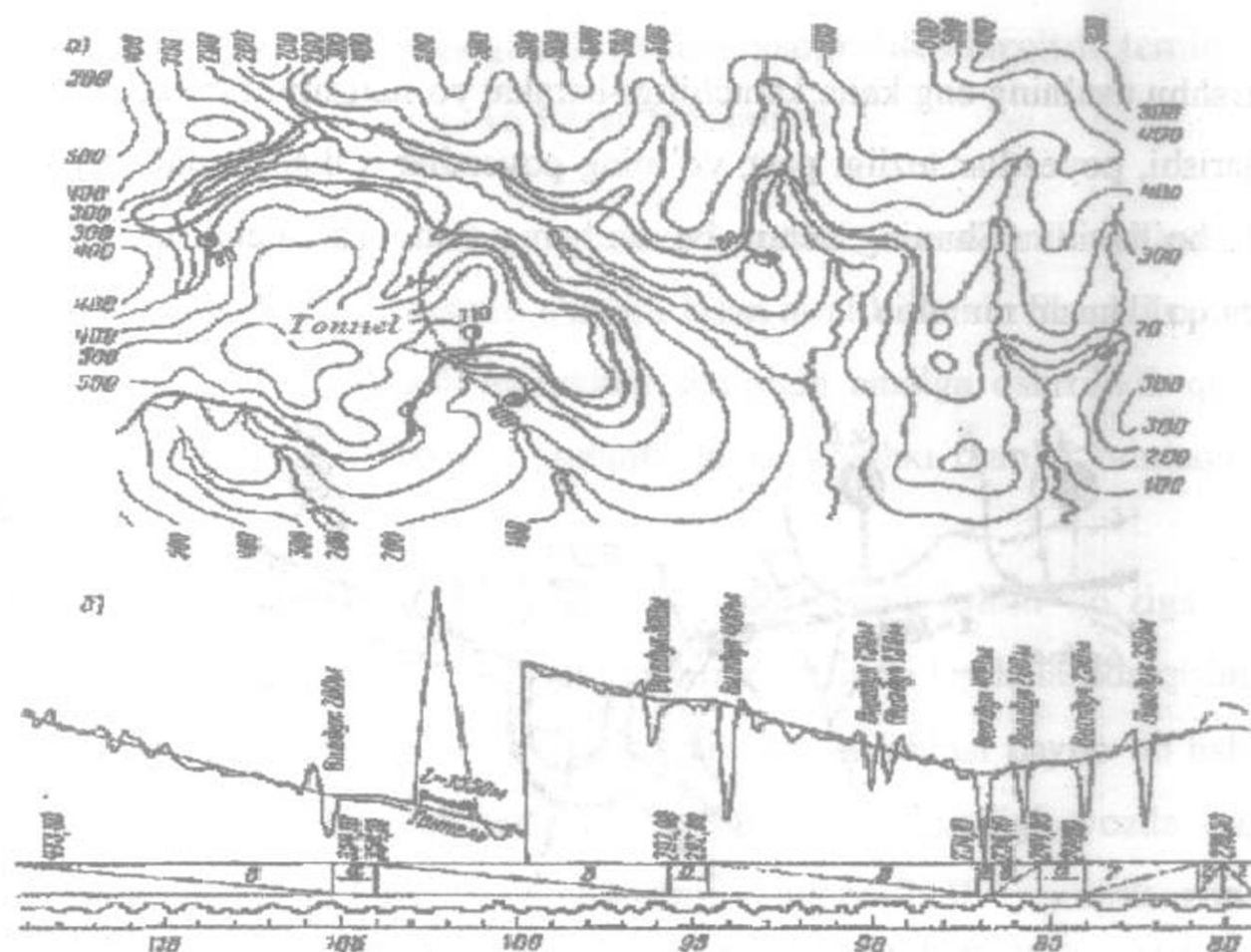


5.7- rasm. Tog' daryosi
vodiysida tonnelli
kesishuv va
sirtmoq usuli bilan
temir yo'l trassasini o'tk
azish



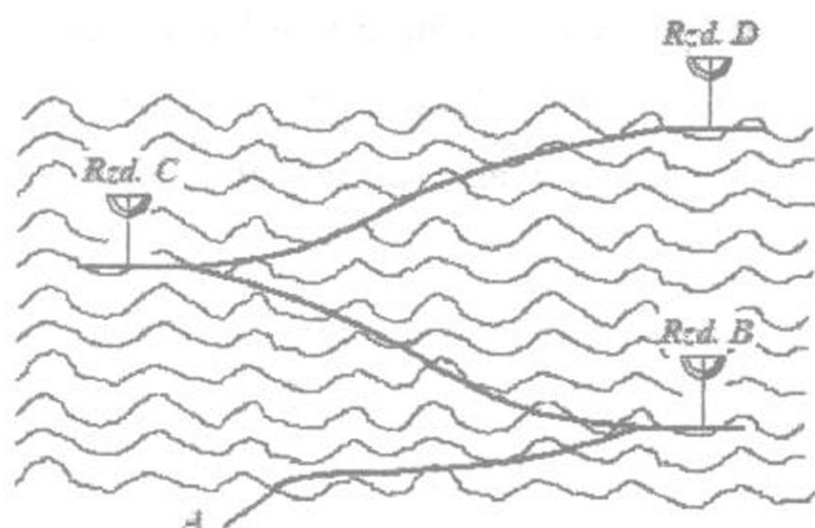
5.8- rasm. Tog' sharoitida trassani sirtmoq usuli bilan rivojlantirish

Spiral usuli qo'llanilganda trassa o'z yo'nalishini 360° o'zgartiradi va o'zini kesib o'tadi. Kesishuvlar turli sathda bo'lishi uchun tonnel yoki yo'l o'tkazgich loyihalandi (5.9-rasm).



5.9- rasm. Temir yo'l trassasini spiral usuli bilan rivojlantirish

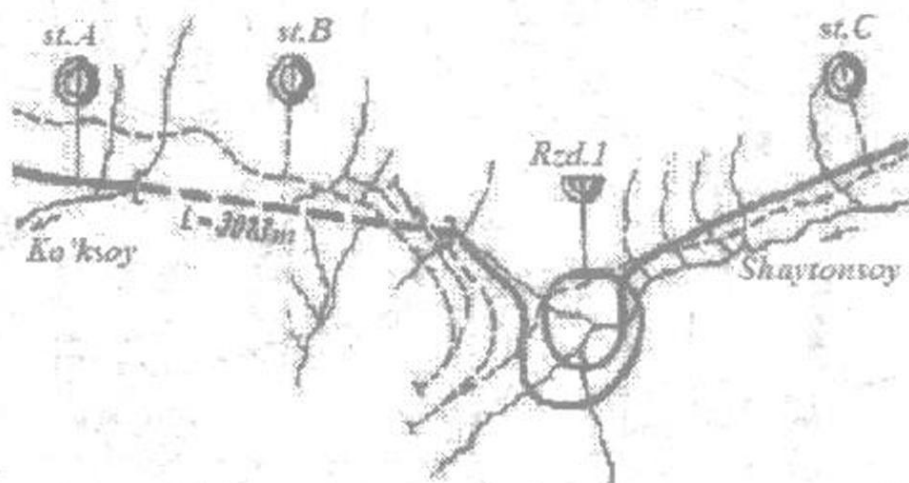
Temir yo'l trassasini zigzag ko'rinishida rivojlantirishda (5.10-rasm) yo'l tog' yon bag'ri bo'ylab *A* nuqtadan berk (tupik) raz'ezd *B* gacha ko'tariladi. So'ngra yo'nalishini o'zgartirib tog' yonbag'ri bo'ylab *C* berk raz'ezdigacha ko'tariladi va h.k. Trassani ushbu usulda rivojlantirish



tonnellar, ko'priklar, viaduklar, chuqur o'y-malarni barpo qilishni talab qilmaydi.

5.10- rasm. Temir yo'l trassasini zigzag ko'rinishida rivojlantirish

Ushbu usulning eng katta kamchiligi-harakat yo'nalishini bir necha bor o'zgarishi, poyezdlar tezligi past, yo'lining poyezdlar o'tkazish imkoniyati kam bo'lishidir. Shuning uchun bu usul trassaning vaqtincha uchastkalarida qo'llanishi mumkin.



5.11-rasm. Vaqtinchalik temir yo'l uchastkasini zigzag usulida rivojlantirish:

_____ doimiy trassa; _____ tunnel bitgungacha qurilgan vaqtinchalik trassa

Katta yuk tashish hajmlari mavjud temir yo'llar magistrallari trassasi xaddan ziyod rivojlanganda poyezdlarni harakatga keltirish va yo'lni tasarruf etish xarajatlari keskin ortadi. Shuning uchun magistral temir yo'llarni loyihalashda trassani rivojlantirish usullari bilan birgalikda dovonni tunnel orqali kesib o'tish yoki kuchaytirilgan tortish uchastkalrini loyihalash variantlari ham ko'rib chiqilishi kerak. Bu variantlar trassa uzunligini qisqartirish, ishg'ol qilinayotgan balandlikni kamaytirish imkoniyatini beradi.

5.3 Turli topografik va fizik geografik sharoitda temir yo'llarni trassalash

O'zbekiston hududi o'zining tabiati, iqlimi, murakkab muhandislik-geologik, gidrologik, seysmik sharoiti bilan ajralib turadi. Shu bois yangi temir yo'llarni loyihalash murakkab sharoitda amalga oshiriladi. quyida yangi temir yo'llarni tog'li hududlarda va ko'chki qumlar mintaqasida loyihalash yoritilgan.

Mamlakatimiz tog'li hududlari relefi va iqlimi o'ziga xos xususiyatlarga ega. Tog'li hududlarda temir yo'llarni loyihalashda qishning sovuq va serqor kelishi, vaqti-vaqti bilan qor ko'chkisi paydo bo'lishini; bahorda sel kelishi, tosh tushishi xavfini juda yuqoriligi; yozda quruq jazirama issiq bo'lishi va mintaqamiz yuqori faolli seysmik zonada joylashganini inobatga olish zarur.

Temir yo'lni har qanday vaziyatda uzluksiz ishlashini, yer polotnosining ustivorligini ta'minlash uchun trassalash jarayonida nobop geologik joylarni, qor ko'chishi va sel kelishi ehtimoli yuqori bo'lgan zonalarni chetlab o'tish, ushbu tabiiy ofatlarga qarshi himoya inshootlari (viaduk, seleduk, tirkab turuvchi devorlar, galereyalar, estakadalar, tonnellar va h.k.) loyihalanishi lozim.

5.3.1. Daryo vodiysida trassalash

Vodiy bo'ylab o'tkazilgan trassa stansiya va stansiya yaqinidagi aholii punktlarini suv ta'minotini yaxshilaydi, lekin daryo irmoqlarini kesib o'tishda joylashtiriladigan ko'plab su'niy inshootlar narxini oshiradi. Tekisliklarda daryo vodiysi ilonizisimon emas, balki keng terassalarga (ayvonlarga) ega, bo'ylama nishabliklar esa kichik. Bunday hollarda trassa

qayirdan tepadagi biron terassada o'tkaziladi (vodiy-terassa yurishi), temir yo'l nishabligi vodiyning bo'ylama nishabligi bilan mos tushadi.

Hudud reliefi keskin o'zgaradigan joylarda daryo vodiysi ilonizisimon bo'ladi. Daryoni aylangan katta uchastkalarida (izluchina), temir yo'l trassasi ushbu joylarni aylanib o'tish variantlari (1) bilan birgalikda to'g'rilangan trassa varianti (2) ham ko'rib chiqilishi lozim (5.12-rasm). Bu holda ikkita yechim mavjud: daryoni bir necha ko'priklar bilan kesib o'tish yoki daryo o'zanini to'g'rilash. Daryo vodiysi keskin balandlikdagi qoyalarga (prijim) ega bo'lsa, bunday joylarda trassani to'g'rilash uchun tumshuqlarni (no's) tonnellar bilan kesib o'tish maqsadga muvofiq.



5.12-rasm. Daryoni aylangan katta uchastkalarida (izluchina) temir yo'l trassasi variantlari

Agar daraning bo'ylama nishabligi katta bo'lsa, temir yo'l butun uzunligi davomida zo'riqib yurish usuli va mos usulda rivojlantiriladi (5.7-rasm). Tor daralarda loyihalangan temir yo'l tarhi murakkab va narxi baland bo'lishiga qaramasdan bunday loyihaviy yechim yagona imkoniyat bo'lishi mumkin.

5.3.2. Suv ayirgich bo'ylab yurish

Tekis va adirlardan iborat hududlarda yer sathi belgilari katta farq qilmaganda keng suv ayirgichlar mavjud bo'lsa, trassani suv ayirgich bo'ylab o'tkaziladi. Bunday suv ayirgichlarning geologik va gidrologik sharoitlari temir yo'l trassasini o'tkazish uchun juda qulaydir. Suv ayirgich bo'ylab o'tkazilgan trassalarning o'ziga xos xususiyati bu yer ishlarini kamligi va suv o'tkazuvchi su'niy inshootlarni deyarli yo'qligi. Bu usulning kamchili suv ta'minotining qimmatligidadir. Ba'zi hollarda suv ayirgich bo'ylab trassalash usuli relef keskin o'zgaradigan hududlarda ham qo'llanilishi mumkin.

5.3.3. Ko'ndalang -suv ayirgich usuli

Aksariyat hollarda trassaning ko'ndalang -suv ayirgich yurish uchastkalari zo'rqi yurish uchastkalari hisoblanadi. Bunday uchastkalarga kuchaytirilgan tortish, suv ayirgichlarni kesib o'tish uchun tonnellar, dovonlarda chuqur o'ymalar loyihalash xosdir.

Suv ayirgichni kesib o'tish joyi temir yo'l tahminiy yo'nalishini aniqlashda belgilanadi (5.1-rasmda tog' tizmasidan oshib o'tish uchun esa suv ayirgichlarning egarsimon joylarida 3, 4, 5, 6, 9 - nuqtalar belgilangan). Ko'ndalang-suv ayirgich usuli bilan trassalashda suv ayirgichni kesib o'tishda yer polotnosining loyihaviy belgisini aniqlash muhim o'rin tutadi. Ushbu belgi keyinchalik dovonidagi o'yma chuqurligi yoki tunnel uzunligini, (5.1) va (5.2) ifodalar bo'yicha esa suv ayirgichga yaqinlashganda trassa uzunligini aniqlaydi.

Yuk tashish hajmlari katta bo'lgan temir yo'l trassalarining tasarruf ko'rsatkichlari suv ayirgichni bir tortish vositasi bilan, to'g'rilangan

trassa bo'ylab, past belgilarda tunnel bilan kesib o'tishda yanada yaxshi bo'ladi. Va aksincha, yuk tashish hajmlari katta bo'lmagan temir yo'l trassasini qurilish narxini kamaytirish maqsadida tasarruf ko'rsatkichlari yomonlashgan holda ham loyihalash mumkin.

5.3.4. Ko'chki qumli mintaqalarda temir yo'llarni loyihalash

Qumli cho'llar mintaqasida temir yo'llarni loyihalashda asosiy vazifa bu yer polotnosini qum bosishdan va deflyatsiyadan (uchirib chiqarishdan) saqlashni ta'minlashdan iboratdir. Trassalash jarayonida barpo etiladigan yer polotnosining qumli shamol oqimining hosil bo'lishi va harakatlanishi sharoitiga ta'siri inobatga olinishi kerak. Tekisliklarda mustahkamlanmagan (o'simlik qatlamiga ega bo'lmagan) qumlarda qum massivlari intensiv ko'chish xususiyatiga ega. Shuning uchun ko'chki qumlar tarqalgan joylarda temir yo'l trassasini barxan relefi shakli bo'ylab, ko'chish xususiyatiga ega bo'lgan faol qum massivlarini aylanib o'tib joylashtirish (5.13-rasm); suv ayirgichlarni kesib o'tishda eng quyi egarliklarni belgilash lozim. Trassalash jarayonida mavjud o'simliklar, butazorlardan samarali foydalanish kerak.



5.13 - rasm. Ko'chki qumli cho'llarda temir yo'llarni trassalash

Er polotnosini qum bosishdan va deflyatsiyadan (uchirib chiqarishdan) saqlash uchun barxanli cho'llarda temir yer polotnosi balandligi 0,6 m dan kam bo'lmagan, ko'chki qumlar tarqalgan cho'llarda esa balandligi 0,9 m va undan ortiq bo'lgan ko'tarma shaklida loyihalanishi lozim. Shu bilan birga, yer polotnosi cheti va yon bag'rini mustahkamlash bo'yicha tadbirlar ko'zda tutilishi kerak [7].

Er polotnosi o'ymada loyihalanganda chuqurligi 2 m dan oshmasa, o'ymaning yon bag'ri nishabligi 1:10 va undan ortiq bo'lishi maqsadga muvofiqdir. Chuqurligi 2 m dan ortiq o'ymalar yon bag'ri nishabligi 1:1,75-1:2 nishablik bilan loyihalanishi lozim.

Ko'chki qumlar tarqalgan barcha mintaqalarda temir yo'l yer polotnosini ustivor ishlashini, uni ko'chki qumlardan saqlashni ta'minlash uchun himoya chora tadbirlari ko'zda tutilishi kerak.

5.4. Temir yo'llarni kameral trassalash. Trassa ko'rsatkichlari

5.4.1. Magistral yo'nalishni belgilash

Temir yo'l trassasi yo'nalishiga aniqlik kiritish uchun magistral yo'nalishni belgilab olish lozim.

Magistral yo'nalish - rahbar nishablikning ma'lum qiymatiga to'g'ri keladigan, egriliklar loyihalanmagan, lekin burchak uchlari ko'rsatilgan va ajrim qilish joylarini joylashtirish uchun maydoncha inobatga olingan sxematik trassadir. Magistral yo'nalish asosan zo'riqib yurish uchastkalarida belgilanadi. Magistral yo'nalishni nol ishlari chizig'ida yotqizish maqsadga muvofiqdir.

Magistral yo'nalish belgilangan nuqtalardan (egarsimon joydan) nishabni tushish tomoniga tayinlanadi. Magistral yo'nalishni yoki nol ishlari chizig'ini belgilashni asosiy mohiyati quyidagidan iborat.

Gorizotallar kesimi orasidagi balandlik Δh_{gor} ni bilgan holda ikki qo'shni gorizontalar orasida berilgan nishablikni ta'minlovchi chiziqni o'tkazish mumkin. Kameral trassalash jarayonida nol ishlari chizig'ini belgilash "sirkul qadami" bilan amalga oshiriladi. "Sirkul qadami" ning kengligi d (km da) quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$d = \frac{\Delta h_{gor}}{i_{tr}}, \quad (5.3)$$

bunda i_{tr} - trassalash nishablikning qiymati, ‰.

Trassalash nishabligining qiymati rahbar nishablik va egrilikda hosil bo'luvchi poyezd harakatiga qarshilikni inobatga olgan holda quyidagicha aniqlanadi:

$$i_{tr} = i_r - i_{e(e)}, \quad (5.4)$$

bunda i_r - rahbar nishablikning qiymati, ‰;

$i_{e(e)}$ - egrilikdan hosil bo'luvchi poyezd harakatiga qarshilikni inobatga

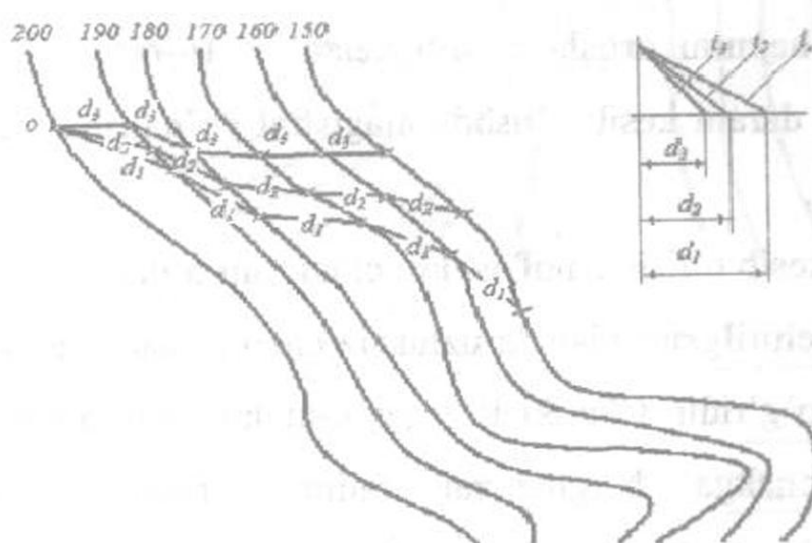
oluvchi ekvivalent nishablik, ‰.

Shunday qilib, "sirkul qadami" ning kengligini quyidagi ifoda bo'yicha hisoblab topish mumkin:

$$d = \frac{\Delta h_{gor}}{i_r - i_{e(e)}} \quad (5.5)$$

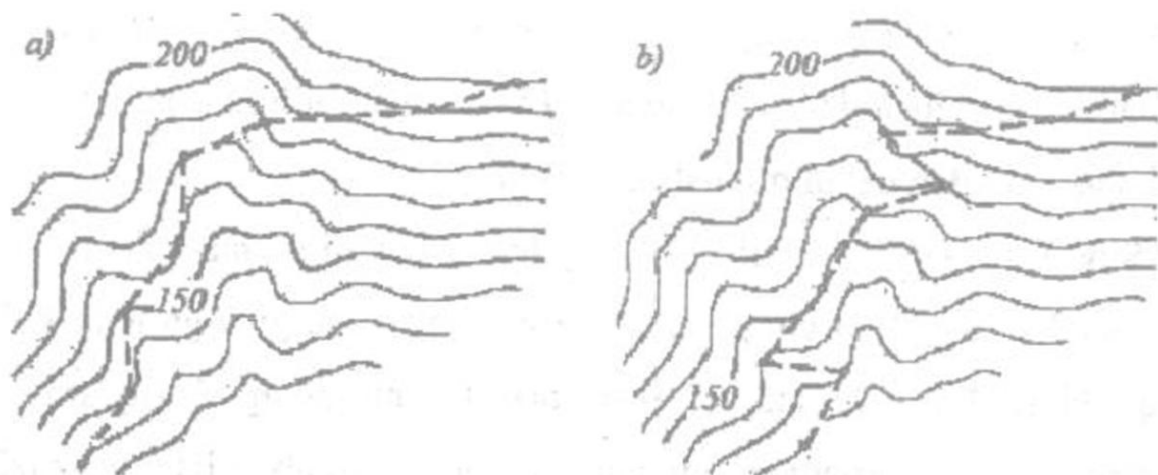
Ekvivalent nishablikning qiymati egrilik radiusi, burilish burchagining qiymatiga bog'liq holda hisoblanadi. O'quv maqsadlarida uning qiymati 0,5 ‰ ga teng deb qabul qilinishi mumkin.

"Sirkul qadami" ning hisoblab topilgan qiymati galma-galdan qo'shni gorizontallarga qo'yib chiqiladi. Bo'g'inlarini uzunligi d ga teng bo'lgan siniq chiziq hosil bo'ladi (5.14-rasm). Ushbu siniq chiziq trassalash nishabligining belgilangan qiymatiga teng nishab bilan yotqizilgan magistral yo'nalishni belgilaydi.



5.14-rasm. Magistral yo'nalishni belgilash

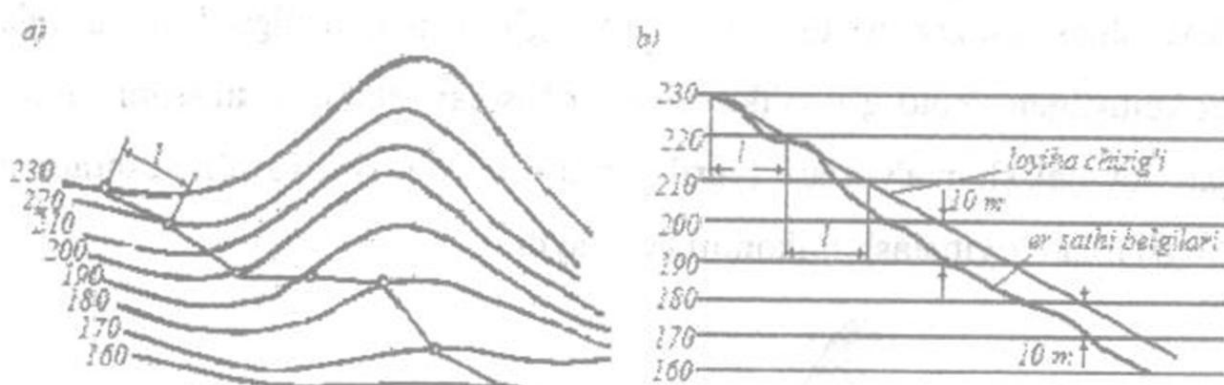
Nol ishlari chizig'ini to'g'ri va noto'g'ri o'tkazilishiga 5.15-rasmda misol keltirilgan. Noto'g'ri o'tkazilgan nol ishlari chizig'i trassani ruxsat etilgan loyihalash me'yorlari (egrilik radiusi, to'g'ri chiziqli kesmaning uzunligi) bilan loyihalash imkonini bermaydi.



5.15-rasm. Nol ishlari chizig'ini o'tkazish: a - to'g'ri; b - noto'g'ri

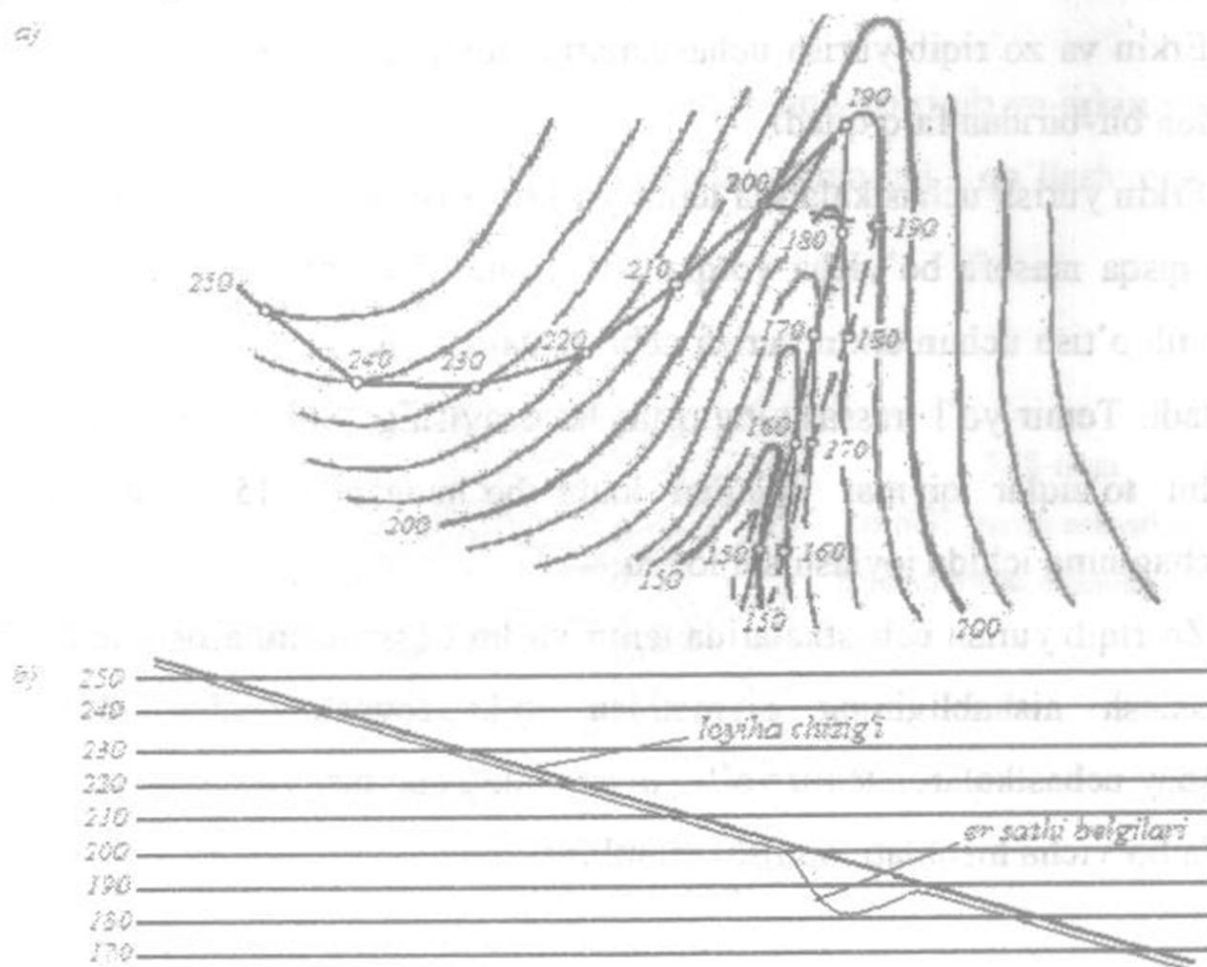
Nol ishlari chizig'ini o'tkazishda bironta gorizontalni tashlab ketish yer ishlarining hajmini ortishiga olib keladi (5.16-rasm). Bunday loyihaviy yechimdan, darani kesib o'tishda magistral yo'nalishni belgilashni ajrata bilish lozim.

Darani kesib o'tishda nol ishlari chizig'ini o'tkazish 5.17-rasmda misol tariqasida keltirilgan. Rasmda uzluksiz chiziq bilan o'tkazilgan nol ishlari chizig'i noto'g'ridir. Chunki 190-gorizontalni kesib o'tishda hosil bo'lgan o'tkir burchakga belgilangan radiusli egrilikni loyihalash, yer ko'tarmasining balandligi esa shu joyda yetarlicha bo'lmagani uchun suv o'tkazuvchi inshootni joylashtirish imkoniyatini bermaydi (ko'tarmaning eng kichik balandligi 2,5-3,0 m dan ortiq bo'lishi kerak).



5.16-rasm. Nol ishlari chizig'ini noto'g'ri o'tkazish: a - trassa tarhi; b - bo'ylama qirg'im

Shtrix chizig'i bilan ko'rsatilgan nol ishlari chizig'i yuqorida qayd etilgan kamchiliklarni bartaraf etadi. Shuni ta'kidlash lozimki, darani 200 va 190-gorizontallar oraliq'ida kesib o'tgan nol ishlari chizig'i keyinchalik yana 180-gorizontalar bilan mos tushadi.



5.17-rasm. Darani kesib o'tishda nol ishlari chizig'ini o'tkazish:

a - trassa tarhi; b - nol ishlari chizig'i bo'yicha bo'ylama qirqim (shtrix chiziq bilan ko'rsatilgan)

5.4.2. Erkin va zo'riqib yurish uchastkalarida temir yo'lni trassalash usullari

"Sirkul qadami" yordamida magistral yo'nalishni belgilangandan so'ng erkin va zo'riqib yurish uchastkalari holatiga aniqlik kiritiladi va bevosita

hudud xaritasida temir yo'l trassasini yotqizishni, ya'ni trassalash jarayonini boshlash mumkin.

Birikish stansiyasidan boshlab, ketam-ket ajrim qilish joylari belgilanib, piket va kilometrlarga bo'linib trassalash amalga oshiriladi.

Erkin va zo'riqib yurish uchastkalarida temir yo'lni trassalash usullari tubdan bir-biridan farq qiladi.

Erkin yurish uchastkalarida temir yo'l trassasi tayanch nuqtalar orasida eng qisqa masofa bo'yicha yotqiziladi. Konturli va balandlik to'siqlarini aylanib o'tish uchun erkin yurish uchastkalarida burilish burchaklari hosil bo'ladi. Temir yo'l trassasining ortiqcha uzayishiga olib kelmaslik uchun ushbu to'siqlar qiymat jihatdan katta bo'lmagan ($\leq 15^\circ - 20^\circ$) burilish burchagining ichida joylashishi lozim.

Zo'riqib yurish uchastkalarida temir yo'lni trassalashni asosiy mohiyati trassalash nishabligining qiymatidan to'la foydalanishdan iboratdir. Bunday uchastkalarda temir yo'lni trassasining eng qisqa uzunligi quyidagi ifoda bo'yicha hisoblab topilishi mumkin:

$$L_h = \frac{H_o - H_b}{i_r - i_{e(r)}} \quad (5.6)$$

bunda H_o, H_b - zo'riqib yurish uchastkasining boshlanishi va ohirining yer sathi belgilari, m.

Trassalash nishabligining qiymatidan to'la foydalanish o'z navbatida trassa uzunligini iloji boricha qisqartirish imkoniyatini beradi. Zo'riqib yurish uchastkalarida trassani yotqizishda, erkin yurish uchastkalarining uzunligi va, o'z navbatida, trassaning umumiy uzunligini qisqartirilishini ta'minlash lozim.

5.18-rasmda *A* stansiyasidan *B* yo'nalishi tomonga tushishda zo'riqib yurish uchastkasining ikki holati ko'rsatilgan. Qoradaryodan *B* yo'nalishgacha erkin yurish uchastkasi va umumiy uzunligi qisharoq bo'lgan *st. A-B* trassasi varianti maqquroqdir (5.18-rasmda shtrix chizig'i bilan ko'rsatilgan).

Ba'zi hollarda, trassa uzunligini qisqartirishni, zo'riqib va erkin yurish uchastkalarini maqsadga muvofiq ravishda galma-gal qo'llash evaziga erishish mumkin (5.19-rasm).



5.18-rasm.
Zo'riqib yurish uchastkasining
holatini trassa uzunligiga ta'siri

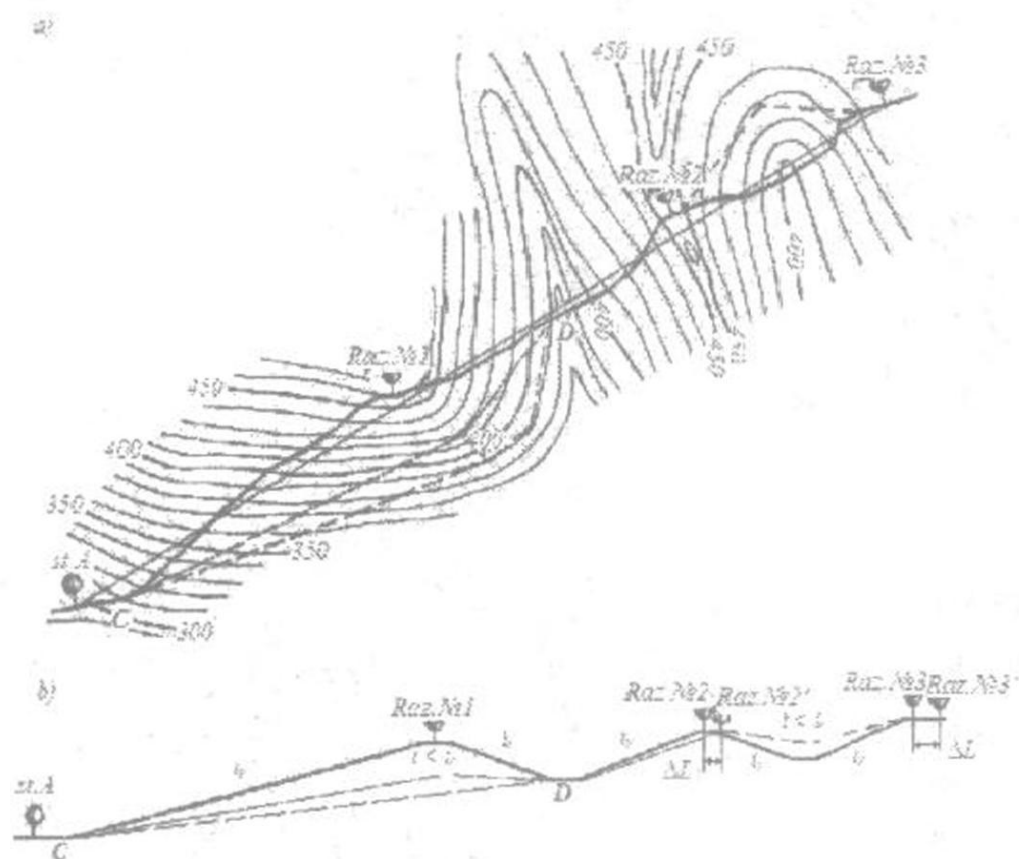
5.19- rasm. Zo'riqib
va erkin yurish
uchastkalarini galma-
gal qo'llash evaziga
trassa uzunligini
qisqartirish



Agar magistral yo'nalish *A* stansiyasidan suv ayirgich tomonga rahbar nishablik bilan belgilansa, trassa uzunligi bir muncha qisqaradi va erkin yurish uchastkasi faqatgina *O* nuqtaga birikish joyida hosil bo'ladi (uzviy shtrix chiziq). Lekin eng qisqa variant ularning kombinatsiyasidan hosil bo'ladi. Bunda trassa, *c-d* erkin yurish uchastkasida bir variantdan ikkinchisiga o'tadi.

Ba'zi hollarda, arrasimon qirqimda oshib o'tilayotgan balandliklar yig'indisi sezilarli darajada kamaysa, trassani uzayishiga qaramay zo'riqib yurishdan erkin yurish uchastkalari evaziga voz kechish mumkin.

5.20-rasmda uzluksiz chiziq bilan *st. A-raz.№3* oralig'idagi to'g'ri geodezik chiziqqa yaqin bo'lgan magistral yo'nalish ko'rsatilgan.



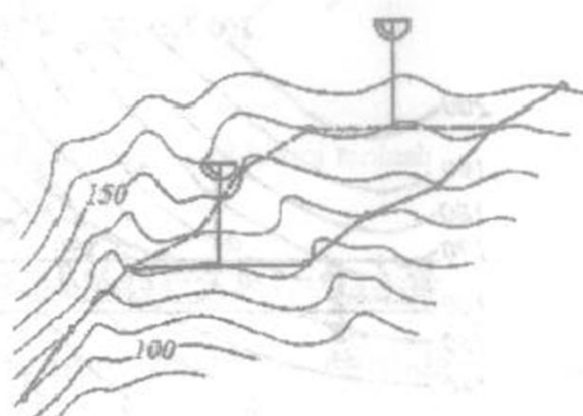
5.20-rasm. Arrasimon bo'ylama qirqimda magistral yo'nalish variantlari: a - temir yo'l trassasi; b - bo'ylama qirqim

Keltirilgan bo'ylama qirqimdan ko'rinib turibdiki, trassa butun uzunligi davomida rahbar nishablik bilan o'tkazilgan bo'lib, oshib o'tilgan

balandliklar yig'indisi xaddan ziyod kattadir. Shtrix va shtrix punktir chiziqlar bilan ko'rsatilgan variantlar trassa uzunligining ΔL va $\Delta L'$ masofaga uzayishiga olib kelsada, oshib o'tilgan balandliklar yig'indisining kamayishiga sabab bo'lmoqda. Trassaning optimal holati variantlarning qurilish va tasarruf sarf-xarajatlarini inobatga olgan holda o'tkazilgan texnik-iqtisodiy taqqoslash natijasida aniqlanadi.

Zo'riqib yurish uchastkasida ajrim qilish punkti uchun joy belgilash lozim. Keyinchalik ajrim qilish punktining holati o'zgarsada, u trassa uzunligini o'zgarishiga sezilarli ta'sir ko'rsatmaydi 5.21-rasm.

5.21-rasm. Zo'riqib yurish uchastkasida ajrim qilish punktining joylashishi



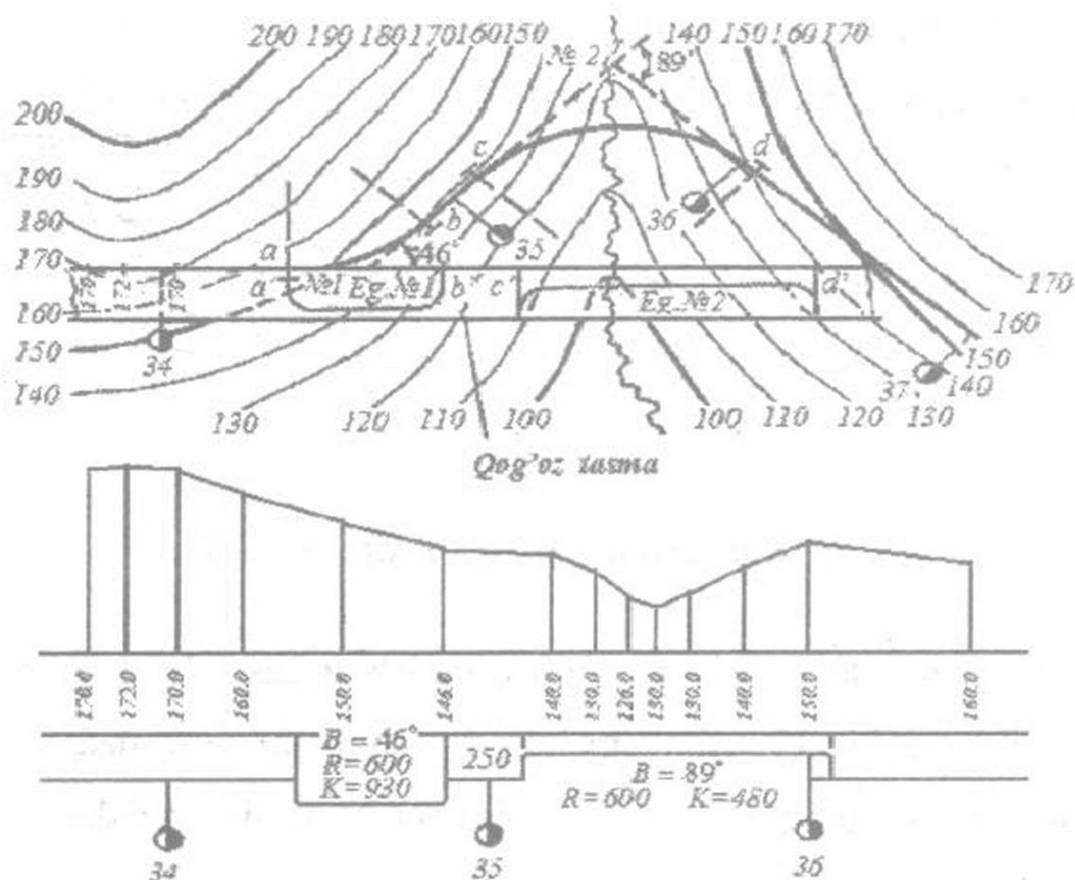
5.4.3. Kameral trassalash texnologiyasi

Trassa chizig'ida erkin va zo'riqib yurish uchastkalarining holatiga aniqlik kiritilgach, bevosita trassalash jarayoniga o'tiladi. Ushbu jarayonda, trassalash boshlang'ich birikish stansiyasining o'qidan boshlab, ketma-ket uzun bo'lmagan bo'lakchalar bilan amalga oshiriladi. Bir vaqtni o'zida temir yo'l tarhini belgilash bilan birga, xarita masshtabida bo'ylama qirqim ham tuziladi.

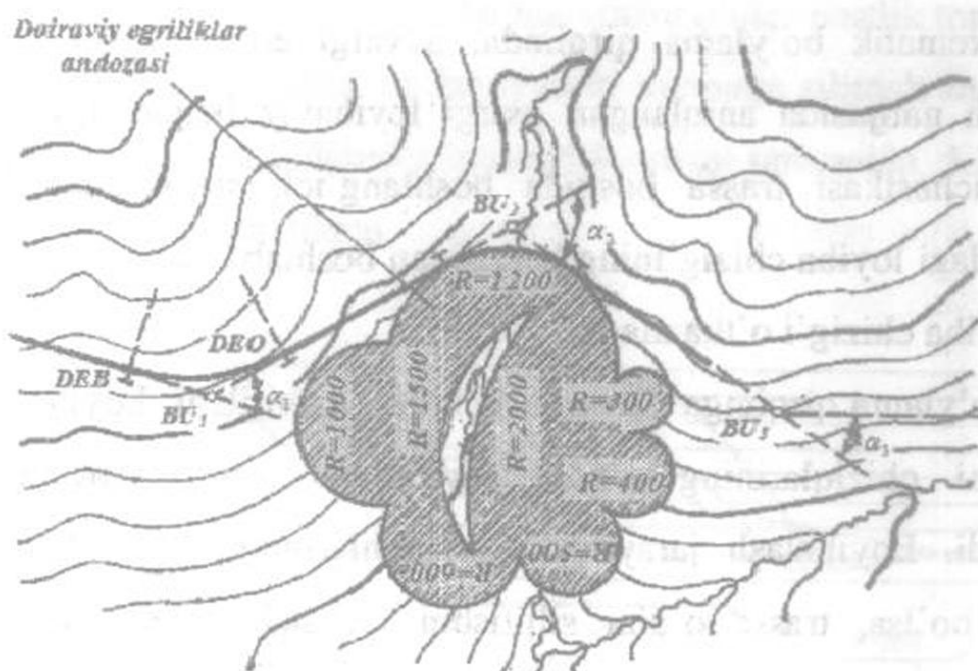
Sxematik bo'ylama qirqimni tuzishda vertikal masshtabni 1:1000, gorizontal masshtabni esa xarita masshtabiga teng qabul qilish maqsadga muvofiqdir. Bo'ylama qirqimga yer sathi belgilarini tushirish uchun qog'oz tasmadan foydalanish mumkin. Ushbu tasmaga trassa kesib o'tgan

gorizontallar, yer sathining barcha xarakterli nuqtalari, daryolar, egriliklarning boshi va oxiri, joydagi eng baland va past nuqtalar holati tushiriladi (5.22-rasm). Trassa tarhini loyihalashda xarita masshtabida tuzilgan egriliklar andozasidan foydalaniladi (5.23-rasm).

Trassalash bevosita boshlang'ich stansiyadan boshlab ketma-ket zo'riqib va erkin yurish uchastkalarida amalga oshirilsada, quyida bir-biridan farq qiladigan turli xil yurishlarda trassalash tartibi bayon qilingan:



5.22-rasm. Xarita masshtabida bo'ylama qirqim tuzish

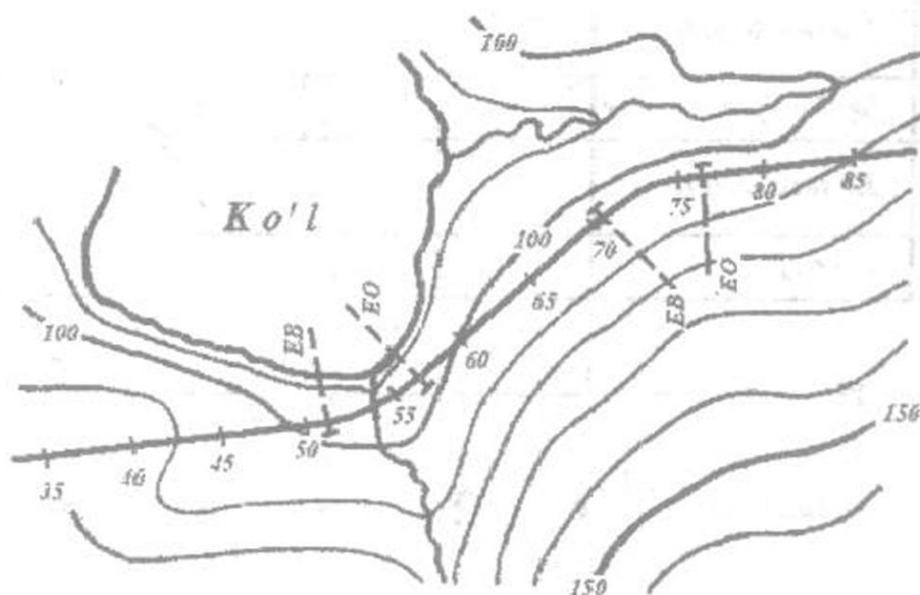


5.23-rasm. Egriliklar andozasi yordamida doiraviy egriliklarni tanlash

5.4.4. Zo'riqib yurish uchastkalarida trassalash tartibi

Zo'riqib yurish uchastkalarida trassalashni quyidagi tartibda amalga oshirish tavsiya etiladi:

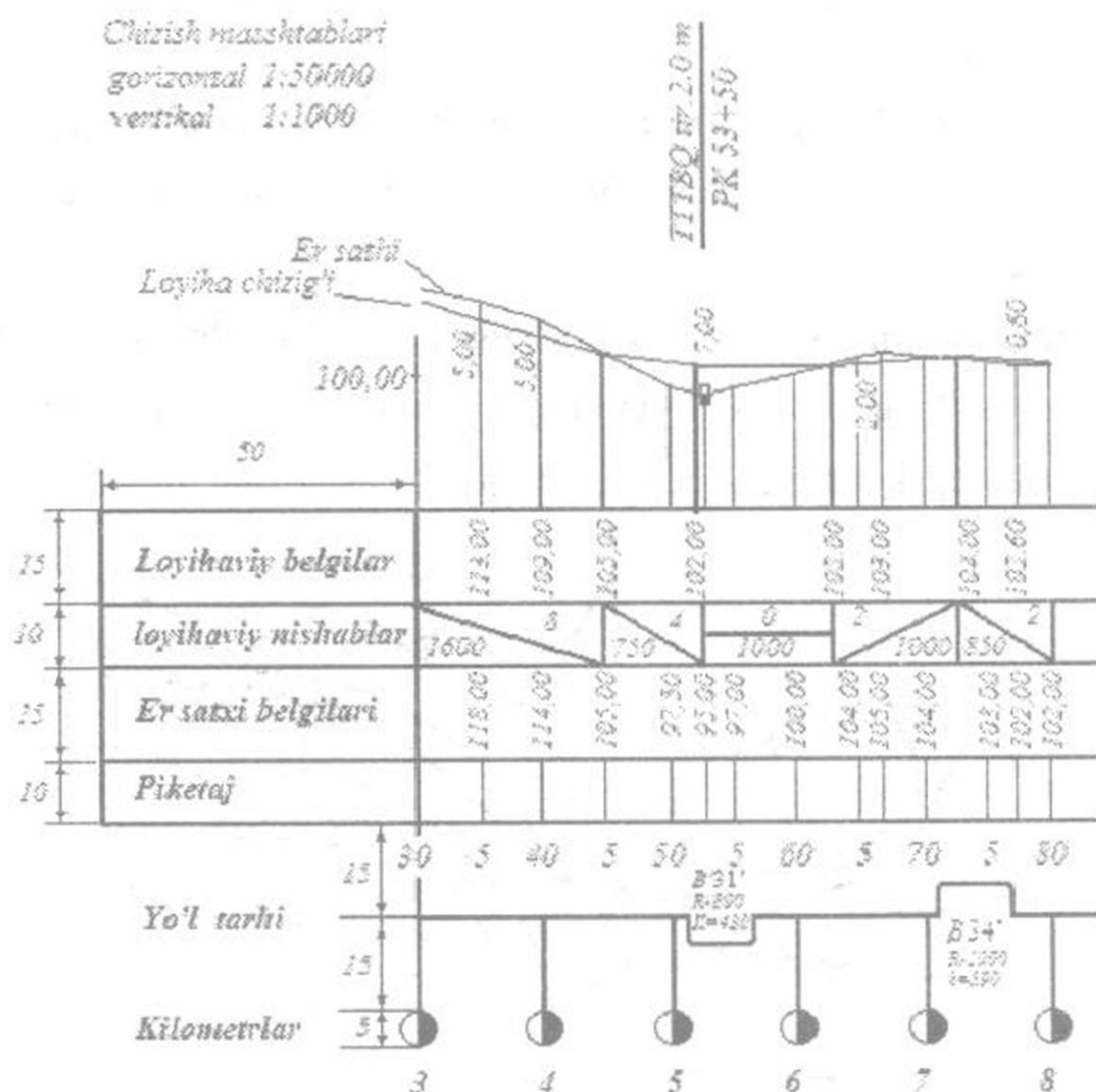
1. Hudud xartasida, nol ishlari chizig'iga mo'ljal qilib uzunligi 2-3 km dan ortiq bo'lmagan trassa tarhi belgilanadi, qog'oz tasmaga yer sathi va xarakterli nuqtalarning belgilari tushiriladi (4.24-rasm);



5.24-rasm. Piketajlarga bo'lish va trassa tarhini loyihalash

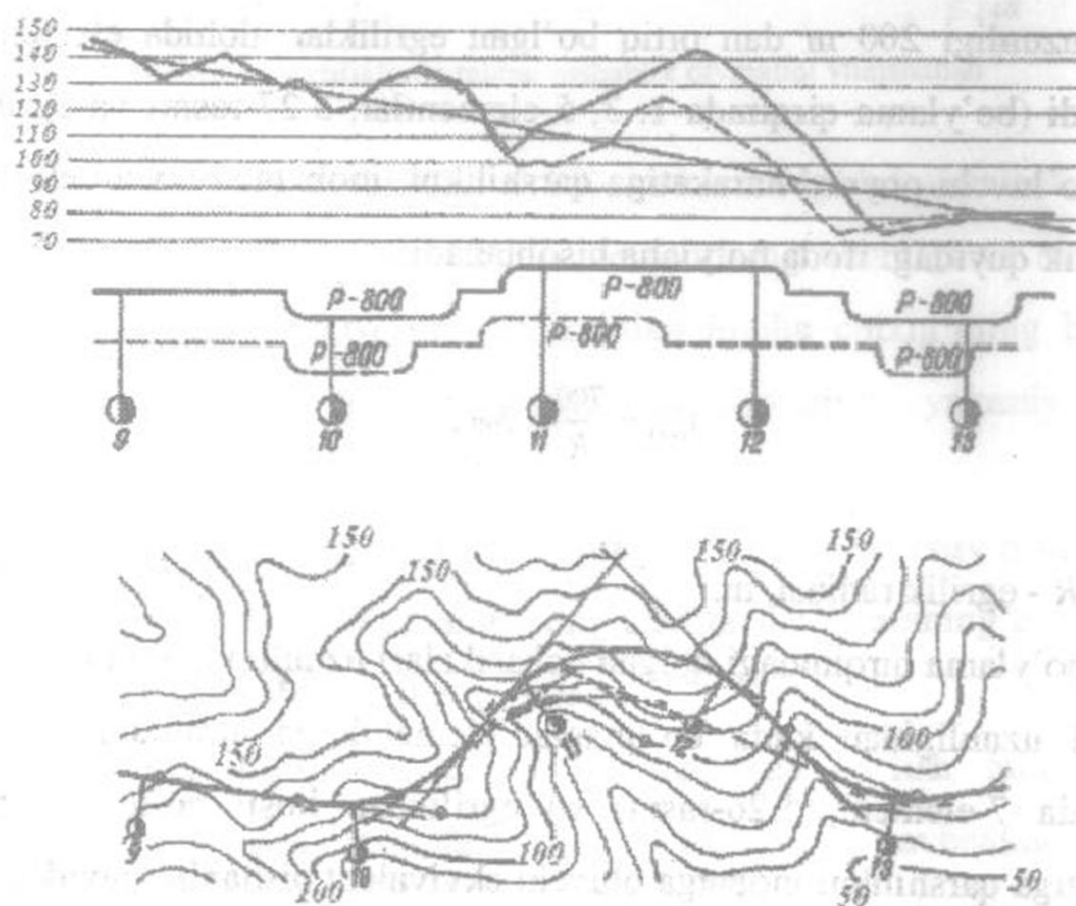
2. Sxematik bo'ylama qirqimda, avvalgi erkin yurish uchastkasini trassalash natijasida aniqlangan oxirgi loyihaviy belgidan yoki zo'riqib yurish uchastkasi trassa boshida boshlang'ich stansiyadan boshlansa, stansiyadagi loyiha chizig'ining belgisidan boshlab $i_{tr} = i_r - i_{e(e)}$ nishablik bilan loyiha chizig'i o'tkaziladi;

3. Bo'ylama qirqimga yer sathi belgilari tushiriladi. Loyiha chizig'i va yer sathi chiziqlarining o'zaro joylashishi yer ishlarining hajmini belgilaydi. Loyihalash jarayonida yer ishlarining hajmi katta ekanligi ma'lum bo'lsa, trassa o'qini siljitishni maqsadga muvofiqligini ko'rib chiqish kerak (5.25-rasm).



5.25-rasm. Sxematik bo'ylama qirqim

Agar chuqur o'ymalar mavjud bo'lsa, trassa o'qini pastlik tomonga, va, aksincha, baland ko'tarmalar bo'lsa, yuqori tomonga siljitish zarur. Avval belgilangan trassa o'qi holatini o'zgartirish, misol tariqasida, 5.26-rasmda shtrix chiziq bilan ko'rsatilgan.



5.26-rasm. Zo'riqib yurish uchastkasida trassa holatini o'zgartirish

4. Yetarli darajada qanoatlantiruvchi loyihaviy yechim topilgandan so'ng, bo'ylama qirqim to'riga yo'l tarhi tushiriladi, barcha egriliklarning boshi va oxiri nuqtalarining holati belgilanadi. Bu o'z navbatida egriliklarning holati, burilish burchagining radiusi va qiymatiga bog'liq holda yumshatilgan rahbar nishablik bilan o'tkazilgan loyiha chizig'ining holatiga aniqlik kiritish imkoniyatini beradi.

Rahbar nishablikning qiymatini yumshatish quyidagi tartibda amalga oshiriladi (5.27-rasm):

a) bo'ylama qirqimda uzunligi 200 m dan kam bo'lmagan, rahbar nishablikning qiymati yumshatilmaydigan to'g'ri chiziqli qismlar ajratiladi (bo'ylama qirqimda 2, 6, 8-elementlar, 5.27-rasm).

b) uzunligi 200 m dan ortiq bo'lgan egriliklar alohida elementlarga ajratiladi (bo'ylama qirqimda 1, 3, 5-elementlar, 5.27-rasm) va egrilikdan hosil bo'luvchi poyezd harakatiga qarshilikni inobatga oluvchi ekvivalent nishablik quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi:

$$i_{e(e)} = \frac{700}{R}, \text{‰}, \quad (5.7)$$

bunda R - egrilik radiusi, m.

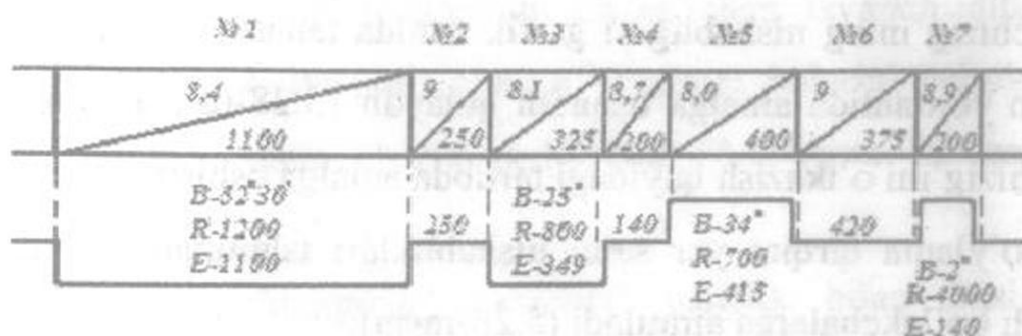
c) bo'ylama qirqimdagi qolgan uchastkalari uzunligi 200 m dan kam va poyezd uzunligidan katta bo'lmagan elementlarga ajratiladi (bo'ylama qirqimda 7-element, 5.26-rasm) va egrilikdan hosil bo'luvchi poyezd harakatiga qarshilikni inobatga oluvchi ekvivalent nishablik quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi:

$$i_{e(e)} = \frac{700}{R} \frac{K}{l_{el}} \quad \text{yoki} \quad i_{e(e)} = \frac{12,2 \cdot \alpha}{l_{el}} \quad (5.8)$$

bunda K - egrilik uzunligi, m;

α - burilish burchagining qiymati, grad;

l_{el} - bo'ylama qirqim elementining uzunligi, m.



5.27-rasm. Egriliklarda rahbar nishablik qiymatini yumshatish

Bo'ylama qirqim nishabliklari 0,1 % ga karrali qilib loyihalanadi.

5. Loyihalangan bo'ylama qirqim elementining uzunligi va nishabligi aniqlangandan so'ng 0,01 m aniqlik bilan loyiha chizig'ining belgilari hisoblanadi. Hisoblab topilgan belgilarga asoslanib, yakuniy loyiha chizig'i o'tkaziladi.

6. Sxematik bo'ylama qirqimga xarakterli nuqtalarda (suv o'tkazuvchi inshootlarning o'qlarida, o'ymaning eng chuqur, ko'tarmaning eng baland nuqtalari va h.k.) ishchi belgilar qo'yiladi.

7. Bo'ylama qirqim va tarhni kilometrlarga bo'lish bilan ushbu bo'lakchada temir yo'lni trassalash jarayoni tugaydi va navbatdagi 2-3 km li bo'lakchada, yuqorida ko'rsatilgan 6 ta bandga asoslanib, trassalash jarayonini o'tkazish mumkin.

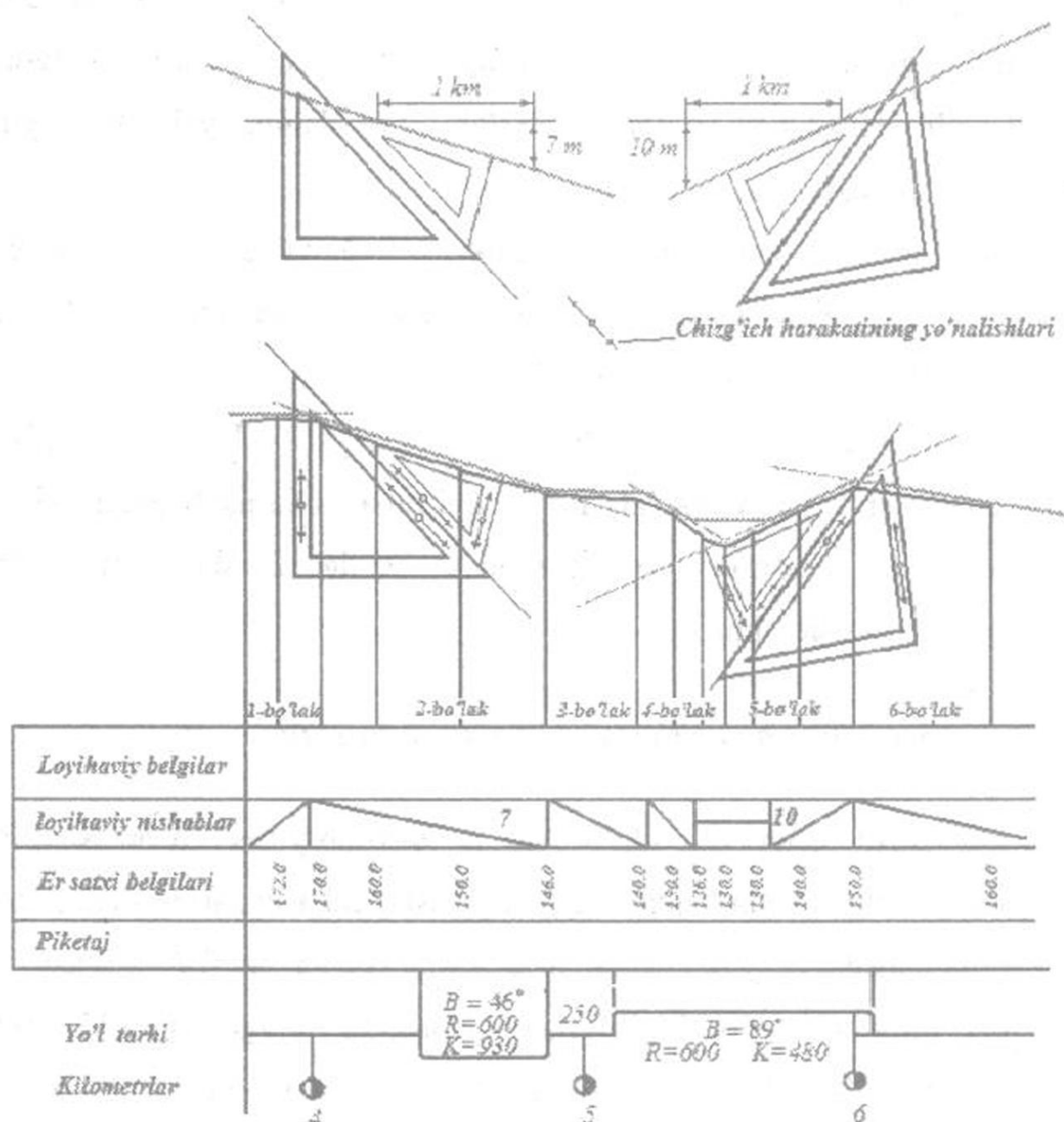
5.4.5. Erkin yurish uchastkalarida trassalash tartibi

Erkin yurish uchastkalarida trassalash, zo'riqib yurish uchastkalarida trassalashdan tubdan farq qiladi. Erkin yurish uchastkalarida trassa tarhi imkon darajasida to'g'ri chiziq qilib loyihalashga harakat qilinadi va bo'ylama qirqimga yer sathi belgilari tushiriladi. So'ngra yer ishlarining hajmi va muhandislik geologik sharoitdan, yer ko'tarmasini qor uyumi bosmasligi shartidan kelib chiqib grafik usulda loyiha chizig'i o'tkaziladi.

Loyiha chizig'ining nishabligini grafik usulda tanlashni 2 ta shishasimon chizg'ich yordamida amalga oshirish qulaydir (5.28-rasm). Grafik usulda loyiha chizig'ini o'tkazish quyidagi tartibda amalga oshiriladi:

1. Bo'ylama qirqim yer sathi nishabliklari taxminan bir xil bo'lgan xarakterli bo'lakchalarga ajratiladi (5.28-rasm);

2. Xarakterli bo'lakchanning yer sathi chizig'iga shishasimon chizg'ich qo'yiladi, bunda chizg'ichni yer sathiga yaqinroq qo'yish maqsadga muvofiqdir;



5.28-rasm. Grafik usulda loyiha chizig'ini o'tkazish

3. Qo'yilgan chizg'ichni ikkinchi chizg'ichga tayanch qilib, zurur yo'nalishda siljitib, loyiha chizig'ining optimal holatini belgilanadi va bo'ylama qirqimga qalin chiziq tushiriladi (4.15-rasm da qalin qizil chiziq);

4. O'tkazilgan chiziqning gorizontal tekislik bilan hosil qilgan burchagi, ya'ni loyiha chizig'ining nishabligini, grafik usulda 0,5 % aniqlik bilan aniqlanadi. Buning uchun gorizontal chiziqda xarita masshtabida 1 km masofa belgilanadi, loyiha va gorizontal chiziqlar orasida hosil bo'lgan burchak qarshisidagi katet o'lchaniladi, ushbu katetning bo'ylama qirqim masshtabidagi qiymati loyihalangan elementning nishabligini aniqlaydi. Misol tariqasida keltirilgan 5.28-rasmdagi chizmada birinchi holda rahbar nishablik 7 % ga, ikkinchi holda 10% ga teng;

5. Elementning aniqlangan loyihaviy nishabligi bo'ylama qirqimga tushiriladi.

Agar to'g'ri chiziqli trassa yer ishlarini ortishiga olib kelsa, u holda to'siqlarni aylanib o'tish uchun bir yoki bir nechta burilish burchaklariga ega bo'lgan variantlar belgilanadi. Ushbu variantlarning bo'ylama qirqimi loyihalanadi va eng ratsional variant tanlanadi.

Shunday qilib, erkin yurish uchastkalarini trassalashda yuqorida keltirilgan tartibning birinchi uchta bandini ketma-ketligi o'zgaradi, 4-7 bandlari esa o'sha tartibda qoladi.

5.4.6. Trassa ko'rsatkichlari

Loyihalangan temir yo'l trassasining asosiy ko'rsatkichlariga quyidagilar kiradi:

- temir yo'l trassasi variantining uzunligi L , km;

- geodezik chiziq uzunligi, L_0 , km;
- trassani rivojlanish koeffitsienti, $\lambda = L/L_0$;
- erkin yurish uchastkalarini uzunligi, km;
- zo'riqib yurish uchastkalarining uzunligi, km.

Trassaning rivojlanish koeffitsientini, erkin va zo'riqib yurish uchastkalari uzunligi bilan qiyoslash natijasida rahbar nishablikning qiymati va trassa yo'nalishi qay darajada to'g'ri belgilanganligiga, qanday variantlarni ko'rib chiqish mumkinligiga baho berish mumkin. Masalan, trassani rivojlanish koeffitsienti ($\lambda > 1,25$) va zo'riqib yurish uchastkalarining solishtirma uzunligi katta (50 % dan ortiq) bo'lsa, trassa uzunligini qisqartirish maqsadida rahbar nishablikning qiymatini oshirish ko'rib chiqilishi mumkin. Va aksincha, trassani rivojlanish koeffitsienti va zo'riqib yurish uchastkalarining solishtirma uzunligi katta bo'lmaganda, zo'riqib yurish uchastkalari uzunligini ko'paytirish hisobiga katta bo'lmagan rahbar nishablik qo'llanishi mumkin. Bu holda rahbar nishablikning kichik qiymati trassani uzayishiga olib kelmasligi kerak. Agar trassa rivojlanish koeffitsienti katta va zo'riqib yurish uchastkalari uzunligi kam bo'lsa, temir yo'l noto'g'ri trassalanganligidan dalolat beradi.

5.5. Katta suv havzalarini kesib o'tishda temir yo'l trassasi

5.5.1. Temir yo'l suv havzalarini kesib o'tish joyidagi inshootlar turi

Temir yo'l daryo, kanal, ko'l, suv omborlari ko'rfazlarni kesib o'tishi joyida turlicha muxandichlik inshootlari loyihalanadi. Ushbu inshootlar ikki turga bo'linadi: poyezdlar o'tkazish qobiliyatiga ta'sir etmaydigan va poyezdlar o'tkazish qobiliyatini cheklaydigan.

Temir yo'lni poyezdlar o'tkazish qobiliyatiga ta'sir ko'rsatmaydigan inshootlarga quyidagilar kiradi: ko'prik kechuvi (oraliq qurilmasi ko'tarilmaydigan va ko'prikdan yo'llar soni asosiy yo'l bilan mos tushgan), tonnelli kechuv, damba, to'g'on orqali kechuv.

Oraliq qurilmasi ko'tariladigan kopriklar, ikki izli temir yo'llarda bir izli ko'priklar, yozda faoliyat ko'rsatadigan paromli kechuv, oqizma ko'prik.

Daryo va kanallarni kesib o'tishda aksariyat hollarda ko'prik kechuvi loyihalanadi. Katta daryo va bo'g'ozlar nafaqat ko'prik bilan, balki tunnel bilan ham kechib o'tilishi mumkin.

Suv to'siqlarini kesib o'tishda eng keng tarqalgan muhandislik inshooti - *ko'prikli kechuvdir*.

Tunnel kechuvini suv havzasi xaddan ziyod chuqur, geologik va gidrologik sharoitlari og'ir, shamoldan tushayotgan kuchlanishlar katta bo'lgan holda loyihalash maqsadga muvofiqdir.

Dambalar (tuproqdan barpo etilgan) suv oqimi va kemalar qatnovi mavjud bo'lmagan suv havzalarini kesib o'tishda qo'llanishi mumkin. Kichik suv sarfiga-ega havzalarida toshdan barpo etilgan *filtrlovchi dambalar* qo'llanishi mumkin.

Loyihalanayotgan temir yo'l trassasi gidrotexnik inshoot yaqinidan o'tsa, uning *to'g'onidan kechuv* sifatida foydalanish mumkin.

Paromli kechuv qurilish narxi juda qimmat bo'lgan boshqa inshootlarni (ko'prik yoki tunnel kechuvi) barpo etguncha qo'llanilishi mumkin. Paromli kechuv doimiy yoki mavsumiy (suv to'siqi qishda muzlasa) bo'lishi mumkin.

Oqizma ko'priklari suv oqimining tezligi kichik, to'liqlanishi sezilarli bo'lmagan, qishda muzlamaydigan suv havzalarini kechib o'tishda qo'llanishi mumkin.

Suv to'sig'ini kechib o'tishda loyihalanadigan inshoot turini tanlash texnik-iqtisodiy hisoblar bilan asoslangan bo'lishi kerak.

Kechuvlar variantlarini taqqoslashda quyidagilarga e'tibor berish zarur:

- inshootni qurish va tasarruf xarajatlari;
- inshootni qurish muddatlari;
- inshootni avtomobil va boshqa turdagi transport vositalari tomonidan foydalanish imkoniyati;
- inshootni kemalar qatnovi va atrof muhitga ta'siri.

Ko'rilyotgan variantlarni barchasi hisoblangan yilda temir yo'lining poyezdlar o'tkazish ehtiyojini ta'minlashi zarur.

5.5.2. Ko'prik kechuvi joyini tanlash

Ko'prik kechuvi joyini tanlashga umumiy holda quyidagilar ta'sir ko'rsatadi: loyihalanayotgan temir yo'lining umumiy yo'nalishi, daryoning morfologik va gidrologik xususiyatlari, muhandislik-geologik sharoitlari, kemalar qatnovi talablari.

Ko'prik kechuvi joyini tanlashga qo'yiladigan asosiy talablar quyidagilar:

1. Ko'prik kechuvini loyihalanayotgan temir yo'l trassasining eng qisqa yo'nalishidan oqmasligi. Ushbu talab magistral temir yo'llarni loyihalashda muhim ahamiyatga ega. Ko'prik kechuvining narxi qay darajada yuqori bo'lsa, trassani uzayishiga qaramasdan qurilish narxini kamaytirish imkoniyatini beradigan ko'prik kechuvi joyini tanlash muhim ahamiyat kasb etadi.

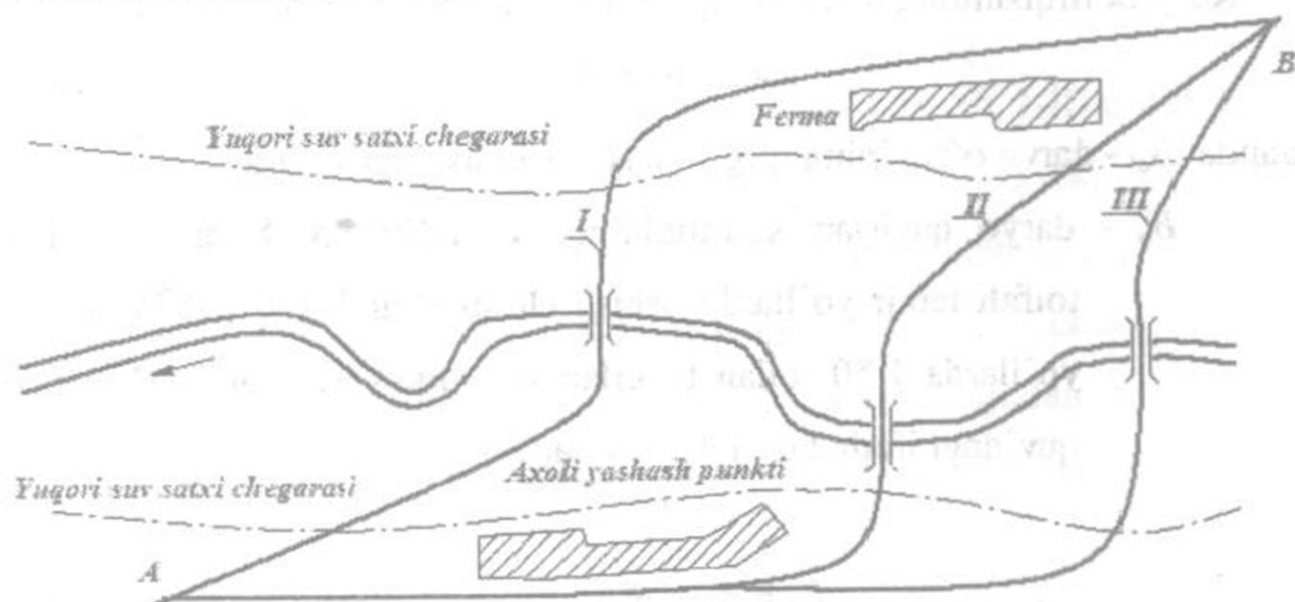
2. Ko'prik kechuvi joyida daryo o'zani mustahkam, imkon qadar to'g'ri chiziqli, o'zan va qayirida suv oqimi parallel bo'lishi, suv sathi ko'tarilganda kam o'zgarishi kerak.

3. Kechuv joyida qayirlar tor va baland, botqoqlanmagan bo'lishi kerak. Bu, o'z navbatida, ko'priikka keltiruvchi ko'tarmalar uzunligi qisqartirish va balandligini kamaytirish, regulyatsion inshootlar o'lchamini kichraytirish yoki ularni loyihalamaslik imkoniyatini beradi.

4. Ko'prik kechuvi o'qi muz bo'laklari to'planadigan, daryoni ajraladigan joylari, orollar bilan mos tushmasligi lozim.

5. Ko'prik kechuvi irmoqlardan quyida joylashishiga yo'l qo'ymaslik kerak.

6. Kechuv o'qini o'zan va qayirdagi oqimlarga perpendikulyar joylashtirish lozim. Bu holda ko'prik tirqishi va regulyatsion inshootlar o'lchami minimal bo'ladi (5.29-rasm).



5.29-rasm. Ko'prik kechuvi trassasi variantlari

7. Muhandislik-geologik shartlarga ko'ra daryo o'zanining ko'prik kechuvi loyihalanyotgan joyida ko'prik tayanchlariga mustahkam asos bo'la oladigan qatlamlar bor variant ustunlikka ega bo'ladi.

8. Kemalar qatnovi mavjud daryolarda ko'prik kechuvi quyidagi shartlari qanoatlantirishi kerak:

- kechuv joyida oqim yo'nalishi va kemalar qatnovi yo'li o'qi imkon qadar parallel, ko'prik o'qi oqimga perpendikular bo'lishi kerak;
- daryo o'zani mustahkam bo'lishi, kemalar harakati o'qi bir qirg'oqdan ikkinchisi tomonga o'zgarmasligi lozim;
- ko'prik imkon qadar to'g'ri chiziqli qisimda joylashgan bo'lishi kerak.

5.5.3. Ko'prik kechuvida temir yo'l trassasining bo'ylama qirqimi

Ko'prik kechuvida bo'ylama qirqimni loyihalash uchun bevosita ko'prikda va daryo qayirida loyiha chizig'ining belgilarini, ko'prik tirqishining o'lchamini aniqlash zarur (5.30-rasm).

Ko'prik tirqishining o'lchami quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$L = B_{o'} + 0,8 \cdot B_q, \quad (5.9)$$

bunda $B_{o'}$ - daryo o'zanining qirg'oqlari chegarasidagi kengligi, m;

B_q - daryo qayirlari kengligining yig'indisi bo'lib qiymati, I-II toifali temir yo'llarda oshish ehtimolligi 1:100 (III-IV toifali yo'llarda 1:50) bilan belgilangan yuqori suv sathi (H_{yuss})da, quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi

$$B_q = B_q^{ch} + B_q^{o'}, \quad (5.10)$$

bunda $B_q^{ch}, B_q^{o'}$ - daryoning chap va o'ng qayirlari kengligi, m.

Ko'priqli kechuvning bo'ylama qirqimi QMQ [1] talablariga asosan loyihalanishi lozim.

$$H_{\min(k)} = H_{kyus} + h + c - h_k \quad (5.12)$$

bunda, H_{kyus} -kemalarni hisoblangan yurish sathi, o'quv maqsadlarida bajariladigan loyihalarda daryo qirg'og'i belgisidan 1 m pastda qabul qilinadi, m;

h - ko'prik oraliq qurilmasining kemalarni hisoblangan yurish sathidan minimal ko'tarilish balandligi, qiymati daryoning toifasiga bog'liq holda 3,5 m dan 13,5 m gacha qabul qilinishi mumkin;

s - ko'prik oraliq qurilmasining tagidan rels tagigacha bo'lgan qurilish balandligi, m;

h_k - rels tagining yer to'shamasidan ko'tarilish balandligi, m.

5.6 Yuqori tezlikli temir yo'llarni trassalash

Ixtisoslashgan tezyurar temir yo'llarni qurishdan ko'zda tutilgan asosiy maqsad yo'lovchilarni safardagi vaqtini tejashdan iboratdir. Shuning uchun ITTY ni trassalashda temir yo'l trassasi belgilangan ikki punkt oralig'ida eng qisqa masofa bo'yicha o'tishini ta'minlash kerak. Agar trassa yo'nalishdagi yirik aholi punktlari orqali o'tganda uzunligi sezilarli darajada ortsa, bunday punktlarni chetlab o'tish maqsadga muvofiqdir. Yirik aholi punktlarida hosil bo'ladigan yo'lovchilar oqimiga qulaylik tug'dirish maqsadida, ya'ni ularni ITTY dan foydalanish imkoniyatini yaratish maqsadida, tezyurar temir yo'l trassasi mavjud temir yo'l bilan bog'lanish bo'g'inlariga ega bo'lishi lozim.

Shu bilan birga, ITTY trassasi bo'ylab har 50-80 km masofada stansiyalar joylashtirilishi ko'zda tutilishi kerak. ITTY ga texnik xizmat ko'rsatish uchun, ta'mirlash texnikasini ushbu stansiyalarga keltirilishini

ta'minlash maqsadida ular mavjud temir yo'l bilan bog'lovchi yo'llarga ega bo'lishi lozim.

Yuqoridagi ikki shart ITTY trassasini o'tkazish prinsiplarini belgilab berdi, ya'ni ITTY trassai eng qisqa masofa bo'yicha o'tishi bilan birga mavjud temir yo'llar bilan bog'lovchi stansiyalarga ega bo'lishi lozim.

Назорат соволлари

1. Qanday jarayonga trassalash deyiladi?
2. Trassaning rivojlanish koeffitsienti nimani ifodalaydi?
3. Temir yo'l yo'nalishini belgilashga qanday omillar ta'sir ko'rsatadi?
4. Temir yo'llarni trassalash usullari qanday farqlanadi?
5. Temir yo'l trassasi yo'nalishiga aniqlik kiritish uchun magistral yo'nalishni belgilab olish lozim.
6. Magistral yo'nalish nima?
7. Magistral yo'nalish qanday belgilanadi?
8. Zo'riqib yurish uchastkalarida trassalash tartibi qanday?
9. Erkin yurish uchastkalarida trassalash tartibi nimadan iborat?
10. Loyihalangan temir yo'l trassasining asosiy ko'rsatkichlariga nimalar kiradi?
11. Temir yo'l suv havzalarini kesib o'tish joyida qabnay inshootlar loyihalanadi?
12. Ko'prik kechuvi joyini tanlashga nimalar tasir ko'rsatadi?
13. Kichik suv o'tkazuvchi inshootlar nima va ular qanday tavsiflanadi?
14. Kichik suv o'tkazuvchi inshootlar trassada qanday jaylashtiriladi?
15. Kichik suv o'tkazuvchi inshootlarning turi va o'lchami qanday belgilanadi?

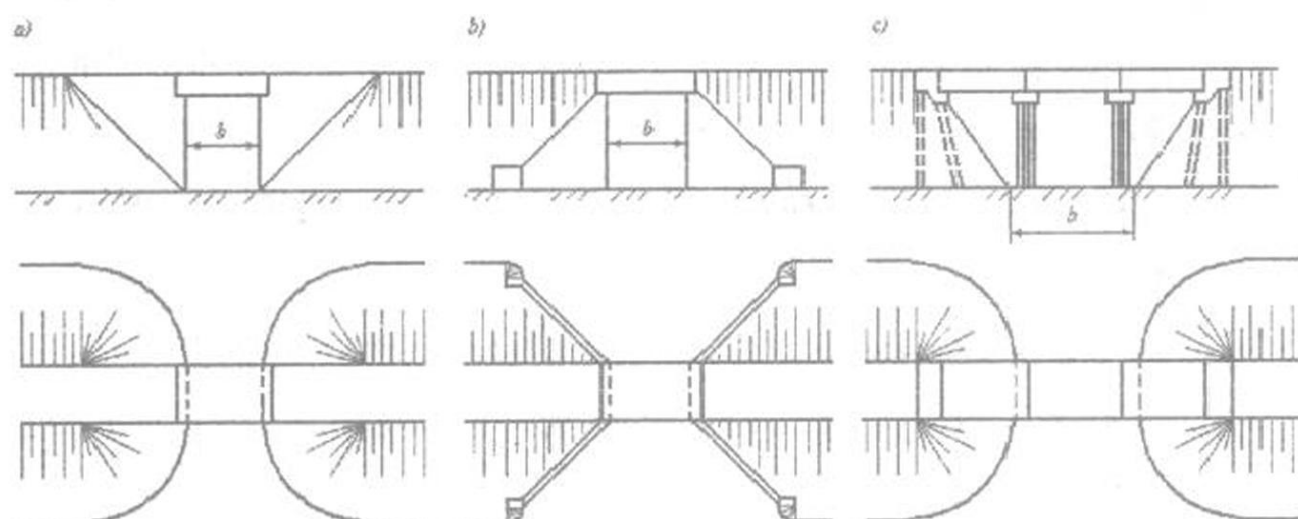
6. Kichik suv o'tkazuvchi inshootlarni joylashtirish, turi va o'lchamini tanlash

6.1. Kichik suv o'tkazuvchi inshootlarning turlari va ularni trassada joylashtirish

6.1.1. Kichik suv o'tkazuvchi inshootlarning turlari

Kichik suv o'tkazuvchi inshootlarga uzunligi 25 m gacha bo'lgan ko'priklar, quvurlar, lotoklar, dyukerlar, akveduklar, filtrlovchi ko'tarmalar kiradi.

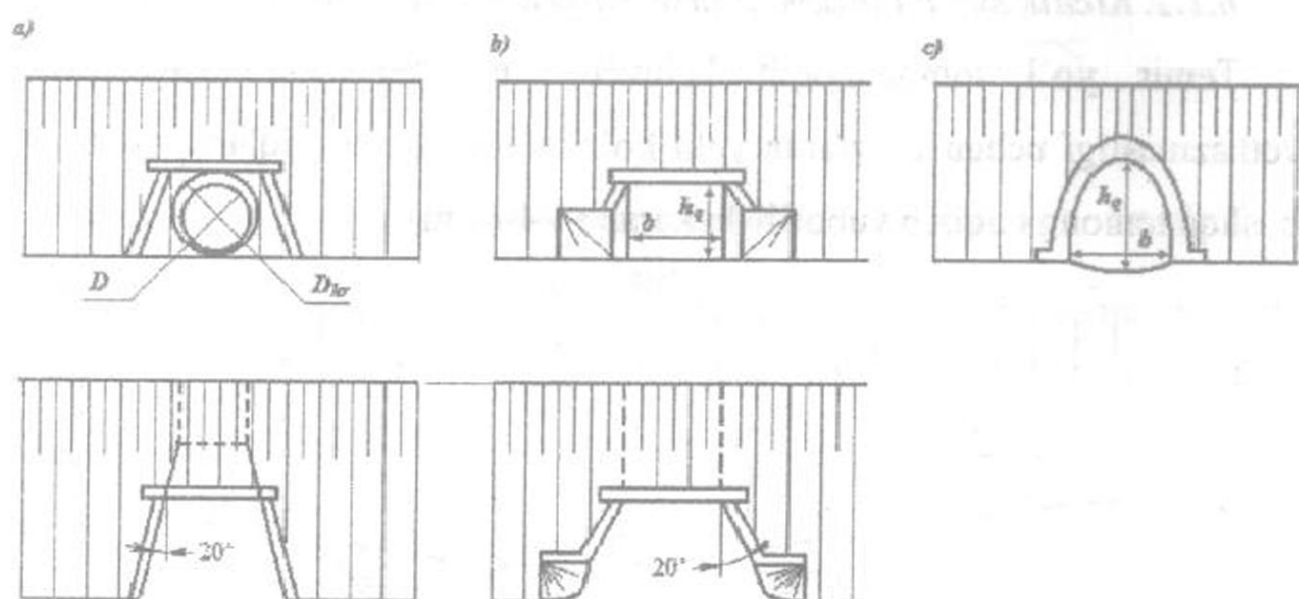
Kichik ko'priklar ko'prik osti tirqishining ko'rinishi va materialiga, oraliq qurilmalarining soniga qarab turlanadi. Ko'prik osti tirqishi to'g'ri to'rtburchakli yoki trapetsiyasimon bo'lishi mumkin (6.1-rasm). Materialiga qarab kichik ko'priklar metall, temir betondan bo'lishi mumkin. Oraliq qurilmalarining soniga qarab ko'priklar bir qurilmali va ko'p qurilmali bo'lishi mumkin. Hozirgi vaqtda yangi temir yo'llarni qurishda aksariyat hollarda qoziqli va qoziq-estakadali yig'ma ko'priklar keng qo'llanilmoqda.



6.1-rasm. Kichik ko'priklarning turlari:

a - mustahkam asosli; b - nishabsimon qanotli; s - konusga ega qoziq-estakadali

Suv o'tkazuvchi quvurlar tirqishini turi va materialiga qarab turlanadi. Tirqishini turiga qarab quvurlar dumaloq (6.2,a-rasm), to'g'riburchakli (6.2,b-rasm), ellips ko'rinishli (6.2,c-rasm); materialining turiga qarab esa temir, temir beton va betondan bo'lishi mumkin. Dumaloq temir beton quvurlar tirqishining o'lchami 1m dan 2 m gacha bo'ladi; dumaloq metall gofrli quvurlar tirqishi 3 m gacha; ellips ko'rinishdagi tirqishi 2 m gacha; to'g'ri to'rtburchakli temir beton quvurlar tirqishi 1 m dan 4 m gacha va beton quvurlar tirqishi 1.5 m dan 6 m gacha.



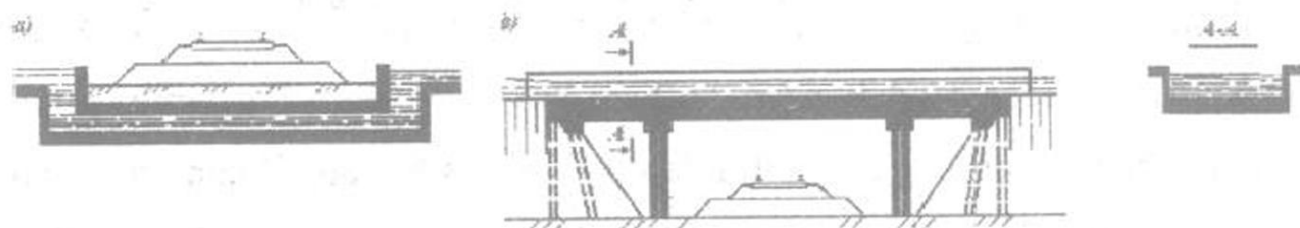
6.2-rasm. Temir beton va beton quvurlarning turlari:

a - dumaloq; b - to'g'ri to'rtburchakli; c - ellips ko'rinishidagi

Tirqishi o'lchami 0,50-0,75 m va yuzasi kesimi to'g'ri to'rtburchakli ochiq va yopiq lotoklar ko'tarma bandligi yetarlicha bo'lmaganda (1 m dan kam) shpallar orasiga joylashtirishga va katta bo'lmagan hajmdagi suv oqimlarini o'tkazishga mo'ljallangan.

Dyukerlar (6.3,a-rasm) melioratsiya amalga oshiriladigan hududlarda hajmi katta bo'lmagan suv oqimlarini past ko'tarma yoki chuqur bo'lmagan o'ymalarnig ostidan o'tkazib yuborish uchun mo'ljallangan. Suv oqimini temir yo'l bilan chuqur o'ymada kesishgan joyida oraliq

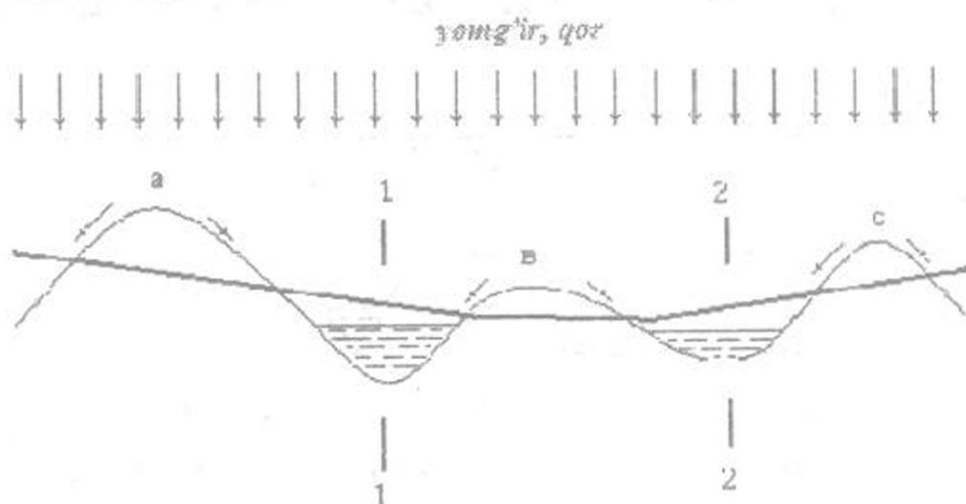
qurilmasida suv oqib o'tadigan ko'priklar - *akveduklar* joylashtiriladi (6.3,b -rasm).



6.3-rasm. Dyuker va akveduk sxemasi: a - dyuker, b - akveduk

6.1.2. Kichik suv o'tkazuvchi inshootlarning trassada joylashtirish

Temir yo'l tomon oqib keluvchi suv yer polotnosiga zarar yetkazmasligi uchun bo'ylama yoki ko'ndalang oqava ariqlari yordamida boshqa tomonga oqizib yuborilishi kerak (6.4-rasm).



6.4-rasm. Temir yo'l trassasi bo'ylab suv yig'ilishi:

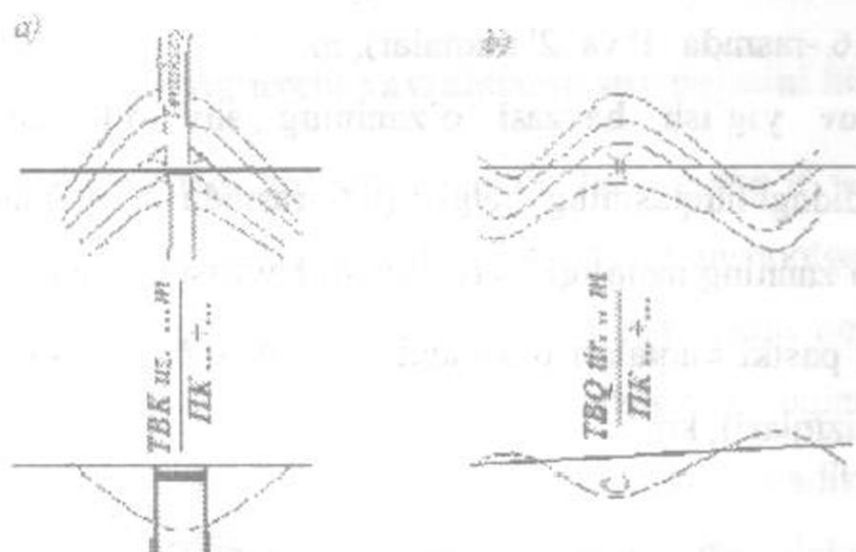
a, b, c - suv ayirgichlar. 1-1, 2-2 suv o'tkazuvchi inshootlarning joylari

Temir yo'l yer polotnosini namlanishi va suv oqimi ta'siridan himoya qilish uchun yer sathining pastham nuqtalarida suv o'tkazuvchi inshootlar joylashtirilishi lozim (6.5-rasm).

Suv o'tkazuvchi inshootlar quyidagi hollarda loyihalanadi:

1. Doimiy suv manba'lari oqimlarida - daryo, soy, jilg'alarda (6.5,a - rasm);

2. Mavsumiy suv oqimlarida - qir, adr, tog' yon bag'rida qurilgan yer polotnosi (ko'tarma) ning yuqori qismida to'plangan suvlarni pastki tomon o'tkazish uchun (6.5,b - rasm).



6.5 -rasm. Suv o'tkazuvchi inshootlarni joylashtirish: a - ko'priklarni; b - quvurlarni

Har bir suv oqimi alohida inshoot orqali o'tkazilishi lozim. Kameral trassalash jarayonida bo'ylama qirqimni trassani batafsil tarhi bilan taqqoslash natijasida suvo'tkazuvchi inshootlarni joylashtirish joyi belgilanadi. Bir-biriga yaqin joylashgan suv oqimlarini bir inshootdan o'tkazish taalluqli hisoblar bilan asoslanishi kerak.

Suv o'tkazuvchi inshootga yog'ingarchilik vaqtida oqib keladigan suv hajmi yig'iladigan maydon yuzasi *suv yig'ish havzasi* (F) deb ataladi. Suv yig'ish havzasi bir tomondan yer polotnosi bilan, yuqori tomondan esa perimetr bo'ylab suv ayirgichlar bilan chegaralanadi.

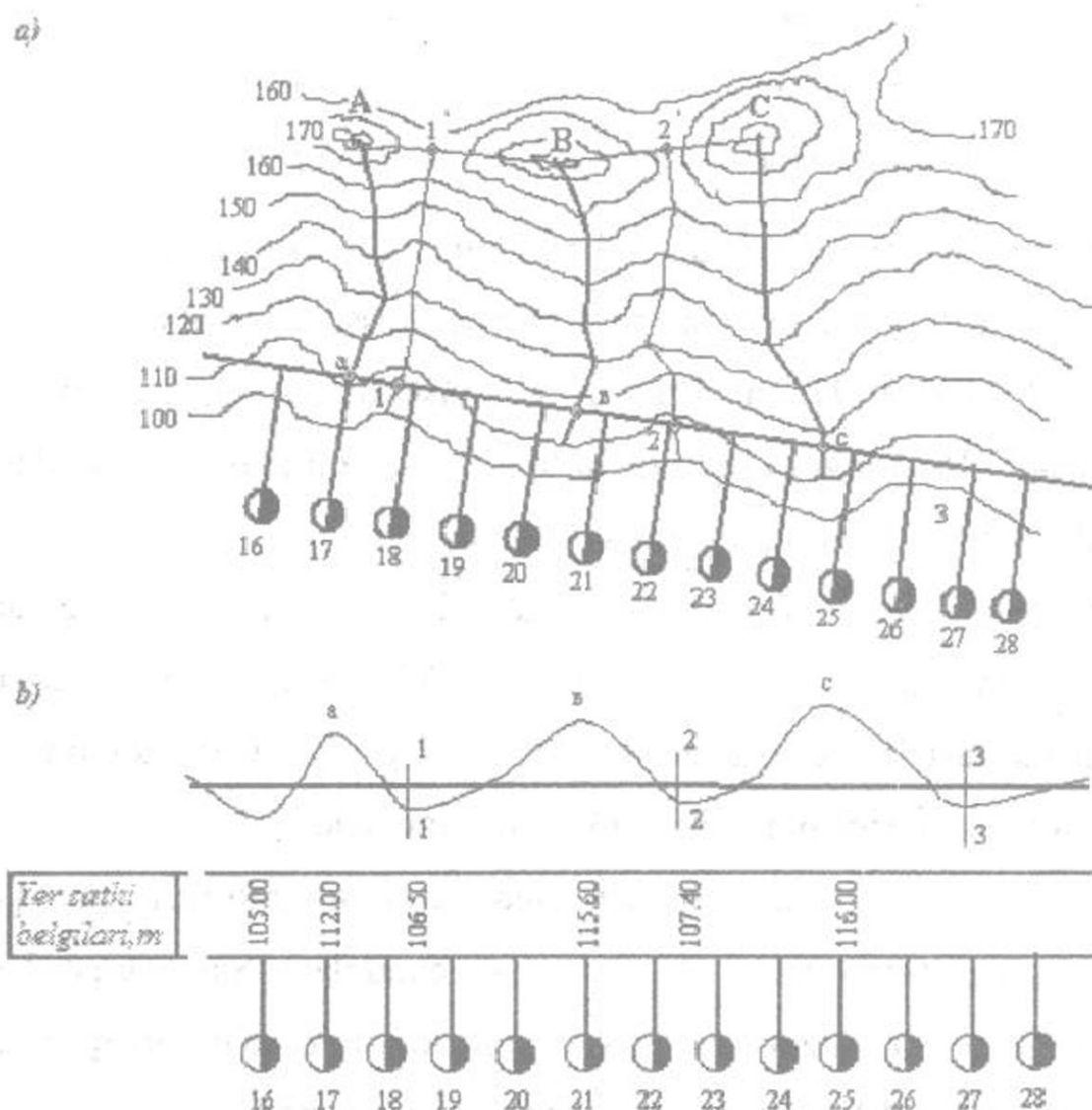
Suv yig'ish havzasining eng past nuqtalarini tutashtiruvchi chiziq o'zan deb ataladi (6.6-rasmda a - A , b - B , s - S chiziqlar). Suv yig'ish havzasi o'zanining eng baland va past nuqtalarini tutashtiruvchi chiziq nishabligi *o'zan nishabligi* deb ataladi va quyidagicha hisoblanadi:

$$I_{o'} = \frac{H_b - H_p}{L_{o'}}, \quad (6.1)$$

bunda H_b – suv yig'ish havzasi o'zanining eng baland nuqtasining belgisi (6.6 -rasmda 1' va 2' nuqtalar), m;

H_p – suv yig'ish havzasi o'zanining suv o'tkazuvchi inshoot oldidagi nuqtasining belgisi (6.6 -rasmda 1 va 2 nuqtalar), m;

$L_{o'}$ – o'zanning uzunligi, suv yig'ish havzasi o'zanining eng baland va pastki nuqtalari orasidagi masofa (6.6 -rasmda 1'-1 va 2'-2 chiziqlari), km.



6.6 - rasm. Suv yig'ish havzasi chegarasini belgilash va yuzasini aniqlash:

a - hudud xaritasida temir yo'l tarhi; b - temir yo'l bo'ylama qirgimi

Suv o'tkazuvchi inshootning turi tanlash va tirqishini belgilash uchun, avvalam bor suv yig'ish xavzasida yig'ilib oqib keladigan suv hajmini hisoblash kerak.

6.2. Kichik suv yig'uvchi xavzalardan suv oqimini hisoblash

Suv oqimlari quyidagi hollarda hosil bo'ladi: yomg'ir yoki jala (sel) yog'ishi; qor yog'ishi natijasida. Suv o'tkazuvchi inshootga suv yig'ish havzasidan bir vaqt birligida oqib kelayotgan suv hajmi *oqim sarfi* deb ataladi Q (m^3/s). Ma'lum suv yig'ish havzasidagi oqim sarfi keng diapazonda o'zgarishi mumkin. Kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, oqim sarfi qanchalik katta bo'lsa, u shunchalik kam qaytariladi. Mamlakat metrologik stansiyalarining ko'p yillik kuzatishlari natijasida yig'ilgan ma'lumotlari statistik o'rganilib, turli hududlar uchun o'rtacha n yilda bir marta (masalan, 50, 100, 300 yil) takrorlanishi mumkin bo'lgan jala yog'ishi yoki qor erishi natijasida hosil bo'ladigan suv oqimining intensivligi belgilangan. Bunday hollarda oqim sarfini oshish ehtimoli $\rho = 1/n$ (1:50, 1:100, 1:300 yoki mos ravishda 2, 1, 0.33 %).

Jala yog'ishida hosil bo'ladigan suv oqimi sarfini hisoblashda quyidagi tahminlarga yo'l qo'yiladi: suv yig'ish havzasining butun maydonida yomg'ir (jala) bir maromda yog'adi; yog'ingarchilik vaqtida yer sathiga bir xil qalinlikda h_{yo} yomg'ir yog'adi. Suv oqimini hosil bo'lishida yog'ingarchilik vaqtidagi barcha suv hajmi ishtirok etmaydi. Ularning bir qismi, h_1 qalinlikdagisi yerga singib ketadi, h_2 qalinlikdagisi daraxt va butalarni ho'llashga sarf bo'ladi, h_3 qalinligidagisi esa hudud mikrorelefida ko'lmaklar sifatida yig'ilib qoladi. Qolgan h_4 qalinlikdagi qismi *qaytish qatlami* deb ataladi va quyidagicha hisoblanadi:

$$h_q = h_{\infty} - (h_l + h_d + h_k). \quad (6.2)$$

Suv oqimi hajmi suv yig'ish havzasi yuzasini qaytish qatlami qalinligi ko'paytmasiga teng, yani

$$W = F \cdot h_q. \quad (6.3)$$

Oqim sarfi esa suv oqimi hajmini suv qaytishi vaqtiga nisbatiga teng

$$Q = \frac{W}{t_q} = \frac{F \cdot h_q}{t_q} \quad (6.4)$$

Qaytish qatlami qalinligining suv qaytishi vaqtiga nisbati $a_1 = h_q / t_q$ suv qaytishi intensivligi deb ataladi va bir vaqt birligida suv yig'ish havzasi yuzasining bir birligidan oqib kelayotgan suv hajmini anglatadi. Suv oqimi sarfi va hajmi suv qaytishi intensivligi orqali quyidagi ifodalar bo'yicha aniqlanadi:

$$W = a_1 t_q F; \quad (6.5)$$

$$Q = a_1 F. \quad (6.6)$$

Ushbu ifodalar umumiy xol uchun haqlidir. Haqiqiy sharoitga yaqinlashish uchun (6.5), (6.6) ifodalarga W ni m^3 ga, Q ni m^3/s ga o'tkazish uchun 1000, 16.7 doimiylarini hamda boshqa bir necha koeffitsientlar kiritamiz va quyidagilarni hosil qilamiz:

$$W = 1000 a_1 t_q F \gamma; \quad (6.7)$$

$$Q = 16,7 a_1 F \varphi \lambda \delta_{\infty}, \quad (6.8)$$

bunda γ – yog'ingarchilikni notekis taqsimlanishini inobatga oluvchi koeffitsient, qiymati hududning iqlim rayoniga bog'liq holda belgilanadi;

φ – suv oqimining to'laligini inobatga oluvchi koeffitsient, oqim to'la bo'lganda maksimal qiymati teng;

δ_{bo} – hududda botqoqlik va ko'llar mavjudligini inobatga oluvchi koeffitsient.

Yomg'ir yoki jala yog'ishidan hosil bo'lgan suv oqimi sarfi yo'riqnoma [6.1] asosida aniqlanadi. Yangi temir yo'l loyihasi variantlarini taqqoslash bosqichida oqim sarfi oshish ehtimoli 1 % bo'gan hol uchun tuzilgan nomogrammalar bo'yicha aniqlanishi mumkin.

Nomogrammalar bo'yicha yer sathining pastqam nuqtasiga oqib keluvchi suv sarfining hajmini hisoblash uchun suv yig'iladigan havza yuzasi F va mavsumiy o'zan nishabligi I_o ni aniqlash kerak.

Misol tariqasida 6.6-rasmda keltirilgan temir yo'l bo'lagi uchun suv sarfini hisoblaymiz. Suv yig'iladigan havza yuzasini hudud xaritasidan foydalanib topish mumkin. Buning uchun xaritada suv yig'iladigan havzaning chegarasi belgilanadi. 6.6,a-rasmda keltirilgan misolda suv yig'iladigan havza yuzasi $a-A-V-v$ siniq chiziqlar va temir yo'l trassasi bilan chegaralangan. Ushbu yuzani planimetr yordamida hisoblab topish mumkin.

Planimetr bo'lmagan taqdirda suv yig'iladigan havza yuzasi konturi millimetrli qog'ozga tushiriladi (6.7-rasm). Ushbu millimetrli qog'ozda butun n_6 va yarimta kataklar n_7 soni hisoblab topiladi. Kataklar sonini xarita miqyosiga ko'paytirish natijasida suv yig'iladigan havza yuzasi quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi:

$$F = (n_6 + 0.5 \cdot n_7) \cdot m. \quad (6.9)$$

Masalan, 6.7-rasmdagi suv yig'iladigan havza yuzasi konturida butun kataklar soni $n_6 = 36$ ta, yarimtalik kataklar soni $n_7 = 24$ ta, xarita miqyosi 1:50000 (yoki $m = 0.5 \cdot 0.5 = 0.25$).

Suv yig'iladigan havza yuzasi esa quyidagiga teng:

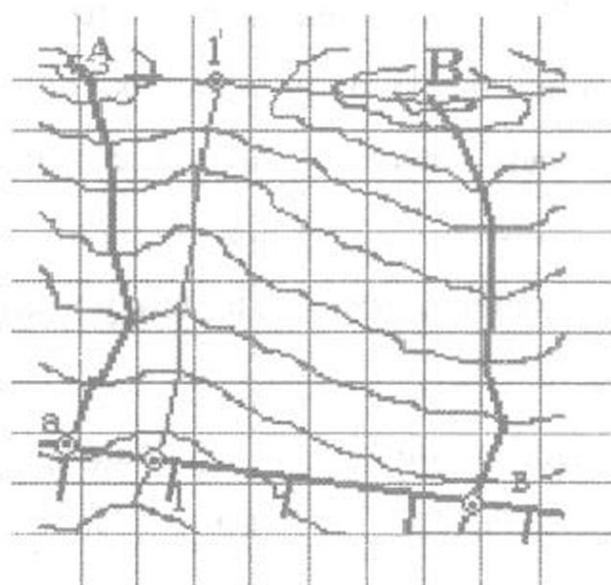
$$F = (36 + 24 \cdot 0.5) \cdot 0.25 = 12 \text{ km}^2.$$

Shu tariqa qolgan suv yig'iladigan havza yuzalari ham hisoblab topilishi mumkin.

Mavsumiy o'zan nishabligi (6.1) ifoda bo'yicha hisoblanadi.

Ko'rilayotgan misolda (6.6-rasm) mavsumiy o'zanni yuqori nuqtasida (1' nuqta) $H_{\text{y}} = 165.80 \text{ m}$, mavsumiy o'zanni pastki nuqtasida (1 nuqta) $H_{\text{n}} = 106.50 \text{ m}$, $L_{\text{y}} = 3.75 \text{ km}$. Mavsumiy o'zan nishabligi esa quyidagiga teng:

$$I_{\text{o}} = (165.80 - 106.50) / 3.75 = 14.48 \text{ ‰}.$$



6.7 - rasm. Suv yig'ish havfzasi yuzasini hisoblash

Suv sarfini hisoblash uchun temir yo'l loyihalanayotgan hudud qaysi jala yog'ish rayoniga va iqlim rayonlari guruhiga kirishi belgilanishi lozim.

O'zbekiston respublikasining barcha viloyatlari III iqlim rayonlari guruhiga mansub. Toshkent, Farg'ona, Andijon, Namangan, Samarqand, Qashqadaryo, Surxandaryo viloyatlari 6-jala yog'ish rayoniga, qolgan viloyatlar esa 3-jala yog'ish rayoniga kiradi.

Suv sarfini hisoblash nomogrammalardan (6.8-rasm) foydalanib amalga oshirishi mumkin. Buning uchun suv yig'iladigan havza yuzasi F , mavsumiy o'zan nishabligi I , temir yo'l loyihalanayotgan hududni jala yog'ish rayoni raqami va iqlim rayoni guruhi raqami boshlang'ich ma'lumot bo'lib hizmat qiladi.

Ko'rilayotgan misoldagi yangi temir yo'l Toshkent viloyatida loyihalanayotganligi uchun hudud III iqlim rayoni guruhiga, 6-jala yog'ish rayoniga mansub, $F=12 \text{ km}^2$, $I_o=14.48 \text{ ‰}$ ga teng. Yuqoridagi boshlang'ich ma'lumotlarga asoslanib nomogrammadan topilgan suv sarfi $Q_n=63.5 \text{ m}^3/\text{s}$ (6.8-rasm).

Hisoblangan suv sarfi hajmi quyidagi ifoda bo'yicha topiladi:

$$Q_s = Q_n \cdot k_m, \quad (6.10)$$

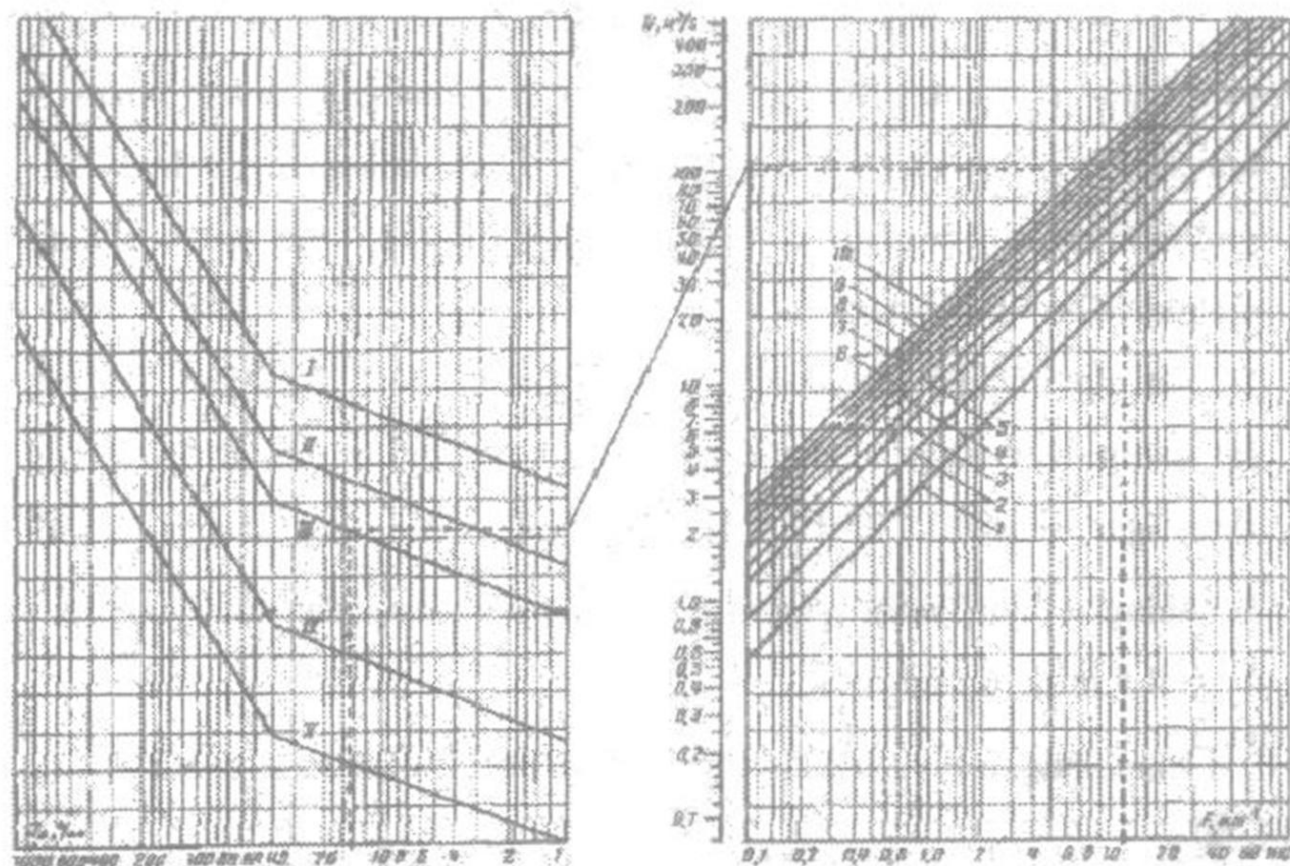
bunda, k_m - hududdagi tuproq turini inobatga oluvchi tuzatish koeffitsienti, qiymati 6.1-jadvalda keltirilgan.

6.1 - jadval

Suv sarfini hisoblash uchun tuzatish koeffitsienti

Suv sarfini oshish ehtimolligi, %	Suv yig'iladigan havzada grunt turini inobatga olib tuzatish koeffitsienti k_m ning qiymati		
	Tuproq, suglinok	qum, qumloq (supes)	g'ovak (rixliy)
0.3	1.46	1.39	1.32
1.0	1.05	1.00	0.96
2.0	0.88	0.84	0.80

Amaldagi QMQ ga asosan birinchi toifali temir yo'llar uchun suv sarfi 0.3 % va 1.0 % oshish ehtimolligi bilan hisoblab topiladi.



6.8-rasm. Qumli va supesli gruntlarda jala yog'ishidan hosil bo'ladigan suv sarfini 1% oshish ehtimolligi bilan aniqlash uchun nomogrammlar

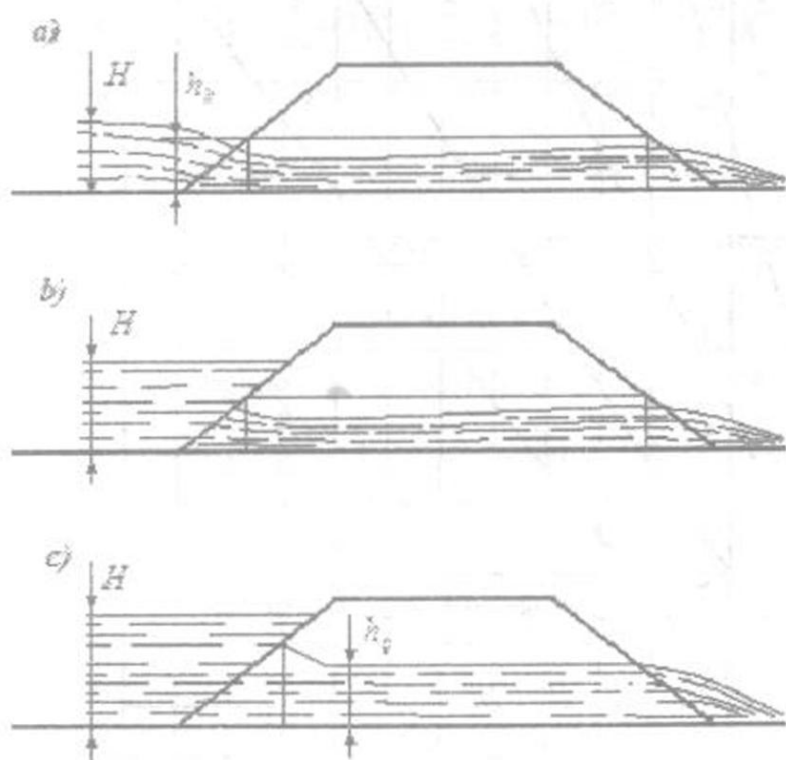
Ko'rib chiqayotgan misolda temir yo'l loyihalanayotgan hududda asosan suglinoklar tarqalgani uchun tuzatish koeffitsientining qiymatini $k_m=1,05$ deb qabul qilamiz. Hisoblangan suv sarfining qiymati quyidagiga teng:

$$Q_s = 63.5 \cdot 1.05 = 66.67 \text{ m}^3/\text{s}.$$

6.3. Suv o'tkazuvchi quvurlar va kichik ko'priklarning suv o'tkazish imkoniyati

Suv o'tkazuvchi inshootlar suv oqimini ikki xil sarfi uchun hisoblanadi: maksimal va hisoblangan. Suv sarfi amaldagi QMQ da temir yo'lining toifasiga bog'liq holda keltirilgan oshish ehtimolligi uchun hisoblanadi.

Suv o'tkazuvchi quvurlar uch xil rejimda ishlashi mumkin: siqilmagan, yarim siqilgan, siqilgan. Siqilmagan holatda quvur tirqishi yopilmagan va suv oqimi erkin sathga egadir (6.9,a-rasm). Agar quvurning tirqishini suv bosgan va suv oqimi erkin sathga ega bo'lsa, bunday holat yarim siqilgan holat deb ataladi (6.9,b-rasm). Suv o'tkazuvchi quvurning tirqishini suv bosgan, quvur ichida suv to'lib oqsa, quvur siqilgan holatda ishlaydi (6.9,c-rasm). Hisoblangan suv sarfi quvurdan siqilmagan holatda o'tkazilishi lozim. Yarim siqilgan va siqilgan holatda poydevorga ega bo'lgan quvurlardan faqat maksimal suv oqimi o'tkazilishi mumkin. Bunda quvur bo'g'inlari choklarini suv o'tkazmasligi va ko'tarmani filtratsiyaga qarshi ustivorligi ta'minlanishi lozim.



6.9-rasm.

Suvni quvurda oqish holatlari:

- a - siqilmagan;
- b - yarim siqilgan;
- c - siqilgan

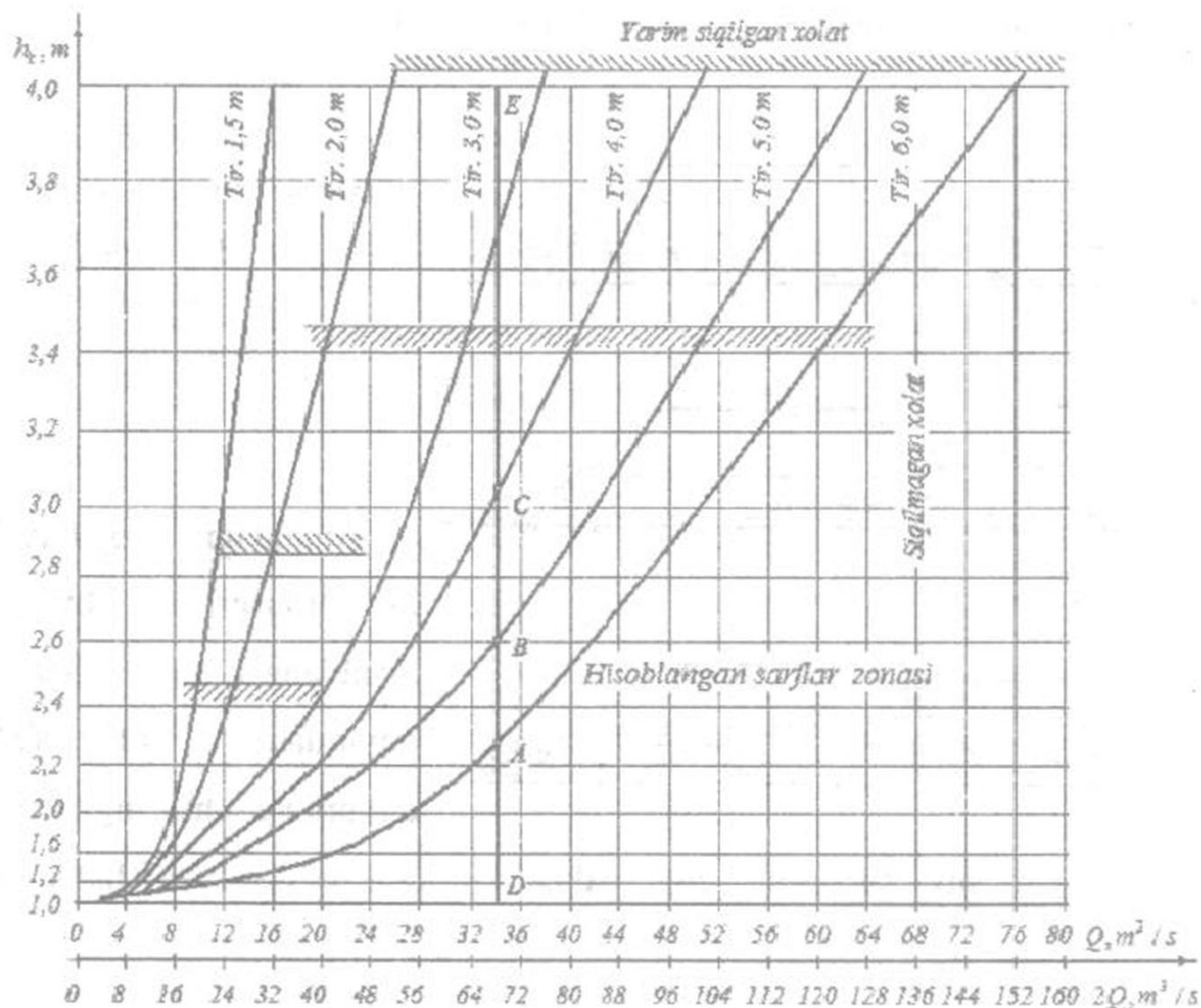
Amaldagi loyihalash me'yorlariga binoan, hisoblangan suv sarfini quvurdan o'tkazishda quvurning ichki eng baland

nuqtasidan suv sathining eng baland sathigacha bo'lgan balandlik quyidagiga teng:

- dumaloq va ellips ko'rinishidagi quvurlarda tirqishi o'lchami 3 m gacha bo'lganda banlandligini 1/4 qismi, 3 m dan ortiq bo'lganda kamida 0,75 m.;

- to'g'ri to'rtburchakli quvurlarda tirqishi o'lchami 3 m gacha bo'lganda balandligini 1/6 qismi, 3 m dan ortiq bo'lganda kamida 0,50 m.

Suv o'tkazuvchi quvurlarning suv o'tkazish qobiliyati quvur tirqishining o'lchami va tirqishlari soniga bog'liq. 6.10-rasmda bir va ikki tirqishli to'g'ri to'rtburchakli beton quvurlarning suv o'tkazish qobiliyati grafiklari keltirilgan. Xuddi shunday grafiklar barcha turdagi quvurlar va kichik ko'priklar uchun mavjud.



6.10-rasm. To'g'ri to'rtburchakli beton quvurlarning suv o'tkazish imkoniyati grafigi

6.4. Kichik suv o'tkazuvchi inshootlar tirqishini aniqlash va turini tanlash

Kichik suv o'tkazuvchi inshootlarning tirqishlari 6.10-rasmdagi kabi suv o'tkazish grafiklaridan foydalanib tanlanadi. Tanlangan tirqish o'z navbatida hisoblangan va maksimal suv oqimini o'tkazayotganda suv o'tkazuvchi inshoot hamda keltiruvchi ko'tarmani saqlanishini ta'minlashi kerak.

6.4.1. Quvur va ko'priklarni saqlanishini ta'minlash

Quvurlarni saqlash uchun QMQ 2.05.01-96 da ko'rsatilgan quvurning ichki eng baland nuqtasidan suv sathining eng baland sathigacha bo'lgan balandlik ta'minlanishi kerak. Buning uchun quvur tirqishi shunday tanlanadiki, hisoblangan suv sarfiga to'g'ri keluvchi vertikal chiziq quvurning suv o'tkazish imkoniyati grafigini hisoblangan sarflar zonasida, yani shtirixlangan chiziqdan pastda kesib o'tishi kerak (masalan, 6.10-rasmda *A*, *B*, *C* nuqtalar). Shu bilan birga, quvur ustida ko'tarmani quyidagi minimal qalinligini (quvur usti sathidan rels tagigacha) ta'minlash zarur: beton va temir beton quvurlar uchun 1.0 m, metall quvurlar uchun esa 1.2 m. Ushbu talab har bir quvur ustida quvurning turiga bog'liq holda ko'tarmani minimal qalinligini aniqlaydi (6.1-jadval).

Loyihalarda tanlangan quvur joylashtirilishi mumkin bo'lgan ko'tarmaning eng katta balandligi ham ko'rsatiladi. Masalan, tirqishi 1 m bo'lgan dumaloq tirqishli quvurlar maksimal balandligi 6 m ga teng: katta diametrli va qolgan barcha beton, temirbeton quvurlar uchun esa 19 m ga teng.

Agar ko'prik tagida o'zan yuvilishiga yo'l qo'yilmasa, ko'prikni giravlik saqlanishi ta'minlanadi. Buning uchun hisoblangan suv sarfini

o'tkazishda suv oqimi tezligi, siqilgan suvni tirash chuqurligi inobatga olinib o'zanni mustahkamlash turi tanlanadi. Maksimal suv sarfini o'tkazishda suv oqim tezligi ortadi. Ko'prik tagida o'zanni xaddan ziyod yuvilishini oldini olish maqsadida suv oqimi tezligini ortishi hisoblangan suv sarfini o'tkazishdagiga nisbatan 20 % ortmasligi kerak. Aks holda ko'prik osti tirqishini kattalashtirish lozim.

6.1-jadval

Konstruktiv shartga binoan quvurni joylashtirish uchun
ko'tarmani minimal balandligi, m

№ t.r.	Quvur turi	Quvur tirqishining o'lchami, m								
		1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0
1	Dumaloq: temirbeton	1,18/ 1,42	1,45/ 1,69	1,72/ 1,96	2,24/ 2,48	-	-	-	-	-
	metall	-	-	1,83/ 2,07	2,33/ 2,57	-	3,33/ 3,57	-	-	-
	gofrlangan	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	To'g'ri to'rtburchakli: temirbeton	2,19/ 2,43	2,21/ 2,45	2,73/ 2,97	2,75/ 2,99	2,78/ 3,02	2,87/ 3,11	2,88/ 3,12	-	-
	beton, balandligi 2m.	-	-	2,78/ 3,02	2,83/ 3,07	-	2,90/ 3,14	-	-	-
	beton, balandligi 3m.	-	-	-	3,81/ 4,05	-	3,90/ 4,14	3,96/ 4,20	4,04/ 4,28	4,11/ 4,35

Izoh: suratida temir beton shpallar uchun ballast qalinligi 0,55 m;

maxrajida yog'och shpallar uchun ballast qalinligi 0,35 m bo'lganda.

Ko'prikning oraliq qurilmalari va boshqa elementlarini saqlanishi ularni suv oqimi ko'prik ostiga kirayotganda suv sathiga nisbatan mos ravishda joylashtirish bilan ta'minlanadi.

Yer polotnosi chekkasining ko'prik o'qi bo'yicha loyihaviy belgisi quyidagi shartni qanoatlantirishi kerak:

$$H_{ck} \geq H_o + h_{kr} + m + c - h, \quad (6.11)$$

bunda H_i – suv oqimi inshootga kirishida o'zanni sathi, m;

h_{kr} – inshootga kirishda suv oqimining chuqurligi, taxminan

$$h_{kr} = (0,75 \div 0,85) H_i;$$

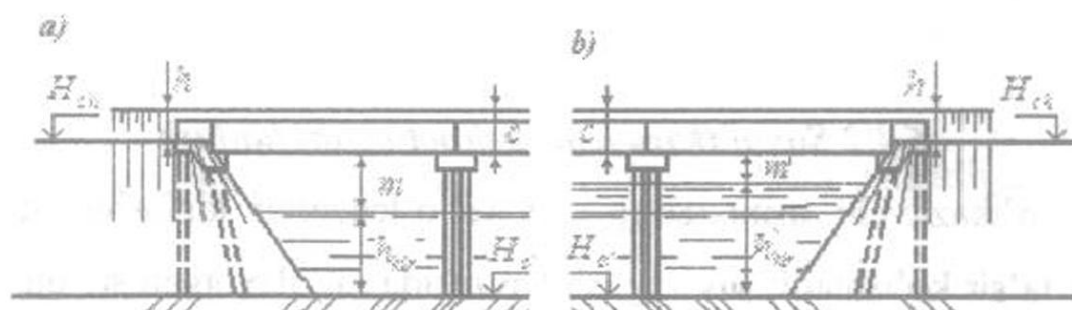
m – suv oqimi ko'prik ostiga kirayotganda ko'prik elementi ostidan suv sathigacha bo'lgan masofa;

c – ko'prik elementi ostidan rels tagigacha bo'lgan masofa, m;

h – yer polotnosi chekkasi sathidan rels tagigacha bo'lgan masofa, m.

Ko'prikning saqlanishi, ko'prik ostidan hisoblangan suv sarfi o'tkazilayotgan suv oqimining chuqurligi h_{kr} va maksimal suv sarfini o'tkazishda suv oqimining chuqurligi h'_{kr} bo'lgan holatlar uchun aniqlanadi (6.11-rasm).

Suv oqimi ko'prik ostiga kirayotganda ko'prik elementi ostidan suv sathigacha bo'lgan masofa hisoblangan suv sarfi o'tkazilayotgan $H_i \leq 1,0$ m bo'lganda $m = 0,5$ m va $H_i > 1,0$ m bo'lganda $m = 0,75$ m; maksimal suv sarfini o'tkazishda suvni tirash balandligidan qat'iy nazar $m = 0,25$ m deb qabul qilinadi.



6.11-rasm. Ko'prik elementlarini saqlanishini tekshirish:

a-hisoblangan suv sarfida; b-maksimal suv sarfida.

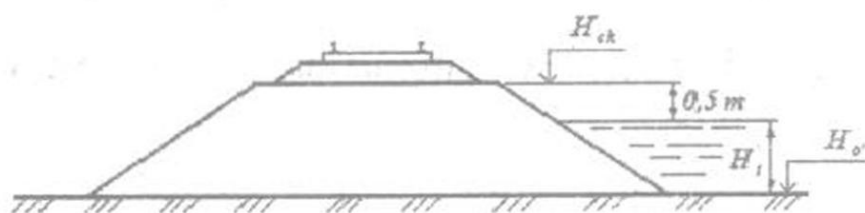
Oraliq qurilmalarning qurilish balandligi ko'prik elementi ostidan rels tagigacha bo'lgan masofa oraliq qurilmani konstruksiyasi va uzunligiga bog'liq holda quyidagiga teng:

$l_{o,q}, \text{ m}$	6,0	9,3	11,5	13,5	16,5	18,7	23,6	27,6	34,2
$c, \text{ m}$	0,95	1,40/	1,55/	1,70/	1,90/	2,05	2,35	2,75	2,94
	1,10	1,20	1,30	1,50					

Izoh: suratida qovurg'ali oraliq qurilmalar uchun;
maxrajida ichi bo'sh oraliq qurilmalari uchun.

Ko'prikka keltiruvchi ko'tarmani suv bosishidag saqlash uchun maksimal suv sarfini o'tkazishda yer polotnosi chekkasi sathining loyihaviy belgisi H_{ch} siqilgan suvni tirash balandligi H'_i dan 0,5 m baland (6.12-rasm) bo'lishi kerak.

$$H_{ch} > H_o + H'_i + 0,5. \quad (6.12)$$



6.12-rasm.

Keltiruvchi ko'tarmani
saqlanishini tekshirish

6.4.2 Suv o'tkazuvchi inshoot turini tanlash

Suv o'tkazuvchi inshootning turi va o'lchamini tanlashga quyidagi omillar ta'sir ko'rsatadi: suv yig'ish havzasida yig'ilayotgan suvning sarfi; ko'tarma balandligi; geologik sharoitlar; inshootni qurishda industrial

usullarni qo'llash imkoniyati, loyihalanayotgan temir yo'lda suv o'tkazuvchi inshootlarning turi va sonini qisqartirish imkoniyati.

Ko'tarma balandligiga bog'liq holda suv o'tkazuvchi inshootlarning quyidagi turlarini qo'llash mumkin:

$h_k \leq 1,25$ m bo'lganda, shpallar orasiga lotoklar yotqiziladi;

$h_k \leq 2,0$ m bo'lganda, diametri 1,0; 1,25; 1,15 m bo'lgan dumaloq temirbeton quvurlar, diametri 1,5 m bo'gan gofrli metall quvurlar;

$2 \text{ m} < h_k \leq 3 \text{ m}$ bo'lganda, diametri 2,0 m bo'lgan dumaloq va tirqishi 2,5 m bo'lgan to'g'ri to'rt burchakli temir beton quvurlar, balandligi 2,0 m va tirqishi 2,5 m bo'lgan beton quvurlar;

$h_k > 3$ m bo'lganda, diametri 3 m bo'gan gofrli metall quvurlar, tirqishi balandligi 2,0 m va barcha o'lchamdagi to'g'ri to'rt burchakli temir beton va beton quvurlar.

Ko'tarma balandligi 8 m dan ortganda qoziq estakadali ko'priklar qo'llanilmaydi, ularning o'rniga suv o'tkazuvchi quvurlar tavsiya etiladi. Tirqishi balandligi 3 m dan ortiq bo'lgan beton quvurlarni joylashtirish uchun ko'tarmaning minimal balandligi 6.1-jadvalda ko'rsatilgan qiymatdan kam bo'lmasligi lozim.

Agar ko'tarmaning balandligi tanlangan suv o'tkazuvchi inshootni joylashtirish imkoniyatini bermasa, quyidagi loyihaviy yechimlardan biri qabul qilinadi:

- trassani tarhida pastki tomonga surib ko'tarma balandligini oshirish (6.13 rasm);

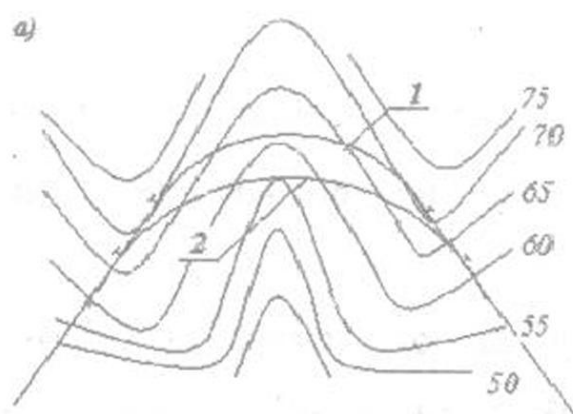
- erkin yurish uchastkalarida, yer ishlari hajmini ortishiga olib kelmasa, trassa tarhini o'zgartirmasdan bo'ylama qirgimda loyiha chizig'ini ko'tarish;

- ko'prikning oraliq qurilmalari sonini ko'paytirish va mos ravishda ko'pri osti tirqishini kattalashtirish;

- bir tirqishli quvur o'rniga tirqishi o'lchami kichikroq bo'lgan ikki yoki uch tirqishli quvurlarni qo'llash;

- o'zanni chuqurlashtirish.

Bir sathdagi kesishuvlar va o'tish joylari sonini qisqartirish maqsadida ko'pri va quvurlarning tirqishi o'lchami yo'lovchilar, poda, avtomobil va qishloq xo'jaligi mashinalarini o'tkazish uchun mos gabaritlargacha kattalashtiriladi.



6.13-rasm.

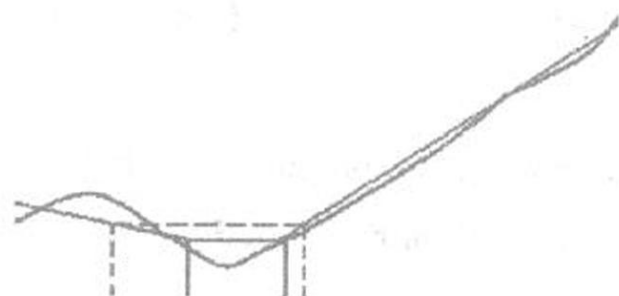
Temir yo'l tarhini qayta loyihalash hisobiga

ko'tarma balandligini oshirish:

a - trassa tarhi;

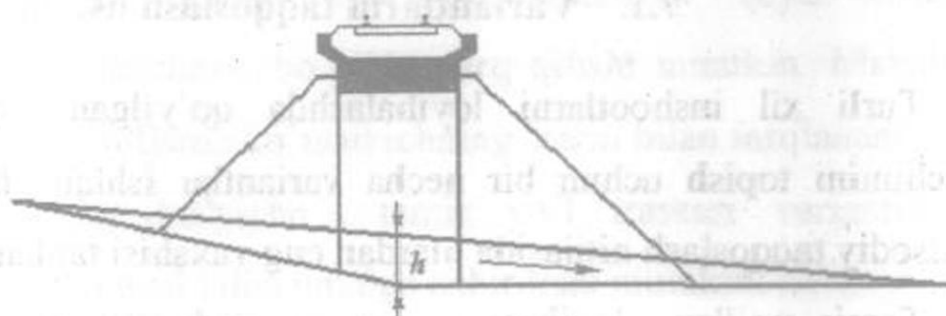
b - trassaning 1-varianti bo'yicha
bo'ylama qirqimi;

c - trassani 2-varianti bo'yicha
bo'ylama qirqimi



6.14 -rasm. Temir yo'l bo'ylama qirqimini qayta loyihalash hisobiga ko'tarma balandligini oshirish

6.14 -rasm. O'zanni
chuqurlashtirish
sxemasi



Назорат саволлари

1. Loyihalanayotgan temir yo'llar variantlarini taqqoslashda qanday ko'rsatkichlardan foydalaniladi?
2. Turli davrda qilingan xarajatlarni boshlang'ich yilga qanday keltiriladi?
3. Oo'zini qoplash muddati nima?
4. Temir yo'l trassasi variantlarini taqqoslash qanday usullar bilan amalga oshirilishi mumkin?
5. Keltirilgan yillik xarajatlar qanday topiladi?
6. Variantlarni taqqoslash uchun yangi temir yo'lni qurilish narxi qanday aniqlanadi?
7. Variantlarni taqqoslash uchun temir yo'lni yillik tasarruf sarf- xarajatlari qanday aniqlanadi?

7. Temir yo'l loyihasi variantlarini texnik iqtisodiy taqqoslash

7.1. Variantlarni taqqoslash usullari

Turli xil inshootlarni loyihalashda qo'yilgan loyihaviy masalani yechimini topish uchun bir necha variantlar ishlab chiqiladi va texnik iqtisodiy taqqoslash natijasida ulardan eng yaxshisi tanlanadi.

Temir yo'llar loyihasi *asosiy* va *mahalliy* variantlarga bo'linadi. *Asosiy*larga trassasi turli yo'nalishga ega, rahbar nishablikning qiymati, qabul qilish jo'natish yo'llarining istiqboldagi foydali uzunligi turlicha bo'lgan, katta suv to'siqlarini kesib o'tishda turli loyihaviy yechimlar qabul qilingan variantlar kiradi.

*Mahalliy*lariga, alohida uchastkalarida trassani holati turlicha bo'lgan (masalan egrilik radiusi yoki kichik suv o'tkazuvchi inshootlarni turi turlicha) variantlar kiradi.

Taqqoslanayotgan variantlarga qo'yiladigan asosiy talab - loyihada qo'yilgan masalani yechishda bir xil natijaga erishilgani va asosiysi belgilangan yuk va yo'lovchilar hajmini harakat xavfsizligini to'la ta'minlagan holda o'zlashtirish. Bundan tashqari barcha variantlar amaldagi qurilish me'yorlari talablariga javob berishi va texnik jihatdan bir xil o'rganib chiqilgan bo'lishi kerak.

Loyihalanayotgan temir yo'llar variantlarini taqqoslashda pullik va natural ko'rsatkichlardan foydalaniladi. *Pullik ko'rsatkichlarga* kapital qo'yilmalar (qurilish narxi va harakat vositalarining narxi) yoki investitsiyalar miqdori, tasarruf xarajatlari va tashishdan olingan daromadlar kiradi. *Natural ko'rsatkichlarga* quyidagilar kiradi: qurilish, tasarruf, temir yo'lni qurish va tasarruf jarayonida atrof muhitga ta'siri, ijtimoiy.

Ko'pgina holatlarda asosiy variantlar yuqorida qayd etilgan ko'rsatkichlarning bir qanchasi bo'yicha farq qilishi mumkin. Mahalliy variantlar esa aksariyat hollarda ko'rsatkichning narxi bilan farqlanadi.

Pullik ko'rsatkichlar bo'yicha temir yo'l trassasi variantlarini taqqoslash quyidagi ikki usul bilan amalga oshirilishi mumkin:

- xarajatlarni qoplash muddati;
- keltirilgan xarajatlar.

Investitsiyalarning iqtisodiy samaradorligini baholash turli davrda qilingan xarajatlarni, kapitalni daromad me'yorining ($0 < E < 1$) investorga ma'qul bo'lgan diskont me'yoridan E foydalangan holda boshlang'ich davrdagi qadr qimmatiga keltirishni ko'zda tutadi.

Diskontlashning mohiyatini quyidagicha tushuntirish mumkin. Agar qandaydir S xarajatlarni ma'lum muddatga kechiktirilsa, diskont me'yori E ni inobatga olib, bir yildan so'ng kechiktirilgan xarajat $S(1+E)$ ga teng bo'ladi. Ikki yildan so'ng kechiktirilgan xarajatlar, uch yildan so'ng $S(1+E)^2(1+E) = S(1+E)^3$ va mos ravishda t yildan so'ng $S(1+E)^t$ ga teng bo'ladi. Shunday qilib, t yildan so'ng qilingan S_t xarajatlar boshlang'ich yildagi $S_t / (1+E)^t$ xarajatlarga teng bo'ladi. Ushbu ifoda maxrajining teskari qiymat, y'iani

$$\alpha_t = \frac{1}{(1+E)^t}. \quad (7.1)$$

Diskontlash koeffitsienti deb ataladigan va (7.1) ifoda bo'yicha topilgan qiymat yordamida turli davrda qilingan xarajatlarni boshlang'ich yilga keltirish mumkin.

Loyihalarni iqtisodiy samaradorligini baholash ko'rsatkichlariga *toza diskontlangan daromad* (TDD) yoki boshqacha tariflanganda *integrallangan daromad* (D_{int}) ham kiradi. Ushbu ko'rsatkich hisoblangan T davrdagi (kamida 15 yil) joriy (xar yillik) daromadlarning boshlang'ich yilga keltirilgan yig'indisi, yoki shu davrda integral natijalarni integral xarajatlardan (diskontning me'yori doimiy bo'lganda) qanchalik katta ekanligini ko'rsatadi:

$$D_{int} = TDD = \sum_{t=0}^T (N_t - H_t) \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (7.2)$$

bunda N_t – yilda erishilgan natijalar (yuk va yo'lovchilarni tashishdan olingan daromad);

H_t – t yilda qilingan xarajatlar (kapital qo'yilmalar va tasarruf xarajatlari).

$(N_t - H_t)$ ayirma joriy yilda olingan daromad deb ataladi. Hisoblangan davrning boshlang'ich yillarida integrallangan daromad salbiy (manfiy) bo'lishi ham mumkin. Loyihani amalga oshirish muddatidan boshlab, integral daromad ijobiy (musbat) ga aylanadigan va undan keyin ham shunday bo'lib qoladigan minimal vaqt integrali investitsiyalarni *o'zini qoplash muddati* deb ataladi. Yoki bu shunday davrki, undan o'tgandan keyin boshlang'ich kapital qo'yilma va boshqa xarajatlar (tasarruf sarf-xarajatlari) loyihani amalga oshirishdan olingan natijalar yig'indisi bilan qoplanishni boshlaydi.

Hisoblangan davrda taqqoslanayotgan variantlardan integral daromadi eng katta bo'lgan variant eng yaxshi deb hisoblanadi. Shu bilan birga, ushbu variantning *o'zini qoplash muddati* ham eng kichik bo'ladi.

Uzunligi bilan keskin farq qiladigan loyihalarni tayotgan temir yo'lining asosiy variantlarini taqqoslashda, variantlarda bir xil hajmda yuk tashilganda ham, variantlarning faoliyat natijalari (N_t) har xil bo'ladi. Mahalliy variantlar uzunliklari bilan deyarli farq qilmaydi va faoliyat natijalari (N_t) ham deyarli bir xil. Shuning uchun qilingan xarajatlar (H_t) kapital qo'yilma (K_t) va yillik tasarruf sarf-xarajatlar (C_t) ning yig'indisi bo'lganligi sababli, mahalliy variantlarni taqqoslashni quyidagi ifoda bo'yicha amalga oshirish mumkin:

$$TDD = \sum_{t=0}^T K_t \frac{1}{(1+E)^t} + \sum_{t=0}^T C_t \frac{1}{(1+E)^t}. \quad (7.3)$$

Ushbu ifoda ilgari keng qo'llanilgan ko'rsatkich "keltirilgan kapital qo'yilma va tasarruf xarajatlari yig'indisi" ga mosdir, yani

$$D_{kcl} = \sum_{t=0}^T K_t \frac{1}{(1+E)^t} + \sum_{t=0}^T C_t \frac{1}{(1+E)^t}. \quad (7.4)$$

Mahalliy variantlarni taqqoslashda (7.4) ifoda bo'yicha hisoblab topilgan qiymati eng kichik bo'dgan variant yeng yaxshi deb topiladi.

Agar kapital qo'yilmalar boshlang'ich yilda bir bosqichda amalga oshirilsa va yillik tasarruf sarf xarajatlar o'zgarmas bo'lsa, (7.4) ifoda quyidagi ko'rinishga keladi:

$$D_{kcl} = K_c + \frac{C}{E}. \quad (7.5)$$

Agar $\sum_{t=0}^T \frac{1}{(1+E)^t} \approx \frac{1}{E}$ ekanligini inobatga olsak, keltirilgan yillik xarajatlarning quyidagiga teng bo'ladi:

$$D_{\text{kel},y} = K_o E + C. \quad (7.5')$$

Yuqorida keltirilgan ko'rsatkichlar bo'yicha variantlarni taqqoslash natijalari ko'p jihatdan qabul qilingan diskont me'yori E ga bog'liq. Bozor iqtisodiyoti sharoitida ushbu qiymat jamg'armalarning depozit protsentidan kelib chiqib belgilanadi. Amalda, inflyatsiya (qadrsizlantirish) hisobiga uning qiymati depozit protsentidan kichikroq qabul qilinadi. Alohida hollarda investitsiyalar bilan bog'liq bo'lgan tavakkalchilikni inobatga olib diskont me'yorini depozit protsentidan katta qabul qilish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Yuqorida qayd etilganlarga asoslanib quyidagi hulosaga kelish mumkin: temir yo'l trassasi variantlarini taqqoslash quyidagi ikki usul bilan amalga oshirilishi mumkin:

- xarajatlarni qoplash muddati;
- keltirilgan yillik xarajatlarning.

Taqqoslanayotgan temir yo'l trassasining ikki variantini hisoblab topilgan qurilish xarajatlari ($K1$, $K2$) va yillik tasarruf sarf-xarajatlari ($S1$, $S2$) ning o'zaro mosligini quyidagi tengliklar bilan ifodalash mumkin:

1. $K1 > K2$, $S1 > S2$;
2. $K1 < K2$, $S1 < S2$;
3. $K1 > K2$, $S1 < S2$;
4. $K1 < K2$, $S1 > S2$.

Tengliklarni tahlil qilib, quyidagi hulosaga kelish mumkin:

- birinchi va ikkinchi holda temir yo'l trassasi variantlari raqobatdosh emas, pullik ko'rsatkichlar bo'yicha birinchi holda birinchi variant, ikkinchi holda esa ikkinchi variant ustunlikga ega;

- uchinchi va to'rtinchi hollarda esa variantlar raqobatdosh.

Raqobatdosh variantlarda ustunlikga ega variantni aniqlash uchun ularni taqqoslash, ya'ni variantlarning qo'shimcha qurilish xarajatlari (ΔK) ni yillik tasarruf sarf-xarajatlarda qilingan iqtisod (ΔS) hisobiga amaldagi qoplash muddatini aniqlash lozim. Xarajatlarni qoplash muddati quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$t_{qop} = \frac{\Delta K}{\Delta C} \quad (7.6)$$

Uchinchi va to'rtinchi holdagi tengliklar vujudga kelganda, amaldagi qoplash muddati mos ravishda quyidagi ifodalar bo'yicha aniqlanadi:

$$t_{qop3} = \frac{K_1 - K_2}{C_2 - C_1}; \quad (7.7)$$

$$t_{qop4} = \frac{K_2 - K_1}{C_1 - C_2}. \quad (7.7')$$

Hisoblab topilgan amaldagi qoplash muddatlari me'yoriy qoplash muddati ($t_{qop(m)}$) bilan solishtiriladi. Agar xarajatlarni amaldagi qoplash muddati me'yoriy qiymatdan kichik, ya'ni $t_{qop3} < t_{qop(m)}$ bo'lsa, qurilish xarajatlari katta variant tanlanadi (uchinchi hol). Aksincha, xarajatlarni amaldagi qoplash muddati me'yoriy qiymatdan katta, ya'ni $t_{qop3} > t_{qop(m)}$ bo'lsa, yillik tasarruf sarf-xarajatlari katta variant tanlanadi (to'rtinchi hol).

Masalan, taqqoslanayotgan variantlarning pullik ko'rsatkichlari $K_1=40$ mlrd. so'm, $K_2=34$ mlrd.so'm, $S_1=5.1$ mlrd.so'm, $S_2=7.2$ mlrd.so'm. Me'yoriy qoplash muddati qiymati $t_{qop(m)}=10$ yil. Ko'rinib turibdiki

variantlar raqobatdosh. Xarajatlarni amaldagi qoplash muddati quyidagiga teng:

$$t_{qop(a)} = \frac{K_1 - K_2}{C_2 - C_1} = \frac{40 - 34}{7.2 - 5.1} = 2.9 \text{ yil.}$$

Ko'rinib turibdiki, $t_{qop(a)} < t_{qop(m)}$. Shuning uchun iqtisodiy ko'rsatkichlar bo'yicha birinchi variant tanlanadi.

7.2 Variantlarni taqqoslash uchun yangi temir yo'lni qurilish narxini aniqlash

Yangi temir yo'l loyihasi variantlarini taqqoslash va loyihaviy yechim qabul qilish uchun, har bir variantni qurilish xususiyatlarini tavsiflovchi kapital qo'yilmalarni aniqlash kerak. Kapital qo'yilmalarni hisoblash usuli loyihalash bosqichi va ko'rilayotgan variantlarni xususiyatlariga bog'liq. Temir yo'l loyihasi variantlarini taqqoslashda kapital qo'yilmalarni quyidagi qo'shiluvchilarini aniqlash kifoyadir: qurilish maydonini tayyorlash, yer polotnosi, su'niy inshootlar, yo'l ustki qurilmasi, narxi yo'l uzunligiga proporsional inshoot va qurilmalar (aloqa va SSB qurilmalari, tasarruf anjomlari, tortish podstansiyalari, kontakt tarmog'i), ajrim qilish punktlari, harakat vositalari.

Quyidagi variantlarini taqqoslash va loyihaviy yechimlarni qabul qilishda inobatga olinadigan kapital qo'yilmalarning qo'shiluvchilarini aniqlash ko'rib chiqilgan.

Umumiy holda, temir yo'l qurilishiga sarflanadigan xarajatlar miqdori quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$K = (K_{yep} + \sum K_{st} + \sum K_{yo'uq} + K_{uz} + \sum K_{aq}) \cdot \alpha, \quad (7.8)$$

bunda, K_{yep} - yer polotnosini qurish narxi, mln. so'm;

K_{zi} - sun'iy va suv o'tkazuvchi inshootlarning narxi, mln so'm;

$K_{yo'uq}$ - yo'l ustki qurilmasining narxi, mln so'm;

K_{uz} - temir yo'l uzunligiga mutanosib bo'lgan qurilmalarning narxi, mln so'm;

K_{aqj} - ajrim qilish joylarining narxi, mln so'm;

α - vaqtinchalik inshootlar va ko'zda tutilmagan sarf-xarajatlarni inobatga oluvchi koeffitsient, qiymati 1.2 -1.4 ga teng.

7.2.1 Yer polotnosini qurish narxi

Yer polotnosini qurish uchun bajariladigan yer ishlarining narxi quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$K_{yep} = V_{yep} \cdot k_{yep}, \quad (7.9)$$

bunda V_{yep} - yer polotnosini qurish uchun bajariladigan yer ishlarining hajmi bo'lib, temir yo'l bo'ylama qirqimiga asoslanib hisoblanadi, ming m^3 ;

k_{yep} - 1 m^3 yer polotnosini qurish uchun bajariladigan yer ishlarining narxi, ming so'm/ m^3 ;

Yer polotnosini qurish uchun bajariladigan yer ishlarining hajmi quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$V_{yep} = V_{yep(b)} + V_{yep(aqj)}, \quad (7.10)$$

bunda $V_{yp(b)}$ - bosh yo'llar yer polotnosini qurish jarayonida bajariladigan yerishlarining hajmi, ming m^3 ;

$V_{yp(aq)}$ - ajrim qilish joylari yer polotnosini qurish uchun bajariladigan yer ishlarining hajmi, ming m^3 .

Ajrim qilish joylari yer polotnosini qurish uchun bajariladigan yer ishlarining hajmi quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi:

$$V_{yp(aq)} = 5,3 \cdot 10^{-3} \cdot n_{yo, yo'} \cdot \sum h \cdot l. \quad (7.11)$$

bunda $n_{yo, yo'}$ - ajrim qilish joylaridagi yon yo'llarning soni;

h - ajrim qilish joylarida yer polotnosining balandligi (chuqurligi), m;

l - ajrim qilish joylarida yer polotnosi massivining uzunligi, m.

Masalan, loyihalanayotgan temir yo'lining ajrim qilish joylarida yon yo'llarning soni 2 ta, ko'tarmadagi yer polotnosining balandligi 0,50 m, uzunligi 1450,00 m. Bu holda yer ishlarining hajmi quyidagiga teng:

$$V_{yp(aq)} = 5,3 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 0,50 \cdot 1450 = 7,685 \text{ ming } m^3.$$

Bosh yo'llar yer polotnosini qurish uchun bajariladigan yer ishlarining hajmi o'yma va ko'tarmalarda bajariladigan yer ishlarining yig'indisi bo'lib quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi:

$$V_{en(\delta)} = \sum V_{\kappa} + \sum V_{yo}. \quad (7.12)$$

Yer polotnosini ko'tarmada (o'ymada) qurish uchun bajariladigan yer ishlarining hajmi quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi:

$$V_{k(o)} = q \cdot l, \quad (7.13)$$

bunda l - ko'tarma yoki o'ymadagi yer massivining uzunligi, km;

q - yer polotnosini ko'tarma yoki o'ymada qurish uchun bajariladigan yer ishlarining 1 km ga to'g'ri keluvchi hajmi bo'lib, yer polotnosi asosiy maydonchasining kengligi va ko'tarma (o'yma) ning o'rtacha ishchi belgisi h ga bog'liq holda aniqlanadi, ming m^3 / km .

Ko'tarma (o'yma) ning o'rtacha ishchi belgisi h va yer massivining uzunligi l loyihalangan temir yo'lning bo'ylama qirgimi bo'yicha qabul qilinadi.

1 m^3 yer polotnosini qurish narxini aniqlash uchun yer ishlarini bajarish murakkabligi aniqlanadi. Yer ishlarini bajarish murakkabligi asosiy temir yo'llarning 1 km ga to'g'ri keladigan yer ishlarining hajmiga bog'liq.

Temir yo'llarning 1 km ga to'g'ri keladigan yer ishlarining hajmi quyidagi ifoda bo'yicha topiladi:

$$V'_{yp(b)} = \frac{V_{yp(b)}}{L}, \quad (7.14)$$

bunda L - temir yo'l trassasining uzunligi, km.

7.2.2. Sun'iy inshootlarning narxi

Sun'iy inshootlarning narxi loyihalalanayotgan temir yo'ldagi barcha quvurlar, tonnellar, ko'priklarning narxlari yig'indisidan iboratdir.

Bir, ikki va uch tirqishli dumaloq temir beton, bir, ikki va uch tirqishli to'g'ri burchakli temir beton, bir va ikki tirqishli to'g'ri burchakli beton quvurlarining narxi ma'lumotnomalarda grafiklar yoki jadvallar ko'rinishida keltiriladi.

Agar loyihalangan suv o'tkazuvchi yoki boshqa su'niy inshootlar uzunligi $l_{st}(i)$ ma'lum bo'lsa, ularning narxi quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanishi mumkin:

$$K_{st(i)} = l_{st(i)} \cdot k_{st(i)}, \quad (7.15)$$

bunda $k_{st(i)}$ - i turdagi su'niy yoki suv o'tkazuvchi inshootlarning 1 pogon metrini narxi, ming so'm/m.

Suv o'tkazuvchi quvurlar, kichik ko'priklar (qoziq-estakadali va temir beton), katta ko'priklar va tonnellar, temir yo'lni avtomobil yo'li bilan kesishuvida loyihalangan ko'priklar (yo'l o'tkazgichlar), loyihalalanayotgan temir yo'l mavjud temir yo'l bilan kesishgan joyda loyihalanadigan temir yo'l ko'prigi, loyihalalanayotgan temir yo'l mavjud avtomobil yo'l bilan kesishgan joyda bir sathda loyihalanadigan kesishuvlarning ning 1 pogon metrini narxi ma'lumotnomalar yoki namunaviy loyihalardan qabul qilish mumkin.

7.2.3. Yo'l ustki qurilmasining narxi

Temir yo'llarning yo'l ustki qurilmasining narxi uning quvvatiga, ya'ni rels rusumi, shpal va ballast qatlamining turiga bog'liq. I toifadagi temir yo'llarda [1] ga asosan R 65 rusumli relslar yotqizilishi ko'zda tutilgan.

Qolgan hollarda yo'l ustki qurilmasining quvvatini belgilash uchun, temir yo'lda 5-tasarruf yilida yo'lovchi poyezdlarini inobatga olgan holda aniqlanadigan yuk tashish miqdorining hisoblangan brutto qiymatini aniqlash lozim.

Yangi temir yo'lda 5-tasarruf yilidagi yo'lovchi poyezdlarini inobatga olgan holdagi yuk tashish miqdorining hisoblangan brutto qiymatini quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$I_{b(n)}^* = \frac{\Gamma'_{n(5)} + \Gamma''_{n(5)}}{\eta} + 2 \cdot N_{yo'l} (Q_{yo'l} + P) \cdot 365 \cdot 10^{-6}, \quad (7.16)$$

bunda $\Gamma'_{n(5)}, \Gamma''_{n(5)}$ - temir yo'lda toq va juft 5-tasarruf yilida tashiladigan yuk ko'lami, mln Tkm/km;

$N_{yo'l}$ - yo'lovchi poyezdlarining soni, juft poyezd/sutkada;

$Q_{yo'l}$ - yo'lovchi poyezdlarining og'irligi, t;

P - lokomotiv og'irligi, t;

η - poyezdning yuk ko'tarish imkoniyatidan foydalanish koeffitsienti.

Poyezdning yuk ko'tarish imkoniyatidan foydalanish koeffitsienti quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi:

$$\eta = \frac{Q_{yuk}}{P + Q_s}. \quad (7.17)$$

Agar hisoblar natijasida $\Gamma_{br(s)} > 25$ mln. Tkml/km bo'lsa, R65 rusumli relslar, aks holda R50 rusumli relslar qabul qilinadi.

Yo'l ustki qurilmasining narxi quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$K_{yo'uq} = k_{yo'uq(b)} \cdot L + k_{yo'uq(aqj)} \cdot \sum l_{(aqj)} \quad (7.18)$$

bunda $k_{yo'uq(b)}$ - asosiy yo'llardagi yo'l ustki qurilmasining narxi, mln. so'm/km;

$k_{yo'uq(aqj)}$ - ajrim qilish joylaridagi yo'llarda yo'l ustki qurilmasining narxi, mln. so'm/km;

L - temir yo'ldagi asosiy yo'llarning uzunligi, km;

$l_{(aqj)}$ - ajrim qilish joylaridagi yo'llarning uzunligi, km.

7.2.4 Temir yo'l uzunligiga mutanosib bo'lgan qurilmalarning narxi

Temir yo'l uzunligiga mutanosib bo'lgan qurilmalarning narxi quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi:

$$K_{uzn} = (k_{mt} + k_{stb} + k_{el} + k_{uy}) \cdot L, \quad (7.19)$$

bunda, k_{mt} - qurilish maydonchasini tayyorlashga ketgan sarf xarajatlar, mln so'm/km;

k_{stb} - aloqa va STsB qurilmalarining narxi, mln so'm/km;

k_{el} - elektr ta'minoti qurilmalarining narxi, mln so'm/km;

k_{uy} - jamoa, fuharo imoratlari va uy joylarning narxi, mln so'm/km/

Yuqorida qayd etilg'an narxlar - k_{mt} , k_{strb} , k_{el} , k_{ay} ma'lumotnomalardan yoki o'xshash loyihalardan qabul qilinishi mumkin.

7.2.5. Ajrim qilish joylarining narxi

Ajrim qilish joylarining narxi quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi:

$$K_{ajl} = \sum_{i=1}^n k_{ajl(i)} \cdot n_{ajl(i)}, \quad (7.20)$$

bunda $k_{ajl(i)}$ - i turdagi ajrim qilish joylarining narxi, mln so'm;

$n_{ajl(i)}$ - i turdagi ajrim qilish joylarining soni, dona.

7.3. Variantlarni taqqoslash uchun temir yo'lni yillik tasarruf sarf- xarajatlarini aniqlash

Temir yo'l trassasi variantlarini taqqoslash uchun yillik tasarruf sarf xarajatlari umumiy holda poyezdlarni harakatga keltirish va temir yo'l doimiy inshootlarini tasarruf sarf-xarajatlarining yig'indisi sifatida quyidagi soddalashtirilgan ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$C = C_{hk} + C_{dl} \quad (7.21)$$

bunda C_{hk} - poyezdlarni harakatga keltirish sarf-xarajatlari;

C_{dl} - doimiy inshootlarni tasarruf sarf-xarajatlari.

7.3.1 Poyezdlarni harakatga keltirish sarf-xarajatlari

Poyezdlarni harakatga keltirish sarf-xarajatlarini loyihalash bosqichiga bog'liq holda birlik, guruhlashgan xarajatlar me'yori yoki ko'rsatkichlar tizimidan foydalanib aniqlash mumkin.

Xarajatlar me'yori va ko'rsatkichlarning birlik va guruhlashgan tizimida poyezdlarni harakatga keltirish sarf-xarajatlari bevosita harakatga keltiriladigan poyezdlarning soniga bog'liq.

Poyezdlarni harakatga keltirish sarf-xarajatlarini aniqlashda temir yo'l trassasi ko'rsatkichlari (temir yo'l trassasi uzunligi, bo'ylama qirgimi va tarhi elementlarining parametrlari) va tortish hisoblarining natijalari (lokomotivlarning tortish kuchi va harakatga qarshi kuchlarini bajargan ishi, poyezdlarni yurish vaqti, dizel yoqilg'si yoki elektr energiyasi sarfi) boshlang'ich ma'lumot bo'lib xizmat qiladi.

Yuk poyezdlarining soni ma'lum hisobot yilida yuk tashish miqdoriga bog'liq holda yuk oqimi katta bo'lgan yo'nalishda (u tomonga) quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$N_{yuk}^{(uz)} = \frac{I^{(uz)}}{\gamma_{n/b} \cdot Q_{(yuk)o'r}} \cdot 10^6, \quad (7.22)$$

Yuk oqimi kichik bo'lgan teskari yo'nalishda (orqa tomonga) quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$N_{yuk}^{(or)} = \frac{I^{(or)} + I^{(uz)} \cdot \left(\frac{1}{\gamma_{n/b}} - 1\right)}{Q_{(yuk)o'r}} \cdot 10^6, \quad (7.23)$$

bunda $I^{(ut)}, I^{(ot)}$ - yuk oqimi katta bo'lgan (u tomonga) va yuk oqimi kichik bo'lgan teskari (orqa tomonga) yo'nalishlarida yillik yuk tashish miqdori, mln t/yiliga;

$\gamma_{b/b}$ - brutto og'irlikdan netto og'irligiga o'tish koeffitsienti, qiymati $\gamma_{n/b} = 0,6 \div 0,7$ ga teng;

$Q_{(yuk)o'r}$ - yuk poyezdining o'rtacha og'irligi.

Yuk poyezdining o'rtacha og'irligi quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$Q_{(yuk)o'r} = Q_{(yuk)} \cdot \gamma_{(o'r)} \quad (7.24)$$

bunda $\gamma_{(o'r)}$ - yuk poyezdlarining maksimal og'irligidan o'rtacha og'irligiga

o'tish koeffitsienti, qiymati $\gamma_{(o'r)} = 0,8 \div 0,9$.

Yo'nalishlar bo'yicha yillik yuk tashish miqdori ($I^{(ym)}, I^{(om)}$) va yuk poyezdlarining maksimal og'irligi texnik-iqtisodiy qidiruv natijalari asosida loyihalashga topshiriqda berilada.

Keltirilgan poyezdlar soni yo'nalishlar bo'yicha mos ravishda quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi:

$$N_{kui}^{(ut)} = N_{yuk}^{(ut)} + 365 \cdot (\mu_{yo'l} \cdot n_{uo'l} + \mu_{ter} \cdot n_{ter}) \quad (7.25)$$

yoki

$$N_{kui}^{(ot)} = N_{yuk}^{(ot)} + 365 \cdot (\mu_{yo'l} \cdot n_{yo'l} + \mu_{ter} \cdot n_{ter}), \quad (7.26)$$

bunda $n_{yo'l}, n_{ter}$ - mos ravishda bir sutkadagi yo'lovchi va terma poyezdlarining soni, poyezd/sutkasiga;

$\mu_{yo'l}, \mu_{ter}$ - mos ravishda yo'lovchi va terma poyezdlarini yuk poyezdlariga keltirish koeffitsienti, $\mu_{ter} = 1,0$.

Yo'lovchi poyezdlarini yuk poyezdlariga keltirish koeffitsientining qiymati quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$\mu_{yo'l} = 0,19 + 1,75 \cdot \frac{Q_{yo'l}}{Q_{yuk(o'l)}}, \quad (7.27)$$

bunda $Q_{yo'l}$ - yo'lovchi poyezdlarining og'irligi, t.

7.3.2 Poyezdni harakatga keltirish sarf-xarajatini me'yor va ko'rsatkichlarning birlik tizimida hisoblash

Bir poyezdni harakatga keltirish sarf-xarajatlari [4] da keltirilgan (20) ifodaning soddalashtirilgan quyidagi ko'rinishi bo'yicha aniqlanadi:

$$\begin{aligned} c_{hk} = & R_k \cdot (e_{R_k} + e_{R_k'}) + R_c \cdot (e_{R_c} + e_{R_c'} + e_{R_c''}) + G \cdot (e_G + e_{G'}) + \\ & + L \cdot [M \cdot e_{MS} \cdot 10^{-3} + n_s \cdot e_{nS} \cdot 10^{-3} + (MP + Q) \cdot e_{pl} \cdot 10^{-6}] + \\ & + \frac{T}{60} \cdot (M \cdot e_{MH} + e_{Mh} + n_s \cdot e_{nH} \cdot 10^{-3}), \end{aligned} \quad (7.28)$$

bunda R_k - lokomotivning mexanik ishi, 10GDj (ming t kuch km);

R_c - harakatga qarshi kuchlarning bajargan ishi, 10GDj (ming tkuch km);

G - yoqilg'i sarfi, t (elektr energiyasi sarfi, ming kVt soat);

L - ko'rilyotgan temir yo'l trassasi variantining uzunligi, km;

M - poyezddagi lokomotivlar soni;

T - poyezdning yo'nalish bo'yicha harakatlanish vaqti, min;

n_s - sostavdagi vagonlar soni;

$e_{R_1}, \dots, e_{R_k}$ - xarajatlarning birlik me'yorlari va ko'rsatkichlari, ming so'm/o'lchov birligiga.

7.3.3 Poyezdni harakatga keltirish sarf-xarajatini me'yor va ko'rsatkichlarning guruhlashgan tizimida hisoblash

Avvaldan temir yo'l trassasi variantlarini taqqoslashda tasarruf sarf-xarajatlari hisoblash uchun me'yor va ko'rsatkichlarning guruhlashgan tizimidan foydalaniladi. Bir poyezdni alohida yo'nalishlar bo'yicha harakatga keltirish sarf-xarajati quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi:

$$C_{kk}^{(ot)} = \sum_{j=1}^k c_{pkm}(i_j) \cdot l_j \quad (7.29)$$

bunda, $c_{pkm}(i_j)$ - bo'ylama qirqimni nishabli i -elementida 1 poyezd-km ga to'g'ri keluvchi xarajatlar me'yorlari, ming so'm/poyezd-km, qiymati [4] da keltirilgan;

l_j - bo'ylama qirqimning j -elementini uzunligi, km;

k - bo'ylama qirqim elementlarining soni.

Bir yuk poyezdni harakatga keltirish sarf-xarajatlari me'yor va ko'rsatkichlarning guruhlashgan tizimida temir yo'l trassasi variantlarining har biri uchun alohida hisoblash maqsadga muvofiq.

7.3.4. Poyezdni harakatga keltirish sarf-xarajatini me'yor va ko'rsatkichlarning yiriklashgan tizimida hisoblash

Bir poyezdni harakatga keltirish sarf-xarajatlari me'yor va ko'rsatkichlarning guruhlashgan tizimida [4] da keltirilgan quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi:

$$c_{hk} = C_{hk}^0 \cdot L + A \cdot (H + 0.012 \Sigma \alpha) + B \cdot (H_c - 0.012 \Sigma \alpha_c) - B \cdot L_c, \quad (7.30)$$

bunda C_{hk}^0 - poyezdni yassi tekislikda 1 km ga harakatga keltirish sarf-xarajati, ming so'm/km;

L - ko'rilayotgan temir yo'l trassasi variantining uzunligi, km;

A - poyezdni 1 m balandlikka ko'tarilishni me'yoriy sarf-xarajatlari,

so'm/m;

H - ko'rilayotgan temir yo'l trassasi variantining boshlang'ich va oxirgi nuqtalari belgilarining algebraik farqi, m;

B - poyezdni bezarar nishablikdan katta bo'lgan nishablardan 1 m ga

tushishni me'yoriy sarf-xarajati, so'm/m;

H_c - temir yo'l yo'nalishi bo'yicha qiymati bezarar nishab $i_{6,3} = 3\text{‰}$ dan katta bo'lgan barcha nishabliklar balandligi yig'indisi, m;

B - poyezdni bezarar nishablikdan katta bo'lgan nishablardan tushish

me'yoriy sarf-xarajatiga tuzatish, so'm/km;

L_c - bezarar nishablikdan katta bo'lgan nishablar uzunligi, km;

$\Sigma \alpha$ - temir yo'l trasasi variantida burilish burchaklarining yig'indisi, grad;

$\Sigma \alpha_c$ - bezarar nishablikdan katta bo'lgan nishablarda joylashgan burchaklarining yig'indisi, grad.

C_{hk}^0 , A , B , B me'yoriy sarf-xarajatlarning qiymati [4] da keltirilgan.

Bir yuk poyezdni harakatga keltirish sarf-xarajatlarini me'yor va ko'rsatkichlarning yiriklashgan tizimida temir yo'l trassasi variantlarining har biri uchun alohida hisoblash maqsadga muvofiq.

7.3.5. Poyezdlarni harakatga keltirish yillik sarf-xarajatlarini hisoblash

Ko'rilayotgan temir yo'l trassasi varianti bo'ylab poyezdlarni harakatga keltirish yillik sarf-xarajatlari, (7.28), (7.29) yoki (7.30) ifoda bo'yicha hisoblangan bir poyezdni harakatga keltirish sarf-xarajatini mos ravishda (7.25) va (7.26) ifodalar bo'yicha aniqlangan poyezdlarning keltirilgan soniga ko'paytirish natijasida, umumiy holda quyidagi ifoda bo'yicha, hisoblanadi:

$$C_{hk} = c_{hk}^{ut} \cdot N_{kol}^{(ut)} + c_{hk}^{ot} \cdot N_{kol}^{(ot)} \quad (7.31)$$

7.3.6 Temir yo'l doimiy inshoot va qurilmalarining tasarruf sarf-xarajatlari

Temir yo'l doimiy inshoot va qurilmalarining tasarruf sarf-xarajatlari bosh yo'llar yer polotnosini, SSB, aloqa va elektr ta'minotining chiziqli inshootlarini, ajrim qilish joylarini tasarruf sarf-xarajatlari yig'indisidan iborat.

Ajrim qilish joylarini tasarruf qilish sarf-xarajatlari guruhlashgan xarajatlar me'yori va ko'rsatkichlar tizimida hisoblanganda, temir yo'l doimiy inshootlarni tasarruf sarf-xarajatlari quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$C_{di} = L \cdot \Sigma c_i + \sum_{j=1}^m c_{a2(j)} \cdot n_{a2(j)} + c_{tst} \cdot n_{tst} + C_{tam} + C_{en} \quad (7.32)$$

bunda Σc_i - temir yo'l varianti uzunligiga mutanosib bo'lgan inshootlarni yillik tasarruf sarf-xarajatlari, ming so'm/yiliga;

$c_{aq(i)}$ - temir yo'l variantidagi i turdagi ajrim qilish joylarini
yillik tasarruf sarf-xarajatlari, ming so'm/yiliga;

$n_{aq(i)}$ - temir yo'l variantidagi i turdagi ajrim qilish joylarini soni;

m - temir yo'l variantida ajrim qilish joylari turlari soni;

c_{tst} - elektrlashtirilgan temir yo'llardagi tortish stansiyalarini
yillik tasarruf sarf-xarajatlari, ming so'm/yiliga;

n_{tst} - elektrlashtirilgan temir yo'llardagi tortish stansiyalarini soni;

$C_{tst,m}$ - elektrlashtirilgan temir yo'llardagi tortish stansiyalarini
ta'mirlash sexlarining yillik tasarruf sarf-xarajatlari,
ming so'm/yiliga;

C_{en} - elektrlashtirilgan temir yo'llarda energouchastka boshqaruv-
mamuriy sarf-xarajatlari, so'm/yiliga.

Elektrlashtirilgan temir yo'llardagi tortish stansiyalarini soni quyidagi
ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$n_{tst} = \frac{L}{l_{tst}}, \quad (7.33)$$

bunda l_{tst} - tortish stansiyalari oralig'idagi o'rtacha masofa, doimiy tok
tizimida $l_{tst} = 25$ km, o'zgaruvchan tok tizimida $l_{tst} = 50$ km.

Yillik tasarruf sarf-xarajatlarning me'yoriy qiymati [4] da keltirilgan.

1. Poyezdni harakatga keltirish sarf-xarajatini me'yor va ko'rsatkichlarning birlik tizimida qanday hisoblanadi?
2. Poyezdni harakatga keltirish sarf-xarajatini me'yor va ko'rsatkichlarning guruhlashgan tizimida qanday hisoblanadi?
3. Poyezdni harakatga keltirish sarf-xarajatini me'yor va ko'rsatkichlarning yiriklashgan tizimida qanday hisoblanadi?
4. Poyezdlarni harakatga keltirish yillik sarf-xarajatlari qanday hisoblanadi?
5. Temir yo'l doimiy inshoot va qurilmalarining tasarruf sarf-xarajatlari qanday hisoblanadi?

8. Mavjud temir yo'llar quvvatini oshirish

8.1 Mavjud temir yo'llar quvvatini oshirish masalasi va tadbirlari

8.1.1 Bir izli temir yo'llar quvvatini oshirish muammosining vujudga kelishi

Yildan-yilga o'sib boruvchi yuk tashish hajmlarini o'zlashtirish uchun mavjud temir yo'llarning quvvati vaqti-vaqti bilan oshirib borilishi, ya'ni ta'mirlanishi lozim. Mamlakat transport tarmog'ining barcha bo'g'inlarida yuk tashish hajmi ortib bormoqda. Mamlakat iqtisodiyotining bir maromda ishlashi, mulkchilik shaklidan qati nazar ko'pgina korxanalar salohiyatining qisishi kelajakda ham yuk tashish hajmlari ortishiga asos bo'ladi.

Mamlakat temir yo'llarini rivojlantirish yangi yo'llarni qurish bilan birga, mavjud temir yo'llarni muntazam ta'mirlab turishni taqazo etadi. Temir yo'l quvvatini oshirish yirik kapital mablag'larni talab qiladi. Har gal loyihaviy yechim qabul qilinayotganda ta'mirlanishi lozim bo'lgan temir yo'l bo'lagining o'ziga xos xususiyatlari, ya'ni tashish jarayoni, temir yo'l tarxi va ko'ndalang qirqimi, inshoot va qurilmalarining holati chuqur tahlil qilinishi lozim.

Mavjud temir yo'llarning quvvatini oshirish (ta'mirlash) muammosi o'ziga xos xususiyatlarga ega ekanligi uchun bu masalani mustaqil loyihalash jarayoniga ajratish mumkin.

Mavjud temir yo'llarning quvvatini oshirishni loyihalash yangi temir yo'llarni loyihalashga nisbatan bir oz murakkab. Chunki ta'mirlashni loyihalash jarayonida poyezdlar harakati to'xtatilmasdan, mavjud temir yo'lining barcha inshootlarini zamon talabiga javob beradigan darajaga

keltirish kerak. Bu haddan ziyod katta ahamiyatga ega bo'lganligi uchun ushbu muammo fan darajasiga ko'tarildi.

Orttirilgan tajriba, muammoni uzoq vaqt davomida o'rganish mavjud temir yo'llar quvvatini oshirish masalasining amaliy va nazariy yechimini topishning uchta asosiy yo'nalishini belgilab berdi, ya'ni:

-tasarrufdagi temir yo'llarning poyezdlar o'tkazish va yuk tashish qobiliyatini oshirish usulini tanlash;

-yuk tashishni o'zlashtirish tahlili va yuk tashishni o'zlashtirishni optimal sxemalarini shakllantirish usullariga asoslanib, temir yo'l quvvatini rivojlantirish usullarini zamonaviy matematik usullar bilan asoslab belgilash;

-mavjud insshootlarni ta'mirlash va ikkinchi yo'llarni loyihalash.

Mavjud temir yo'llarning quvvatini oshirish jarayonida barcha masalalar kompleks ravishda hal qilinishi lozim, ya'ni lokomotiv, vagon, elektrta'minoti xo'jaliklari quvvati, stansiya va yuklarni qayta ishlash(saralash) qurilmalarining imkoniyati tekshiriladi.

8.1.2 Tasarrufdagi temir yo'llarning quvvatini oshirish yo'llari

Temir yo'llarning quvvatini oshirish masalasi asosan bir izli temir yo'llarga xos muammodir.

Temir yo'llar quvvatini, ya'ni poyezdlar o'tkazish va yuk tashish qobiliyatini oshirish umumiy holda temir yo'lning poyezdlar o'tkazish qobiliati va poyezd og'irligiga bog'liq.

Shuning uchun temir yo'llar quvvatini oshirish ikki asosiy yo'nalish bo'yicha amalga oshirilishi mumkin:

- 1) poyezdlar o'tkazish qobiliati oshirish;
- 2) poyezd og'irligini oshirish.

Qo'yilgan maqsadga erishish uchun turli vositalardan foydalanish mumkin. Umumiy holda temir yo'llar quvvatini oshirishga yo'naltirilgan tadbirlar quyidagicha tafsiflanishi mumkin.

8.1-jadval

Temir yo'llar quvvatini oshirishning asosiy tadbirlari

Tadbirlarni qayta ishlab chiqarish strukturasi bo'yicha tavsifisi	Tadbirlarni tafsiflanishi		
	Poyezdlar o'tkazish qobiliyatini oshirish bo'yicha tadbirlar	Poyezd ogirligini oshirish bo'yicha tadbirlar	Kompleksli ta'sir o'tkazish bo'yicha tadbirlar
Kengaytirish	Qo'shimcha asosiy yo'llarni kurish Ikki izli peregonlar Qo'shimcha ikkinchi yo'llar	- - -	- - -
Rekonstruksiya (qayta qurish yoki ta'mirlash)	Stansion yo'llarning sonini ko'paytirish qo'shimcha raz'ezdlarni ochish Temir yo'l tarxini qayta qurish	Stansion yo'llarning uzunligini oshirish - -	Elektrofi-katsiya qilish - -
Qayta texnik jihozlash	Mukammalroq SSB va aloqa uskunalari bilan jihozlash	-	Lokomotiv parkini yangilash
Tashkiliy-texnik tadbirlar	Vaqt davomida poyezdlarning notekis yurishini kamaytirish Temir yo'l va sun'iy inshootlar holati bo'yicha poyezdlar tezligining cheklanishini bartaraf etish. Poyezdlar harakati grafigini zichlashtirish Stansion intervallarni qisqartirish	Vagonlarning yuk ko'tarish qobiliatidan to'laroq foydalanish To'plangan kinetik energiyadan foydalanish - -	- - -

8.1.3 Mavjud temir yo'llarning poyezdlar o'tkazish qobiliyatini oshirish chora-tadbirlari

Yuqoridagi 8.1-jadvaldan ko'rinib turibdiki, poyezdlar o'tkazish qobiliyatini oshirish tashkiliy-texnik tadbirlar yordamida kam sarf-harajatlar bilan amalga oshirilishi mumkin. Tashkiliy-texnik tadbirlar bilan poyezdlar o'tkazish qobiliyatini oshirish orqali sezilarli samaraga erishish mumkin. Ushbu tadbirlar temir yo'llar quvvatini oshirishni loyihalash jarayonida yuk tashish jarayonining zaxirasi sifatida ko'riladi.

Bir izli temir yo'llarning quvvatini oshirishni loyihalashda rekonstruktiv tadbirlar sifatida quyidagilar ko'rib chiqilishi mumkin:

- 1) ajrim qilish punktlarining (raz'ezdlarni) joylashish joyini korrektirovka qilish;
- 2) qo'shimcha raz'ezdlarni ochish;
- 3) raz'ezdlarda, peregon o'rtasida qo'shimcha ikkinchi yo'llar qurib poyezdlarni to'xtamasdan ajrim qilishni tashkil etish;
- 4) poyezdlar o'tkazish qobiliyatini cheklovchi peregonlarda ikkinchi yo'llarni qurish;
- 5) ikkinchi yo'llarni qurish.

Ajrim qilish punktlari (raz'ezdlar)ning joylashish joyini korrektirovka qilish hisobiga poyezdlar o'tkazish qobiliyatini oshirish katta samara bermaydi. Shu bois bu tadbir amaliyotda kam qo'llaniladi.

Qo'shimcha raz'ezdlarni ochish, poyezdlarning peregonlar bo'ylab yurish vaqtini bir-biridan kam farqlashini ta'minlashi va yuk tashish hajmlari vaqt davomida sekin o'sadigan temir yo'llarda qo'llanilishi maqsadga muvofiq.

Agar yuk tashish hajmi tez suratlar bilan o'ssa, yaqin kelajakda ikkinchi yo'llar qurilishi rejalashtirilgan bo'lsa qo'shimcha raz'ezdlarni ochish tadbiri samarali chora sifatida ko'rilishi mumkin.

Raz'ezdlarda, peregon o'rtasida qo'shimcha ikkinchi yo'llar qurib poyezdlarni to'xtamasdan ajrim qilishni tashkil etish poyezdlar o'tkazish qobiliyatini oshirish bilan birga, ushbu temir yo'lining yuk tashish jarayonidagi ko'rsatkichlarini ikki izli temir yo'llarnikiga yaqinlashtirishi mumkin, ya'ni uchastka tezligi ortadi, vagonlarning aylanishi qisqaradi, harakat vositalariga bo'lgan ehtiyoj kamayadi.

Poyezdlarni to'xtamasdan ajrim qilishni tashkil etib, bir izli temir yo'lni butkul ikki izli temir yo'lga aylantirish quyidagi tartibda amalga oshirilishi mumkin:

1. Agar ra'ezdlar joylashishi poyezdlarning peregon bo'ylab yurish vaqtining bir xilligini ta'minlasa, poyezdlarni to'xtamasdan ajrim qilish ra'ezdlarning uzaytirilgan yo'llarida amalga oshirilishi maqsadga muvofiq.

Peregonlar yetarli darajada uzun bo'lsa, poyezdlarni to'xtamasdan ajrim qilish nafaqat ra'ezdlarda, balki peregon o'rtasida qurilgan qo'shimcha ikkinchi yo'llarda ham amalga oshirilishi mumkin. Bu bosqich katta samara berishi bilan birga temir yo'lining iqtisodiy ko'rsatkichlarini yaxshilaydi.

Poyezdlarni to'xtamasdan ajrim qilish uchastkalarining uzunligi amalda 4-5 kilometrni tashkil etadi, hamda analitik va grafik usul bilan aniqlanishi mumkin. U ra'ezdlarda amala oshirilsa, ikki izli temir yo'llarga o'tishning ikki varianti ko'rilishi mumkin:

- peregon o'rtasida poyezdlarni to'xtamasdan ajrim qilish uchun qo'shimcha ikkinchi yo'llarni qurib, so'ngra butkul ikkinchi yo'llarni qurish;

- birdaniga ikkinchi yo'llarni qurish.

2. Agar ra'ezdlar joylashishi poyezdlarning peregon bo'ylab yurish vaqtining bir xilligini ta'minlamasa, poyezdlarni to'xtamasdan ajrim qilishni tashkil etish juda murakkab yoki mumkin emas. Bu holda poyezdlarni to'xtamasdan ajrim qilish uchun qo'shimcha ikkinchi yo'llar qurishni murakkab peregonlardan boshlash yoki rez'ezdlar joylashishini e'tiborga olmasdan amalga oshirish.

Barcha hollarda poyezdlarni to'xtamasdan ajrim qilishni tashkil etish uchun qo'shimcha ikkinchi yo'llarni qurish qarori texnik-iqtisodiy asoslanishi kerak.

Ikkinchi yo'llarni qurish evaziga temir yo'lining poyezdlar o'tkazish qobiliyatini keskin oshirish mumkin. Shuning uchun bu tadbir eng so'nggi chora sifatida ko'rilishi lozim.

8.1.4 Mavjud temir yo'llarda poyezdlar og'irligini oshirish chora-tadbirlari

Tasarrufdagi temir yo'llarda poyezd og'irligi quyidagi faktorlar bilan aniqlanishi mumkin:

- 1) peregon ko'rinishi, ya'ni poyezdlarni peregonda kinetik energiya to'plash va undan foydalanish;
- 2) lokomotiv quvvati bilan;
- 3) raz'ezdlardagi qabul qilish-jo'natish yo'llarining foydali uzunligi.

Poyezd og'irligini oshirish imkoniyatini beruvchi eng ko'p qo'llaniladigan tashkiliy-texnik tadbir harakatdagi poyezdning kinetik energiyasidan foydalanish (agar, peregonning bo'ylama qirgimi bunga imkoniyat yaratsa).

Poyezdlar og'irligini oshirishni rekonstruktiv tadbirlari sifatida quyidagilar ko'rilishi mumkin: quvvatli lokomotivlarni tadbiq etish, lokomotiv seksiyalari sonini oshirish, bo'ylama qirqim nishabliklarini yumshatish, qabul qilish-jo'natish yo'llarining uzunligini uzaytirish.

Mavjud doimiy inshootlar doirasida poyezd og'irligini belgilashda, qabul qilish-jo'natish yo'llarining uzunligidan to'la foydalanish va poyezdlarni to'la sostavli bo'lishini ta'minlash lozim.

8.1.5 Tasarrufdagi temir yo'llar quvvatini oshirish strategiyasi

Tasarrufdagi temir yo'llarning quvvatini oshirish bo'yicha qabul qilingan qaror bilan yuk tashishni o'zlashtirish masalasi uzluksiz hal qilindi degan xulosoga kelish noto'g'ri. Ma'lum vaqt o'tgach ushbu temir yo'l quvvatini oshirish bo'yicha yangi qaror qabul qilish ehtiyoji tuqilishi mumkin. Bugungi qabul qilingan qaror keyingi qarorlar uchun imkoniyat berishi yoki umuman bermasligi mumkin. Shuning uchun, bugungi kunda qabul qilingan qaror kelajakdada temir yo'llarning quvvatini oshirish bo'yicha qarorlar qabul qilishga imkoniyat qoldirish qoldirmasligini ko'ra bilish kerak.

Tasarrufdagi temir yo'llarda poyezd og'irligi va poyezdlar o'tkazish qobiliyatini bosqichma bosqich oshirish rejasini temir yo'llar quvvatini oshirish strategiyasi belgilaydi. Bunday strategiya temir yo'l bir texnik holatdan keyingisiga o'tayotganda uning mavjud texnik jihozlanishidan maksimal foydalanish imkoniyatini berishi kerak. Qabul qilingan strategiya temir yo'l variantining to'g'ri texnik parametrlarini belgilaydi. Amalda sof(toza) va aralash strategiyalar mavjud. Temir yo'llarning quvvatini oshirish bo'yicha sof strategiyalarga quyidagilar kiradi:

- sostav og'irligi va qabul qilish-jo'natish yo'llarining foydali uzunligini oshirish;

- raz'ezdlardagi qabul qilish-jo'natish yo'llarining strukturasi oshirish;

- poyezdlar tezligini oshirish.

Sostav og'irligini oshirish strategiyasi qabul qilish-jo'natish yo'llarining foydali uzunligini minimal uzunlikdan kelajakda maksimal qiymatgacha oshirish imkoniyatini ko'zda tutishi kerak.

Raz'ezdlardagi qabul qilish-jo'natish yo'llarining strukturasi o'zgartirish bo'ylama va ko'ndalang yo'nalishlarda amalga oshirilishi mumkin. Bunda, poyezdlar harakati qanday harakat grafigi asosida, ularni ajrim qilish esa qanday usul bilan amalga oshirilishi inobatga olinishi lozim.

Poyezdlar tezligini oshirish temir yo'lni elektrifikatsiya qilish bilan amalga oshiriladi.

Aralash strategiyalar temir yo'llarda poyezd og'irligi va poyezdlar o'tkazish qobiliyatini bosqichma-bosqich oshirish imkoniyatini beruvchi ma'lum ketma-ketlikda takrorlanuvchi yoki keluvchi sof strategiyalar kombinatsiyasidir. Aralash strategiyalarning soni haddan ziyod ko'p bo'lganligi sababli ularni taqqoslash va optimal sxemalarni tanlash boshqa bobda ko'rib chiqiladi.

8.2 Temir yo'lda tashish jarayonining asoslari

Temir yo'lning murakkab texnik sistema sifatida faoliyat ko'rsatishi uchun unda quyidagi jarayonlar uzluksiz bajariladi: yuklarni tortish va tushirish, poyezdlarni tuzish va (rasformirovanie), yo'lovchilarni chiqarish va tushirish, poyezdlarni harakatga keltirish. Bu jarayonlar bir-biri bilan

fazoda va vaqtda uzviy bog'liq bo'lib, avvaldan tuzilgan, hamda tasdiqlangan rejalar asosida olib boriladi. Ushbu rejalarining asosini poyezdlarning harakat grafiklari tashkil etadi.

0-24 soat vaqt oraliqida, har bir poyezd tomonidan bosib o'tilgan yo'lning vaqtga bog'liqligini ifodalovchi chiziqli ko'rinishga *poyezdlarning harakat grafigi* deb ataladi.

Tashish jarayonining tavsifi ko'p jihatdan asosiy yo'llarning soni, ajrim qilish punktlari yo'llarining rivojlanganligi, ya'ni raz'ezd va stansiyalardagi stansion yo'llarning soni, poyezdlar harakatini tashkil qilish va boshqarish usuliga bog'liq.

Peregonlardagi yo'llarga va ularning ajrim qilish punktlaridagi davomiga *asosiy yo'llar* deyiladi.

Stansiya chegarasidagi qabul qilish-jo'natish, yuk ortish-tushirish, saralash yo'llari *stansion yo'llar* deyiladi.

Assosiy yo'llarning soniga qarab temir yo'llar quyidagicha bo'lishi mumkin: bir yo'lli, qo'shimcha ikkinchi yo'llarga ega bir yo'lli, bir-ikki yo'lli, ikki yo'lli, ko'p yo'lli (8.1- rasm).

Bir yo'lli temir yo'l - peregonidagi barcha yo'llari bir asosiy yo'ldan iborat bo'lib, juft va toq poyezdlar peregon bo'ylab galma-galdan o'tkaziladigan yo'l (8.1.a-rasm).

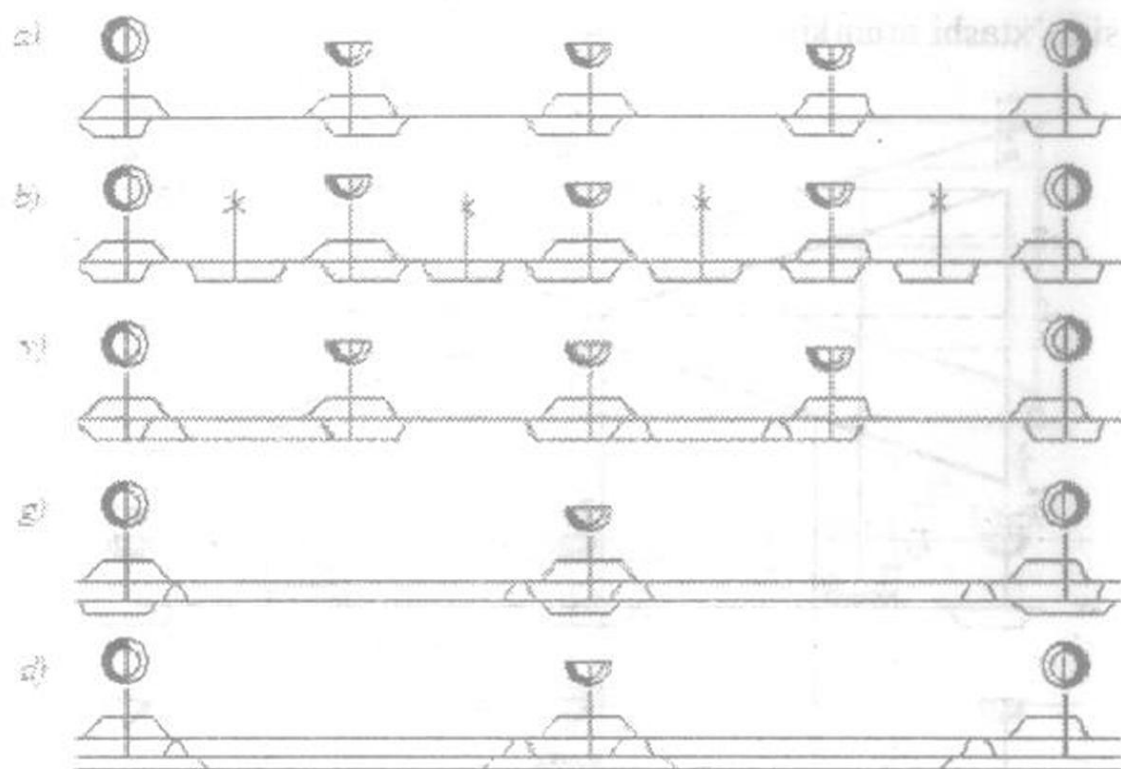
Qo'shimcha ikkinchi yo'llarga ega bir yo'lli temir yo'l - bir yo'lli temir yo'l peregoni o'rtasida ikki yo'lli temir yo'l bo'lagi joylashgan yo'l (8.1.b-rasm).

Bir-ikki yo'lli temir yo'l - bir va ikki yo'lli peregonlari ma'lum tartibda takrorlangan yo'l (8.1.v- rasm).

Ikki yo'lli temir yo'l - butun uzunligi davomida ikki asosiy yo'lga ega bo'lgan yo'l (8.1. g-rasm).

Ko'p yo'lli temir yo'l - butun uzunligi davomida uch va undan ortiq asosiy yo'llarga ega bo'lgan yo'l (8.1 d-rasm).

Poyezdlarni asosiy yo'llarning biridan boshqasiga o'tkazish uchun dispetcherlik s'ezdlari (o'tish, tushish) loyihalanadi (8.1. v, g, d-rasm).



8.1-rasm. Temir yo'lning asosiy yo'llarining strukturasi:

a-bir yo'lli; b-qo'shimcha ikkinchi yo'llarga ega bir yo'lli; v-bir-ikki yo'lli; g-ikki yo'lli; d-ko'p yo'lli.

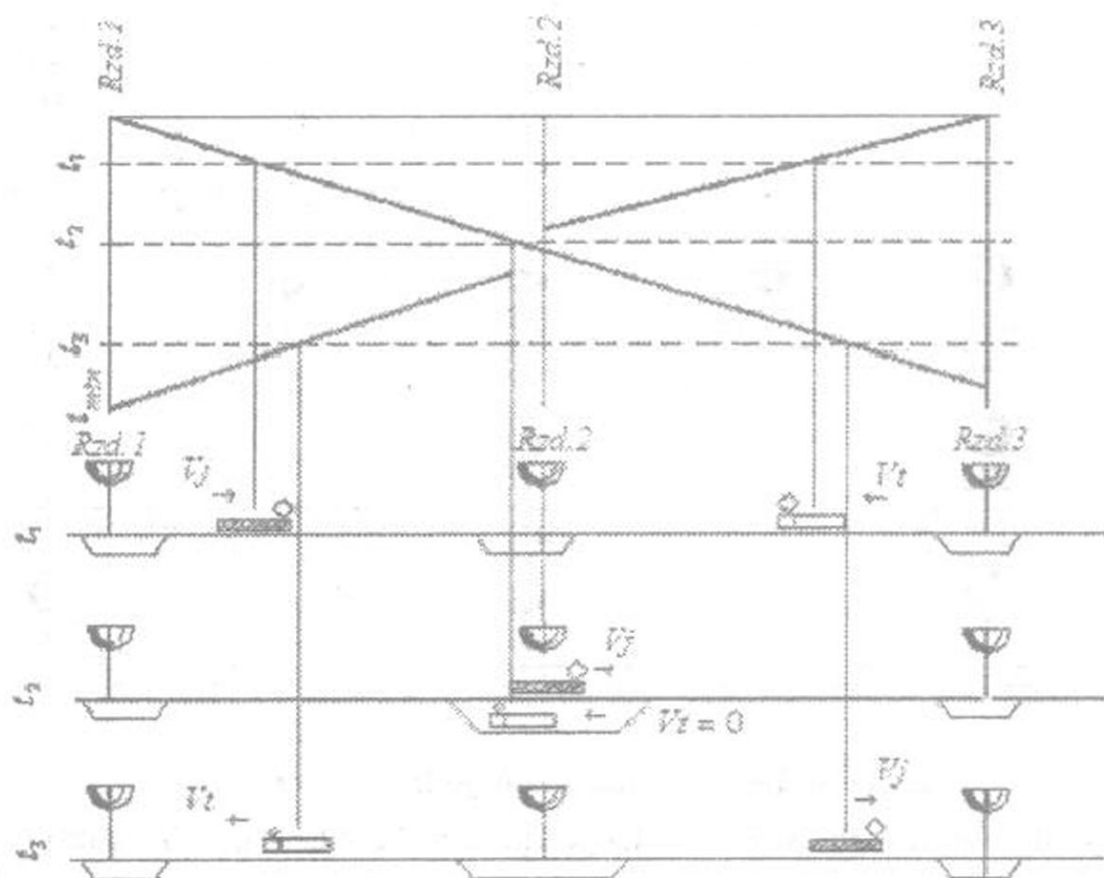
Bir yo'lli, qo'shimcha ikkinchi yo'llarga ega bir yo'lli, bir-ikki yo'lli temir yo'l uchastkalarining chekkalarida oraliq stansiyalari, o'rtalarida esa raz'ezdlar loyihalanadi.

Ikki yo'lli, ko'p yo'lli temir yo'llarda poyezdlarning quvib o'tishini ta'minlash uchun raz'ezdlar o'rniga quvib o'tish punktlari loyihalanadi.

Qarama-qarshi yo'nalishda kelayotgan poyezdlardan biri ikkinchisini yonidan ajrim qilish punkti chegarasi doirasidagi yon yo'ldan o'tib ketish

voqeligi *poyezdlarni ajrim qilish* deb ataladi. Poyezdlar to'xtab va to'xtamasdan ajrim qilinishi mumkin.

To'xtab ajrim qilish bir yo'lli temir yo'llarda stansiya va raz'ezdlar chegarasi doirasida amalga oshiriladi. Bunda, poyezdlardan biri yoki ikkalasi to'xtashi mumkin.

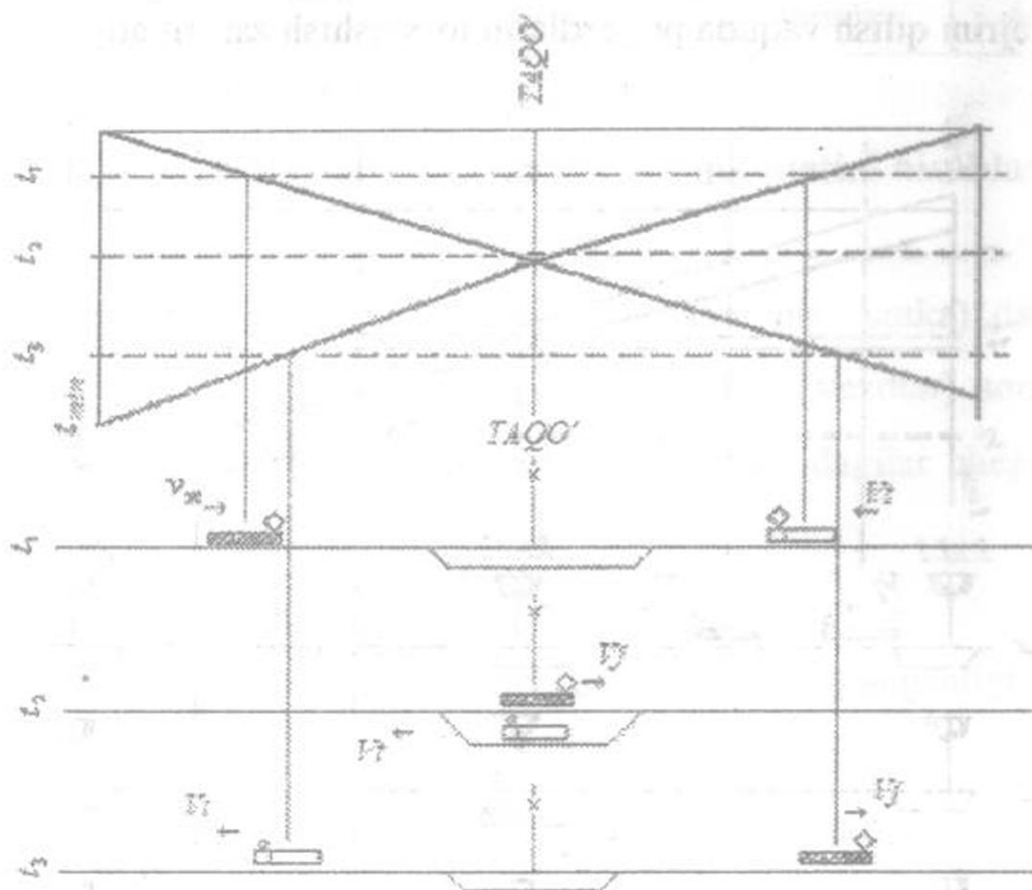


8.2-rasm. Bir yo'lli temir yo'llarda poyezdlarni to'xtab ajrim qilish

Poyezdlarni turli vaqtdagi uchta holati uchun 8.2-rasmda keltirilgan harakat grafigida ko'rinib turibdiki, juft raqamli poyezd raz'ezddan to'xtamasdan o'tib ketyapti, toq raqamli poyezd esa yon yo'lga qabul qilinib, assosiy yo'ldan juft poyezd o'tib ketishini kutib turibdi.

To'xtamasdan ajrim qilish bir yo'lli temir yo'llar peregonlari o'rtasida qurilgan qo'shimcha ikkinchi yo'llarda amalga oshiriladi. 8.3-rasmdan ko'rinib turibdiki, qarama-qarshi yo'nalishlarda kelayotgan

poyezdlar to'xtamasdan harakat qilyapti. Bunda juft raqamli poyezd raz'ezdda to'xtamasdan asosiy yo'ldan o'tib ketyapti, toq raqamli poyezd esa qo'shimcha ikkinchi yo'lda harakat qilyapti.

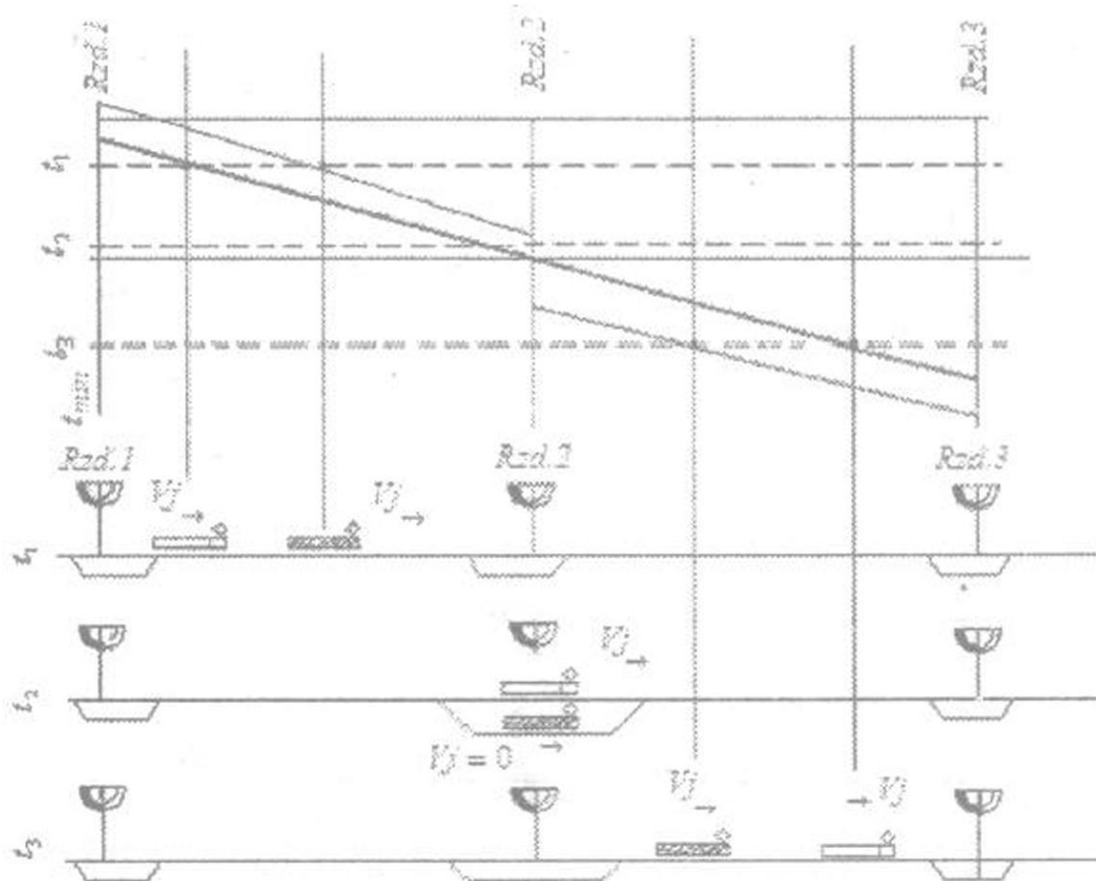


8.3-rasm. Bir yo'lli temir yo'llarda poyezdlarni to'xtamasdan ajrim qilish

Yuqori tezlikli poyezdni (masalan, yo'lovchi poyezdi), kichik tezlikli poyezddan o'tib (o'zib) ketish jarayoniga *poyezdlarni quvib o'tish* deyiladi. Poyezdlarni quvib o'tish bir yo'lli temir yo'llarda stansiya va raz'ezdlarda, ikki yo'lli temir yo'llarda esa stansiya va quvib o'tish punktlarida amalga oshiriladi. Masalan, 8.4-rasmida ko'rsatilgandek, kichik tezlikli poyezd raz'ezddagi yon yo'lga qabul qilinib to'xtatiladi, asosiy yo'ldan esa yuqori tezlikli poyezd o'tkazib yuboriladi.

Poyezdlar harakat grafiklarini tafsiflash uchta belgiga qarab amalga oshiriladi, ya'ni:

- asosiy yo'llarning soniga;
- peregonada bir vaqtning o'zida bir yo'nalishda harakat qilayotgan poyezdlar soniga;
- ajrim qilish vaqtida poyezdlarni to'xtatish zaruriyatiga.



8.4-rasm. Bir yo'lli temir yo'llarda poyezdlarni quvib o'tishi

Poyezdlar harakatini tashkil qilish va boshqarish usuli asosiy yo'llar soni va ajrim qilish tartibiga bog'liq (8.2-jadval).

8.2-jadval

Poyezdlar harakatini tashkil qilish usullari

Asosiy yo'llar soni	Poyezdlar harakati grafigi	Poyezdlarni ajrim qilish usuli	SSB vositalari
Bir yo'lli temir yo'l	Paketsiz	To'xtab	YaAB*
Bir yo'lli temir yo'l	Paketli	To'xtab	AB**
Bir yo'lli temir yo'l	Qisman paketli	To'xtab	AB**

Ikki yo'lli temir yo'l	Pachkali	To'xtamasdan	YaAB*
Ikki yo'lli temir yo'l	Paketli	To'xtamasdan	AB**
Qo'shimcha ikkinchi yo'llarga ega bir yo'lli temir yo'l	Paketsiz	To'xtamasdan	AB**
Bir-ikki yo'lli temir yo'l	Paketli	To'xtamasdan	AB**

Izoh: YaAB* - yarim avtoblokirovka; AB** - avtoblokirovka.

8.3 Temir yo'lining poyezdlar o'tkazish qobiliyatini hisoblash

Temir yo'lda malum vaqt oraliqi (masalan bir sutka) davomida o'tkazilishi mumkin bo'lgan poyezdlar (yoki juft poyezdlar) soni, ya'ni temir yo'lining poyezdlar o'tkazish imkoniyatini quyidagilar chegaralashi mumkin:

- peregonlarning poyezdlar o'tkazish qobiliati;
- stansiya va ajrim qilish punktlari yo'llarining rivojlanganligi;
- yo'nalishni o'zgartiruvchi mil bo'qizi;
- lokomotiv, elektr ta'minot xo'jaligi uskunalari va temir yo'l xo'jaligining boshqa elementlari.

Yangi temir yo'llarni loyihalashda, yuqorida keltirilgan elementlar bo'yicha, poyezdlar o'tkazish qobiliati QMQ keltirilgan me'yordan kam bo'lmagan miqdorda qabul qilinadi. Bunday vaziyatda chegaralovchi faktor sifatida peregonlarning poyezdlar o'tkazish qobiliati qabul qilinadi. Ushbu poyezdlar o'tkazish qobiliatini ta'minlash shartidan kelib chiqib temir yo'lining qolgan elementlarining hisoblangan quvvati aniqlanadi.

Temir yo'lining poyezdlar o'tkazish qobiliatini aniqroq hisoblash uchun poyezdlarning harakati grafiklari (chiziqli ko'rinishi) chiziladi.

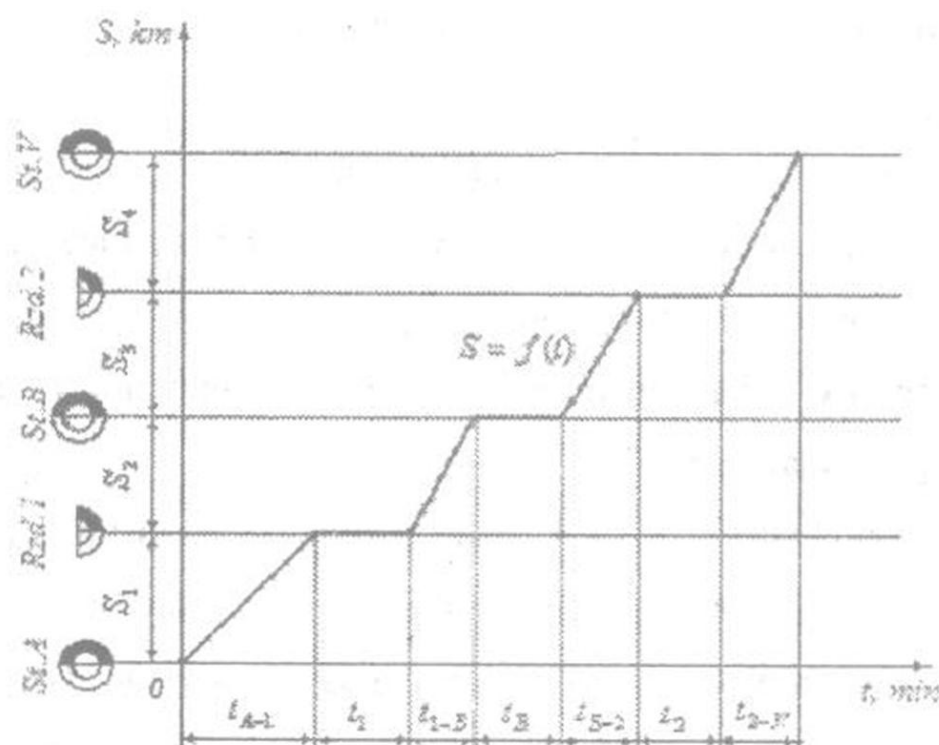
Ushbu grafiklarda gorizontaal o'qda vaqt, vertikal o'qda esa masofa ko'rsatiladi (8.5-rasm). Grafikdagi gorizontaal chiziqlar ajrim qilish

punktlarining o'qlari, nishab chiziqlar esa poyezdlar tomonidan peregoni band etilganligi ifodalaydi.

Poyezdlar harakat grafiglarining asosiy elementlari quyidagilar:

- poyezdlarni peregon bo'ylab yurish vaqti (t_{A-1} , t_{1-B} , t_{B-2} , t_{2-V});
- stansiyalardagi intervallar (t_1 , t_5 , t_2);
- poyezdlararo intervallar (τ_{aq} , τ_{ket} , τ_{hv} , τ_{kel}).

Agar barcha poyezdlar bir xil tezlik bilan o'tkazilsa, ushbu nishab chiziqlar parallel bo'ladi va poyezdlarning harakat grafigi *parallel* deb ataladi.



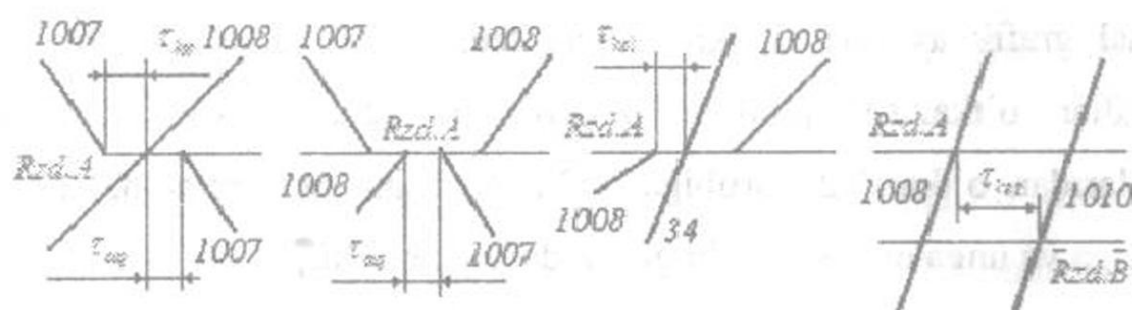
8.5-rasm. Poyezdlar harakatining chiziqli grafigidan fragment (ko'rinish).

Umumiy holda poyezdlarning harakat grafiklarida har xil tezliklar bilan harakatlanuvchi turli toifadagi poyezdlar (yo'lovchi, yig'ma, refrejirator, tezyurar va boshqa)ning harakati ifodalanganligi uchun peregoning band etilganligini ko'rsatuvchi chiziqlar noparallel bo'ladi. Ajrim qilish punktiga bir poyezdning kelishi vaqti va boshqa poyezdning

ketish vaqti bilan chegaralangan eng qisqa vaqt oraliqiga *stansiyadagi interval* deyiladi.

Blokpostlarga ega bo'lgan, yarim avtomatik blokirovka yoki avtomatik blokirovka bilan jihozlangan temir yo'l bo'laklarida ketma-ket ketayotgan ikki poyezd orasidagi eng qisqa vaqt oraliqiga *poyezdlararo interval* deyiladi.

Stansiyalardagi va poyezdlararo intervallar poyezdlarning peregon va ajrim qilish punktlari bo'ylab harakati davomida xavfsizlikni ta'minlash uchun zarur. Ularning qiymati esa ko'pgina faktorlar bilan bog'liq. Poyezdlarning ajrim qilish va quvib o'tish tartibiga bog'liq holda stansiyadagi intervallar quyidagicha, ya'ni, τ_{aq} - ajrim qilish, τ_{ket} - bir yo'nalishda ketish, τ_{hv} - har xil vaqtda kelish, τ_{kel} - bir yo'nalishda kelish intervallari (8.6-rasm).



8.6-rasm. Stansiyadagi intervallar.

τ_{aq} - ajrim qilish, τ_{ket} - bir yo'nalishda ketish, τ_{hv} - har xil vaqtda kelish,

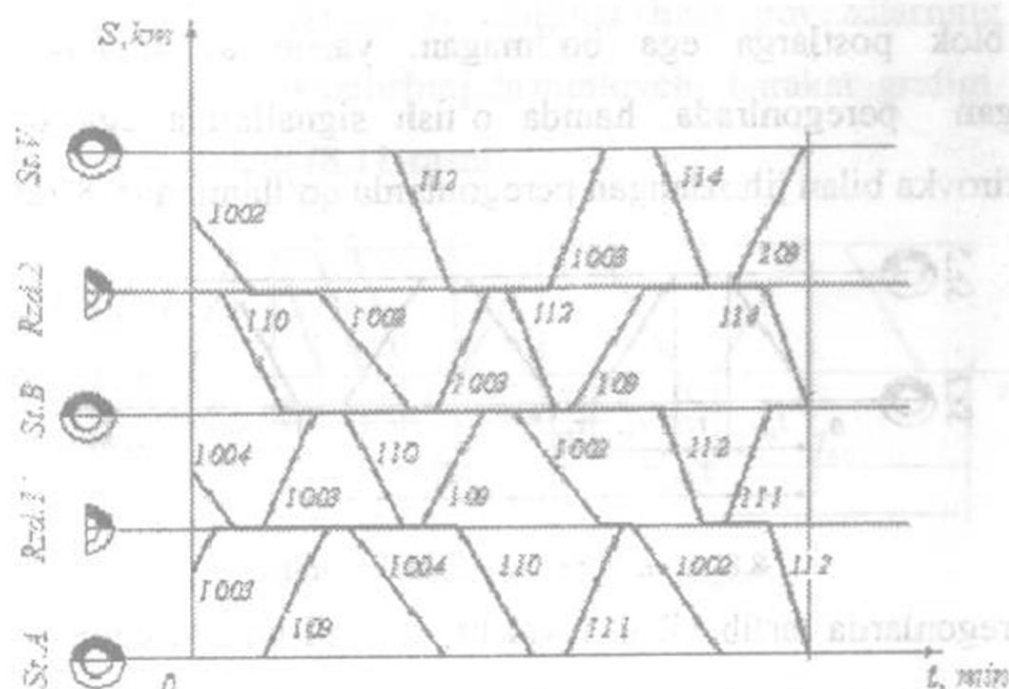
τ_{kel} - bir yo'nalishda kelish.

Poyezdlarning harakat grafiklarini tuzish uchun poyezdlarning peregon bo'ylab harakatlanish vaqti tezlanish va sekinlashishga ketgan vaqtni inobatga olmagan holda aniqlanadi. Poyezdlarning tezlanish va sekinlashish vaqti poyezdlarning og'irligi, tezligi, ajrim qilish punktlari yaqinida bo'yлама profilning ko'rinishiga bog'liq bo'lib, uning qiymati 1,5

dan 10-12 daqiqagacha o'zgarishi mumkin. hisoblarni bajarish uchun tezlanishga 2,0 daqiqa, sekinlashishga 1,0 daqiqa sarf etiladi deb qabul qilinishi mumkin.

Har xil tezlik bilan harakatlanayotgan poyezdlarni o'tkazish uchun, parallal harakat grafigidan ma'lum sondagi poyezdlar tushirib qoldiriladi, ya'ni harakat jadvalidan olib tashlanadi va natijada noparallal grafik hosil bo'ladi (8.7-rasm).

Yuqori tezlik bilan harakatlanayotgan poyezdlarning o'tkazish uchun, parallel harakat grafigidan tushirib qoldirilgan poyezdlar soni *tushirish koeffitsienti* deb ataladi va grekcha ε (epsilon) harifi bilan belgilanadi. Amalda, temir yo'lda yuk poyezdlaridan tashqari turli toifadagi poyezdlar, ya'ni yo'lovchi, katta tezlikka ega yuk poyezdlari (refrejeratorli poyezdlar), terma poyezdlar harakatlanganligi uchun ularga mos tushurish koeffitsientlari ham mavjud (ε_{yo} , ε_{tez} , ε_{ter}). Poyezdlar harakati parallal grafik asosida tashkil etilgan temir yo'l bo'lagining maksimal poyezdlar o'tkazish qobiliati poyezdlarni peregon va ajrim qilish punktlaridan o'tkazilish tartibiga, yoki aksincha, poyezdlar harakatining grafigiga va unga mos keluvchi grafik davriga bog'liq.



8.7-rasm. Noparallel harakat grafigi

Bir izli va ikki izli temir yo'llardagi poyezdlar harakati grafigi bir-biridan butkul farq qiladi. Bir izli temir yo'llarda poyezdlarni quvib o'tishi va ajrim qilinishi yo'llari rivojlangan ajrim qilish punktlarida amalga oshirilsa, ikki izli temir yo'llarda esa peregonlarda ham amalga oshirilishi mumkin.

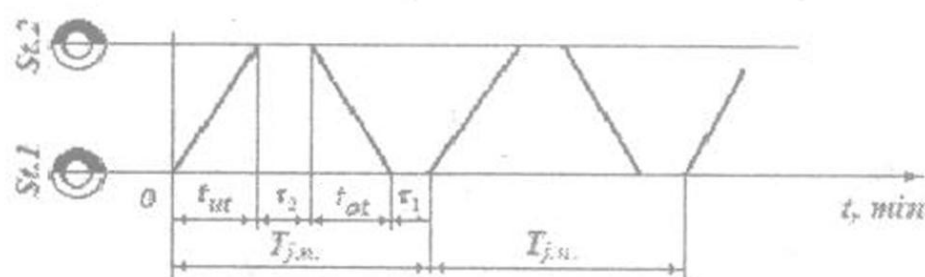
Agar temir yo'l bo'lagida ikkala yo'nalish bo'yicha bir xil sondagi poyezdlar o'tkazilsa harakat jadvali *juft*, va aksincha *toq* deb ataladi.

Bir izli temir yo'llarda poyezdlarni peregonlar bo'ylab o'tkazish tartibiga qarab, harakat grafiqlari quyidagicha bo'lishi mumkin:

- paketsiz (oddiy);
- pachkali;
- paketli;
- qisman paketli.

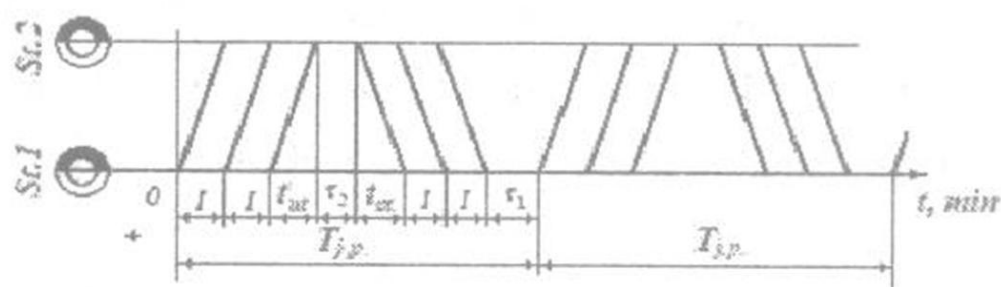
Peregonlarda tartib bilan avval bir yo'nalishda, keyin peregon bo'shagach, boshqa yo'nalishda poyezdlar o'tkazilishini ta'minlovchi harakat grafigi *juft paketsiz (oddiy) grafik* deb ataladi. Bunday harakat

grafigi blok postlarga ega bo'lmagan, yarim avtoblokirovka bilan jihozlangan peregonlarda, hamda o'tish signallariga ega bo'lmagan, avtoblokirovka bilan jihozlangan peregonlarda qo'llaniladi (8.8-rasm).



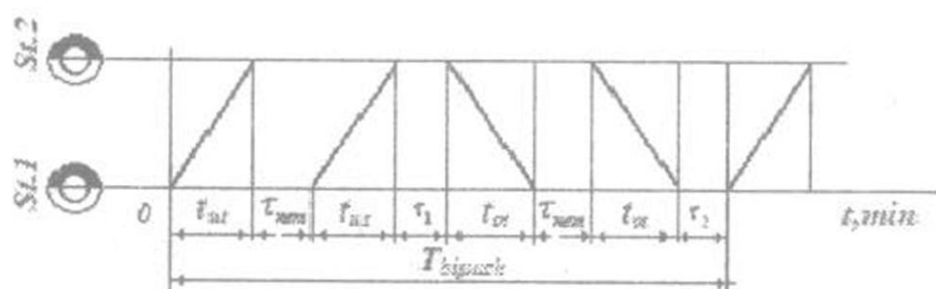
8.8-rasm. Juft paketsiz harakat grafigi

Peregonlarda tartib bilan avval bir yo'nalishda peregon bo'shagach esa, boshqa yo'nalishda, poyezdlarni bir nechta poyezddan iborat "paket"da vaqt davomida poyezdlararo interval bilan o'tkazilishini ta'minlovchi harakat grafigi *juft paketli grafik* deb ataladi (8.9-rasm).



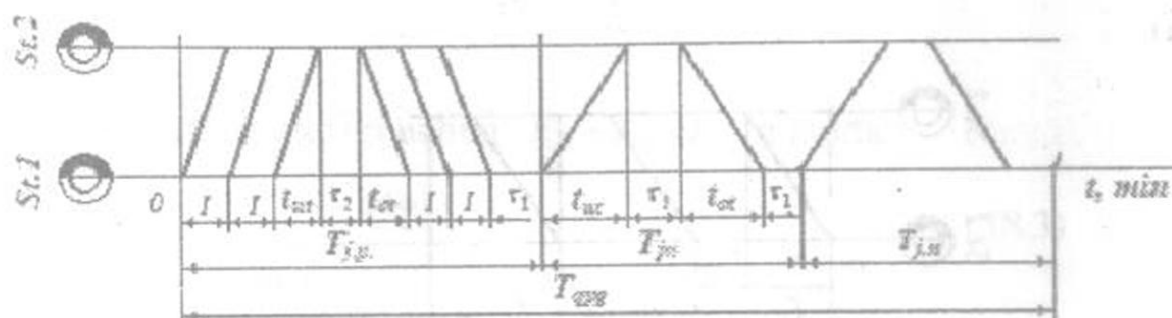
8.9-rasm. Juft paketli harakat grafigi

Peregon bo'ylab ikki va undan ortiq poyezdlarni bir yo'nalishda ketma-ket stansion interval va peregon bo'ylab yurish vaqtiga teng vaqt oraliqida o'tkazilishini ta'minlovchi harakat grafigi *"pachkali" grafik* deb ataladi (8.10-rasm).



8.10-rasm. Pachkali harakat grafigi

Peregon bo'ylab ikkala yo'nalishda ham poyezdlarning ma'lum qismini "paketlar"da o'tkazilishini ta'minlovchi harakat grafigi "qisman paket" grafigi deb ataladi (8.11-rasm).



8.11-rasm. Qisman paketli harakat grafigi

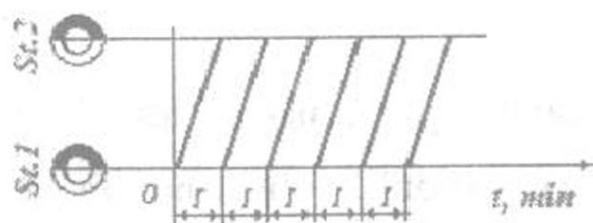
Yuqorida qayd etilgan barcha harakat grafiklar ham juft, ham toq bo'lishi mumkin.

Ajrim qilish punktlaridan poyezdlarni o'tkazish tartibiga qarab harakat grafiklari quyidagicha ham tafsiflanishi mumkin:

- to'xtamasdan ajrim qilish (8.8. a-rasm);
- to'xtab ajrim qilish (8.8. b-rasm);
- qisman to'xtab ajrim qilish (8.8 v-rasm).

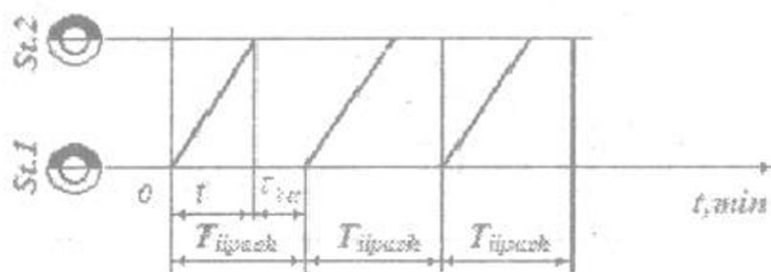
Ikki izli temir yo'llarda quyidagi harakat grafiklari qo'llanishi mumkin:

- o'tish signallariga ega bo'lgan, avtoblokirovka bilan jihozlangan peregonlarda "paketli" grafik (8.12-rasm);



8.12-rasm. Ikki izli temir yo'lda poyezdlar harakatining paketli grafigi

- o'tish signallariga ega bo'lmagan, avtoblokirovka bilan jihozlangan hamda blok postlarga ega bo'lmagan peregonlarda yoki yarim avtoblokirovka bilan jihozlangan peregonlarda "pachkali" grafik (8.13-rasm).



8.13-rasm. Ikki izli temir yo'lda poyezdlar harakatining pachkali grafigi

Bir izli temir yo'llarning poyezdlar o'tkazish qobiliati bir juft poyezdni yurish vaqti eng katta bo'lgan peregonga nisbatan aniqlanadi, chunki ushbu peregonning poyezdlar o'tkazish qobiliati boshqa peregonlarga nisbatan eng kichik. Bunday peregon *chegaralovchi peregon* deb ataladi.

Chegaralangan peregon va poyezdlar harakat grafigining turi belgilangan bo'lsa, shu harakat grafigiga mos keluvchi qarakterli poyezdlar guruhini aniqlash mumkin.

Bunday qarakterli poyezdlar guruhi "hisobli"dir, ya'ni keyingi hisoblar uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Chegaralangan peregon bo'ylab "hisobli" poyezdlar guruhini o'tkazish uchun kerak bo'lgan vaqt *grafik davri* (T_{dav}) deb ataladi.

Har bir turdagi harakat grafigi uchun "hisobli" poyezdlar guruhidagi "u tomon" va "orqa tomon" yo'nalishi bo'yicha o'tkazilayotgan poyezdlarning soni K_{ut} va K_{ot} ma'lum qiymat.

Umumiy holda, temir yo'l bo'lagining yo'nalishlar bo'yicha poyezdlar o'tkazish qobiliati quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi

$$n_{\max(ut)} = \frac{1440}{T'_{davr}} K_{ut} \quad (8.1)$$

$$n_{\max(ot)} = \frac{1440}{T'_{davr}} K_{ot} \quad (8.2)$$

Juft harakat grafigi uchun $K_{ut} = K_{ot} = K$, u holda:

$$n_{\max} = \frac{1440}{T'_{davr}} K \quad (8.3)$$

Juft, nopaket harakat grafigi uchun $K = 1$, yoki:

$$n_{\max} = \frac{1440}{T'_{davr}} \quad (8.4)$$

Bir izli temir yo'llarda "hisobli" poyezdlar guruhi uchun harakat grafiklarining chiziqli ko'rinishlarini chizilgan bo'lsa, u holda ushbu harakat grafiklari uchun "grafik davri" va poyezdlar o'tkazish qobiliati quyidagi ifodalar bo'yicha aniqlanadi:

a) *juft paketsiz (j.n.)* grafik (8.8-rasm) uchun:

$$T'_{jn} = t_{ut} + t_{ot} + \tau_1 + \tau_2 \quad (8.5)$$

bunda, t_{ut}, t_{ot} - bir juft poyezdning chegaralovchi peregon bo'ylab "u tomon" va

"orqa tomon" yo'nalishi bo'yicha harakat vaqti;

τ_1, τ_2 - stansiyadagi intervallar (8.8-rasm).

Maksimal poyezdlar o'tkazish qobiliati

$$n_{\max} = \frac{1440}{T'_{jn}} \quad (8.6)$$

b) *juft-paket (j.p.)* grafik bo'yicha ikkala yo'nalishda poyezdlar o'tkazilganda va $K_{ot} = K_{ut} = K$ va $I_{ut} = I_{ot} = I$ bo'lganda (8.9-rasm)

$$T_{jp} = T_{jp} + 2(K-1) \cdot I \quad (8.7)$$

Maksimal poyezdlar o'tkazish qobiliati

$$n_{max} = \frac{1440}{T_{jp}} \quad (8.8)$$

c) *qisman paketli (q.p.g.)* grafik uchun (8.11-rasm), nopaket poyezdlar soni $m = 2$, $K_{ot} = K_{ut} = K$ va $I_{ut} = I_{ot} = I$ bo'lganda

$$T_{qpg} = T'_{jm} (1+m) + 2(K-1)I \quad (8.9)$$

Maksimal poyezdlar o'tkazish qobiliati

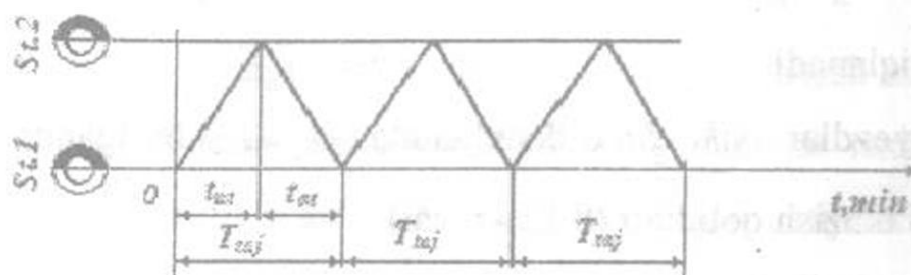
$$n_{max} = \frac{1440}{T_{qpg}} \quad (8.10)$$

d) poyezdlar *juft paketsiz* grafik bo'yicha *to'xtamasdan ajrim* (t.a.q.) qilib o'tkazilganda (8.14-rasm)

$$T_{taq} = t_{ut} + t_{ot} \quad (8.11)$$

Maksimal poyezdlar o'tkazish qobiliati

$$n_{\max} = \frac{1440}{T_{\text{raj}}} \quad (8.12)$$



8.14-rasm. Poyezdlar to'xtamasdan ajrim qilinganda harakat grafigi

e) poyezdlar *paketsiz* grafik bo'yicha *qisman to'xtamasdan ajrim* qilib o'tkazilganda

$$T'_{\text{qraj}} = (t_{ut} + t_{ot}) \cdot \alpha_t + (1 - \alpha_t) \cdot T'_{jn} \quad (8.13)$$

bunda, α_t - to'xtamasdan ajrim qilinayotgan poyezdlar sonini ifodalovchi koeffitsient.

Maksimal poyezdlar o'tkazish qobiliati

$$n_{\max} = \frac{1440}{T'_{\text{qraj}}} \quad (8.14)$$

f) poyezdlar *juft paketsiz* grafik bo'yicha qo'shimcha ikkinchi yo'llarda *to'xtamasdan* va ajrim qilish punktida *to'xtab ajrim* qilib o'tkazilganda

$$T_{\text{raj}} = t_{ut} + t_{ot} + \tau_1 \quad (8.15)$$

Maksimal poyezdlar o'tkazish qobiliati

$$n_{\max} = \frac{1440}{T_{\text{raj}}} \quad (8.16)$$

Ikki izli temir yo'lining ikkala yo'nalishda poyezdlar o'tkazilganda $I_{ut} = I_{ot} = I$ va $t_{ut} = t_{ot} = t_{ul}$ bo'lsa, poyezdlar o'tkazish qobiliati quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

a) poyezdlar *paketda* o'tkazilganda, $T_{ip} = I$ bo'lganda, maksimal poyezdlar o'tkazish qobiliati (8.12 - rasm)

$$n_{\max} = \frac{1440}{I} \quad (8.17)$$

b) poyezdlar *pachkada* o'tkazilganda, $T_{ipach} = t + r_{hv}$ bo'lganda, maksimal poyezdlar o'tkazish qobiliati (8.13-rasm)

$$n_{\max} = \frac{1440}{t + r_{hv}} \quad (8.18)$$

Ikki izli temir yo'llar uchun alohida yo'nalishlar bo'yicha poyezdlar o'tkazish qobiliati quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi: a) poyezdlar *paketda* o'tkazilganda

$$n_{\max, ut} = \frac{1440}{I_{ut}} \quad (8.19)$$

$$n_{\max, ot} = \frac{1440}{I_{ot}} \quad (8.20)$$

b) poyezdlar *pachkada* o'tkazilganda

$$n_{\max, ut} = \frac{1440}{t_{ut} + t_{hv}} \quad (8.21)$$

$$n_{\max,ot} = \frac{1440}{t_{oc} + t_{kv}} \quad (8.22)$$

Temir yo'lda rejadagi va ko'zda tutilmagan ta'mirlash ishlarini olib borish, harakat grafigidan chekinish hosil bo'lganda uni tezkor tartibga solish, temir yo'lni tasarruf ko'rsatkichlarining yuqori natijalariga erishish uchun temir yo'lning poyezdlar o'tkazish qobiliatidan to'lacha emas, balki qisman foydalaniladi, ya'ni temir yo'lning maksimal poyezdlar o'tkazish qobiliati qisman to'ldirilishi ko'zda tutiladi. Poyezdlar o'tkazish qobiliatini to'ldirish koeffitsientining maksimal qiymati chegaralangan va QMQda keltirilgan.

Barcha turdagi poyezdlarni o'tkazish uchun poyezdlar o'tkazish qobiliatining quyidagi ifoda bo'yicha aniqlangan qismidangina foydalanilishi mumkin

$$n = k_{p'o'qf} \cdot n_{\max} \quad (8.23)$$

bunda $k_{p'o'qf}$ -temir yo'lni poyezdlar o'tkazish qobiliatidan foydalanish koeffitsienti.

Temir yo'lning maksimal poyezdlar o'tkazish qobiliati va harakat grafigining davri belgilangan og'irlikdagi yuk poyezdi uchun aniqlanadi.

O'z navbatida keltirilgan poyezdlar soni n_{kd} bir sutka davomida temir yo'l bo'lagidan o'tgan poyezdlar soniga teng, ya'ni:

$$n_{kd} = n_{yuk} + n_{yo'} \varepsilon_{yo'} + n_{tez} \varepsilon_{tez} + n_{ter} \varepsilon_{ter} \quad (8.24)$$

bunda, n_{yuk} - yuk poyezdlarining soni;

$n_{yo'}$ - yo'lovchi poyezdlarining soni;

n_{tez} - katta tezlikka ega yuk poyezdlarining soni (jumladan, refrejeratorli poyezdlar);

n_{ter} - terma poyezdlar soni.

Bir sutka davomida o'tkazilishi ko'zda tutilgan yuksiz poyezdlarining soni loyihalashga topshiriqda berilgan bo'ladi. (8.16) va (8.17) ifodalarning o'ng qismlarini tenglashtirib yuk poyezdlarining sonini topish mumkin, ya'ni:

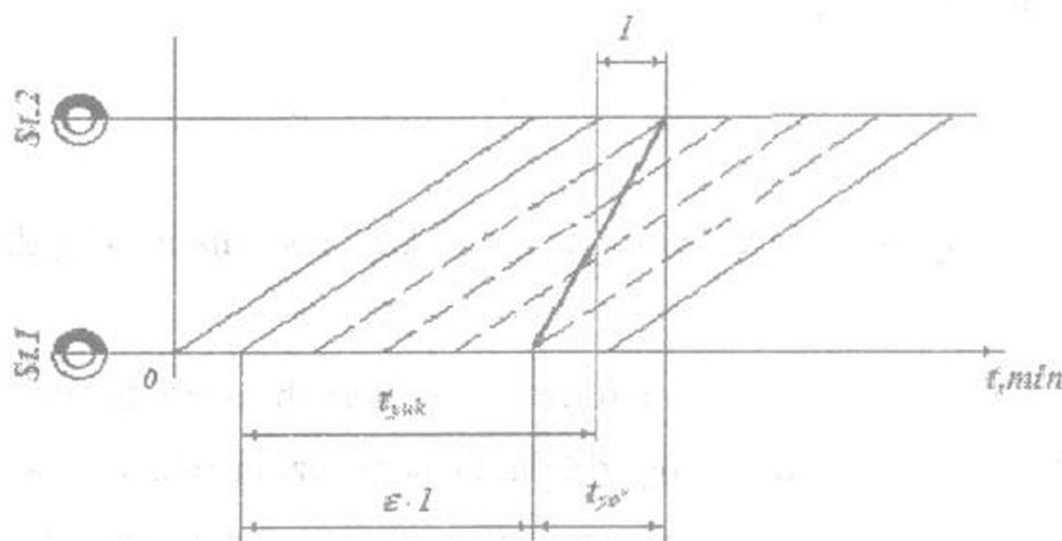
$$n_{yuk} = k_{po'qf} n_{max} - (n_{yo} \varepsilon_{yo} + n_{tez} \varepsilon_{tez} + n_{ter} \varepsilon_{ter}) \quad (8.25)$$

yoki

$$n_{yuk} = k_{po'qf} n_{max} - \sum_{i=1}^m n_i \varepsilon_i \quad (8.26)$$

bunda, n_i - i toifadagi yuksiz poyezdlarning soni;

ε_i - i toifadagi yuksiz poyezdlarga mos tushirish koeffitsientlari.



8.15-rasm. Poyezdlarni tushirish koeffitsientini aniqlash sxemasi

Yuqoridagi, 8.15-rasmida keltirilgan harakat grafigidagi yo'lovchi poyezdi tomonidan l poyezdlararo interval bilan harakatlanayotgan va harakat grafigidan tushirib qoldirilayotgan yuk poyezdlarining soni quyidagicha aniqlanishi mumkin

$$\varepsilon_{yo} I + t_{yo} = t_{yuk} + I \quad (8.27)$$

yoki

$$\varepsilon_{yo} = \frac{t_{yuk} - t_{yo}}{I} + 1 \quad (8.28)$$

bunda, t_{yo}, t_{yuk} - mos ravishda yo'lovchi va yuk poyezdlarining peregon bo'ylab yurish vaqti.

Agar, $t_{yo} = S/v_{yo}$ va $t_{yuk} = S/v_{yuk}$ ekanligini inobatga olsak, u holda (8.21) ifodani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin

$$\varepsilon_{yo} = \frac{t_{yuk}(1 - \Delta)}{I} + 1 \quad (8.29)$$

bunda, $\Delta = v_{yuk}/v_{yo}$ - yuk va yo'lovchi poyezdlari tezliklarining nisbati.

Tushirish koeffitsientining fizik mohiyati-bir yo'lovchi poyezdi tomonidan harakat grafigidan tushirib qoldirilayotgan yuk poyezdlarini soniga tengligidan iboratdir.

Shu tariqa harakat grafiklarining chiziqli ko'rinishi chizilib qolgan toifadagi poyezdlar uchun ham, tushirish koeffitsientlarini aniqlash mumkin.

8.4 Loyihalanayotgan temir yo'llarning texnik parametrlari va yuk tashishni o'zlashtirish grafiklari

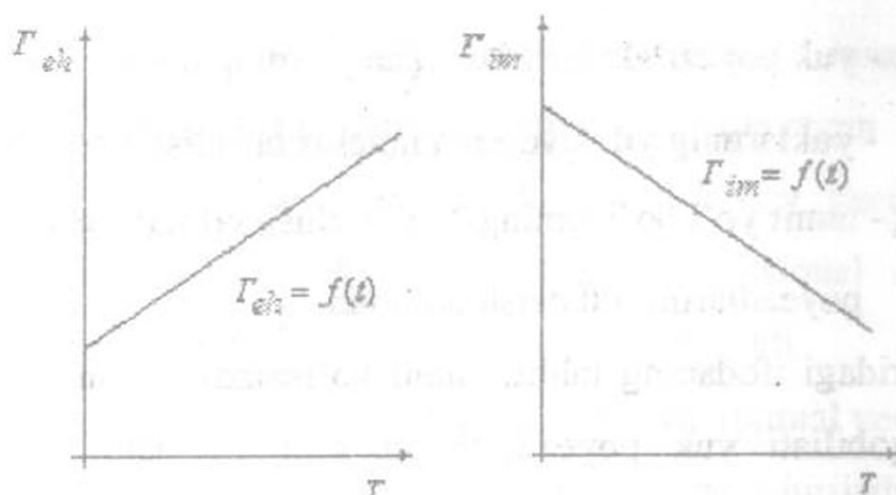
8.4.1 Temir yo'llarning poyezdlar o'tkazish va yuk tashish qobiliati

Har bir temir yo'lni loyihalash va qurishdan maqsad - xalq xo'jaligining yo'lovchi va yuklarni tashishga bo'lgan ehtiyojini o'z vaqtida to'la qondirishdir.

Kelajakda tashilishi ko'zda tutilgan yuk hajmining miqdori iqtisodiy qidiruv ishlarining natijasida aniqlanadi va temir yo'lning barcha inshoot va qurilmalarining loyihalash parametrlarini, temir yo'lni texnik jihozlashni, unda tasarruf(ekspluatatsiya) jaryonini tashkil qilish usullarini belgilash uchun asosiy to'g'ri ma'lumot bo'lib xizmat qiladi.

Kelajakda, bir yil davomida tashilishi ko'zda tutilgan yuk hajmining miqdori *temir yo'lning yuk tashish ehtiyojini*, bir sutka davomida o'tkazilishi lozim bo'lgan poyezdlar (yoki juft poyezdlar) soni esa *poyezdlar o'tkazish ehtiyojini* belgilaydi.

Mamlakatimiz iqtisodiyoti, xalq xo'jaligining uzluksiz va muntazam ravishda rivojlanishi temir yo'llarda ham yuk tashishni uzluksiz va muntazam ravishda ortishiga olib keladi. Shu bois temir yo'lning poyezdlar o'tkazish ehtiyoji va uning hosilasi bo'lgan yuk tashish ehtiyojini vaqt davomida uzluksiz o'suvchi (ortuvchi) funksiya sifatida ko'rish (tasavvur qilish) mumkin(8.16 a-rasm).



8.16-rasm. Temir yo'lining yuk tashish ehtiyoji (a) va imkoniyati (b) grafiklari

Temir yo'lining kompleksli texnik parametrlari, texnik jihozlanishi, tasarruf jaryonini tashkil qilish usullarining ma'lum darajasida temir yo'lda tashilishi mumkin bo'lgan yuk hajmining miqdori *temir yo'lining yuk tashish imkoniyati*, bir sutka davomida o'tkazilishi mumkin bo'lgan poyezdlar soni esa *poyezdlar o'tkazish imkoniyati* deb ataladi.

Yuk tashish jarayonini usluksizligini ta'minlash uchun temir yo'lni tasarruf etilishining barcha bosqichlarida *yuk tashish ehtiyoji* va *yuk tashish imkoniyati* yoki *poyezdlar o'tkazish ehtiyoji* va *poyezdlar o'tkazish imkoniyatlari o'rtasidagi munosibat* $I_{im} \geq I_{ek}$ yoki $n_{im} \geq n_{ek}$ shartlarni qanoatlantirishi kerak, bunda I_{im} - temir yo'lining yuk tashish imkoniyati, I_{ek} - temir yo'lda yuk tashish ehtiyoji, n_{im} - temir yo'lining poyezdlar o'tkazish imkoniyati, n_{ek} - temir yo'lda poyezdlar o'tkazish ehtiyoji.

Temir yo'lining yuk tashish imkoniyati quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi

$$I_{im} = \frac{365 \cdot n_{yuk} \cdot Q_{yuk}}{\gamma} \quad (8.30)$$

Bunda, Q_{yuk} - yuk poyezdida tashilayotgan yukning o'rtacha og'irligi, tn;

γ - yuklarning yil davomida notekis tashilish koeffitsienti;

n_{yuk} - temir yo'l bo'lagining "yuk tashish yo'nalishi"da yuk poyezdlarini o'tkazish qobiliati.

Yuqoridagi ifodaning tahlili shuni ko'rsatadiki, temir yo'lning yuk o'tkazish qobiliati yuk poyezdlarining soni va netto og'irligi bilan chegaralangan.

Temir yo'lda qabul qilish-jo'natish yo'llarining uzunligi, lokomotivlarning quvvati, yuklarning tarkibi, ajrim qilish punktlarining joylashtirish me'yori o'zgarmas holda yuk tashish imkoniyati ma'lum darajada aniq va doimiy qiymat. Amalda yuk tashish imkoniyatini kamayuvchi funksiya sifatida ko'rish mumkin. Bu holatni yo'lovchi poyezdlari sonini vaqt davomida ortishi bilan tushuntirish mumkin (8.16. b-rasm).

Tasarrufdagi temir yo'llarda vagonlarning yuk ko'tarish qobiliatidan to'la foydalanish, poyezdlar harakat jadvalini zichlashtirish va tezligini oshirish, yangi zamonaviy texnologik jarayonlarni tadbiq etish hisobiga muntazam ravishda yuk tashish imkoniyatini oshirishga erishiladi. Lekin, iqtisodiyotni rivojlanishi natijasida temir yo'lda yuk tashish ehtiyojini o'sishi, temir yo'lning yuk tashish imkoniyatini o'sishiga nisbatan ilgariroq. Shuning uchun Q_{yuk} va n_{yuk} lar o'sishini ta'minlash maqsadida muntazam ravishda temir yo'lni quvvatini oshirish ehtiyoji paydo bo'ladi.

Temir yo'lni quvvatini oshirish lokomotiv turini, qabul qilish - jo'natish yo'llarining uzunligini va sonini, poyezdlar harakat jadvalini o'zgartirish va boshqa tadbirlar evaziga amalga oshirilishi mumkin. Ushbu masala keyinroq batafsil ko'rib chiqiladi.

Shunday qilib, loyihalanayotgan yangi temir yo'llarda, ma'lum hajmdagi yuklarning tashilishini ta'minlash uchun, muntazam o'sib borayotgan yuk tashish ehtiyoji hamda, kutilayotgan yuk tashish strukturasi va yo'lovchilar harakati hajmiga diskret ravishda bog'liq bo'lgan yuk tashish imkoniyati o'rtasidagi ratsional mos kelishni (moslikni) aniqlash masalasini yechish ehtiyoji tug'iladi.

Bunday mos kelishni (moslikni) aniqlash va optimal yechimni topish yuk tashishni o'zlashtirilishini tahlili asosida amalga oshiriladi.

8.4.2 Yuk tashish imkoniyatining qiymatiga tasir etuvchi asosiy faktorlar

Yukorida keltirilgan (8.30) ifodaning tahlili shuni ko'rsatadiki, temir yo'lining yuk tashish imkoniyati quyidagilarga bog'liq:

- yuk poyezdida tashilayotgan yukning o'rtacha og'irligi;
- yuklarning yil davomida notekis tashilish koeffitsienti;
- temir yo'lining yuk poyezdlarini o'tkazish qobiliyatiga.

O'z navbatida yuk poyezdining og'irligi va temir yo'lda malum vaqt oraliqida o'tkazilishi mumkin bo'lgan yuk poyezdlarining soni quyidagi faktorlarga bog'liq:

1. Loyihalanayotgan yangi temir yo'lining doimiy qurilmalarining texnik parametrlariga, ya'ni peregondagi bosh yo'llarning soni, chegaralovchi nishabliklar va avvalo rahbar nishablikning qiymati, ajrim qilish punktlarining joylashtirish me'yori yoki hisoblangan poyezdlar o'tkazish imkoniyati, ajrim qilish punktlari joylashgan maydonchalar uzunligiga bog'liq bo'lgan qabul qilish-jo'natish yo'llarining foydali uzunligiga;

2. Loyihalanayotgan yangi temir yo'lining texnik jihozlanganligi, ya'ni tortish turi, lokomotivning turi va quvvati, SSB va aloqa qurilmalari, qabul qilish - jo'natish yo'llarining foydali uzunligi va rivojlanishi, vagon parkining tarkibi (vagonlarning turi), yo'l ustki qurilmasining quvvatiga;

3. Poyezdlar harakatini tashkil qilish usuli, ya'ni poyezdlarni peregon va ajrim qilish punktlardan o'tkazish tartibiga. Poyezdlarni peregonlardan o'tkazish tartibi poyezdlar harakat jadvaliga, ajrim qilish punktlardan o'tkazish tartibi esa poyezdlarni to'xtatib yoki to'xtatmasdan ajrim qilishni tashkil qilish imkoniyatiga bog'liq.

Doimiy qurilmalarning texnik parametrlari temir yo'l trassasi holatini va uzoq muddat tasarruf etishga mo'ljallangan barcha asosiy inshootlarining joylashishini belgilaydi. Temir yo'lni tasarruf etish jarayonida doimiy qurilmalarning parametrlarini o'zgartirish uchun katta qiyinchilik va haddan ziyod sarf harajatlarga duch kelinadi.

Loyihalanayotgan yangi temir yo'lining doimiy qurilmalarining texnik parametrlarini tanlashda temir yo'lni uzoq muddat texnik parametrlarini o'zgarishsiz tasarruf etilishini inobatga olish kerak.

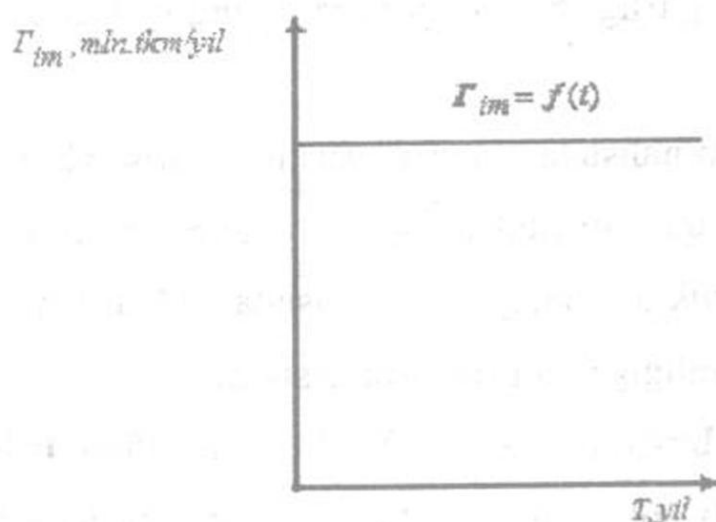
Temir yo'lining texnik jihozlanishi va poyezdlar harakatini tashkil qilish usulini o'zgartirish, doimiy qurilmalar parametrlarini o'zgartirishdagi katta qiyinchilik va sarf harajatlarga nisbatan kamroq kapital qo'yilmalarni talab qiladi.

Agar, yangi temir yo'lni loyihalash va doimiy qurilmalar texnik parametrlarining loyihaviy yechimlarini qabul qilish jarayonida, temir yo'lining texnik jihozlanishi va poyezdlar harakatini tashkil qilish usuli o'zgartirilishi ko'zda tutilgan bo'lsa bunday o'zgartirishlarni amalga oshirish kam sarf-harajatsiz, qiyinchiliksizlar katta samara bilan amaga oshirilishi mumkin.

Masalan, ajrim qilish punktlari joylashadigan maydonchalar uzunligi ma'lum zaxira bilan loyihalangan bo'lsa, qabul qilish - jo'natish yo'llarining foydali uzunligini uzaytirish qiyinchiliklarsiz amalga oshirilishi mumkin.

Doimiy qurilmalarining texnik parametrlari kompleksi, texnik jihozlanganlik va poyezdlar harakatini tashkil qilish usuliga mos bo'lgan Γ_{tm} - yuk tashish imkoniyatining, faqat $\Gamma_{tm} \geq \Gamma_{sh}$ shartni qanoatlantiradigan temir yo'lni normal holda ishlashini ta'minlaydigan darajasini belgilaydi. $\Gamma'_{tm} = \Gamma'_{sh}$ shart bajariladigan muddat kelganda, qo'shimcha harajatlarni talab qiluvchi, yuk tashish imkoniyatining yuqoriroq bosqichini taminlovchi tadbirlar o'tkazilishini talab qiladi.

Temir yo'lni yuk tashish imkoniyatini aniqlashda, doimiy qurilmalarining texnik parametrlari kompleksi, texnik jihozlanganlik va poyezdlar harakatini tashkil qilish usuli, tashiladigan yuklar va yo'lovchilar tarkibi o'zgarmas bo'lgan holda $Q_{yuk} = const$, $n_{yuk} = const$, $\gamma = const$ bo'ladi. Bu holda, ya'ni $\Gamma_{tm} = const$ bo'lganda, yuk tashish imkoniyatini gorizontaal to'g'ri chiziq sifatida ko'rish mumkin (8.17 - rasm).



8.17-rasm. holat uchun yuk tashish imkoniyati grafigi.

8.4.3 Temir yo'lining yuk tashish, poyezdlar o'tkazish ehtiyoji va imkoniyatlarining chiziqli ko'rinishlarini taqqoslash

Yuk tashishni o'zlashtirishni tahlil qilishda, yuk oqimining asosiy yo'nalishida $I'_{im} \geq I'_{oh}$ shart bajarilishini ta'minlash lozim.

Ko'p hollarda, yangi temir yo'llarni loyihalashda, kutilayotgan yuk tashish miqdori *mln.t/yiliga netto*, yo'lovchi poyezdlarining soni esa *juft poyezd/kuniga* hisobida beriladi. Aksariyat hollarda, nisbatan ko'proq yuk tashiladigan yo'nalish, temir yo'lining zaruriy quvvatini belgilashdagi hisoblar uchun *asosiy hisoblash yo'nalishi* deb qabul qilinadi. quvvatli lokomotivlar mavjud bo'lgan hozirgi kunda yuqoridagi xulosaga borish hamma vaqt ham to'g'ri emas. Chunki tashiladigan yuklarning, ular ortiladigan vagonlar turi *asosiy hisoblash yo'nalishini* belgilashda asosiy parametrlardan biri bo'lib xizmat qiladi.

Katta hajmda yuk tashiladigan yo'nalish quyidagi qollardagina asosiy hisoblash yo'nalishi bo'lib qabul qilinishi mumkin, ya'ni:

- barcha poyezdlarni istalgan turdagi yuk ortilgan vagonlardan, jumladan yuk ortilgan va bo'sh vagonlardan tuzish mumkin, natijada har bir poyezdning og'irligi barcha poyezdlarning o'rtacha vaznli og'irligiga teng;

- ikkala yo'nalishdagi poyezdlar to'la sostavli tuzilishi mumkin, bunda lokomotiv quvvati istalgan og'irlikdagi poyezdni yurgiza oladi;

- ko'proq yuk tashiladigan yo'nalishda, yuklar harakat vositalarining 1 pogon metr uzunligiga ko'proq ortib tashiladi.

Shu bilan birga *asosiy hisoblash yo'nalishini* belgilashda, teskari yo'nalishda bo'sh holda qaytarilishi lozim bo'lgan maxsus (sicterna, don

ortiladigan va sh.k.) vagonlarga ortiladigan yuklar qiymatini inobatga olish zarur.

Yangi temir yo'llarda to'g'ri yillarda bir yo'nalish *asosiy hisoblash yo'nalishi*, kelgusida yangi o'zlashtirilayotgan xududlarda esa teskari yo'nalish *asosiy hisoblash yo'nalishi* bo'lib qolishi mumkin.

Asosiy hisoblash yo'nalishi belgilangandan so'ng, yuk tashish, poyezdlar o'tkazish ehtiyoji va imkoniyatini taqqoslash chiziqli ko'rinishlarda amalga oshirish qulay.

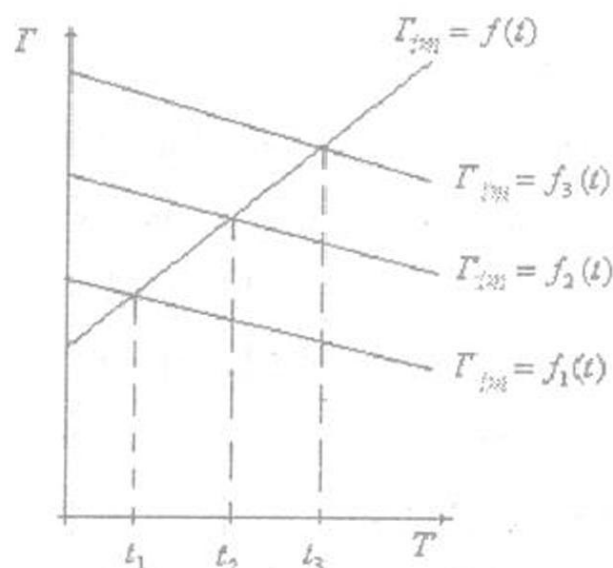
Yuk tashish, poyezdlar o'tkazish ehtiyoji va imkoniyatlarining chiziqli ko'rinishlari ko'rilyotgan har bir trassa varianti uchun chizilishi mumkin.

Temir yo'lning yuk tashish ehtiyoji $I_{eh} = f(t)$ va yuk tashish imkoniyati $I'_{im} = f(t)$ ning bir nechta variantlarining chiziqli ko'rinishlarini taqqoslash 8.18-rasmda misol tariqaqsida keltirilgan.

Ushbu grafiklar,

1. Temir yo'lni normal xolatda tasarruf etish imkoniyatini bermaydigan doimiy qurilmalarining texnik parametrlari kompleksi, texnik jihozlanganlik va poyezdlar harakatini tashkil qilish usulini aniqlash (8.18-rasmdagi $I'_{im} = f(t)$ chiziq);

2. Doimiy qurilmalar texnik parametrlarining ma'lum kompleksi, texnik jihozlanganligi va poyezdlar harakatini tashkil qilishni ma'lum usulida temir yo'l qaysi vaqtgacha ehtiyojimizni kondira olishini belgilash (8.18-rasmdagi t_1, t_2, t_3 nuqtalar);



8.18-rasm. Yuk tashish ehtiyoji va imkoniyati grafiklarini taqqoslash.

3. Temir yo'lining tasarruf yillarida yuk tashish ehtiyoji $\Gamma_{uz} = f(t)$ va yuk tashish imkoniyati $\Gamma_{im} = f(t)$ ning ayirmasi bulgan *yuk tashish imkoniyati zaxirasini* aniqlash imkoniyatini beradi.

Temir yo'lining poyezdlar o'tkazish ehtiyoji va imkoniyatlarining chiziqli ko'rinishlarini taqqoslash uchun qo'shimcha hisoblar o'tkazib, turli holatlar uchun $n_{yuk} = f(t)$ chiziqli ko'rinishlarni chizish kerak.

8.4.4 Temir yo'lining texnik holatlari va yuk tashishni o'zlashtirish sxemalari, hisoblash holatlari

Yuqoridagi bandlarda ta'kidlangandek, yuk tashish jarayonining uzluksizligini ta'minlash, temir yo'lni tasarruf etilishining barcha bosqichlarida *yuk tashish ehtiyoji va yuk tashish imkoniyati yoki poyezdlar o'tkazish ehtiyoji va poyezdlar o'tkazish imkoniyatlari o'rtasidagi munosabat* $\Gamma_{im} \geq \Gamma_{uz}$ yoki $n_{im} \geq n_{uz}$ bo'lishini ta'minlash uchun, vaqti-vaqti bilan temir yo'lining texnik jihozlanishini kuchaytirish, tasarruf jaryonini

tashkil qilish usullarini, ba'zi qollarda esa doimiy inshootlarning loyihalash parametrlarini ta'mirlash jarayonida o'zgartirish zaruriyati tug'iladi.

Yuqorida ta'kidlanganlarni inobatga olib, har bir temir yo'lni, istalgan malum vaqtda, shu vaqtga mos texnik holatga ega bo'lgan boshqariladigan fizik sistema sifatida ko'rish kerak.

Tadbiq etish uchun malum kapital qo'yilmalar va shu holatga mos yillik tasarruf sarf-harajatlari talab qiladigan, ma'lum yuk miqdorini tashishni o'zlashtirish imkoniyatini beradigan, *temir yo'l doimiy inshootlarining texnik parametrlari, texnik jihozlanishi, tasarruf jaryonini tashkil qilish usullarining kompleksiga yo'lning texnik holati* deyiladi.

Yuqoridagi kompleks tarkibidagi parametrlardan istalgan birining (masalan, lokomotiv turi) o'zgarishi, ushbu sistemaning bir holatdan boshqa holatga o'tishiga olib keladi.

Temir yo'l tasarrufga topshiriladigan texnik holat, *boshlang'ch holat* deb ataladi.

O'zgartirishlarsiz, uzoq istiqboldagi yuk hajmlarining tashilish imkoniyatini beruvchi texnik holat *yakuniy holat* deb ataladi.

Temir yo'l texnik holatining vaqt maboynda ketma-ket o'zgarishi, yoki temir yo'lning to'g'ri holatidan boshlab yakuniy holatigacha, bir holatdan boshqa holatga ma'lum tartibda o'tishi *yuk tashishni o'zlashtirish sxemasi* deb ataladi. Yuk tashishni o'zlashtirish sxemalarining uchta varianti 8.19-rasmda keltirilgan.

Yuk tashishni o'zlashtirish sxemalarining *iqtisodiy samaradorlik mezon* (*kriteriyasi*) sifatida (ko'p bosqichli kapital qo'yilmalar jalb etilganda) keltirilgan *qurilish va yillik tasarruf sarf-harajatlarning yig'indisi* qabul qilingan, ya'ni:

$$\Theta = K_0 + \sum_{i=1}^{m-1} K_{i-j} \eta_{i-j} + \sum_{i=1}^m \sum_{t=t_{ja}}^{t_{ja}} c_i \eta_t \quad (8.31)$$

bunda K_0 - to'g'ri kapital qo'yilmalar;

K_{i-j} - holatdan holatga o'tish uchun zarur kapital qo'yilmalar;

m - yuk tashishni o'zlashtirish sxemada ko'rilayotgan holatlar soni;

t_{i-j} - i holatdan holatga o'tish muddati;

t_b, t_{ja} - temir yo'lni har bir holatda tasarruf etishni boshlash va yakunlash muddatlari;

c_i - temir yo'lni i holatda tasarruf etishning yillik sarf-harajatlari;

η_t - t yildagi sarf-harajatlari va kapital qo'yilmalarni to'g'ri yilga keltirish koeffitsienti.

Sarf-harajatlari va kapital qo'yilmalarni to'g'ri yilga keltirish koeffitsientining qiymatini quyidagi ifoda bo'yicha hisoblab topish mumkin:

$$\eta_t = \frac{1}{(1+E)^t} \quad (8.32)$$

bunda, E - kapital qo'yilmalarning samaradorlik koeffitsienti.

Iqtisodiy samaradorlik mezoni (kriteriyasi) minimal, ya'ni $\Theta = \min \Theta$ bo'lgan sxema yuk tashishni o'zlashtirishni optimal sxemasi sifatida ko'riladi.

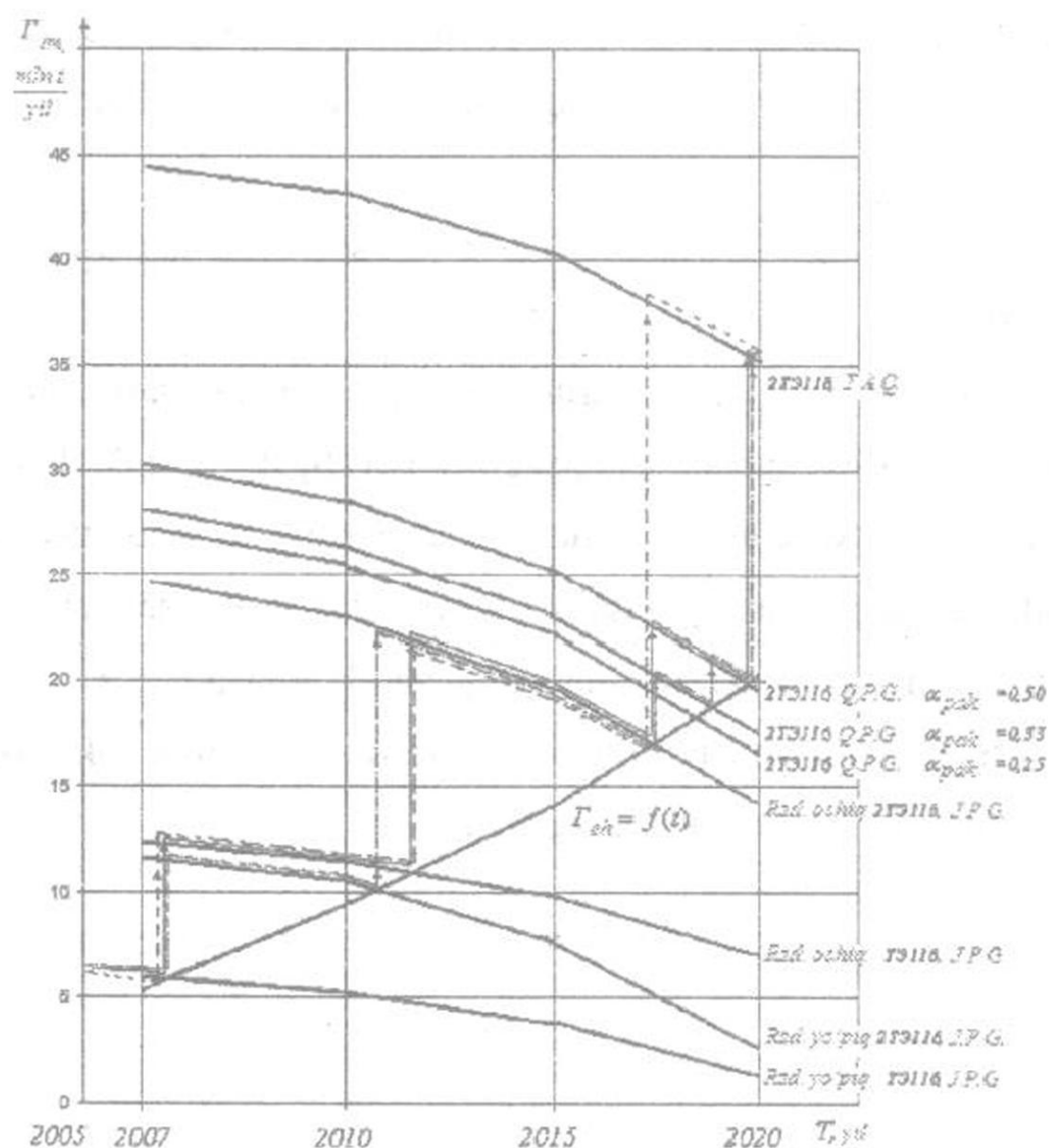
Yuk tashishni o'zlashtirishning optimal sxemasini aniqlash va texnik holatni belgilash bilan bog'liq barcha hisoblar kompleksini yuk tashishni o'zlashtirish tahlili deb ataladi.

Yangi temir yo'llarni loyihalash jarayonida yuk tashishni o'zlashtirish tahlili quyidagi vaziyatlarda amalga oshiriladi:

- tasarrufga topshiriladigan temir yo'l trassasining bironta varianti texnik quvvatini va bosqichma-bosqich temir yo'l quvvatini oshirishni asoslash,

- loyihalalanayotgan yangi temir yo'lning asosiy texnik parametrlarini asoslash uchun.

Ma'lumki, doimiy inshootlarni loyihalash parametrlari temir yo'l trassasining fazodagi holati aniqlaydi, va natijada texnik holatlarni belgilash, ushbu texnik holatni tadbiq etish uchun zarur bo'lgan kapital qo'yilmalarni, barcha asosiy tasarruf ko'rsatkichlarini aniqlash uchun asosiy to'g'ri malumot bo'lib xizmat qiladi. Loyihalash parametrlarini o'zgarishi bilan temir yo'l trassasi holati, va o'z navbatida yuk tashishni o'zlashtirish tahlili shartlari ham o'zgaradi.



8.19-rasm. Yuk tashishni o'zlashtirish sxemalari

8.5 Temir yo'lining texnik holatini o'zgartirishning texnik va iqtisodiy samarali muddatlari

Temir yo'lining yuk tashish ehtiyoji va imkoniyati grafiklarini birlashtirib ularning kesishish nuqtasini topish mumkin (8.20 -rasm). Ular qandaydir τ vaqtda kesishadi. I'_{im} va I'_{ek} larni o'zaro nisbatiga qarab ikki davrni belgilash mumkin.

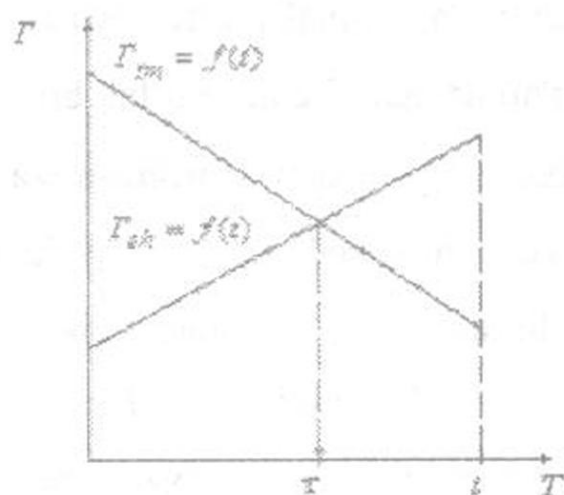
Birinchisi, $\tau > T > 0$ davr, temir yo'lining yuk tashish imkoniyati ehtiyojidan katta, ya'ni $I'_{im}(t) > I'_{eh}(t)$.

Ikkinchisi, $t > T > \tau$ davr, temir yo'lining yuk tashish imkoniyati ehtiyojidan kichik, ya'ni $I'_{im}(t) < I'_{eh}(t)$.

Grafiklar kesishgan τ vaqtda temir yo'lining yuk tashish imkoniyati va ehtiyoji teng, ya'ni $I'_{im}(t) = I'_{eh}(t)$, shuning uchun τ vaqtdan keyin temir yo'lni

yanada ko'proq yuk tashish imkoniyatini beruvchi holatga o'tkazish kerak.

τ vaqt temir yo'lni bir holatdan ikkinchi holatga o'tkazishni texnik muddati deb ataladi.



8.20-rasm. Temir yo'lni bir holatdan ikkinchi holatga o'tkazish muddatini aniqlash

Agar $I'_{im}(t)$ va $I'_{eh}(t)$ funksiyalarning ko'rinishi ma'lum bo'lsa, τ - texnik muddatni analitik usul bilan $I'_{im}(\tau) = I'_{eh}(\tau)$ tenglamani yechish orqali topiladi.

Agar $I'_{im}(t)$ va $I'_{eh}(t)$ funksiyalar jadval ko'rinishida berilgan bo'lsa, τ - texnik muddat grafik (chizma) usul bilan topiladi, ya'ni $I'_{im}(t)$ va $I'_{eh}(t)$ grafiklarning kesishish nuqtasining absissasini aniqlash kerak.

Shu bilan birga temir yo'lni bir holatdan ikkinchi holatga o'tkazishni *iqtisodiy samarali muddatini* ham aniqlash mumkin. Iqtisodiy samarali muddat iborasiga tavsif berish uchun quyidagi masalani ko'rib chiqamiz (8.21-rasm). Temir yo'lni tortish turi bilan farqlanuvchi ikki holati (varianti) mavjud, birinchi holat teplovozli tortish, ikkinchi holat elektrovozli tortish bo'lib ularning yuk tashish imkoniyati $\Gamma_{tm,1} = f_1(t)$ va $\Gamma_{tm,2} = f_2(t)$, temir yo'lning yuk tashish ehtiyoji esa $\Gamma_{sk} = f(t)$ funksiyalar orqali berilgan. Ushbu holatlarga mos yillik tasarruf sarf-harajatlari ma'lum deb taxmin qilinadi va ular mos ravishda $C_1 = f_1(t)$ va $C_2 = f_2(t)$ funksiyalar bilan ifodalanadi. Birinchi holatdan ikkinchi holatga o'tish uchun K_{1-2} ga teng kapital qo'yilmalar zarur. Ko'rilayotgan $0-t$ davrda $\Gamma_{tm,1}(t) < \Gamma_{tm,2}(t)$ shart ta'minlanadi. Temir yo'lni birinchi texnik holatdan ikkinchi texnik holatga K_{1-2} mablag' sarflab o'tkazishni yillik tasarruf sarf-harajatlarda erishiladigan iqtisod $\Delta C = C_1 - C_2$ bilan asoslash mumkin.

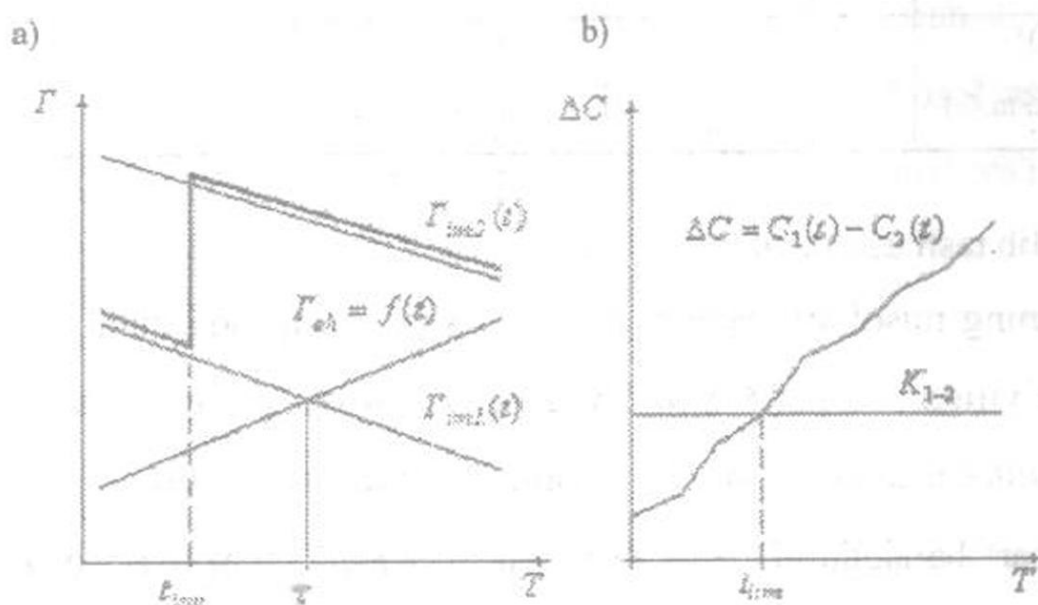
Temir yo'lning birinchi texnik holatdan ikkinchi texnik holatga keltirilgan qurilish va yillik tasarruf sarf-harajatlarning yig'indisi minimal bo'lganda o'tish vaqti t_{tm} - *iqtisodiy samarali muddat* deb ataladi.

Iqtisodiy samarali muddat t_{tm} ni analitik, grafik, raqamli usullar bilan aniqlash mumkin.

Raqamli usul bilan iqtisodiy samarali muddat t_{tm} ni aniqlash yillik tasarruf sarf-harajatlari jadval ko'rinishida taqdim etilganda qo'llash maqsadga muvofiq. Temir yo'lning ikkala holatidagi yuk o'tkazish imkoniyati $\Gamma_{tm,1} = f_1(t)$ va $\Gamma_{tm,2} = f_2(t)$ va yuk tashish ehtiyoji $\Gamma_{sk} = f(t)$ grafiklari birgalikda ko'rib chiqiladi.

Temir yo'l birinchi holatdan ikkinchi holatga o'tishi $0 < t < T$ oraliqdagi qandaydir t vaqtda amalga oshiriladi deb taxmin qilinadi. Temir yo'l quvvatini oshirish strategiyasini grafik ko'rinishini siniq chiziq sifatida tasvir qilish mumkin (8.21 a-rasm). Ushbu strategiya uchun iqtisodiy samaradorlik mezonini (kriteriyasi)ni ya'ni keltirilgan qurilish va yillik tasarruf sarf-harajatlarining yig'indisi ifodasini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\Theta(t) = \sum_{i=1}^t C_1(t) \cdot \eta_i + K_{1-2} \cdot \eta_t + \sum_{i=t+1}^T C_2(t) \cdot \eta_i \quad (8.33)$$



8.21-rasm. Temir yo'lni 1-holatdan 2-holatga o'tkazishni texnik (τ) va iqtisodiy samarali muddatlari: a - yuk tashish imkoniyati va ehtiyoji grafiklari; b - 1-holatdan 2-holatga o'tkazishni iqtisodiy samarali muddatini chizma(grafik) usulda aniqlash

$\Theta(t)$ - iqtisodiy samaradorlik mezonini qiymati 1 dan T gacha o'zgaruvchi o'tish muddati t ga bog'liqdir. O'tish muddatining turli $t = 1, 2, 3, \dots, T$ qiymatlari uchun (8.32) ifoda bo'yicha $\Theta(t)$ ning mos qiymatlari hisoblanadi (8.3-jadval). ularning hisoblab topilgan qiymatlari qatoridan eng kichigini topiladi. Ushbu qiymatga mos keluvchi muddat -

temir yo'lni birinchi holatdan ikkinchi holatga o'tishini iqtisodiy samarali muddati hisoblanadi.

8.3-jadval

Keltirilgan qurilish va yillik tasarruf sarf-harajatlari ni aniqlash (sh.b. va bo'lganda)

Ko'rsatkichlar	Yillar									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$C_1 = f_1(t)$										
$C_2 = f_2(t)$										
$\mathfrak{D}(t)$ ($K_{1-2} = 50$ ml.6.)										
$\mathfrak{D}(t)$ ($K_{1-2} = 75$ ml.6.)										

* Balki olib tashlash kerak!

Bizning misolimiz uchun $K_{1-2} = 50$ sh.b. bo'lganda bunday muddat 3-tasarruf yiliga, $K_{1-2} = 75$ sh.b. bo'lganda esa 6-yilga to'g'ri keladi.

Analitik usul bilan iqtisodiy samarali muddat t_{min} ni aniqlash yillik tasarruf sarf-harajatlarni $C_1 = f_1(t)$ va $C_2 = f_2(t)$ funksiya ko'rinishida taqdim etilganda qo'llash maqsadga muvofiq. Bu holda (8.33) ifodadagi yi'gindini integral bilan almashtirish mumkin, ya'ni:

$$\mathfrak{D}(t) = \int_0^t f_1(t) \cdot \eta(t) dt + K_{1-2} \cdot \eta(t) + \int_t^T f_2(t) \cdot \eta(t) dt \quad (8.34)$$

Bu holda bir o'zgaruvchan t ning funksiyasi bo'lgan iqtisodiy samaradorlik mezoni $\mathfrak{D}(t)$ ni va o'tish muddati t_{min} ni aniqlash (8.34) ifodadagi funksiya'ning minimumini aniqlashdan iboratdir. Buning uchun iqtisodiy samaradorlik mezoni $\mathfrak{D}(t)$ dan vaqt bo'yicha hosila olib uni nolga tenglashtiramiz (bunda $\eta(t) = (1-E)^{-t}$ ekanligi inobatga olinadi)

$$\frac{d\Theta(t)}{dt} = f_1(t) \cdot \eta(t) + K_{1-2} \cdot \eta(t) \cdot \ln(1+E) - f_2(t) \cdot \eta(t) = 0 \quad (8.35)$$

yoki

$$[f_1(t) - K_{1-2} \cdot \ln(1+E) - f_2(t)] \cdot \eta(t) = 0 \quad (8.36)$$

Agar $\eta(t) \neq 0$ ekanligini inobatga olsak, u holda (8.36) ifodani quyidagicha yozish mumkin

$$f_1(t) - K_{1-2} \cdot \ln(1+E) - f_2(t) = 0 \quad (8.37)$$

Yuqoridagi (8.37) ifodaning yechimini topish uchun $C_1 = f_1(t)$ va $C_2 = f_2(t)$ larni aniq ko'rinishda taqdim etish lozim. Misol uchun yillik tasarruf sarf-harajatlar chiziqli o'zgaradi deb taxmin qilamiz, ya'ni:

$$\begin{cases} f_1(t) = a_1 + b_1 t \\ f_2(t) = a_2 + b_2 t \end{cases} \quad (8.38)$$

Ushbu qiymatlarni (8.37) ifodaga qo'yamiz

$$a_1 + b_1 t - a_2 - b_2 t - K_{1-2} \cdot \ln(1+E) = 0 \quad (8.39)$$

Bundan iqtisodiy samarali o'tish muddati t_{ucm} ni quyidagicha yozish mumkin:

$$t_{ucm} = \frac{K_{1-2} \cdot \ln(1+E) - (a_1 - a_2)}{b_1 - b_2} \quad (8.40)$$

Agar

$$\ln(1+E) \approx E \quad (8.41)$$

deb taxmin qilsak, u holda (8.40) ifodani quyidagi ko'rinishga keltirish mumkin

$$t_{izm} = \frac{K_{1-2} \cdot E - \Delta a}{\Delta b} \quad (8.42)$$

Agar yuqoridagi misol uchun yillik tasarruf sarf-harajatlarning chiziqli o'zgarishi $f_1(t) = 1.0 + 2.2 \cdot t$, $f_2(t) = 0.5 + 1.1 \cdot t$ va $K_{1-2} = 50$ mln. so'm bo'lsa, u holda

$$t_{izm} = \frac{50,0 \cdot 0,08 - (1 - 0,2)}{2,2 - 1,1} = 3 \text{ yil}$$

Analitik usul bilan iqtisodiy samarali muddat $t_{izm} =$ ni aniqlash yillik tasarruf sarf-harajatlarni $C_1 = f_1(t)$ va $C_2 = f_2(t)$ bog'liqligi istalgan ko'rinishda berilganda qo'llanilishi mumkin.

Yuqoridagi (8.42) ifodani inobatga olib (8.37) tenglikni quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$f_1(t) - f_2(t) = K_{1-2} \cdot E \quad (8.43)$$

Ushbu (8.42) ifodadan ko'rinib turibdiki, iqtisodiy samaradorlik mezoni $\vartheta(t)$ ning minimum qiymati, temir yo'lining ikkala holatiga mos keluvchi yillik tasarruf sarf-harajatlari $C_1 = f_1(t)$ va $C_2 = f_2(t)$ ning ayirmasi 1-holatdan 2-holatga o'tishi uchun zarur bo'lgan mablag'larning kapital qo'yilmalarning samaradorlik koeffitsientiga ko'paytmasiga teng bo'ladigan $t = t_{izm}$ vaqtda erishiladi. (8.43) ifodadagi tenglikning chiziqli ko'rinishi 8.21.b-rasmida keltirilgan.

Ko'rib chiqilgan usullar temir yo'llar quvvatini oshirish uchun kichik yuk o'tkazish qobiliyatiga ega holatdan katta yuk o'tkazish qobiliyatiga ega bo'lgan holatga o'tish masalalari yechishda samarali qo'llanilishi mumkin. Bunday masalalar turkumiga yangi tortish turini joriy etish, bir izli temir

yo'llarni ikki izli temir yo'llar toifasiga o'tkazish, qabul qilish-jo'natish yo'llarining uzunligini oshirish va boshqalar kiradi.

Umuman olganda iqtisodiy samaradorlik mezonini $\Theta(t)$ ni va o'tish muddati t_{Lm} ni aniqlash temir yo'l quvvatini oshirishning xususiy masalasidir, chunki bu holda faqat ikki variant ko'riladi. Agar ko'riladigan holatlar soni ikkitadan ortiq bo'lsa, temir yo'l quvvatini oshirish masalasi bir muncha murakkablashadi.

8.6 Yuk tashishni o'zlashtirishning optimal sxemalarini tuzish

Iqtisodiy samaradorlik mezonini minimal, ya'ni $\Theta = \min \Theta$ bo'lgan yuk tashishni o'zlashtirishning optimal sxemasining tanlash variantlarni ko'rib chiqish usuli bilan amalga oshirish mumkin. Temir yo'l quvvatini bosqichma-bosqich oshirish bo'yicha belgilangan variantlardan to'g'ri yilga keltirilgan qurilish va yillik tasarruf sarf-harajatlarning yig'indisi minimali tanlanadi. Ko'rib chiqish uchun qabul qilingan sxema variantlarining soni u qadar ko'p bo'lmasa, masalani optimal yechimini topish qiyinchilik tug'dirmaydi. Lekin temir yo'l quvvatini bosqichma-bosqich oshirish sxemalari soni 6-8 tadan ortsa optimal sxemeni topish ancha murakkab bo'ladi. Chunki, eng ma'qul bo'lgan sxema variantini hisoblash jarayonidan tushib qolish ehtimoli juda katta. Lekin temir yo'lni rivojlantirish bosqichlarini belgilash u qadar qiyin emas.

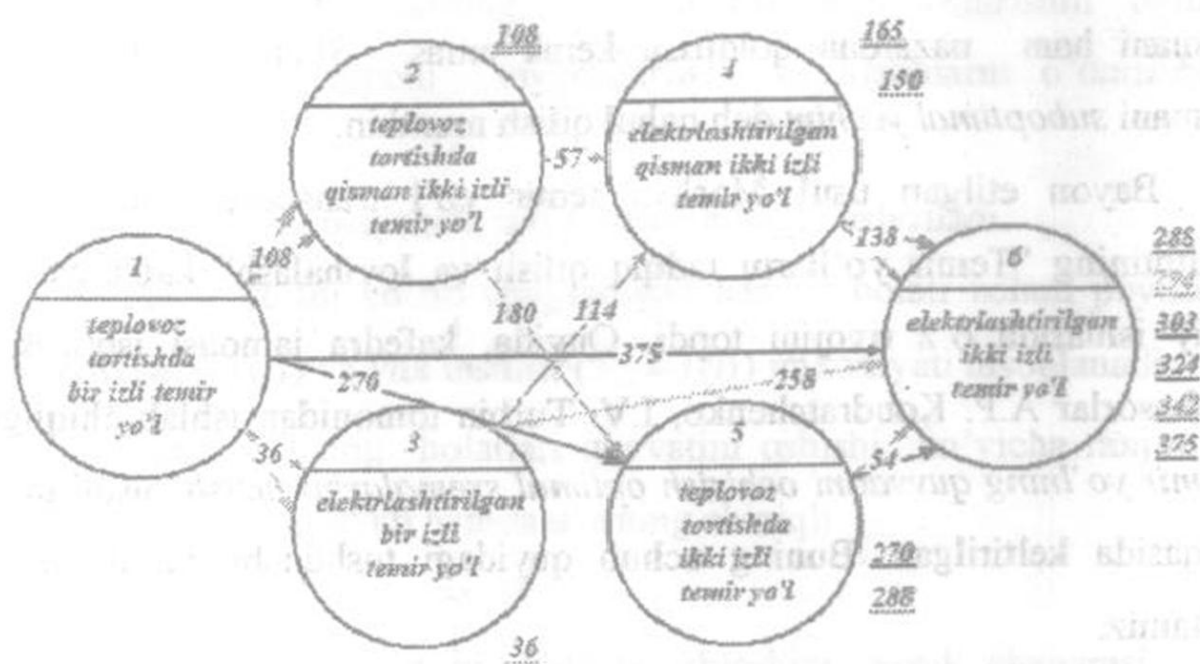
Temir yo'l quvvatini bosqichma-bosqich oshirishning optimal yechimini topish bir qancha usullar bilan amalga oshirilishi mumkin. quyida optimal yechimni topishni ikki usuli batafsil yoritilgan.

Birinchi navbatda murakkab bo'lmagan vaziyatni ko'rib chiqamiz. Temir yo'lni rivojlantirishning quyidagi bosqichlari ma'lum deb taxmin

qilamiz. Temir yo'l tasarrufga bir izli, teplovoz tortishida (1-holat) topshiriladi. Keyinchalik quyidagi bosqichlar ko'rib chiqilishi mumkin: teplovoz tortishida qisman ikki izli temir yo'l (2-holat), elektrlashtirilgan bir izli temir yo'l (3-holat), elektrlashtirilgan qisman ikki izli temir yo'l (4-holat), teplovoz tortishida ikki izli temir yo'l (5-holat) va nihoyat yakuniy holat - elektrlashtirilgan ikki izli temir yo'l (6-holat). Keltirilgan ma'lumotni oltita cho'qqisiga ega bo'lgan yo'naltirilgan graf sifatida tasavvur qilish mumkin (8.22-rasm).

O'z navbatida grafning har bir cho'qqisini bo'g'in, bo'g'inlarni tutashtiruvchi chiziqlar (yoylar, millar)ni temir yo'lni ma'lum muddatda ishlash vaqti sifatida ko'rish mumkin. Bir holatdan ikkinchi holatga o'tish muddatlari ma'lum va o'zgarmas deb faraz qilamiz. Millarni yo'nalishi temir yo'lni rivojlantirishni taxminiy va mumkin bo'lgan yo'llarini ko'rsatadi. Takidlash kerakki, 2-3 mil mavjud emas, chunki bu amalda qisman ikki izli temir yo'ldan yana bir izli temir yo'lga qaytishni anglatadi. 3-2 mil ham mavjud emas, chunki elektrlashtirilgan temir yo'ldan qayta teplovoz tortishga o'tish mantiqqa to'g'ri kelmaydi.

Temir yo'lni tasarruf etishning har bir davri ma'lum keltirilgan sarf-harajatlari bilan tavsiflanadi, ya'ni tasarruf sarf-harajatlari va shu holatga o'tish uchun (qurilish, ta'mirlash, harakat vositalarini sotib olishga) sarflangan mablag'lar bilan. Sarf-harajatlarning miqdori mil grafni qaysi cho'qqilarni tutashtirganligiga bog'liq.



8.22-rasm. Temir yo'l quvvatini oshirishni yo'nalishi.

1 bo'g'indan 6 bo'g'ingacha traektoriyalarning har misolda biri temir yo'l quvvatini oshirishni biron sxemasiga mos. Ko'rilayotgan quyidagi raqobatdosh sxemalar mavjud:

1-sxema, yo'nalishi 1-2-4-6 (303)

2-sxema, yo'nalishi 1-2-5-6 (342)

3-sxema, yo'nalishi 1-3-6 (294)

4-sxema, yo'nalishi 1-3-4-6 (288)

5-sxema, yo'nalishi 1-5-6 (324)

6-sxema, yo'nalishi 1-6 (375)

Har bir sxema (traektoriya) uchun birinchi yilga keltirilgan qurilish va yillik tasarruf sarf-harajatlarning yig'indisi, ya'ni baholash mezonini (qavsda har bir sxema uchun mos ravishda keltirilgan) aniqlash va ular orasidan minimal qiymatga ega bo'lganini tanlash mumkin. Ko'rinib turibdiki 1-3-4-6 sxema (traektoriya)ning baholash mezonini minimal qiymatga ega (288 mln. so'm) va u optimal yechim sifatida qabul qilinishi mumkin. Lekin, ushbu sxemadan bor yo'qi 2 % ga farq qiluvchi 1-3-6

sxemani ham nazardan qoldirish kerak emas. Shuning uchun 1-3-6 sxemani *suboptimal yechim* deb qabul qilish mumkin.

Bayon etilgan usul Moskva temir yo'l transporti muhandislari institutining "Temir yo'llarni tadqiq qilish va loyihalash" kafedrasining ilmiy ishlarida o'z rivojini topdi. Quyida, kafedra jamoasi ishtirokida professorlar A.P. Kondratchenko, I.V. Turbin tomonidan ishlab chiqilgan "*Temir yo'lining quvvatini oshirish optimal sxemalarini tuzish*" usuli misol tariqasida keltirilgan. Buning uchun quyidagi tushuncha va iboralarni kiritamiz.

Hisoblash holati - loyihalanayotgan temir yo'l parametrlari, trassasi holati va temir yo'lining barcha asosiy qurilmalari parametrlarining tarkibi (sochetanie). Optimal sxemalar hisoblash holati doirasida tuziladi.

Texnik jihozlanish vositalari va uskunalari - tortish turi, qabul qilish-jo'natish yo'llarining foydali uzunligi, lokomotiv quvvati, vagonlar tarkibining turi, harakatni tashkil qilish usullari va boshqarish vositalari, poyezdlar harakati jgرافining turi.

Holat - hisoblash holati doirasida temir yo'lining quvvatini belgilovchi texnik jihozlanish vositalari va uskunalarning tarkibi. Texnik jihozlanish vositalari va uskunalardan birining o'zgarishi temir yo'lni bir holatdan ikkinchi yanada quvvati katta holatga o'tishini anglatadi. Yangi holatga o'tish kapital mablag'lar sarfini talab qiladi va qiymati o'zgartirilayotgan texnik jihozlanish vositasining turiga bog'liq.

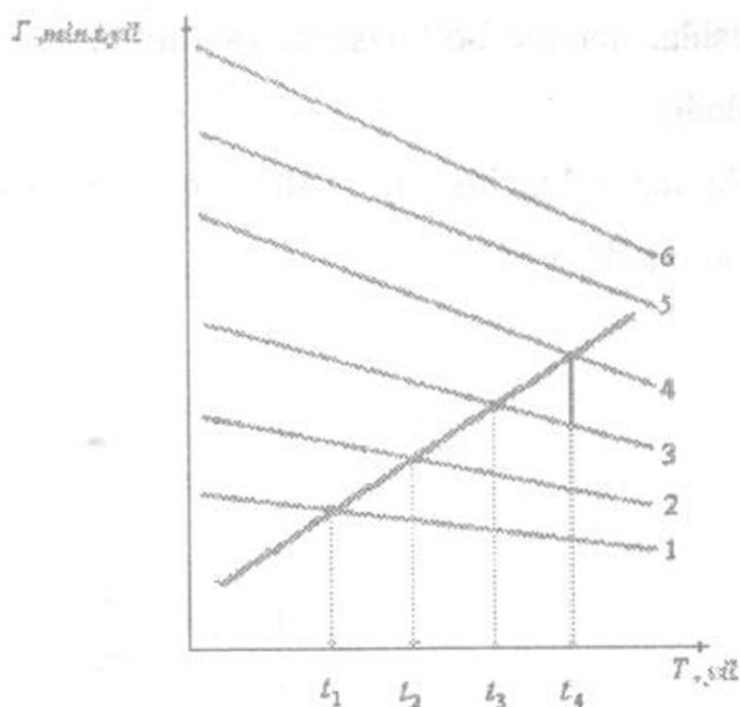
Boshlang'ich holat - temir yo'lining quvvatini oshirish sxemasini tuzish boshlanadigan holat.

Yakuniy holat - istiqboldagi T yilda yuk tashish hajmlarini o'zlashtirish imkoniyatini beruvchi holat (yoki holatlar).

Temir yo'l quvvatining bosqichma-bosqich oshirishni optimal sxemasini tuzish jarayoni tayyorgarlik va hisoblarni o'tkazishdan bosqichidan iborat.

Tayyorgarlik bosqichida quyidagilar amalga oshiriladi.

1. Temir yo'lni ko'rib chiqiladigan har bir holati uchun poyezdlar o'tkazish ($n_{tm} = f_i(t)$) va yuk tashish ($I'_{tm} = f_i(t)$) imkoniyati hisoblanadi;
2. Temir yo'lning holatlari quvvatini oshishi bo'yicha ranjirovka (tartibga solinadi) qilinadi hamda ularning chiziqli ko'rinishi chiziladi (8.23 - rasm);
3. Temir yo'lni har bir holatda ishlashini texnik chegarasi, ya'ni texnik o'tish muddati ($t_{tsh} = t_i$) aniqlanadi (8.23-rasm);



8.23-rasm. Temir yo'lning texnik o'tish muddatlari

4. har bir holatning tasarruf sarf harajatlari aniqlanadi va ular quyidagi ifoda bilan tasvir etilishi mumkin bo'lgan chiziqli grafik tarzida taqdim qilinadi (8.24-rasm)

$$C_i = a_i + b_i \cdot t \quad (8.44)$$

Ifodadagi a_i va b_i doimiylarning qiymatlari jadval ko'rinishida taqdim qilinishi mumkin (8.4-jadval);

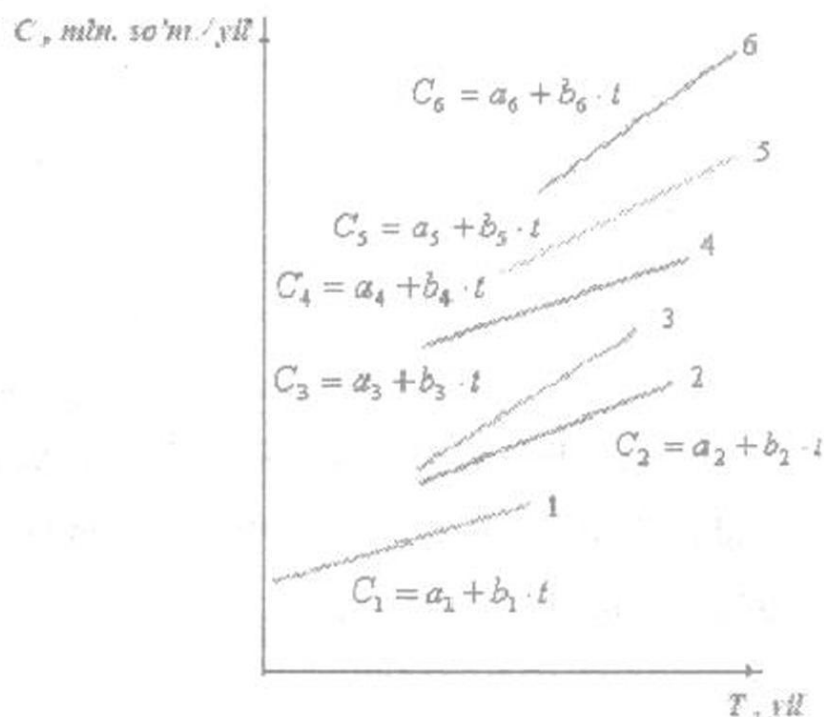
8.4-jadval

a_i va b_i doimiylarning qiymatlari

Doimiylar	Temir yo'lining holatlari					
	1	2	3	4	5	6
a_i	7,15	7,95	7,05	6,09	10,30	10,11
b_i	1,05	0,55	0,59	0,85	0,75	0,79

5. Bir holatdan boshqasiga o'tish uchun zarur bo'lgan kapital mablag'lar sarfi aniqlanadi va ular "o'tishlar jadvali"ga tushiriladi (8.5-jadval), agar o'tishlar mavjud bo'lmasa jadvalning mos katagiga nol' yoki chiziqcha tushiriladi;

6. Bir holatdan ikkinchisiga o'tishni iqtisodiy samarali muddati aniqlanadi (agar mavjud bo'lsa).

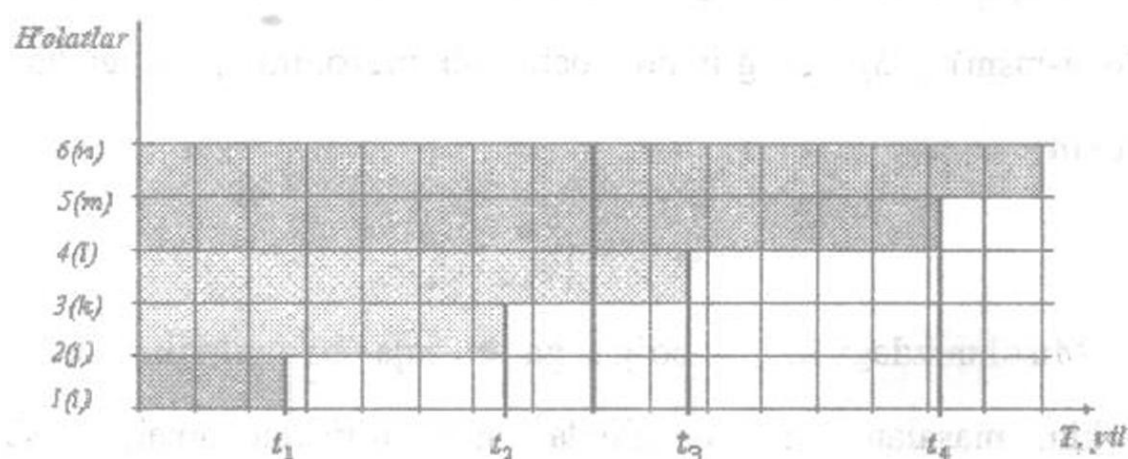


8.24-rasm. Temir yo'lining
tasarruf sarf
harajatlari ($C_i = a_i + b_i \cdot t$) ning
chiziqli grafiklari

Temir yo'lni bir holatdan boshqasiga o'tishi uchun kapital harajatlari (K_{i-j}) jadvali

Temir yo'lning holatlar	1	2	3	4	5	6
1	0	K_{1-2}	K_{1-3}	K_{1-4}	K_{1-5}	K_{1-6}
2		0	-	K_{2-4}	K_{2-5}	K_{2-6}
3			0	K_{3-4}	-	K_{3-6}
4				0	K_{4-5}	K_{4-6}
5					0	-
6						0

Optimal sxemalarni tuzish "holat-vaqt" to'rida amalga oshiriladi. Ushbu to'rida gorizontal' chiziqlar temir yo'lning turli holatlarini, vertikal' chiziqlar esa vaqtni bildiradi. Vertikal' chiziqchalar bilan temir yo'lning har bir holatini yuk tashish imkoniyatining texnik chegarasi (t_1, t_2, t_3, t_4) belgilab chiqiladi. 8.25-rasmda temir yo'lning har bir holatini yuk tashish imkoniyatining texnik chegaralari - t_1, t_2, t_3, t_4 muddatlar turli xil ranglar bilan belgilab chiqilgan.



8.25-rasm. "holat-vaqt" to'ri

"Holat-vaqt" to'ridagi har bir bo'g'in S harfi bilan belgilanadi. Bo'g'inlarning tartib raqamini ikki son bilan belgilash mumkin. Birinchi son temir yo'lning holatini, ikkinchi son esa yilni anglatadi. Masalan,

$S_{1,2}$ bo'g'in - ikkinchi yilda temir yo'lining birinchi holati, $S_{2,6}$ -oltinchi yilda temir yo'lining ikkinchi holatai, $S_{4,8}$ -sakkizinchi yilda to'rtinchi holat va shu tariqa. har bir bo'g'inni baholash (narxlash) mumkin. Bo'g'inlarning baholash mezonini bo'lib har bir yilining tasarruf sarf harajatlari va shu holatga o'tish harajatlarning ushbu yilga keltirilgan yig'indisi xizmat qiladi.

Optimal sxemalarni tuzish "holat-vaqt" to'rining shartli ravishda ranglar bilan belgilangan chegaralari doirasida amalga oshiriladi. "Holat-vaqt" to'rida "o'tish"larni, temir yo'lni bir holatdan boshqasiga o'tish kapital harajatlari jadvaliga mos ravishda millar bilan ko'rsatamiz. Masalan, birinchi (i) holatdan ikkinchi (j), uchinchi (k), to'rtinchi (l), beshinchi (m), oltinchi (n) holatlarga o'tishlar va shu tariqa boshqa "o'tish"lar ham ko'rsatiladi (8.25-rasm).

"Holat-vaqt" to'ridagi har bir bo'g'inga, to'g'ri yilni inobatga olmaganda, kamida ikki yo'l bilan borish, ya'ni ikki bo'g'indan o'tish mumkin.

Masalan, $S_{4,9}$ bo'g'inga $S_{3,9}$ yoki $S_{4,8}$ bo'g'inlardan o'tish mumkin (8.26 a-rasm). $S_{4,9}$ bo'g'inining baholash mezonini quyidagicha yozish mumkin

$$S_{4,9} = \min \begin{cases} S_{3,9} + K_{3-4} \cdot \eta_{t9} \\ S_{4,8} + C_4 \cdot \eta_{t9} \end{cases} \quad (8.45)$$

Misolimizdagi $S_{4,9}$ bo'g'inga boshqa bo'ginlardan ham kelish mumkin, masalan $S_{3,7}$ bo'g'indan ham o'tishlar amalga oshirilishi mumkin (8.26.b- rasm). Bu holda $S_{4,9}$ bo'g'inining baholash mezonini quyidagicha yozish mumkin

$$S_{4,9} = \min \begin{cases} S_{3,7} + K_{3-4} \cdot \eta_{t,7} + \sum_{t=7}^{t=9} C_4(t) \eta_t \\ S_{3,7} + \sum_{t=7}^{t=9} C_3(t) \cdot \eta_t + K_{3-4} \cdot \eta_{t,9} \\ S_{3,7} + C_3 \cdot \eta_{t,8} + K_{3-4} \cdot \eta_{t,8} + C_4 \cdot \eta_{t,9} \end{cases} \quad (8.46)$$

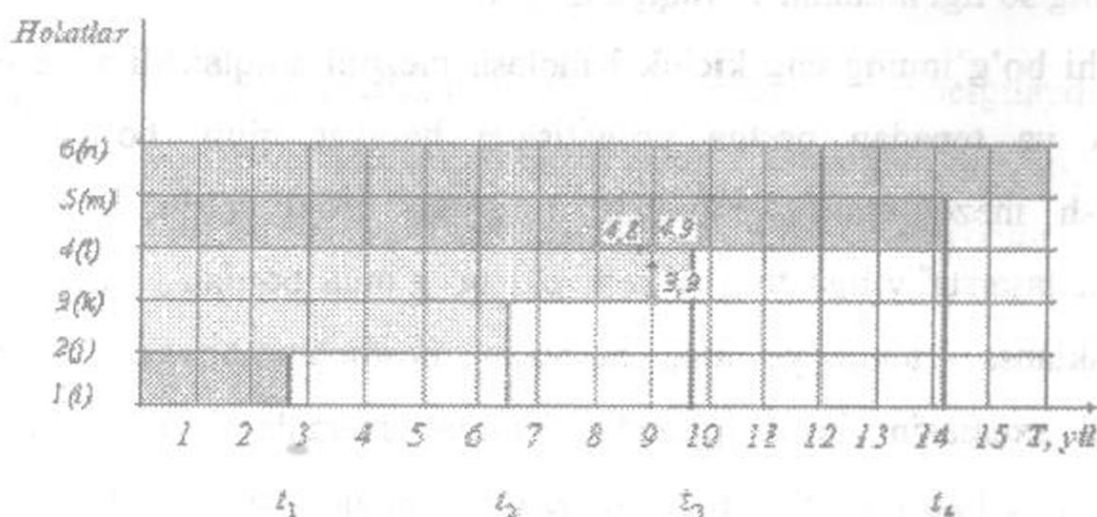
bunda $S_{3,7}$ - 3,7 bo'g'inining baholash mezon;

K_{3-4} - temir yo'lni 3-holatdan 4-holatga o'tishi uchun zarur bo'lgan kapital mablag'lar sarfi;

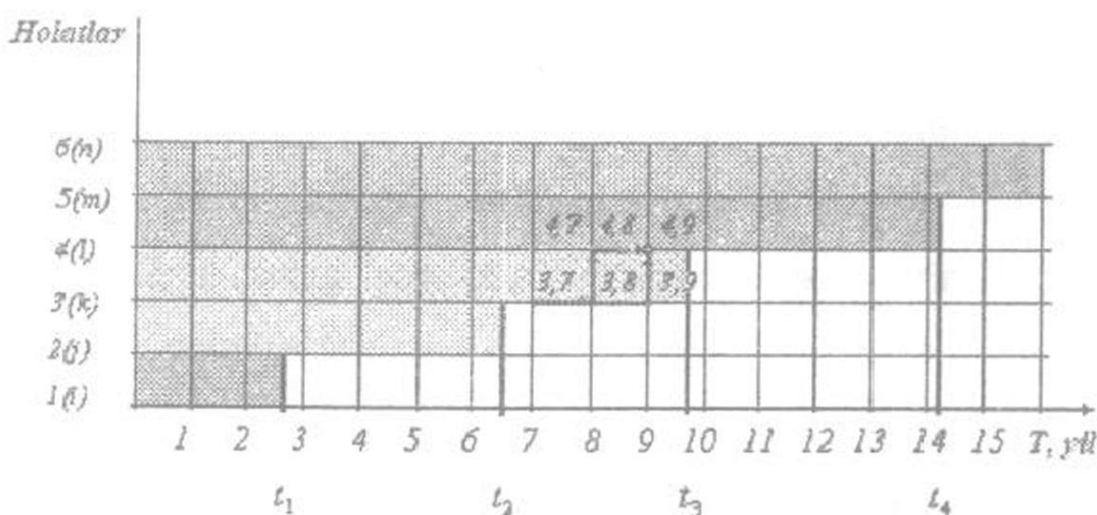
C_3 - temir yo'lni 3-holatda yillik tasarruf sarf harajatlari;

C_4 - temir yo'lni 4-holatda yillik tasarruf sarf harajatlari;

a)



b)



8.26-rasm. "holat-vaqt" to'rida bir holatdan ikkinchisiga o'tishlar

Ko'rinib turibdiki har bir bo'g'in uchun bir qancha baholash mezonlarini hisoblab topish mumkin. Bo'g'inlarning baholash mezonini hisoblash jarayoni temir yo'lining birinchi holatni birinchi tasarruf yilidan boshlab eng so'ngi holatning hisoblash davrining so'ngi muddati T gacha, ya'ni chapdan o'ngga va pastdan tepaga yo'nalishida amalga oshiriladi.

Temir yo'lining quvvatini bosqichma-bosqich oshirishni optimal sxemasini tuzish aksincha, temir yo'lni so'ngi holatining hisoblash davrining so'ngi muddati T dan birinchi holatining birinchi tasarruf yiligacha, o'ngdan chapga va tepadan pastga yo'nalishida amalga oshiriladi. Buning uchun temir yo'lining so'ngi holatining hisoblash davrining so'ngi muddati T vaqtga to'g'ri keluvchi bo'g'inning eng kichik baholash mezoni aniqlanadi va o'ngdan chapga va tepadan pastga yo'nalishida harakat qilib, bo'g'inlarning baholash mezonlarining minimal qiymatlar orqali birinchi holatning birinchi tasarruf yiliga to'g'ri keluvchi bo'g'inga boriladi. Bosib o'tgan yo'l tiklansa temir yo'lining quvvatini bosqichma-bosqich oshirishni optimal sxemasini hosil qilinadi. Optimal sxemalarni tuzish jarayoni haddan ziyod ko'p hisoblalarni o'tkazishni talab qilgani uchun zamonaviy hisoblash texnikasidan foydalanish maqsadga muvofiq.

Назорат соволлари

1. Temir yo'llarning quvvatini oshirish masalasi qanday temir yo'llarga xos muammo?
2. Temir yo'llar quvvatini oshirish nechta yo'nalish bo'yicha amalga oshirilishi mumkin?
3. Mavjud temir yo'llarni ta'mirlashni loyihalash yangi temir yo'llarni loyihalashga nisbatan murakkabligi nimadan iborat?
4. Bir izli temir yo'llarning quvvatini oshirishni rekonstruktiv tadbirlari nimadan iborat?
5. Tasarrufdagi temir yo'llarda poyezd og'irligi qanday faktorlar bilan aniqlanadi?
6. Temir yo'llar quvvatini oshirish strategiyasi nimani belgilaydi?
7. Temir yo'llar quvvatini oshirishni qanday strategiyalari mavjud?
8. Temir yo'l faoliyat ko'rsatishi uchun unda qaysi jarayonlar uzluksiz bajariladi?
9. Poyezdlarning harakat grafigi nimani ifodalaydi?
10. Tashish jarayonining tavsifi ko'p jihatdan nimaga bog'liq?
11. Asosiy va stansion yo'llar nima?
12. Asosiy yo'llarning soniga qarab temir yo'llar qanday bo'lishi mumkin?
13. Qanday voqelik poyezdlarni ajrim qilish deb ataladi?
14. Poyezdlar qanday ajrim qilinishi mumkin?
15. Temir yo'lning poyezdlar o'tkazish imkoniyatini nima bilan chegaralanishi mumkin?
16. Qanday vaqt oraliqiga stansiyadagi interval deyiladi?
17. Qanday vaqt oraliqiga poyezdlararo interval deyiladi?

18. Qanday harakat grafigi parallel deb ataladi?
19. Tushirish koeffitsienti nimani ifodalaydi?
20. Qanday harakat jadvali juft deb ataladi?
21. Qanday harakat jadvali toq deb ataladi?
22. Bir izli temir yo'llarda poyezdlarni peregonlar bo'ylab o'tkazish tartibiga qarab, harakat grafiklari qanday bo'ladi?
23. Temir yo'lining yuk tashish ehtiyoji nima?
24. Temir yo'lining poyezdlar o'tkazish ehtiyoji nima?
25. Temir yo'lining yuk tashish imkoniyati nima?
26. Temir yo'lining poyezdlar o'tkazish imkoniyati nima?
27. Yuk tashish jarayonini usluksizligini ta'minlash uchun temir yo'lni tasarruf etilishining barcha bosqichlarida qanday shart bajarilishi lozim?
28. Temir yo'lining yuk tashish imkoniyati qaysi ifoda bo'yicha aniqlanadi?
29. Yuk tashish imkoniyatining qiymatiga qanday omillar tasir etadi?
30. Temir yo'lining texnik holati nima?
31. Temir yo'lining boshlang'ch holati nima?
32. Temir yo'lining yakuniy holati nima?
33. Yuk tashishni o'zlashtirish sxemasi nimani ifodalaydi?
34. Temir yo'l quvvatini bosqichma-bosqich oshirishning optimal yechimini topishni qanday usullari mavjud?

9. Mavjud bir izli temir yo'llarni ta'mirlash vazifasi (maqsadi)

Yuk tashish hajmi ortib borayotgan temir yo'llar vaqti-vaqti bilan quvvati oshirilishiga muhtoj. Bu esa o'z navbatida temir yo'l tarxi, bo'ylama qirqimi, yer polotnosi, sun'iy inshootlar, va boshqa qurilmalarni ta'mirlash tadbirlarini loyihalash zaruriyatini tug'diradi.

Temir yo'llarni ta'mirlashni loyihalash jarayonida quyidagi masalalar o'z yechimini topishi kerak:

1. Temir yo'lning quvvati va yuk tashish imkoniyatini oshirish (ko'tarish yoki ko'paytirish);
2. Tasarrufdagi temir yo'llarning parametrlarini loyihaviy holatga keltirish.

Shu bilan birga temir yo'llarni ta'mirlash jarayonida quyidagi ishlar amalga oshirilishi ko'zda tutiladi:

1. Harakat tezligini oshirish.
2. Sostav og'irligini oshirish.
3. Temir yo'l bo'ylama qirqimi va tarxi holatini yanada yaxshilash va takomillashtirish.

4. Yo'l ustki qurilmasi (YUQ) ni yangilash va kuchaytirish.

5. Yuk tashish jarayoniga yangi texnologiyalarni joriy (tadbiq) etish.

Bir izli temir yo'llarni ta'mirlashni loyihalashdan asosiy maqsad - temir yo'lda poyezdlar o'tkazish qobiliyatini oshirishdir. Bir vaqtning o'zida temir yo'lning poyezdlar o'tkazish qobiliyatini chegaralovchi doimiy inshoot va qurilmalarni ta'mirlash, yangilash yoki takomillashtirish ham ko'zda tutilishi kerak.

Bir izli temir yo'llarni ta'mirlashni loyihalashda istiqbolda temir yo'lda bo'lib o'tadigan jarayonlarni ko'ra bilish zarur, chunki qabul

qilingan loyihaviy yechimlar kelajakda ikkinchi yo'llarni qurishni loyihalashda muammo tug'dirmasligi kerak. Shuning uchun bir izli temir yo'llarni ta'mirlashni loyihalashda ikkinchi izni qaysi tomondan (birinchi izga nisbatan) qurilishi, bir izli temir yo'ldan ikki izliga o'tish bosqichlarini belgilash masalasi yechilishi lozim.

Bir izli temir yo'llarni ta'mirlashni loyihalashning o'ziga xos xususiyatlaridan biri - qabul qilinayotgan loyihaviy yechimlar ta'mirlanayotgan temir yo'ldagi poyezdlar harakatiga mumkin qadar halal bermasligi kerak, chunki ta'mirlash ishlari poyezdlar harakatini to'xtatmasdan amalga oshirilishi lozim. Ushbu talab loyihaviy yechimni qabul qilishda asosiy mezon bo'lishi ham mumkin. Asosiy e'tibor qabul qilinayotgan loyiha yechimining texnologik darajasiga qaratilishi kerak, chunki ta'mirlash ishlari tasarrufdagi temir yo'lda amalga oshiriladi. Peregonni mumkin qadar kam band etishni ta'minlagan loyiha yechimini amalga tadbiiq etish maqsadga muvofiqdir. Va nihoyat, qabul qilinayotgan loyiha yechimi iqtisodiy asoslangan bo'lishi kerak.

9.1 Temir yo'llarni ta'mirlashning texnik talab va me'yorlari

Ta'mirlashga muhtoj temir yo'l aksariyat hollarda QMQ 2.05.01-96 ga asosan I yoki II toifaga mansub bo'lib, ularda katta hajmda yuk tashish ishlari amalga oshiriladi. Tasarrufdagi temir yo'llarni ta'mirlashni loyihalashda yangi temir yo'llarni loyihalashdagi me'yorlar qo'llaniladi [8].

Temir yo'llarni ta'mirlashni loyihalashda poyezdlarning harakat xavfsizligi ta'minlanishi lozim.

Loyihalash me'yorlari temir yo'lining toifasiga bog'liq holda belgilanadi. Ma'lumki, barcha temir yo'llar QMQ 2.05.01-96 ga asosan

temir yo'lining ahamiyati, 5 va 10-tasarruf yillarida yuk tashishdagi qiymat hamda 5-tasarruf yilida yo'lovchi poyezdlarining soniga bog'liq holda 5 toifaga bo'linadi [1].

9.1.1 Temir yo'llarni ta'mirlashdagi imtiyozli me'yorlar

Temir yo'llarni ta'mirlashda bir qancha qiyinchiliklarga duch kelinishi mumkin. Xususan, temir yo'lining mavjud kapital inshootlarini o'zgartirmasdan temir yo'lni ta'mirlash muammosi. Ya'ni, mavjud yer to'shamasi, sun'iy suv o'tkazuvchi inshootlar, temir yo'l tarxi, bo'ylama qirqimi, ajrim qilish punktlari va h.k. Buning uchun imtiyozli me'yorlardan foydalanmaslikning iloji yo'q. Imtiyozli loyihalash me'yorlarining qo'llanilishi pul mablag'lari sarfini ham kamaytiradi.

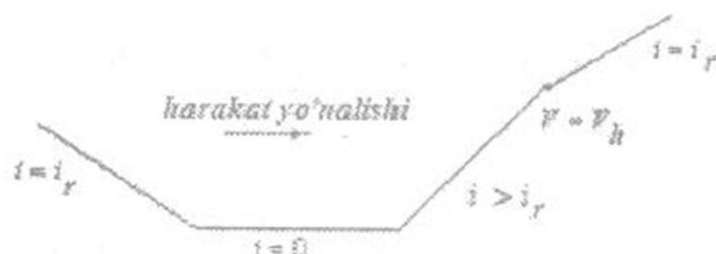
Shu bilan birga ba'zi asosiy me'yorlarni qo'llash natijasida ish hajmlarining ortishi kutilsa ham, imtiyozli me'yorlardan foydalanish tavsiya etilmaydi. Masalan, tutashtirilayotgan bo'ylama qirqim elementlar nishabliklari o'rtasidagi (orasidagi) algebrik farq qiymati, yer polotnosini suv bosmasligi sharti.

9.1.2 Temir yo'llar bo'ylama qirqimini ta'mirlashni loyihalashda imtiyozli me'yorlar

Temir yo'llar bo'ylama qirqimini ta'mirlashni loyihalashda quyidagi imtiyozli me'yorlarni qo'llashga ruxsat etiladi, ya'ni:

- rahbar nishablikning qiymati qanchalik katta bo'lishiga qaramasdan saqlab qolinadi;

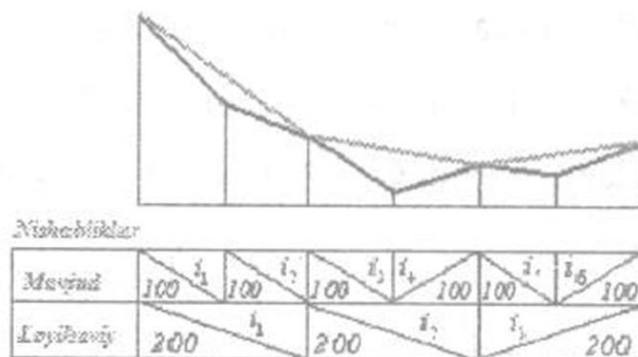
- qiymati rahbar nishablikdan katta bo'lgan nishabliklarni loyihalash mumkin ($i > i_r$), lekin bu holda poyezdning harakati davom etish sharti bajarilishi tortish hisoblari bilan asoslanishi lozim (9.1-rasm);



9.1-rasm. Bo'ylama qirgimni $i > i_r$ bo'lgan holda loyihalash.

- ruxsat etilgan me'yorlarning $\Delta i_{\max}$, $i_{\min, rux}$ qiymatlarini mumkin qadar ko'proq qo'llash;

- bo'ylama qirgim (profil) elementlarini 200 m oraliqida qilib loyihalash mumkin (9.2-rasm);



9.2-rasm. Bo'ylama qirgimda elementlarni 200 metrli kesmalardan loyihalash.

- vertikal tekislikdagi egrilikning radiusini I toifali temir yo'llarda 8000 m II, III toifali temir yo'llar uchun 5000 m gacha kamaytirish mumkin;

- o'tish egriligi davomida bo'ylama profil elementlarining sinishini loyihalash mumkin.

9.1.3 Temir yo'llar tarxini to'g'rilashni (ta'mirlashni) loyihalashda imtiyozli me'yorlar

Temir yo'llar tarxini ta'mirlashni loyihalashda quyidagi imtiyozli me'yorlarni qo'llash ruxsat etiladi:

1. O'tish egriliklarining uzunligi uchun quyidagi ikki qiymatdan kichigi qabul qilinadi, ya'ni:

a) QMQ 2.05.01-96 da keltirilgan yoki

b) quyidagi ifoda bo'yicha hisoblangan:

$$l_{oe} = \frac{h}{1000 \cdot i} \quad (9.1)$$

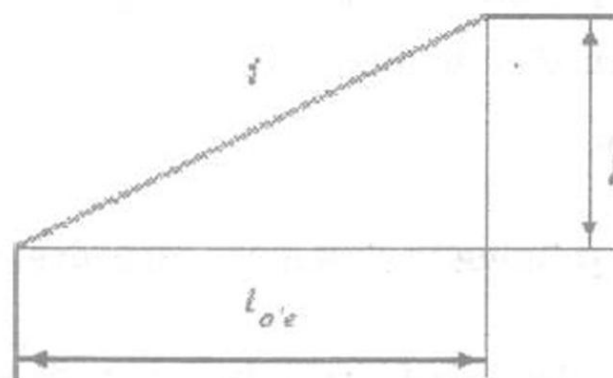
Bunda, i - tashqi rel's ko'tarilishining nishabligi ($i = 1 \text{ ‰}$, murakkab sharoitda $i = 2 \text{ ‰}$);

h - tashqi rel's ko'tarilishi, mm.

Tashqi rel's ko'tarilishining qiymati quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$h = 12.5 \cdot \frac{V_{or}^2}{R} \quad (9.2)$$

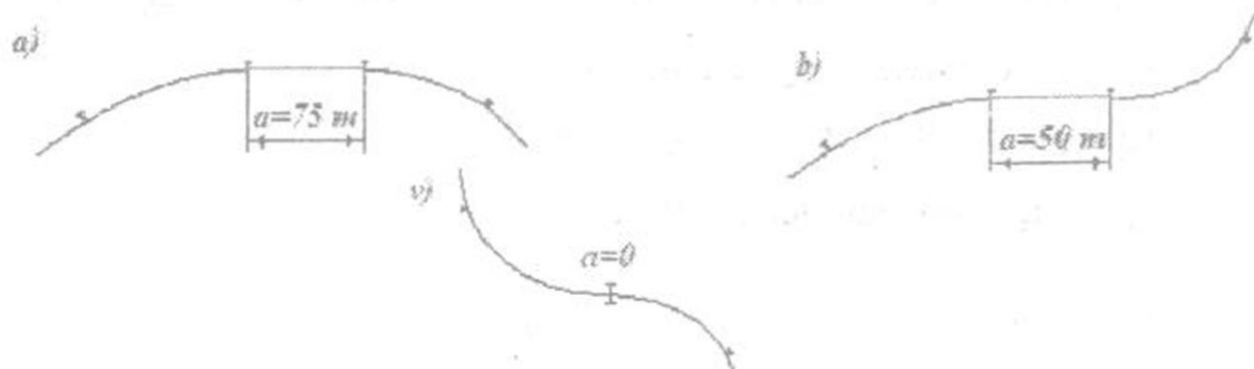
Bunda, R - egrilik raidiusi; V_{or} - poyezdlarning o'rtacha tezligi.



9.3-rasm. O'tish egriligi uzunligini aniqlash.

2. Ikki egrilik orasidagi to'g'ri chiziqli qirqimlarni me'yordagi qiymatdan kichikroq loyihalash mumkin (9.4-rasm), ya'ni:

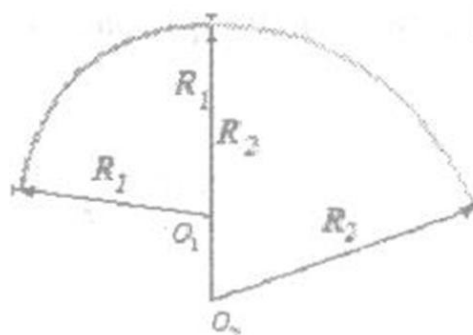
- bir tomonlama egriliklar uchun $a=75$ metr (me'yor 100 metr);
- har tomonlama egriliklar uchuna $a=50$ metr (me'yor 75 metr);
- o'ta murakkab sharoitda $a=0$.



9.4-rasm. Egriliklar orasida to'g'ri chiziqli kesmalarni loyihalash.

a - bir tomonlama egriliklar; b - ikki tomonlama egriliklar, v-o'ta murakkab sharoitda;

3. Murakkab sharoitlarda yig'ma (qo'shma) egriliklarni loyihalash ruxsat etiladi (9.5-rasm).



9.5-rasm. Yig'ma (qo'shma) egriliklarni loyihalash.

4. Mavjud egriliklar radiuslarining qiymatini mumkin qadar saqlab qolish tavsiya etiladi.

9.2 Temir yo'lining kapital qurilmalaridagi nuqsonlar

Temir yo'llarni loyihalash me'yorlari va qoidalari har 15, 25 yilda takomillashtiriladi, yangilanadi yoki o'zgartiriladi. Aksariyat qollarda ta'mirlanishga muhtoj temir yo'llar avvalgi me'yorlarga asoslanib

loyihalangan va qurilgan. Shuning uchun turli vaqtda qurilgan temir yo'llarning loyihalash me'yorlari nafaqat bir-biridan, balki amaldagi QMQ dan ham tubdan farq qiladi. Loyihalash amaliyotida amaldagi QMQ talablaridan har qanday chekinish nuqson deb topiladi. Temir yo'llarni ta'mirlashni loyihalash jarayonida ushbu nuqsonlar aniqlanishi va ularni bartaraf etish choralari loyihalanishi lozim.

Temir yo'l kapital qurilmalaridagi nuqsonlarni ikki toifaga bo'lish mumkin:

1. Temir yo'l bo'ylama qirqimidagi nuqsonlar.
2. Temir yo'l tarxidagi nuqsonlar.

9.2.1 Temir yo'l bo'ylama qirqimidagi nuqsonlar

Temir yo'l bo'ylama qirqimi tahlil qilinishi natijasida undagi mavjud nuqsonlar aniqlanadi. Aksariyat xollarda quyidagi nuqsonlar doimo uchrab turadi, ya'ni:

- element uzunligining me'yoriy qiymati (M)dan kichik, ya'ni:

$$l_{el} < M;$$

- nishablik rahbar nishablikdan katta, ya'ni:

$$i > i_r;$$

- ikki element nishabliklari o'rtasidagi algebrik farq me'yordan katta, ya'ni:

$$\Delta i > M;$$

- vertikal tekislikdagi egrilik radiusi me'yordagi qiymatdan kichik, ya'ni:

$$R_v < M;$$

- stansiya, ajrim qilish punktlari maydonchalarining nishabligi belgilangan miqdordan katta, ya'ni:

$$i_{st} > 2,5 \text{ ‰}$$

9.2.2 Temir yo'l tarxidagi nuqsonlar

Harakat vositalarining ta'siri natijasida temir yo'l izi tarxda o'zining loyihaviy holatini yo'qotadi va unda quyidagi nuqsonlar vujudga kelishi mumkin, ya'ni:

- egrilik radiuslarining me'yordan kichikligi, ya'ni $R < M$;
- egriliklar shikastlanishi;
- yig'ma (qo'shma) egriliklar;
- o'tish egriligining uzunligi yetishmasligi;
- to'g'ri chiziqli kesma uzunligining yetishmasligi.

9.3 Temir yo'llar bo'ylama va ko'ndalang qirqimlarini to'g'rilashni loyihalash

9.3.1 Temir yo'llar bo'ylama qirqimini to'g'rilashni loyihalash asoslari

Ta'mirlanishga muhtoj temir yo'llar avvalgi me'yorlarga asoslanib loyihalangan va qurilganligi, amaldagi me'yorlardan farq qilganligi uchun ta'mirlashni loyihalash jarayonida bo'ylama qirqim elementlari uzunligi uzaytirish va ularni tutashish nuqtasida nishabliklar orasidagi farqni kamaytirish zaruriyati tuqiladi. Mavjud temir yo'l bo'ylama qirqimini o'zgartirish, zarur loyihaviy holatga keltirish uchun mavjud resl's boshi (MRB) taalluqli nuqtalarda ko'tarilishi yoki tushirilishi lozim. Bunga ballast qatlamining qalinligini yoki yer polotnosining asosiy maydonchasi belgisi (otmetkasi)ni ma'lum balandlikka o'zgartirish bilan amalga oshiriladi. Mavjud resl's boshi otmetkasining har bir o'zgarishi mos ravishda ko'ndalang qirqimni ta'mirlash bilan ta'minlanishi, loyiha chiziqi

esa majburiy ravishda ko'ndalang qirqim bilan solishtirilishi va mutanosib bo'lishi lozim.

Mavjud resl's boshi otmetkasi o'zgartirilishining ikkinchi sababi ham bor. Aksariyat qollarda, ta'mirlash jarayonida, temir yo'lga yangi va yanada takomillashtirilgan, mavjudiga nisbatan ballast qatlamining qalinligi, shpal va rel's balandligi kattaroq bo'lgan yo'l ustki qurilmasi yotqiziladi. Shuning uchun yangi yo'l ustki qurilmasi yotqizilgandan so'ng rel's boshi otmetkasi MRB otmetkasiga nisbatan loyihaviy yo'l ustki qurilmasining konstruktiv balandligi va mavjud yo'l ustki qurilmasi balandliklari orasidagi farqqa teng balandlikka ko'tariladi. Bunda, yer polotnosining asosiy maydonchasi otmetkasini o'zgartirmasdan bo'ylama qirqimni o'zgartirish zaruriyati tuqiladi.

Temir yo'l bo'ylama va ko'ndalang qirqimlarini ta'mirlashni loyihalashda poyezdlar harakatiga mumkin qadar kam halal beradigan loyihaviy yechimlarni qabul qilish kerak.

Ba'zi joylarda (ko'priklar, tonnellar va h.k.) mavjud rel's boshi otmetkasini o'zgartirmaslik maqsadga muvofiq, bunda yirik kapital inshootlarni katta mablag' sarflab ta'mirlash ehtiyoji yo'qoladi.

9.3.2 Temir yo'lni ta'mirlash loyihasini ishlab chiqish uchun dala qidiruv ishlarini o'tkazish

Temir yo'lni ta'mirlash loyihasining sifati ko'p qollarda bizning ixtiyorimizda bo'lgan ma'lumotlarning qay darajada aniq, ishonchli ekanligiga bog'liq. Shuning uchun loyiha oldi bosqichida dala qidiruv ishlarini o'tkazishga katta e'tibor beriladi. Temir yo'lni ta'mirlashni

kompleks loyihasini ishlab chiqish uchun mavjud temir yo'l haqida batafsil ma'lumotga ega bo'lish kerak.

Temir yo'llarni ta'mirlash loyihasini ishlab chiqish uchun o'tkaziladigan dala qidiruv ishlarini quyidagi bosqichlarga bo'lib amalga oshirish maqsadga muvofiqdir:

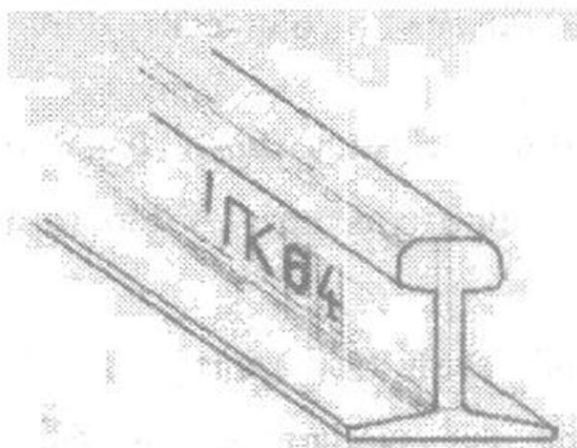
1. Piketlarga bo'lish.

Temir yo'lni piketlarga bo'lish mavjud kilometrlar yo'nalishida amalga oshiriladi. O'lchashlar boshi sifatida mavjud temir yo'l bo'lagi boshidagi sun'iy inshoot yoki boshqa imorat (masalan vokzal) o'qi qabul qilinadi. O'lchash ishlari ikki marta yo'l o'qi bo'yicha amalga oshiriladi.

Piketajchi muntazam ravishda "piketaj daftarchasini" to'ldirib boradi. 100 metr atrofidagi vaziyat, ya'ni temir yo'l chegarasi doirasidagi barcha inshoot va qurilmalarning asosiy o'lchamlari, holatini qayd qilib boradi.

O'lchash belgilari birinchi marotaba o'lchashda oq bo'r bilan, ikkinchi o'lchashda oq bo'yoq bilan kilometrlar yo'nalishi bo'yicha o'ng rel'sning ichki tomonidan qo'yiladi (9.6-rasm).

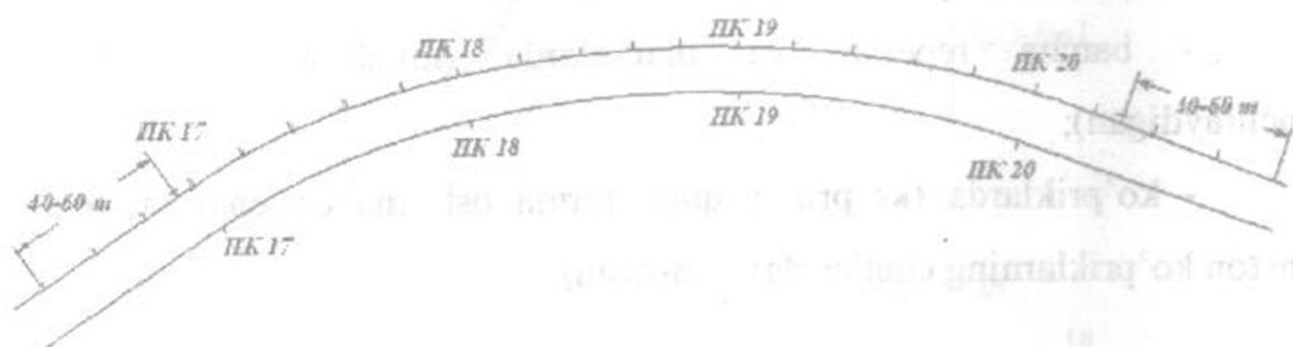
Egriliklarda o'lchash belgilari ikkala rel'sga qo'yiladi.



9.6-rasm. Temir yo'lni piketlarga bo'lish.

Egrilik davomida va unga tutashgan to'g'ri chiziqli bo'laklarda (40-60 metr masofada) tashqi rel'sning ichki tomonidan har bir 20 metrlik nuqtalarda "Q" belgilari qo'yib chiqiladi (9.7-rasm).

"Plyus" belgilarining barchasi oq bo'yoq bilan qo'yiladi. Masalan, ПК 50+60.



9.7-rasm. Egrilikni piketlarga bo'lish.

O'lchash ishlarini amalga oshirishda quyidagi asboblardan foydalaniladi:

- 20, 50 metrli po'lat tasma;
- 50, 100 metrli po'lat tros;
- Luker'yan asbobidan (izolyatsiya qilgan, dinamometrli, diametri 2,0 mm, uzunligi 50 metrli po'lat tros).

Agar temir yo'l avtoblokirovka bilan jihozlangan bo'lsa, qo'llanilayotgan asboblarning barchasi izolyatsiya qilingan bo'lishi shart.

2. Bo'ylama nivelirlash.

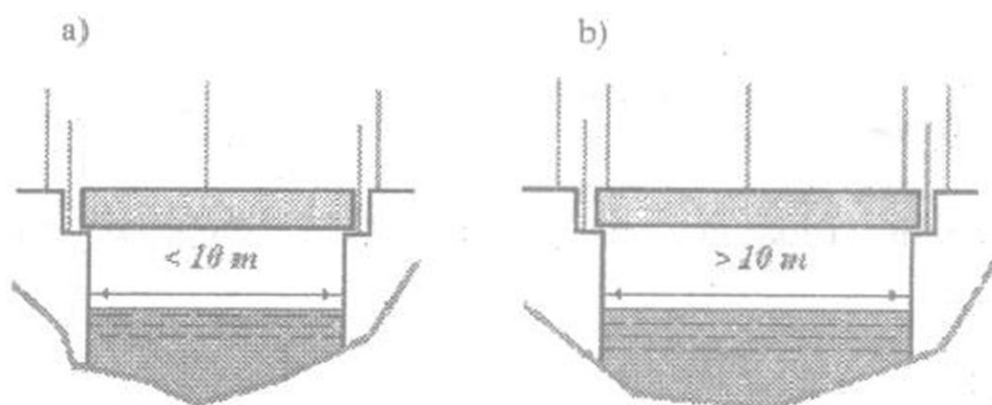
Temir yo'lni bo'ylama nivelirlash mavjud rel's boshining yuzasi bo'yicha amalga oshiriladi:

- temir yo'lni to'g'ri chiziqli qismida o'ng rel's bo'yicha;
- egriliklarda ichki rel's bo'yicha (chunki tashqi rel's ko'tarilishi mavjud).

Temir yo'l yo'nalishida reperlar ko'p bo'lgani uchun, temir yo'lni bo'ylama nivelirlash bir tomonga ikki tomonli reyka bilan amalga oshiriladi.

Nivelirlash ishlarini amalga oshirish jarayonida quyidagi nuqtalarning barchasida sanoqlar olinishi shart:

- barcha $IIIK$ va "+";
- barcha reperlar va markalarda (nivelirlash yo'nalishida uchraydigan);
- ko'priklarda (ko'priq o'qida, ferma osti maydonchasida, temir-beton ko'priklarning chetlarida) (9.8-rasm).



9.8-rasm. Kichik ko'priklarda bo'ylama nivelirlash.

a - ko'priq tirqishi 10,0 metrdan kichik; b - ko'priq tirqishi 10,0 metrdan katta

- йувurlarda (suv kiruvchi va chiquvchi qismida);
- stansiyalarda (yo'lovchi platformalarining sathida).

Hisoblar natijasini tekshirish reper otmetkalari bo'yicha amalga oshiriladi (9.9-rasm), ya'ni:

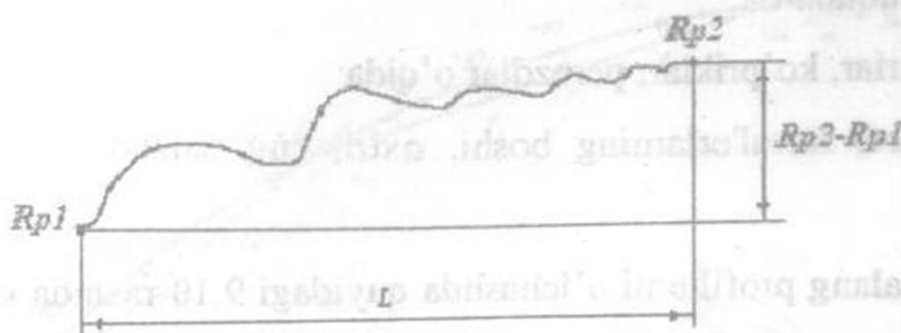
$$\Delta h_{amal} = (Rp2 - Rp1) - \Sigma h$$

$$\Delta h_{ruh} = \pm \sqrt{L}, \text{ mm}$$

Bunda, L - masofa, km;

$Rp1, Rp2$ - reperlar otmetkasi, m;

Δh - barcha nivelirlash stansiyalarida balandliklar o'zgarishi, m.



9.9-rasm. Bo'ylama nivelirlash natijalarini tekshirish.

Temir yo'lining bo'ylama nivelirlash ishlarini amalga oshirishda quyidagi asboblardan foydalaniladi:

- nivelirlardan;
- ikki tomonli reykalardan.

3. Ko'ndalang profillarni o'lchash.

Ko'ndalang profillarni o'lchash (qog'ozga tushirish) mustaqil ravishda amalga oshiriladigan, mehnat ko'p talab qiladigan dala ishlari qatoriga kiradi.

Ba'zi qollarda 1 km masofada 20, 30 ta ko'ndalang profillarni o'lchash to'g'ri keladi.

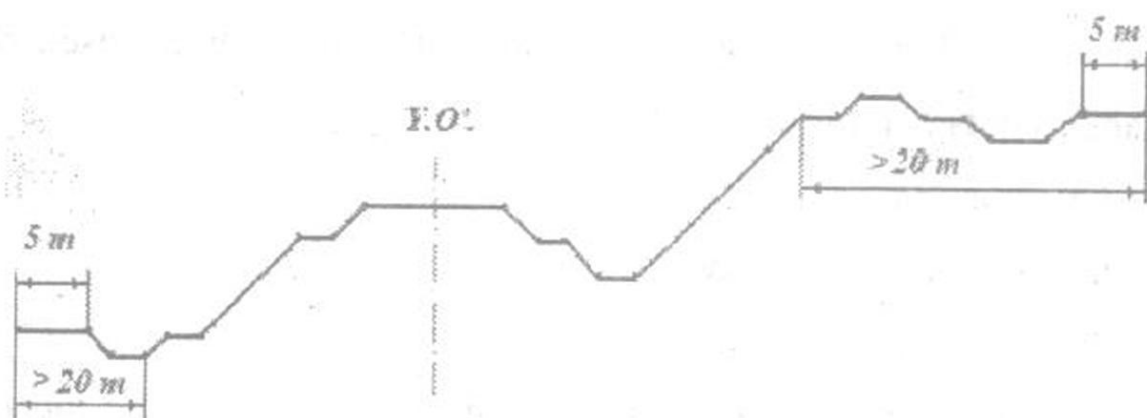
Bir izli temir yo'llarni ta'mirlash uchun ko'ndalang profillarni o'lchash faqat yer ko'tarmasiga o'zgartirish kiritilishi mumkin bo'lgan nuqtalarda amalga oshiriladi.

Agar ta'mirlashni loyihalashda ikkinchi yo'lni qurilishi ko'zda tutilsa, ko'ndalang profillarni o'lchash quyidagi nuqtalarning barchasida amalga oshirilishi lozim:

- barcha *IIK* larda;
- agar o'yma (yoki ko'tarma)ning balandligi (chuqurligi) 4,0 metrdan ortiq bo'lsa, piketlar oraliqida qo'shimcha 1-2 nuqtada;
- o'yma (yoki ko'tarma)ning eng baland (chuqur) nuqtalarida;

- nol nuqtalarda;
- quvurlar, ko'priklar, perezdlar o'qida;
- rezerv, kaval'rlarning boshi, oxiri, eng baland va eng chuqur nuqtalarida.

Ko'ndalang profillarni o'lchashda quyidagi 9.10-rasmda ko'rsatilgan nuqtalarniyu barchasida sanoqlar olinishi shart. Bunda reyka bevosita yer sathiga qo'yiladi.



9.10-rasm. Temir ko'ndalang qirqimlarini tasvirga tushirish.

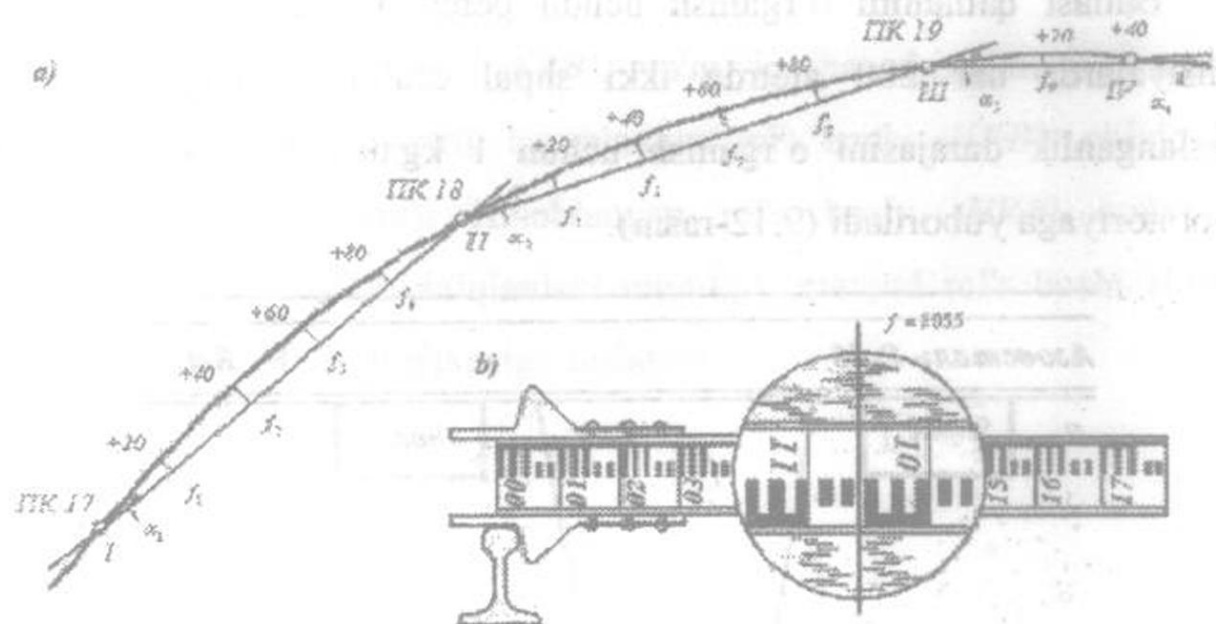
Ko'ndalang profillarni o'lchashda quyidagi asboblardan foydalaniladi:

- nivelirlardan;
- 20, 50 metrli po'lat tasmadan;
- ikki tomonli reykalaridan.

4. Egriliklarni o'lchash (s'yomka qilish).

Egriliklarni o'lchash (s'yomka qilish) tashqi iz rel'si bo'yicha amalga oshiriladi (9.11-rasm). Sanoqlar ikki marotaba olinadi. Har bir sanoq olish stansiyasida quyidagilar o'lchaniladi:

- α_i burilish burchagi;
- f_i egilish o'qi;
- β_i burilish burchagi.



9.11-rasm. Egrilikni s'yomka qilish.

a - s'yomka sxemasi; b - reykani rel'sga qo'yish.

Vizirlash o'qining uzunligi:

- 60-80 metr, kichik radiusli egriliklarda;
- 100 metr, o'rta radiusli egriliklarda;
- 200 metr, katta radiusli egriliklarda.

O'lchashlarni va hisoblarni tekshirish quyidagicha amalga oshiriladi:

- egilish o'qlari ikki tomonga hisob olish bilan;

burilish burchagi, $\Sigma\alpha = \Sigma\beta_1 + \beta_2$

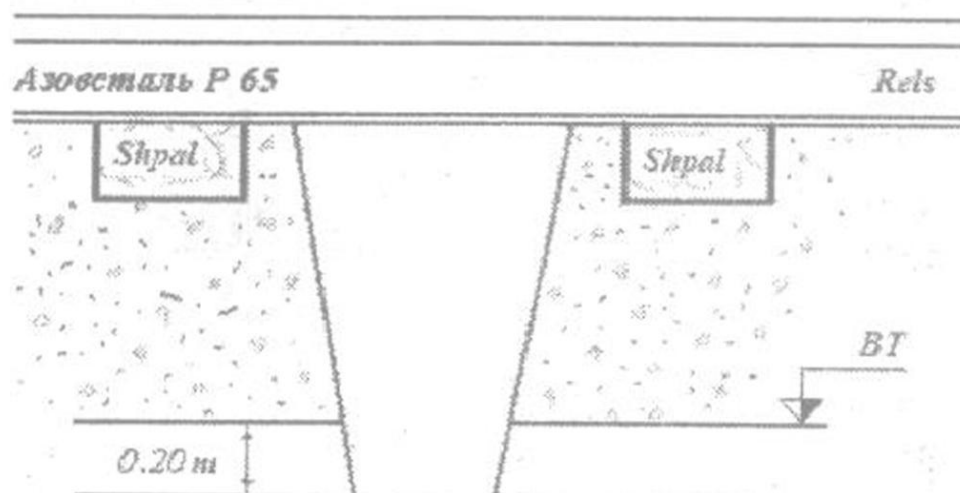
Egriliklarni o'lchashda quyidagi asboblardan foydalaniladi:

- teodolitdan;
- "bashmak"dan;
- ikki tomonli reykalardan.

5. Ballast qatlamini o'rganish.

Ballast qatlamining qay darajada ifloslanganligi va uning qatlamlari o'lchamini aniqlash uchun bevosita ballast qatlami o'rganib chiqiladi.

Ballast qatlamini o'rganish uchun peregonlarda har 100 metrda, stansiyalarda har 200 metrda ikki shpal oraliqida chuqur qaziladi, ifloslanganlik darajasini o'rganish uchun 1 kg.dan olingan namunalar laboratoriyaga yuboriladi (9.12-rasm).



9.12-rasm. Ballast qatlamini o'rganish.

9.3.3 Temir yo'llar bo'ylama qirqimini to'g'rilashni loyihalash

Temir yo'llar bo'ylama qirqimini to'g'rilashni loyihalash mavjud rel's boshi (MRB) yuzasiga nisbatan olib boriladi. Loyihaviy temir yo'l bo'ylama qirqimi - mavjud QMQ talablari asosida loyihaviy yo'l ustki qurilmasining konstruksion balandligini inobatga olib to'g'rilangan mavjud temir yo'lining bo'ylama qirqimidir.

Loyihaviy yo'l ustki qurilmasining konstruksion qalinligi quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$h''_{\text{yuz}} = h''_r + h''_{\text{sh}} + h''_t + h''_b \quad (9.3)$$

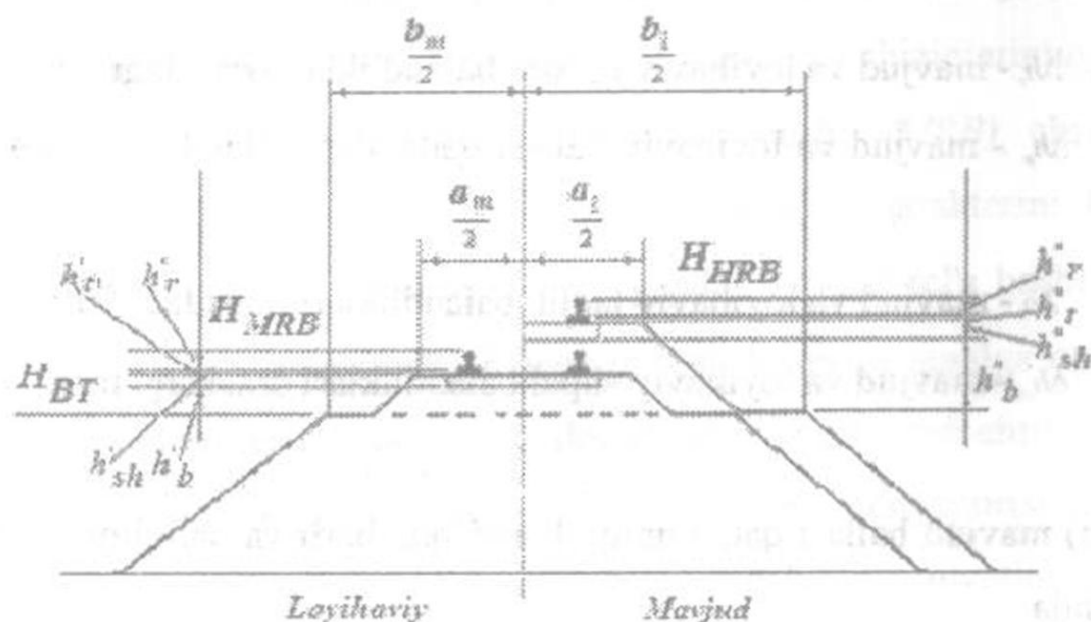
Bunda, h''_r - loyihaviy rel's balandligi;

h''_t - rel's osti tagligining qalinligi;

h''_{sh} - loyihalanayotgan shpalning balandligi;

h''_b - loyihalanayotgan ballast qatlamining qalinligi.

Loyihaviy rel's boshi (*LRB*), ya'ni loyiha chiziqini o'tkazishni soddalashtirish uchun shartli hisoblangan rel's boshi (*HRB*) chiziqidan foydalaniladi (9.13-rasm). Hisoblangan rel's boshi (*HRB*) otmetkasi quyidagi ikki usul bilan aniqlanishi mumkin: mavjud rel's boshi (*MRE*) yoki ballast tagi (*BT*) otmetkasiga nisbatan.



9.13-rasm. hisoblangan rel's boshi va ballast tagi otmetkalarini hisoblash sxemasi.

Ballast tagi otmetkasi - H_{BT} quyidagicha aniqlanadi:

$$H_{BT} = H_{MRE} - h'_{yuq} \quad (9.4)$$

Bunda, h'_{yuq} - mavjud yo'l uski qurilmasi balandligi.

Mavjud yo'l ustki qurilmasining balandligi quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$h'_{yuq} = h'_r + h'_t + h'_{sh} + h'_b \quad (9.5)$$

Bunda, h'_r - mavjud rel's balandligi;

h'_t - mavjud rel's osti tagligining qalinligi;

h'_{sh} - mavjud shpalning balandligi;

h'_b - mavjud ballast qatlamining qalinligi.

Hisoblangan rel's boshi (HRB) otmetkasini hisoblashda quyidagi vaziyatlar vujudga kelishi mumkin:

a) mavjud ballast (qum va chaqilgan tosh)ning holati qoniharli va chaqilgan tosh qatlamining qalinligi yetarlicha bo'lganda:

$$H_{HRB} = H_{MRB} + \Delta h_o + \Delta h_{sh} + \Delta h_z + \Delta h_r \quad (9.6)$$

bunda, Δh_r - mavjud va loyihaviy rel'slar balandliklari orasidagi farq;

Δh_o - mavjud va loyihaviy ballast qatlamlari balandliklari orasidagi farq;

Δh_z - mavjud va loyihaviy taglik balandliklari orasidagi farq;

Δh_{sh} - mavjud va loyihaviy shpal balandliklari orasidagi farq.

b) mavjud ballast qatlamining holati qoniharli va qalinligi yetarlicha bo'lganda:

$$H_{HRB} = H_{MRB} + \Delta h_{sh} + \Delta h_z + \Delta h_r \quad (9.7)$$

v) mavjud ballast qatlamining holati qoniqarsiz va qayta ishlatishga yaroqsiz bo'lganda:

$$H_{HRB} = H_{BT} + h''_{yuz} \quad (9.8)$$

Temir yo'llar bo'ylama qirqimini ta'mirlash natijasida rel's boshi yuzasining otmetkasi quyidagi qiymatga o'zgaradi:

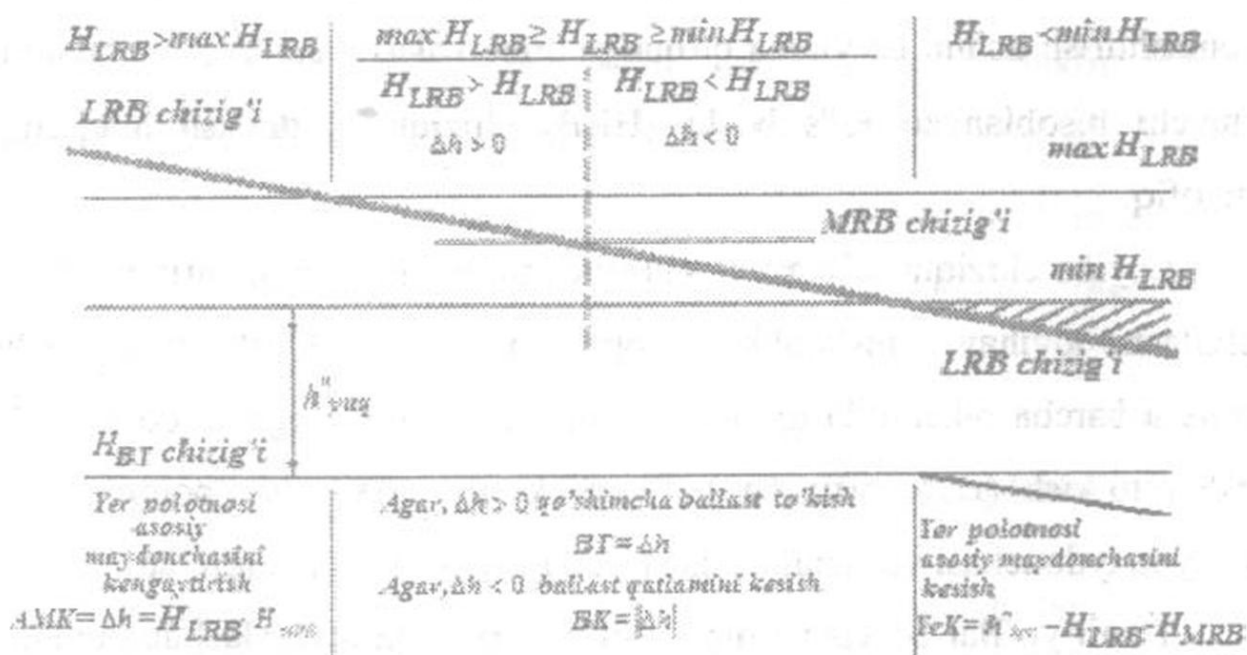
$$\Delta h = H_{LRB} - H_{MRB} \quad (9.9)$$

Agar, $\Delta h > 0$ bo'lsa, mavjud rel's boshi (MRB) ko'tarilishni, $\Delta h < 0$ bo'lsa, mavjud rel's boshi (MRB) tushirilishni talab qiladi.

Bu o'zgarishlar quyidagining hisobiga amalga oshirilishi mumkin:

- qo'shimcha ballast to'kish hisobiga (QB);
- ortiqcha ballast qatlamini kesish hisobiga (BK);
- yer polotnosining asosiy maydonchasini kesish hisobiga (EK).

Loyihaviy rel's boshi (LRB), $\max H_{LRB}$, $\min H_{LRB}$ chiziqlarining o'zaro joylashishi vertikal tekislikda mavjud rel's boshi (MRB) chiziqlarining holatini o'zgartirish uchun bajariladigan ishlarning qarakterini belgilab beradi (9.14-rasm). $H_{LRB} > \max H_{LRB}$ bo'lganda, mavjud rel's boshi (MRB) chiziqlarini ko'tarish qo'shimcha ballast to'kish hisobiga amalga oshiriladi. Bunda yer polotnosining asosiy maydonchasini kengaytirish ehtiyoji paydo bo'ladi. Yer polotnosining asosiy maydonchasini kengaytirish ishlarini bajarish jarayonida bul'dozerlardan foydalanish imkoniyatini yaratish uchun kengaytirish 2-3 metrni tashkil etishi kerak.



9.14-rasm. Bo'ylama qirgimni ta'mirlash uchun bajariladigan ishlarning tavsifini belgilash.

$\max H_{LRB} \geq H_{LRB} \geq \min H_{LRB}$ bo'lganda, quyidagi ikki xil vaziyat vujudga kelishi mumkin:

a) agar $H_{LRB} > H_{MRB}$ ya'ni $\Delta h = H_{LRB} - H_{MRB} > 0$ bo'lsa, mavjud rel's boshini (MRB) ko'tarish qo'shimcha ballast to'kish hisobiga;

b) agar $H_{LRB} < H_{MRB}$ ya'ni $\Delta h = H_{LRB} - H_{MRB} < 0$ bo'lsa, mavjud rel's boshini (MRB) tushirish ortiqcha ballastni kesish hisobiga amalga oshiriladi.

$H_{LRB} < \min H_{LRB}$ bo'lganda, loyihaviy yo'l ustki qurilmasini joylashtirish uchun yer polotnosining asosiy maydonchasi otmetkasini $YeK = h_{taq} - H_{LRB} - H_{BT}$ miqdorga pasaytirish kerak. Buning uchun, texnologik jihatdan murakkab va noqulay bo'lgan ishni, ya'ni yer polotnosining asosiy maydonchasi yuzasini kesish talab etiladi.

Shuning uchun loyiha chiziqini o'tkazishda $H_{LRB} = \min H_{LRB}$ shart bajarilsa, barcha bajariladigan ta'mirlash ishlari faqat loyihaviy yo'l ustki qurilmasini yotqizishdan iborat bo'ladi. Loyihalash jarayonini osonlashtirish uchun bo'ylama qirqinga otmetkalari $\min H_{LRB}$ nuqtalardan o'tuvchi hisoblangan rel's boshi (HRB) chiziqini o'tkazish maqsadga muvofiq.

Loyiha chiziqini o'tkazish - grafik usulda uning elementlari holatini belgilash, loyihaviy nishablik va otmetkalarini hisoblashdan iboratdir. So'ngra barcha piketlarda loyihaviy otmetkalar hisoblangach, qo'shimcha ballast to'kish (BT), ortiqcha ballastni kesish (BK), yer polotnosining asosiy maydonchasi yuzasini kesish (YeK) ishlari hisoblab topiladi.

Temir yo'llar bo'ylama qirqimini to'g'rilashni loyihalashda quyidagi asosiy qoidaga, ya'ni temir yo'lni qiymat jihatdan katta bo'lmagan qalinlikdagi ballast qatlami hisobiga ko'tarishga rioya qilish kerak. Bu

holda ishlarni harakatni to'xtatmasdan, kam harajatlar bilan amalga oshirish mumkin.

Tuproqdan qilingan yer polotnosini kesish ("srezka" qilish) faqat quyidagi o'ta zarur qollarda amalga oshirilishi mumkin:

- tuproqdan qilingan yer polotnosi shikastlanganda;
- katta ko'priklar va tonnellarga yaqinlashganda;
- katta bo'lmagan kesish hisobiga ortiqcha ko'tarishlarni bartaraf etish.

Bo'ylama qirqimni to'g'rilashni loyihalash bo'rttirilgan bo'ylama qirqimda amalga oshiriladi. Bunda vertikal masshtab 1:100, bo'ylama masshtab 1:10000 deb qabul qilinadi. Bo'rttirilgan bo'ylama qirqimga quyidagi chiziqlar tushiriladi:

H_r - yer sathi chiziqi (ingichka chiziq);

H_{BT} - ballast tagi chiziq'i (ingichka punktir chiziq);

H_{MRB} - mavjud rel's boshi (MRB) chiziqi (o'rtacha qalinlikdagi chiziq);

H_{HRB} - hisoblangan rel's boshi (HRB) chiziqi (shtrix-punktir chiziq);

H_{LRB} - loyihaviy rel's boshi (LRB) chiziqi (qalin qora chiziq).

Loyiha chiziqining har bir piketdagi otmetkalari 0,01 m aniqlikda, bo'ylama qirqim elementlarining loyihaviy nishabliklari esa 0,1 % aniqlikda hisoblanadi.

9.3.4 Yo'l ustki qurilmasi elementlarini tanlash

Yo'l ustki qurilmasi elementlarining turini aniqlash temir yo'lda 5-tasarruf yilida, yo'lovchi poyezdlari harakatini inobatga olgan holda

aniqlangan yuk tashishni brutto qiymatini me'yordagi qiymat bilan solishtirishdan iborat.

5-tasarruf yilida, yo'lovchi poyezdlari harakatini inobatga olgan holda yuk tashishning netto qiymati quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$I'_{br5} = I'_{n5} / \eta + 365 \cdot N_{yo'l} \cdot (P + Q_{yo'l}) \cdot 10^{-6}, \text{ mln.t.km./km} \quad (9.10)$$

Bunda, I'_{n5} - 5-tasarruf yilida yuk tashishning netto qiymati;

$N_{yo'l}$ - 5-tasarruf yilida yo'lovchi poyezdlarining soni;

P - lokomotiv ogirligi;

$Q_{yo'l}$ - yo'lovchi poyezdining ogirligi;

η - poyezdning yuk tashish qobiliyatidan foydalanish koeffitsienti

Agar,

$I'_{n5} > 50.0 \text{ mln.t.km.G'km}$, bo'lsa, R 75 rusumli rel'slar;

$I'_{n5} < 50.0 \text{ mln.t.km.G'km}$, bo'lsa, R 65 rusumli rel'slar tanlash

tavsiya etiladi.

Temir yo'l toifasiga bog'liq holda shpal, ballast qatlamining turi va qalinligi belgilanadi.

I va II toifali temir yo'llarda chaqilgan tosh yoki asbestdan iborat ballast qatlamini to'shash tavsiya etiladi. Ballast qatlamining qalinligi temir yo'l toifosiga va shpallar turiga qarab 25sm.dan 35 sm.gacha o'zgarishi mumkin. Ballast qatlami o'lchamlarining temir toifasi va shpal turiga qarab o'zgarishi 9.1-jadvalda keltirilgan. Qum qatlamining qalinligi esa barcha qollarda 20 sm. deb qabul qilinadi.

Ballast qatlamining o'lchamlari

Temir yo'l toifasi	Shpalning turi	Ballast qatlamining qalinligi, sm.	Qum katlamining qalinligi, sm.	Ballast qatlamining umumiy qalinligi, sm.
I	Yog'och	30	20	50
I	Temir-beton	35	20	55
II	Yog'och	25	20	45
II	Temir-beton	30	20	50

Yo'l ustki qurilmasi elementlarining vertikal o'lchamlari 9.2-jadvalda keltirilgan.

Yo'l ustki qurilmasi elementlarining vertikal o'lchamlari, sm.

Yo'l ustki qurilmasi elementlari	Rel's turi			
	R75	R65	R50	R43
Rel'slar	19,2	18,0	15,2	14,0
Tagliklar	3,0	2,1	1,9	1,8
Shpallar	Yog'och		Temir-beton	
	I tip	II tip	18,0-19,0	
	17,5	15,5		

9.4 Temir yo'llar ko'ndalang qirqimini loyihalash

Mavjud temir yo'l bo'ylama qirqimini to'g'rilash natijasida rel's boshi otmetkasi holati o'zgaradi. Aksariyat holatlarda mavjud rel's boshini ko'tarish qo'shimcha ballast to'kishni talab qiladi. Bu esa o'z navbatida mavjud temir yo'l yer polotnosini asosiy maydonchasini kengaytirish, ya'ni yer polotnosini ko'ndalang qirqimlarini qayta loyihalash vazifasini vujudga keltiradi.

Bir izli temir yo'l yer polotnosining ko'ndalang qirqimini ta'mirlashni loyihalash bilan birga ikkinchi izni qurish, ya'ni ikkinchi izni joylashtirish uchun ham yer polotnosini qurish (yoki ikkinchi iz uchun yer polotnosini kengaytirish) zarur. Ikkinchi yo'l birinchi yo'lga yondoshib qurilganda, ikkala yo'l yer polotnosi tanasidagi tuproqni bir xil fizik-mexanik xususiyatga keltirish kerak. Ikkinchi yo'l yer polotnosini qurish jarayonida birinchi yo'l yer polotnosidagi kamchilik, nuqson va deformatsiyalar bartaraf etilishini ta'minlash lozim.

Agar mavjud yer polotnosining holati qoniqarli bo'lsa, ikkinchi yo'l yer polotnosini qurish quyidagi tamoillarga asoslanib quriladi:

- ikkinchi yo'l yer polotnosini qurishda yer ishlarini kamaytirish maqsadida mavjud yer polotnosidan to'la foydalanish;

- yer polotnosini ikkinchi yo'lga qarama-qarshi tomondagi ("dala tomondagi") yon bag'rini saqlab qolish;

- yer maydonini ortiqcha band etmaslik uchun ikkinchi yo'l yer polotnosini minimal kenglikda qurish;

- ikkinchi yo'l yer polotnosini qurish jarayonida mavjud yo'l bo'yicha poyezdlar harakatining to'xtovsizligi va xavfsizligini ta'minlash.

Yo'l ustki qurilmasini tasarruf etish jarayonida qiyinchiliklarga duch kelmaslik uchun mavjud va ikkinchi yo'llarning rel's boshi otmetkalari bir xil balandlikda bo'lishini ta'minlash zarur. Ikki yo'l oraliqi masofasi esa standart qiymatlarga ega bo'lishi kerak.

Yuqorida qayd etilgan talablarni bajarish uchun ikkinchi yo'lni loyihalashda quyidagi qoidalarga amal qilish maqsadga muvofiqdir:

- ikkinchi yo'l o'qini mavjud yo'l o'qiga maksimal yaqinlashtirish (harakat xavfsizligi talablari bajarilganda);

- ikkinchi yo'lni kurishda uni bo'ylama qirqimda va tarxda birdaniga loyihaviy holatga keltirish.

Agar ikkinchi yo'l va mavjud yo'l rel's boshi otmetkalari orasida farq mavjud bo'lsa, bu farq mavjud izni ta'mirlash jarayonida bartaraf etiladi.

Yuqorida qo'yilgan talablarni bajarish uchun yer polotnosi ko'ndalang qirqimidagi elementlar o'rtasida ma'lum mutanosiblikni ta'minlash lozim. Yer polotnosi ko'ndalang qirqimidagi elementlar o'lchamlarini harfli belgilar orqali ifoda etamiz (9.3-jadval).

9.3-jadval

Yer polotnosi ko'ndalang qirqimi elementlari o'lchamlarining harfli belgilari

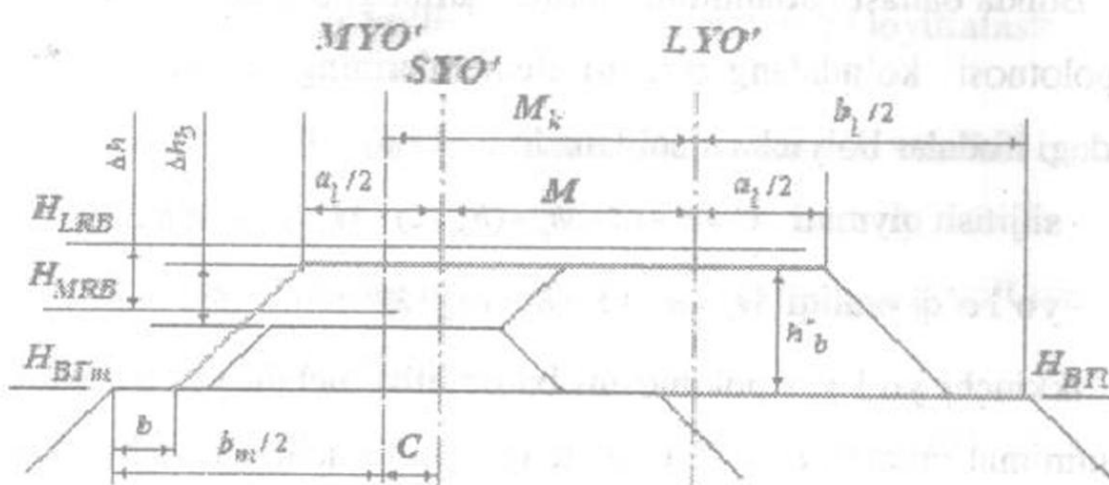
№	Ko'ndalang qirqimi elementlari nomi	harfli belgisi	
		mavjud	loyihaviy
1	Ballast tagi otmetkasi	H_{BTm}	H_{BTl}
2	Er polotnosi asosiy maydonchasining kengligi	b_m	b_l
3	Rel's boshi otmetkalari	H_{MRB}	H_{LRB}
4	Ballast prizmasi kengligi	a_m	a_l
5	Yo'l ustki qurilmasi balandligi	h_{uyk}^*	h_{uyk}^*
6	Yo'l chetining kengligi	b	
7	Rel'sning balandligi	h_r	h_r^*
8	Taglikning balandligi	h_t	h_t^*
9	Shpalning balandligi	h_{sh}	h_{sh}^*
10	Ballast katlamining qalinligi	h_b	h_b^*
11	Yo'l o'qi (siljirilgan)	MYO'	LYO', SYO'

Yer polotnosi ko'ndalang qirqimlarini mavjud va loyihaviy yo'l o'qlarining o'zaro joylashuviga qarab tavsiflaymiz.

mavjud yo'l o'qi (MYO') LYO' tomonga C masofaga siljiriladi (siljirilgan yo'l o'qi - SYO').

Loyihaviy rel's boshini H_{LRB} balandlikka ko'tarish hech qanday shart bilan chegaralanmagan. Mavjud rel's boshini (MRB) loyihaviy holatga ko'tarish ikki usul bilan amalga oshiriladi:

II b tip. Ballast tagi otmetkalari mos tushadi, ya'ni $H_{BTm} = H_{BT}$. Loyihaviy rel's boshini (LRB) H_{LRB} otmetkaga ko'tarish ballast qatlamining qalinligini oshirish hisobiga amalga oshiriladi (9.16-rasm).

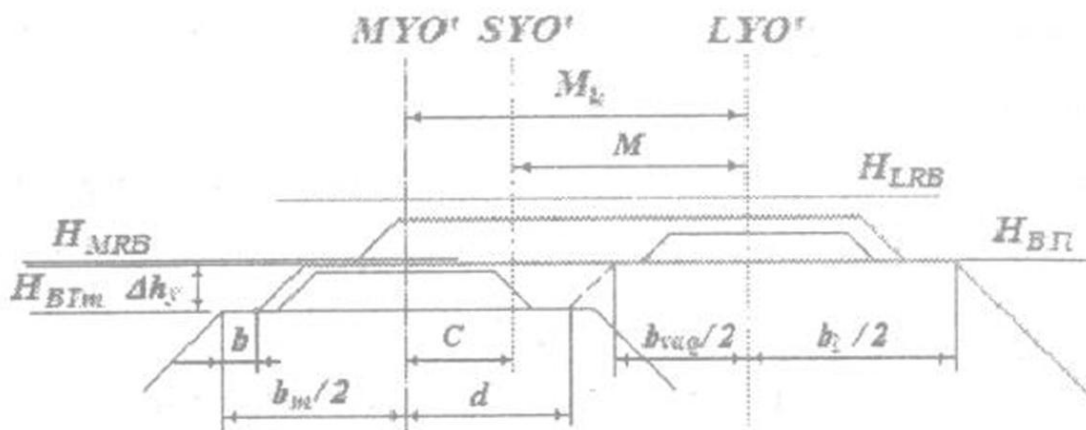


9.16-rasm. Yer polotnosining II b tip ko'rinishdagi ko'ndalang qirqimi.

Yer polotnosi ko'ndalang qirqimi elementlarining geometrik o'lchamlari quyidagi ifodalar bo'yicha hisoblanadi:

- siljitish qiymati $C = 1.5(H_{LRB} - H_{BTm} - h_b) + b - (b_m - a_1)/2$
- yo'l o'qi oraliqi $M_k = M + C$

II T tip. Ballast tagi otmetkalari har xil, ya'ni $H_{BTm} < H_{BT}$ H_{KAX} . Loyihaviy rel's boshini (LRB) H_{LRB} otmetkaga ko'tarish yer polotnosi asosiy maydonchasi otmetkasini (qo'shimcha tuproq to'kib) oshirish hisobiga amalga oshiriladi (9.17-rasm).



9.17-rasm. Yer polotnosining II T tip ko'rinishdagi ko'ndalang qirqimi.

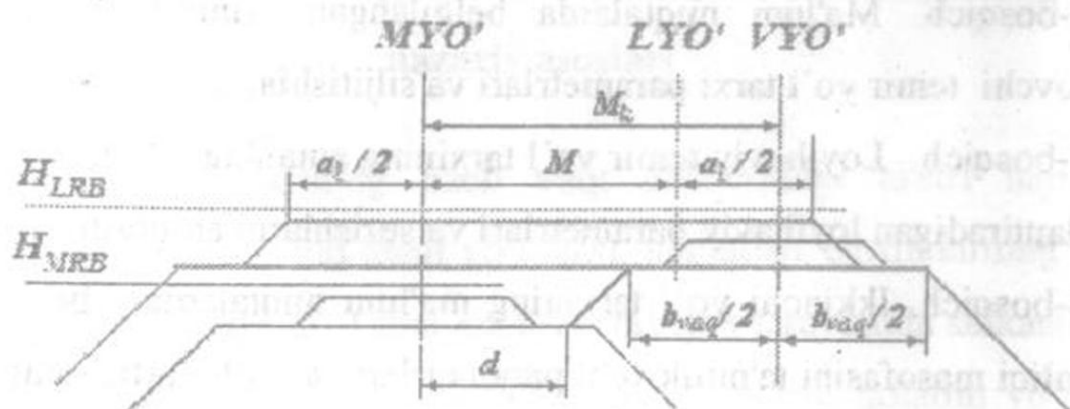
Bunda ballast qatlamining normal qalinligi saqlab qolinadi. Bu holda yer polotnosi ko'ndalang qirqimi elementlarining geometrik o'lchamlari quyidagi ifodalar bo'yicha hisoblanadi:

- siljitish qiymati $C = d + 1.5 \cdot \Delta h_y + (b_{vaq} / 2) - M$

- yo'l o'qi oraliqi $M_k = d + 1.5 \cdot \Delta h_y + (b_{vaq} / 2)$

Ikkinchi yo'l yer polotnosini barpo etish uchun yer ishlarini MYO' dan minimal qiymati $d=2.75$ m ga teng masofa qoldirib boshlash mumkin. Bu holda qurilish ishlarini poyezdlar harakatini to'xtatmasdan va harakat xavfsizligini ta'minlagan holda amalga oshirish mumkin.

III tip. MYO' ba'zi sabablarga ko'ra o'z o'rnida qolishi kerak. Mavjud temir yo'l vaqtinchalik o'qga ko'chiriladi (VYO'). Vaqtinchalik yo'l o'qi (VYO') mavjud yer polotnosi yon bag'rining minimal o'lchami b ni ta'minlovchi $M_k > M$ bo'lgan nazorat (konstruksion) yo'l oraliqi masofasida joylashadi (9.18-rasm). Poyezdlar harakati vaqtincha yo'lga o'tkaziladi. Mavjud temir yo'l yer polotnosi ta'mirlanib yo'l ustki qurilmasi loyihaviy holatga ko'tariladi, vaqtinchalik yo'l o'qi esa mavjud yo'l o'qi tomonga, normal yo'l oraliqi masofasi M ga, loyihaviy holatiga suriladi. Mavjud yo'l o'qining holatini saqlab qolish zaruriyati qurilish ishlari hajmini haddan ziyod ortishiga olib keladi.



9.18-rasm. Yer polotnosining III tip ko'rinishdagi ko'ndalang qirqimi.

9.5 Mavjud temir yo'llar tarxini ta'mirlashni loyihalash

Mavjud temir yo'llar tarxini ta'mirlashni loyihalash vazifasi quyidagi qollarda vujudga keladi:

1. harakat vositalarining ta'siri natijasida mavjud temir yo'l tarxining to'g'ri geometrik shakli buzilishida;
2. Mavjud temir yo'l tarxi parametrlarining (egrilik radiusi, to'g'ri chiziqli kesma va o'tish egriliklarining uzunligi) amaldagi QMQ talablariga javob bermaganda;
3. Poyezdlar harakat tezligini cheklovchi sabablarni bartaraf etish uchun temir yo'l tarxi parametrlarini o'zgartirish ehtiyoji tuqilganda;
4. Temir yo'l bo'ylama va ko'ndalang qirqimini ta'mirlash bilan bog'liq yo'l o'qini tarxda siljitish zaruriyati paydo bo'lganda;
5. Ikkinchi yo'llar qurilganda.

Mavjud temir yo'llar tarxini ta'mirlashni va ikkinchi yo'llarni tarxini loyihalash jarayonini 5 ta texnologik bosqichga bo'lish mumkin.

1-bosqich. Dala ishlari natijalari, to'g'ri ma'lumotlar tahlili asosida mavjud temir yo'l tarxi vaziyatini aniqlash.

2-bosqich. Ma'lum nuqtalarda belgilangan minimal siljitishlarni ta'minlovchi temir yo'l tarxi parametrlari va siljitishlarni aniqlash.

3-bosqich. Loyihaviy temir yo'l tarxining amaldagi QMQ talablarini qanoatlantiradigan loyihaviy parametrlari va surishlarni aniqlash.

4-bosqich. Ikkinchi yo'l tarxining ma'lum nuqtalarda belgilangan yo'l oraliqi masofasini ta'minlovchi parametrlari va yo'l oraliqi masofasini aniqlash.

5-bosqich. Ikkinchi yo'l tarxini loyihalash.

9.5.1 Temir yo'l tarxini ta'mirlashni loyihalash usullari

Mavjud egriliklarni to'g'rilashni hisoblashning bir qancha usullari mavjud. Taklif etilgan usullarning aksariyati temir yo'lni tasarruf etish sharoitini inobatga olib ishlab chiqilgan. Egrilikni egilish o'qlari usuli to'g'rilashni hisoblashda I.Ya. Turovskiy tomonidan yaratilgan asbob keng qo'llaniladi.

Temir yo'lni ta'mirlashni loyihalashda, loyihalanayotgan egrilikning parametrlarini aniqroq belgilashda maxsus usul va modellar qo'llaniladi.

N.N. Degtyarev va I.V. Gonikberg tomonidan yaratilgan uslub mavjud yo'l o'qini egri chiziqli koordinatalar o'qi sifatida ko'rishni taklif etadi va bu yetarli aniqlikdagi natijalar beruvchi modeldir. Normallar nazariyasi asosi A.K. Dyunin tomonidan ishlab chiqilgan.

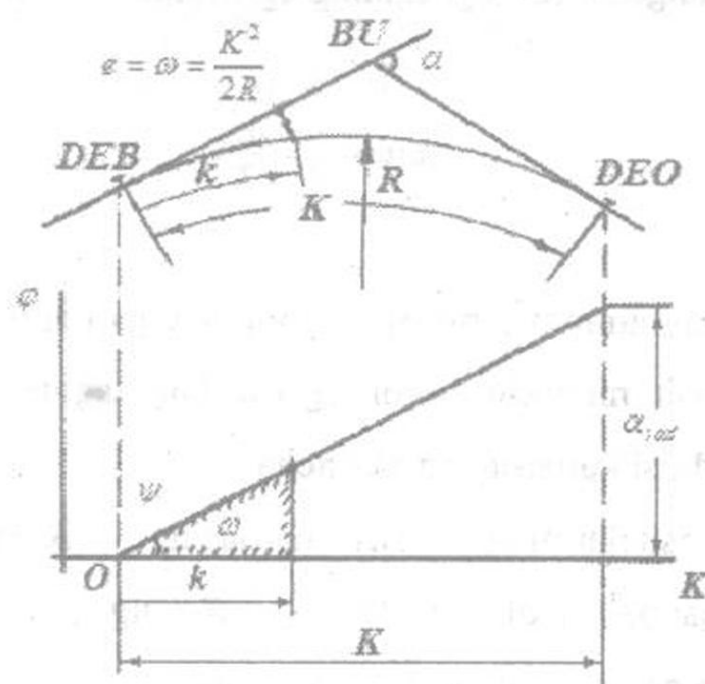
Bundan tashhari egrilikni to'g'rilashni hisoblash uchun burchak diagrammasi, bo'rttirilgan tarx usullari ham keng qo'llaniladi.

Egrilikni to'g'rilashni burchak diagrammasi usulini batafsil ko'rib chiqamiz.

9.5.2 Shikastlangan egrilikni to'g'rilashni loyihalashning nazariy asoslari

Harakat vositalarining uzoh vaqt davomidagi ta'siri natijasida, tasarrufda bo'lgan mavjud temir yo'l tarxi, jumladan, egriliklarning to'g'ri geometrik shakli buziladi. Temir yo'lni ta'mirlash jarayonida shikastlangan egriliklar to'g'rilanishi lozim. Boshlangich geometrik holatini yo'qotgan har qanday egrilikni shikastlangan egrilik deyish mumkin.

To'g'ri doiraviy egrilikni ko'rib chiqamiz. Bunda egrilik radiusi R , va egriligi $1/R$ doiraviy egrilikning butun uzunligi bo'yicha bir xildir. Burilish burchagi α doiraviy egrilik uzunligiga mutanosib ravishda oshib boradi (9.19-rasm).



9.19-rasm. To'g'ri doiraviy egrilikning burchak diagrammasi.

Burilish burchagi α ning doiraviy egrilik boshidan qandaydir nuqtagacha bo'lgan masofaga bog'liqligi egrilikning burchak diagrammasi deb ataladi.

To'g'ri doiraviy egrilikning burchak diagrammasi to'g'ri chiziqdir. Ushbu to'g'ri chiziqning absiss o'qiga og'ish burchagi - φ egrilikning radiusiga bog'liqdir, chunki:

$$K = R\alpha_{rad} \quad (9.15)$$

Bunda, R - egrilik radiusi;

α_{rad} - egrilikning burilish burchagi, rad.

Unda,

$$R = K / \alpha_{rad} \quad \text{yoki} \quad \frac{1}{R} = \frac{\alpha_{rad}}{K} \quad (9.16)$$

$$\text{va} \quad \frac{1}{R} = \operatorname{tg} \psi \quad (9.17)$$

Shunday qilib, to'g'ri doiraviy egrilik burchak diagrammasining og'ish burchagi tangensi shu egrilikning egriligiga tengdir, ya'ni:

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{1}{R} = \frac{\alpha_{rad}}{K} \quad (9.17')$$

Burchak diagrammasining og'ish burchagiga qarab egrilik radiusiga nisbiy baho berish mumkin, ya'ni og'ish burchagining qiymati kichik bo'lsa, egrilik radiusi kattaroq va aksincha.

Harakat vositalarining ta'siri natijasida shikastlangan doiraviy egrilikning har qanday nuqtalarida R va $1/R$ ning qiymatlari ham har xil bo'ladi. Natijada shikastlangan doiraviy egrilikning burchak diagrammasi ham to'g'ri chiziq ko'rinishida (shaklida) bo'la olmaydi.

Shikastlangan doiraviy egrilikning burchak diagrammasini chizish quyidagi tartibda amalga oshiriladi:

- shikastlangan doiraviy egrilikda bir qancha (1,2,3, ... n) nuqtalarning holati belgilanadi;

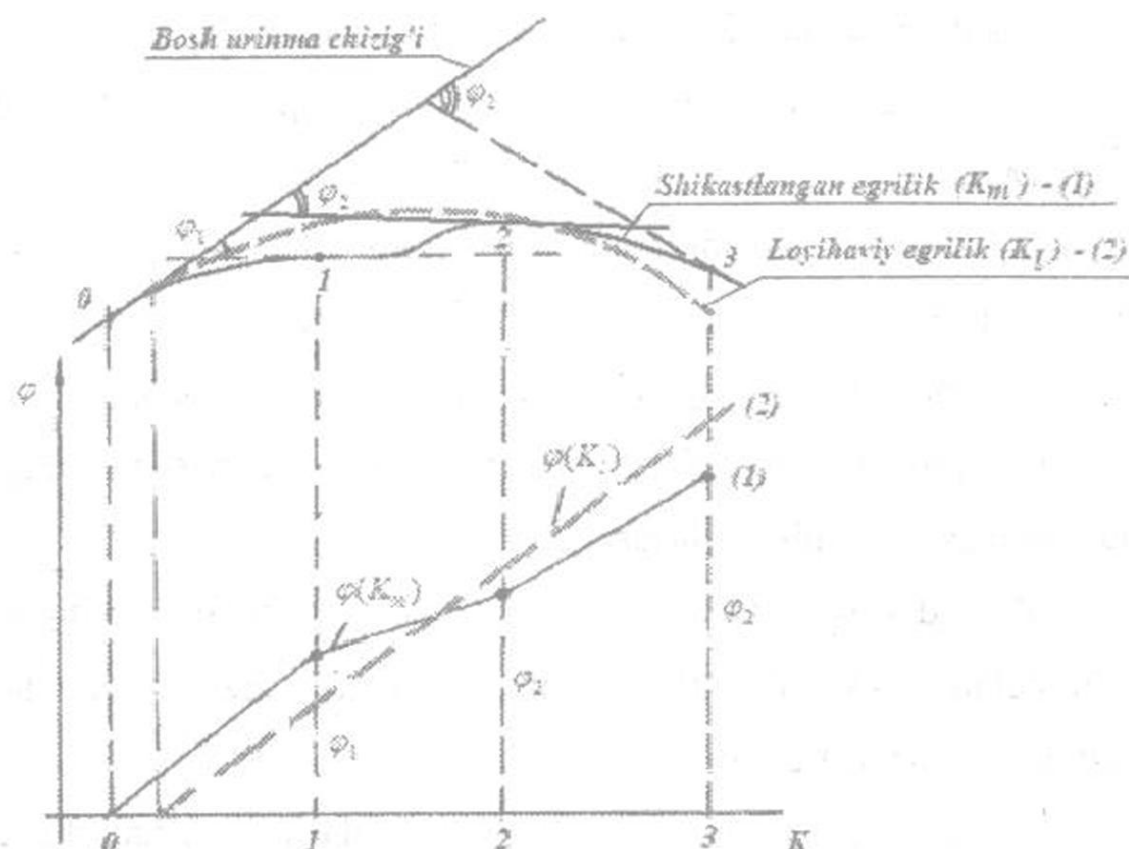
- ushbu nuqtalardan urinma chiziqlari o'tkaziladi;
- bosh urinma chiziqi va urinma chiziqlar orasidagi burchaklar o'lchanadi;
- o'lchangan burchaklarning qiymatlari (radianlarda) mos nuqtalarda (qandaydir masshtabda) ordinata o'qiga qo'yiladi;
- ordinata o'qida belgilangan nuqtalar tutatashtiriladi.

Hosil bo'lgan siniq chiziq shikastlangan doiraviy egrilikning burchak diagrammasi deyiladi (9.20-rasm).

Mavjud shikastlangan doiraviy egrilikning holatini yaqqolroq ifoda etish uchun nuqtalar sonini ko'proq belgilash lozim. Amalda bunday nuqtalar har 20 metrda qo'yiladi (belgilanadi).

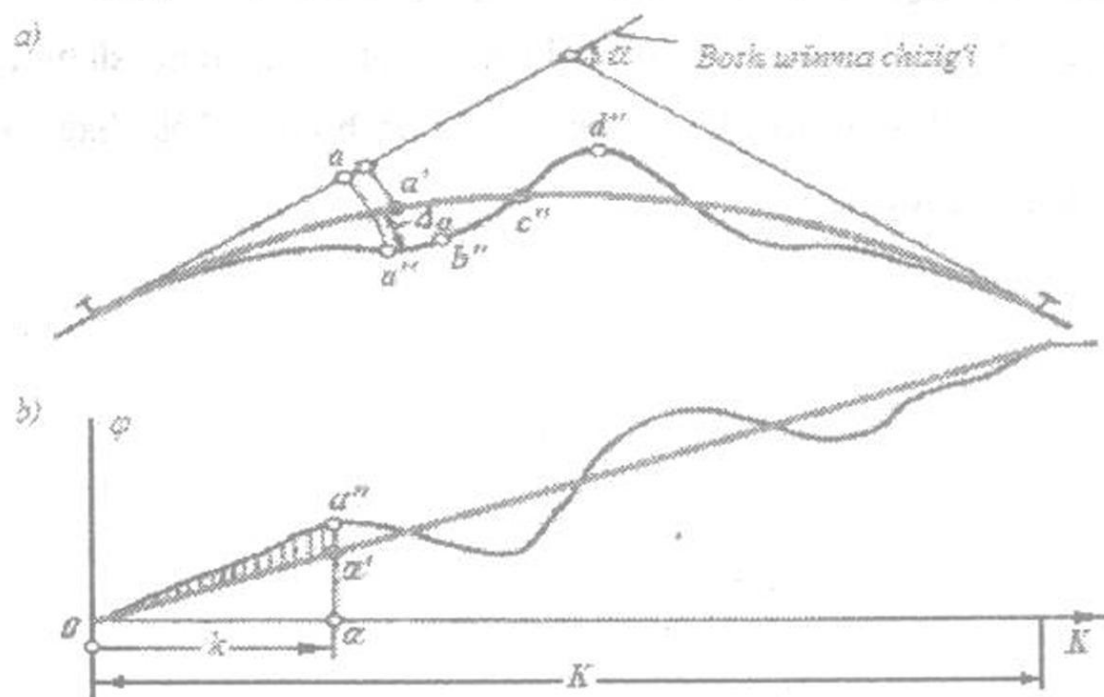
Shikastlangan doiraviy egrilikni to'g'rilashni loyihalashdagi asosiy vazifa - shikastlangan doiraviy egrilikni to'g'ri geometrik holatga keltirish imkoniyatini beruvchi egrilik radiusi - R_l ni tanlash va siljitishlar qiymati - Δ ni aniqlashdan iboratdir.

Shikastlangan doiraviy egrilikni to'g'ri geometrik holatga keltirish imkoniyatini beruvchi siljitishlar qiymati - Δ ni aniqlash bir nechta usul bilan amalga oshirilishi mumkin. Quyida biz burchak diagrammasi usulini ko'rib chiqamiz.



9.20-rasm. To'g'ri (2) va shikastlangan (1) doiraviy egriliklar tarxi va burchak diagrammasi.

Burchak diagrammasi usulida siljitishlar qiymati egrilikdagi nuqtaning ikki holatidagi evolventalari farqi sifatida ko'riladi (9.21-rasm).



9.21-rasm. Siljitishlar va ularning yo'nalishini aniqlash.

Shikastlangan doiraviy egrilik dagi a'' nuqtani to'g'ri holatga, ya'ni a' nuqtaga keltirish uchun uni

$$\Delta a = a' a'' \quad (9.18)$$

masofaga siljitish lozim.

O'z navbatida

$$\Delta a = a' a'' = aa'' - aa' \quad (9.18)$$

masofalar shikastlangan doiraviy egrilik va to'g'ri doiraviy egriliklarning a nuqtasidagi evolventalar sifatida aniqlanadi.

To'g'ri egrilikning evolventasi quyidagiga teng:

$$e = \int_0^K \varphi \cdot dK = \int_0^K \frac{K}{R} \cdot dK = \frac{K^2}{R} \quad (9.19)$$

Aniqlangan integral miqdor jihatdan absiss o'qi va burchak diagrammasi bilan chegaralangan yuzaga tengdir.

To'g'ri doiraviy egrilikning boshidan (O) nuqtadan to (a) nuqttagacha bo'lgan burchak diagrammasining yuzasi $\Delta Oaa'$ ga teng, ya'ni:

$$S_{\Delta Oaa'} = \omega = \frac{K \cdot \varphi}{2}, \text{ lekin } \varphi = \frac{K}{R}$$

shuning uchun, $\omega = \frac{K^2}{2R}$ yoki $e = \omega = \frac{K^2}{2R}$

Shunday qilib, aa' masofa son jihatdan $\Delta Oaa'$ bilan chegaralangan burchak diagrammadagi yuzaga teng.

O'z navbatida aa'' masofa ham $\Delta Oaa''$ yuzaga tengdir.

Natijada, a nuqtadagi siljitish yuzalar farqiga tengdir degan xulosaga kelish mumkin, ya'ni:

$$\Delta = e_i - e_m = \omega_i - \omega_m \quad (9.20)$$

Shunday qilib, burchak diagrammasi usulining asosiy xususiyatini quyidagicha ta'riflash mumkin: shikastlangan doiraviy egrilik va to'g'ri doiraviy egriliklarning qandaydir nuqtasidagi siljitishni aniqlash uchun:

- to'g'ri doiraviy egrilik va shikastlangan doiraviy egriliklarning burchak diagrammalarini chizish;
- burchak diagrammalarini bir shaklga keltirish;
- egrilik boshidan shu nuqtagacha bo'lgan yuzalar va ular orasidagi farqni aniqlash lozim.

Bunda quyidagilarni qabul qilamiz:

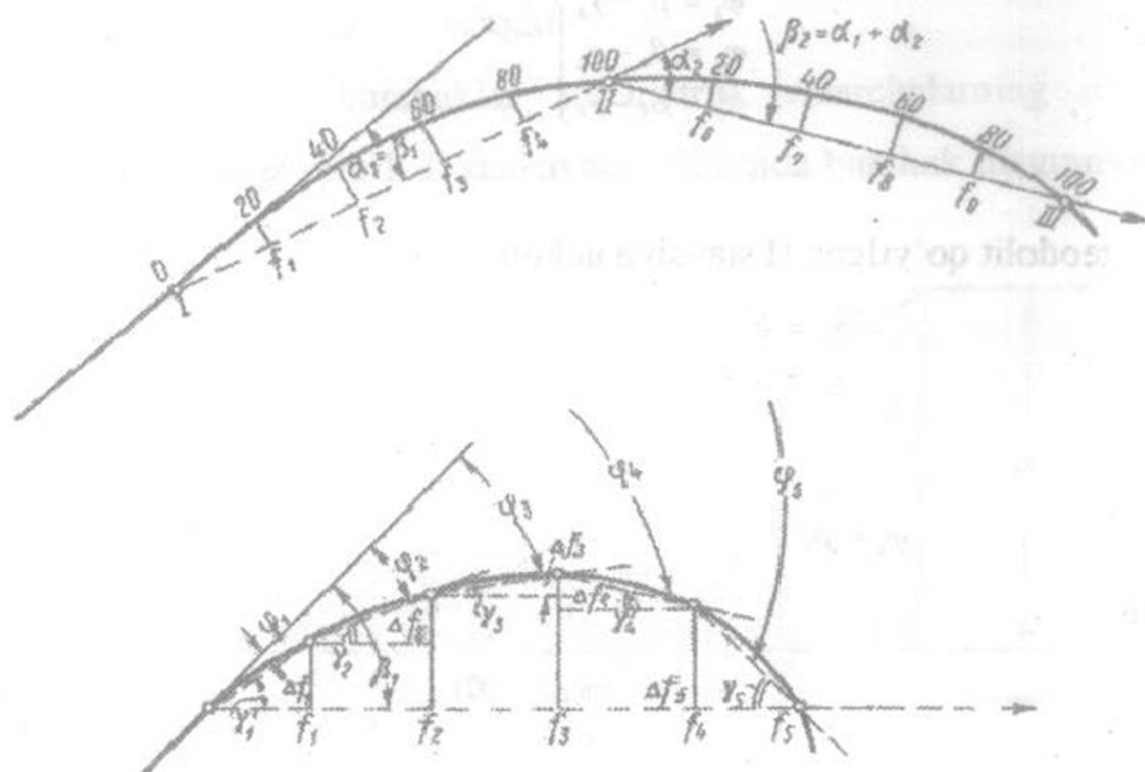
- siljitish egrilik markazi tomon yo'nalgan bo'lsa, musbat;
- siljitish egrilik tashharisi tomonga yo'nalgan bo'lsa, manfiy deb qabul qilinadi.

Shunday qilib, egrilikning istalgan nuqtasidagi siljitish to'g'ri doiraviy egrilik va shikastlangan doiraviy egriliklar burchak diagrammalari yuzalari o'rtasidagi algebrik farqqa tengdir.

9.5.3 Shikastlangan doiraviy egrilikning burchak diagrammasi

Dala s'votkalari natijalariga asoslanib shikastlangan doiraviy egrilikning burchak diagrammasi chiziladi. Burchak diagrammasini chizish uchun zarur bo'lgan har bir 20 metrlik bo'laklardagi φ burchakning qiymati aniqlanishi lozim. Buning uchun, avval bosh urinma chiziqli bilan i - vatar orasidagi β_i burchakning qiymatini aniqlash zarur. So'ngra β

burchakdan galma-gal, 20 metrlik vatarchalar uchun aniqlangan, γ burchaklarni ayirib qidirilayotgan φ burchakning qiymati topiladi (9.22-rasm).



9.22-rasm. 20 metrlik vatarchalarning burilish burchagi.

Bosh urinma chiziqi va asosiy vatarlar orasidagi burchaklar β_i asosiy vatarlar orasidagi burchaklar α_i ning qiymatiga bog'liq holda quyidagicha aniqlanadi:

$$\beta_1 = \alpha_1; \quad (9.21)$$

$$\beta_2 = \alpha_1 + \alpha_2 = \beta_1 + \alpha_2; \quad (9.22)$$

yoki

$$\beta_m = \beta_{m-1} + \alpha_m \quad (9.23)$$

20 metrlik vatarchalarning bosh urinma chiziqi bilan hosil qilgan burchagi φ (abc uchburchak misolida) quyidagicha aniqlanadi:

- teodolit qo'yilgan I stansiya uchun

$$\left. \begin{aligned} \varphi_1 &= \beta_1 - \gamma_1 \\ \varphi_2 &= \beta_2 - \gamma_2 \\ \varphi_3 &= \beta_3 - \gamma_3 \\ \varphi_4 &= \beta_4 - \gamma_4 \\ \varphi_5 &= \beta_5 - \gamma_5 \end{aligned} \right\} \quad (9.24)$$

- teodolit qo'yilgan II stansiya uchun

$$\left. \begin{aligned} \varphi_6 &= \beta_2 - \gamma_6 \\ \varphi_7 &= \beta_2 - \gamma_7 \end{aligned} \right\} \quad (9.25)$$

yoki

$$\varphi_n = \beta_n - \gamma_n \quad (9.26)$$

bunda

$$\gamma_n = \arcsin(\Delta f_n / 20) \quad (9.27)$$

γ burchakning qiymati juda kichik bo'lgani uchun γ burchakning sinusi shu burchakning radiandagi qiymatini o'ziga teng, ya'ni:

$$\gamma = \Delta f / 20 \quad (9.28)$$

bunda, Δf - ko'rilayotgan va undan keyingi egilish o'qlari orasidagi farq.

β burchakning qiymati ham radianlarda o'lchangan deb taxmin qilib φ burchakning qiymatini aniqlash mumkin.

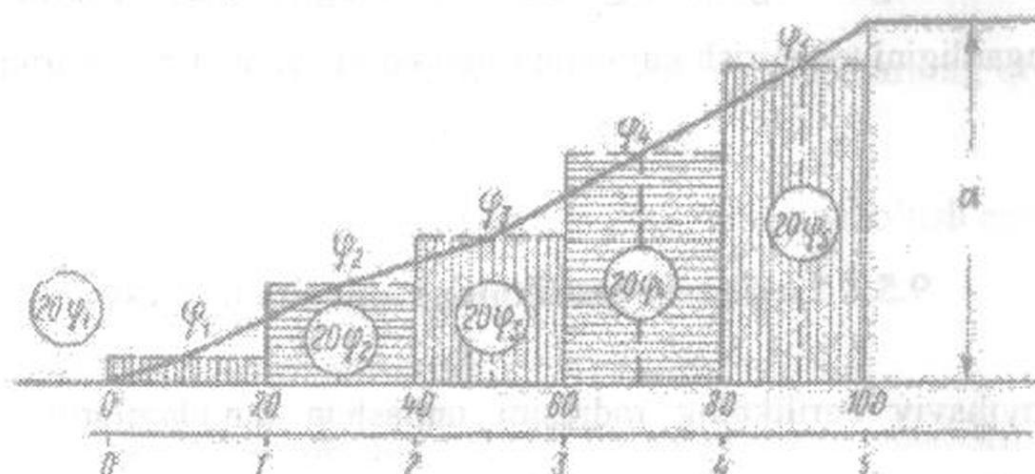
$$\varphi = \beta - (\Delta f / 20) \quad (9.29)$$

yoki

$$20\varphi = 20\beta - \Delta f \quad (9.30)$$

Burchak diagrammasi yuzachalarini hisoblashni soddalashtirish uchun 20 metrlik vatarchalarning burilish burchaklari - φ ni 20 karra kattalashtirish maqsadga muvofiqdir.

Hisoblangan φ burchaklar 20 metrlik vatarchalarning o'rtasiga qo'yilishini inobatga olib I, II stansiyalar oraliqida burchak diagrammasini chizamiz (9.23-rasm).



9.23-rasm. Burchak diagrammasidagi elementar yuzachalar.

Shikastlangan egrilikning har bir 20 metrlik vatarchalari uchun yuzachalar hisoblanadi va burchak diagrammasi chiziladi, ya'ni:

$$\omega_m = \omega_{m1} + \omega_{m2} + \omega_{m3} + \omega_{m4} + \omega_{m5} + \dots + \omega_{mn} \quad (9.31)$$

bunda, $\omega_{m1}, \omega_{m2}, \omega_{m3}, \omega_{m4}, \omega_{m5}, \dots, \omega_{mn}$ - 1, 2, 3, ... n - elementar yuzachalarning yuzalari bo'lib quyidagicha aniqlanadi:

$$\left. \begin{aligned} \omega_{m1} &= \varphi_1 20 \\ \omega_{m2} &= \varphi_2 20 \\ \omega_{m3} &= \varphi_3 20 \\ \omega_{m4} &= \varphi_4 20 \\ \omega_{m5} &= \varphi_5 20 \end{aligned} \right\} \quad (9.32)$$

yoki

$$\omega_{mn} = \varphi_n 20 \quad (9.33)$$

(9.31) ifodaga (9.33) va (9.30) larning qiymatini qo'yib shikastlangan egrilikning burchak diagrammasi yuzasini aniqlash mumkin, ya'ni:

$$\omega_m = \sum (20\beta - \Delta f) \quad (9.34)$$

Shikastlangan egrilikning burchak diagrammasi yuzasi to'g'ri hisoblanganligini tekshirish kuyidagi ifoda bo'yicha amalga oshiriladi:

$$\omega_m = 20 \sum n\beta_{rad} \quad (9.35)$$

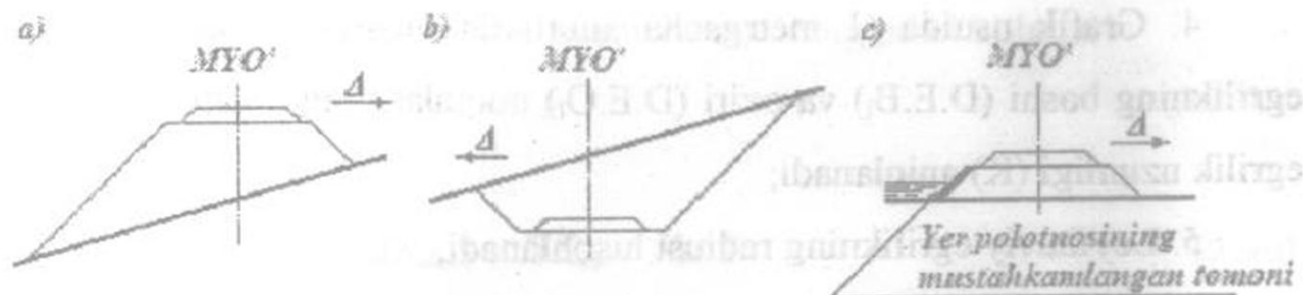
9.5.4 Loyihaviy egrilikning radiusini tanlash

Loyihaviy egrilikning radiusini tanlashda quyidagilarni inobatga olish zarur:

- yer ko'tarmasining kengligi yetarlicha bo'lsa, siljitishlarning har ikki tomonga minimal bo'lishini ta'minlash;
- yer ko'tarmasining kengligi yetarlicha bo'lmasa, bir tomonga qaratilgan siljitishlar bo'lishini ta'minlash.

Siljitishlarning yo'nalishini belgilashda quyidagilarni e'tiborga olish kerak:

- yer ko'tarmasi nishabda joylashganda siljitishlar nishab ko'tarilishi tomonga yo'naltirilishi zarur (9.24.a-rasm);
- yer o'ymasi nishabda joylashganda siljitishlar nishab tushishi tomonga yo'naltirilishi zarur (9.24.b-rasm);
- yer ko'tarmasining bir yon bag'ri mustahkamlangan bo'lsa, siljitishlarni qarama-qarshi tomonga yo'naltirish zarur (9.24.c-rasm).



9.24-rasm. Siljitishlarning yo'nalishini belgilash.

a - ko'tarmada; b - o'ymada; c - yon bag'ri mustahkamlangan yer polotnosida.

Egrilikda joylashgan sun'iy inshootlar ham siljitishlarning qiymati va yo'nalishiga katta ta'sir ko'rsatadi.

Siljitishlar qiymati loyihaviy egrilikning radiusi va o'tish egriligining uzunligiga bog'liq. Shuning uchun loyihaviy egrilik radiusini tanlash muhim jarayondir.

Loyihaviy egrilik mavjud burilish burchagi α ga joylashtirilib, ushbu egrilikka tutashuvchi to'g'ri chiziqli qismlar saqlab qolinishi lozim.

Loyihaviy egrilik radiusini belgilashda quyidagilar to'g'ri ma'lumot bulib xizmat qiladi:

- mavjud egrilikning radianlarda ifodalangan to'la qiymati - α_{rad} ;
- shikastlangan (mavjud) egrilikning burchak diagrammasi.

Yuqoridagi talablarni qanoatlantiruvchi loyihaviy egrilik radiusini tanlash (belgilash) quyidagi tartibda amalga oshiriladi:

1. Mavjud egrilikning burchak diagrammasi chiziladi (9.25a,b-rasm).
2. Burchak diagrammasida egrilik o'rtasi (E.O') nuqtasining holati belgilanadi (25.v-rasm).

$$Y_{eo'} = \alpha_{rad} / 2 \quad (9.36)$$

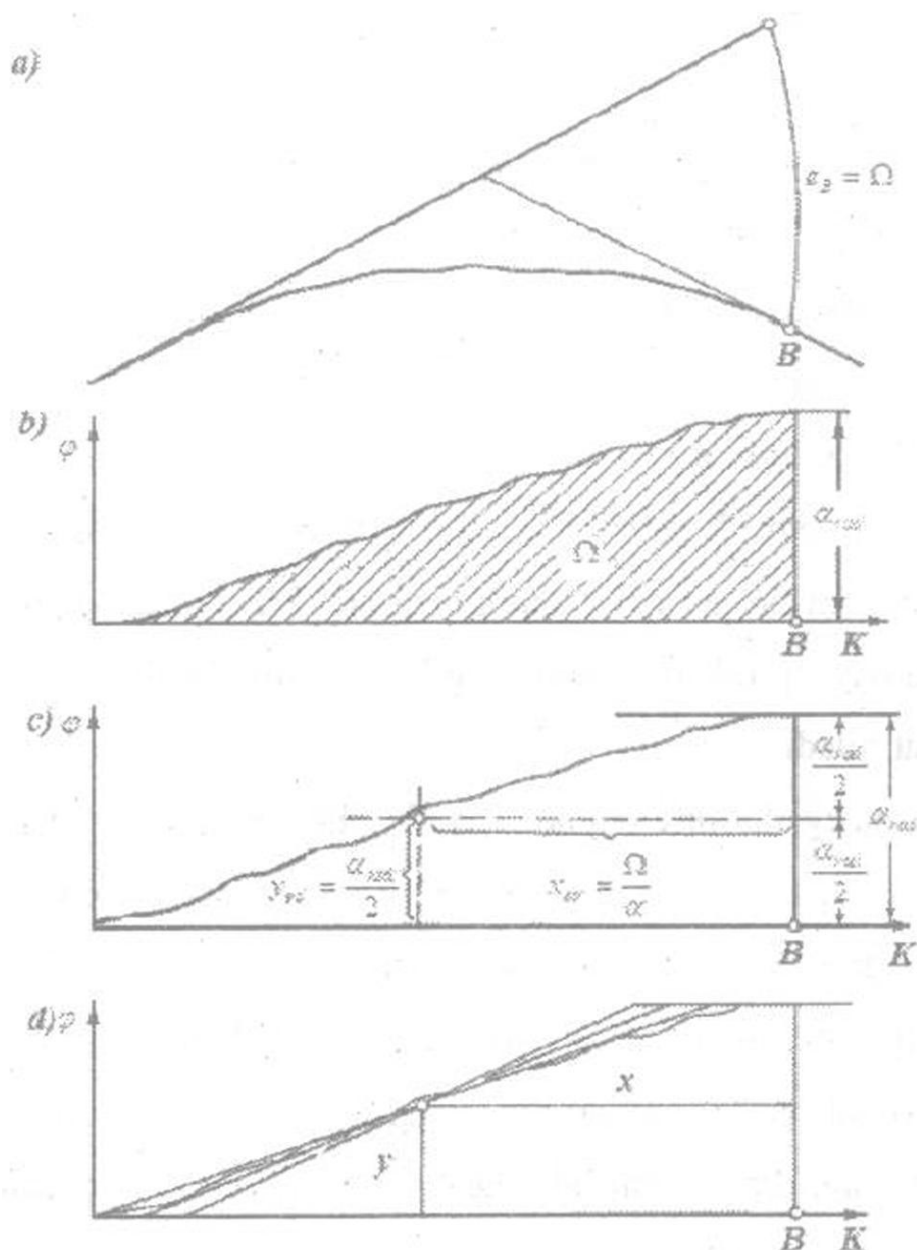
$$X_{eo'} = \omega_m / \alpha_{rad} \quad (9.37)$$

3. Egrilik o'rtasi nuqtasidan o'tuvchi doiraviy egrilikning burchak chiziqli o'tkaziladi (25.g-rasm).

4. Grafik usulda (1 metrgacha aniqlikda) hosil bo'lgan loyihaviy egrilikning boshi (D.E.B₁) va oxiri (D.E.O₁) nuqtalarining holati, loyihaviy egrilik uzunligi (K) aniqlanadi;

5. Loyihaviy egrilikning radiusi hisoblanadi,

$$R_l = K / \alpha_{rad} \quad (9.38)$$



9.25-rasm. Loyihaviy egrilik radiusini tanlash.

6. R_l radiusli loyihaviy egrilikning elementlari hisoblanadi,

- egrilik uzunligi $K_l = R_l \alpha_{rad}$.

- loyihaviy egrilik o'rtasi, boshi va oxirining piket holatlari

$$PK_{eo'} = PK_B - X_{eo'} \quad (9.39)$$

$$PK_{debl} = PK_{eo'} - K_l / 2 \quad (9.40)$$

$$PK_{deo} = PK_{debl} + K_l \quad (9.41)$$

7. Loyihaviy egrilik uchun 0,01 m aniqlikda burchak diagrammasi chiziladi.

8. Loyihaviy egrilik burchak diagrammasining yuzasi (har bir 20-taliklar uchun) hisoblanadi.

9. Burchak diagrammalari yuzalarining farqi bo'yicha siljitishlar hisoblanadi.

9.5.5 O'tish egriliklarini loyihalash

Doiraviy egrilikning radiusini tanlash bilan bir vaqtda o'tish egriligining uzunligi ham belgilanishi lozim. O'tish egriligini loyihalash natijasida, aylana markazi tomon yo'naltirilgan siljitishlar paydo bo'ladi. O'tish egriligini loyihalash natijasida paydo bo'ladigan siljitishlarni hisoblash uchun egrilik uchta zonaga bo'linadi (9.26-rasm). Siljitishlar qiymati zonalarga mos ravishda quyidagi ifodalar bo'yicha aniqladi (S masofa $PK_{o'e.b.}$ dan boshlab hisoblanadi):

I zonada: zona chegarasi $PK_{o'e.bl.}$ dan $PK_{d.e.b.}$ gacha va $PK_{o'eb2}$ dan PK_{deo} gacha, uzunligi $l/2$, ya'ni: $0 > S > l/2$

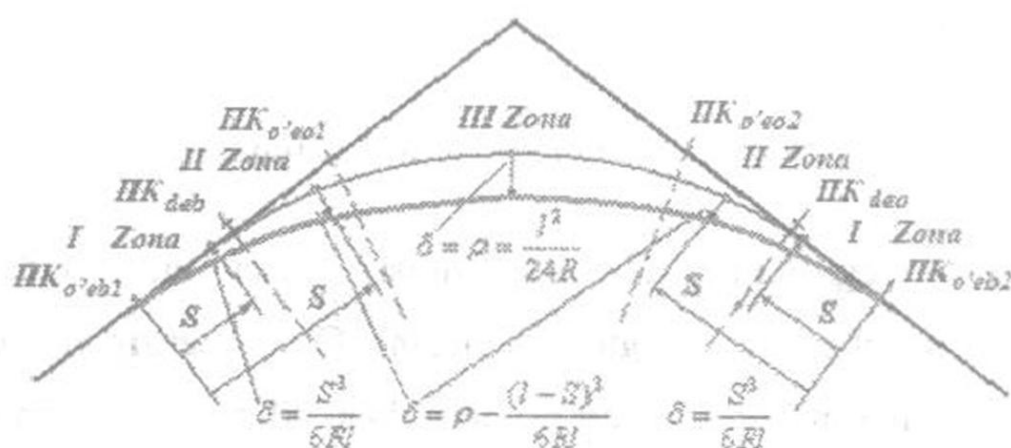
$$\delta = \frac{S^3}{6Rl} \quad (9.42)$$

II zonada: zona chegarasi $\Pi K_{d.e.b.}$ dan $\Pi K_{o'e.o1.}$ gacha va ΠK_{deo} dan $\Pi K_{o'eo2}$ gacha, uzunligi $l/2$, ya'ni: $l/2 > S > l$

$$\delta = \rho - \frac{(l-S)^2}{6Rl} \quad (9.43)$$

III zonada: zona chegarasi $\Pi K_{o'eo1}$ dan $\Pi K_{o'eo2}$ (ya'ni o'tish egriliklari oraligida)

$$\delta = \rho = \frac{l^2}{24R} \quad (9.45)$$



9.26-rasm. O'tish egriligidagi siljitishlarni hisoblash sxemasi.

O'tish egriligini joylashtirishdan posil bo'lgan siljitishlar aylana markazi tomon yo'nalgani uchun doimo musbat ishorali. Yakuniy siljitishlar esa doiraviy egrilik va o'tish egriliklaridan posil bo'lgan siljitishlarning algebrik yig'indisidir, ya'ni:

$$\Delta_{yak} = \Delta_{de} + \delta \quad (9.46)$$

O'tish egriligining uzunligi quyidagi ikki shartdan kelib chiqib tanlanadi:

1. Q.M.Q. dan olinadi;
2. II yo'lda siljitishlar bo'lmashligini ta'minlash uchun, II yo'l mavjud yo'lga nisbatan qanday joylashganligiga qarab, o'tish egriligi uzunligi quyidagi ifodalar bo'yicha hisoblanadi:

- II yo'ldagi egrilik I yo'ldagi egrilikka nisbatan ichkarida bo'lsa,

$$l \geq \sqrt{24R\Delta_{\max}} \quad (9.47)$$

- II yo'ldagi egrilik I yo'ldagi egrilikka nisbatan tashqarida bo'lsa,

$$l \leq \sqrt{24R\Delta_{\min}} \quad (9.48)$$

Ikkala holda ham $\Delta_{\max}$ va $\Delta_{\min}$ doiraviy egrilik markazidagi eng katta va eng kichik siljitishlar qiymatidir.

9.6 Temir yo'l o'qi holatini tarxda o'zgartirish masalalari

Bir izli temir yo'llarni ta'mirlash va ikkinchi yo'llarni loyihalashda tarxda yo'l o'qi holatini va ikki yo'l oraliqini o'zgartirish zaruriyati paydo bo'ladi. Bunday masalalar mavjud egrilik parametrlarini (egrilik uzunligi, egrilik radiusi, burilish burchagining uchini) o'zgartirish hisobiga yechiladi.

Tarxda yo'l o'qi holatini o'zgartirish va ikki yo'l oraliqini kengaytirish masalasi bir xildir. Birinchi holatda temir yo'l o'qi S qiymatga siljiriladi, ikkinchi holda M masofaga (yo'l oraliqi kengaytiriladi). Ushbu

masalalar doiraviy egrilik to'g'ri geometrik shaklga ega deb taxmin qilgan holda yechiladi. Ushbu masalalarni yechish ikki bosqichdan iborat: asosiy geometrik parametrlarni aniqlash, yo'l o'qi holatini o'zgartirish va ikki yo'l oraliqini kengaytirish uchun siljitishlarni hisoblash.

Quyidagi loyihalash amaliyotida ko'p uchraydigan masalalarni burchak diagrammasi usuli bilan yechish ko'rib chiqilgan.

9.6.1 Mavjud temir yo'l o'qini siljitish usulini tanlash

Tarxda yo'l o'qi holatini o'zgartirish va ikki yo'l oraliqini kengaytirish masalasini yechishdan avval mavjud temir yo'l o'qi qaysi usul bilan siljirilishiga aniqlik kiritishimiz kerak. Mavjud temir yo'l o'qi quyidagi usullar bilan siljirilishi mumkin:

- mavjud temir yo'lining to'g'ri chiziqli qismida;
- mavjud temir yo'lining egri chiziqli qismida.

Agar temir yo'l siljiriladigan bo'lagidan mavjud egriliklargacha 500 metrdan ortiq bo'lsa, siljitish temir yo'lining to'g'ri chiziqli qismida amalga oshiriladi (9.27-rasm).

Agar temir yo'l o'qini siljiriladigan bo'lagidan, mavjud egriliklargacha 500 metrdan kam bo'lsa, siljitish temir yo'lining egri chiziqli qismida amalga oshiriladi (9.27-rasm).



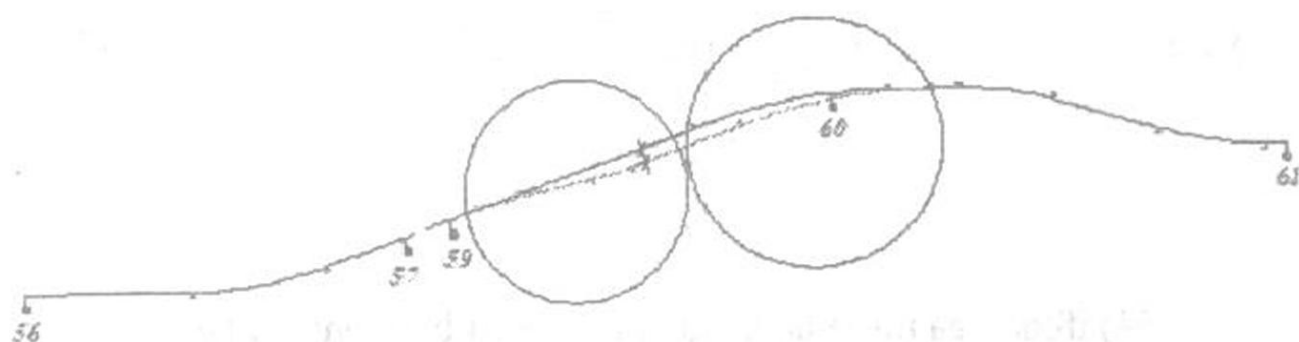
9.27-rasm. Temir yo'l o'qini siljitish sxemasini tanlash.

Mavjud temir yo'l o'qini yo'lining egri chiziqli qismida siljitish egrilikning butun uzunligi davomida yoki egrilikning ma'lum qismida amalga oshirilishi mumkin.

Agar egrilik uzunligi qisqa (500 metrdan kichik), egrilikda ishchi otmetkalar katta bo'lmasa va egrilikda ko'priklarni joylashmagan bo'lsa, mavjud temir yo'l o'qi yo'lining egri chiziqli qismida siljitish egrilikning butun uzunligi davomida amalga oshiriladi va aksincha.

Misol tariqasida, uzunligi 5 km bo'lgan temir bo'lagining PK 608+80 da temir yo'l o'qini $C=0,63$ m ga siljitishni ko'rib chiqamiz. Temir yo'l o'qini siljitish nuqtasi yaqinida 60-km da egrilik joylashgan. Egrilikdan Ushbu siljitish nuqtasigacha 500 m dan kam masofa bo'lgani uchun temir yo'l o'qini siljitish ushbu egrilikka ham ta'sir ko'rsatadi.

Mavjud temir yo'l o'qini PK 596+80 da $S=0,63$ m ga o'ng tomonga siljitish 9.28-rasmda keltirilgan umumiy sxemaga mos ravishda amalga oshiriladi. Siljitish sxemedan ko'rinib turibdiki, temir yo'l o'qini siljitishni amalga oshirish uchun ikkita masala yechilishi, ya'ni 60-km dagi egrilikni aylana markazi tomonga va temir yo'lni to'g'ri chiziqli qismida o'ng tomonga $C=0,63$ m ga siljitish lozim.



9.28-rasm. Mavjud temir yo'l o'qini siljitishning umumiy sxemasi

Mavjud bir izli temir yo'llarni ta'mirlash jarayonida, temir yo'l o'qini siljitish bilan bog'liq masalalarni yechishda 4 ta xolat yuzaga kelishi

mumkin. Bunda egrilikni burilish tomoni (chapga yoki o'ngga) va siljitish yo'nalishi (egrilik markazi yoki tashharisiga yo'nalgan) xisoblash sxemasini belgilashda aniqlovchi omil bo'lib xizmat qiladi.

Yuqoridagi 9.28-rasmda egrilikning burilish burchagi o'ngga, siljitish egrilik markazi tomonga bo'lgan xolat ko'rsatilgan.

9.6.2 Mavjud temir yo'l o'qini yo'lning to'g'ri chiziqli qismida siljitish

Mavjud temir yo'l o'qini, yo'lning to'g'ri chiziqli qismida siljitish S simon egriliklarni loyihalash yo'li bilan amalga oshiriladi (9.28-rasm).

hisoblash chizmasidan ko'rinib turibdiki,

$$C = L \cdot \sin \alpha \quad (9.49)$$

$$L = 2T + a; \quad T = P \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}; \quad L = 2 \cdot P \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + a \quad (9.50)$$

trigonometriyadan ma'lumki,

$$\sin \alpha = (2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}) / (1 + \operatorname{tg}^2 \frac{\alpha}{2}) \quad (9.51)$$

(3) va (2) ifodani (1) ga qo'yamiz

$$C = (2 \cdot P \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + a) \cdot \{ (2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}) / (1 + \operatorname{tg}^2 \frac{\alpha}{2}) \} \quad (9.52)$$

yoki

$$C + C \operatorname{tg}^2 \frac{\alpha}{2} = 4P \operatorname{tg}^2 \frac{\alpha}{2} + 2a \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad (9.53)$$

$$(4P - C) \cdot \operatorname{tg}^2 \frac{\alpha}{2} + 2a \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - C = 0 \quad (9.54)$$

(9.54) ifoda ga nisbatan kvadrat tenglama bo'lgani uchun

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{-a + \sqrt{a^2 + (4P - C) \cdot C}}{4P - C} \quad (9.55)$$

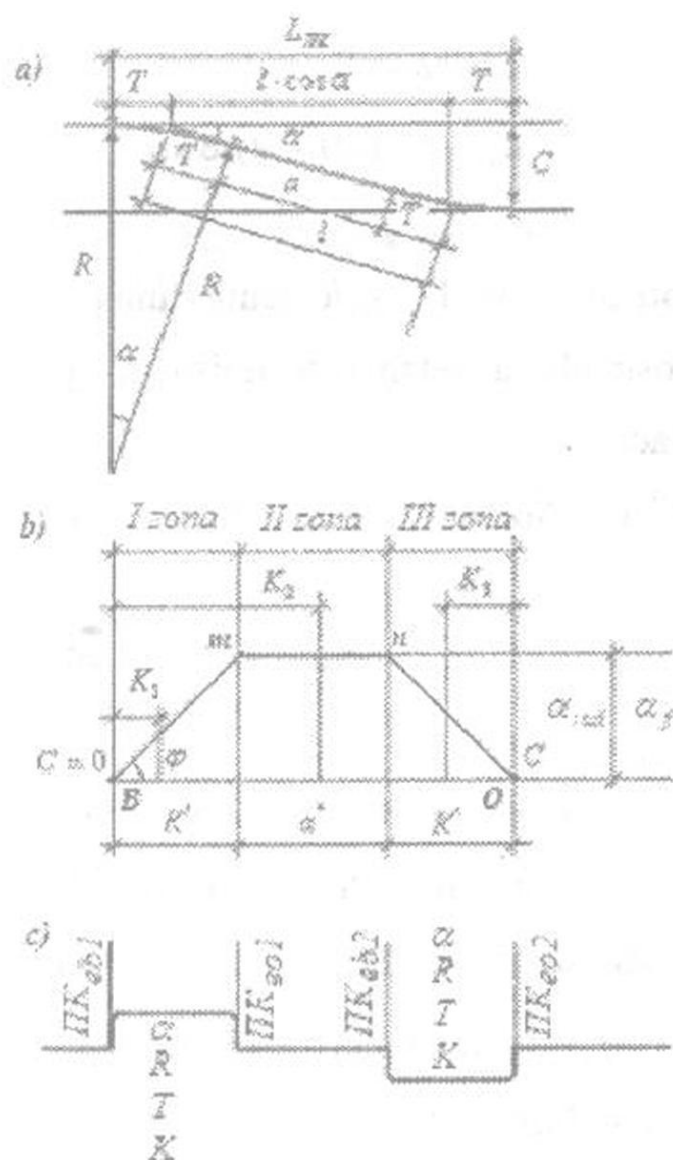
Agar $R=5000$ m., $S=1,5-10,0$ m bo'lsa, $4R=20000$ m. $S=1,5-10,0$ ga nisbatan juda katta bo'gani uchun

$$4P - C \approx 4P \quad (9.56)$$

deb qabul qilamiz, yoki

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{-a + \sqrt{a^2 + 4P \cdot C}}{4P} \quad (9.57)$$

$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$ dan α ning qiymati l' aniqlik bilan kichik tomonga yaxlitlanadi.



9.2-rasm. Mavjud temir yo'l o'qini yo'lning to'g'ri chiziqli qismida siljitish:

a - hisoblash sxemasi; b - burchak diagrammasi; c - temir yo'l tarxi.

α burchak va R ning qiymatlari uchun T , K qiymatlari hisoblanadi (yoki jadvaldan olinadi). a ning qiymati yaxlitlanganligi uchun a ning qiymatiga aniqlik kiritiladi, ya'ni:

$$a' = \frac{C}{\sin \alpha} - 2T \quad (9.58)$$

Bunda, $a' > a$ kelib chiqadi. Bu esa o'z navbatida yo'l uzayishiga olib keladi, ya'ni:

$$\Delta L = L_1 - L_{HK} \quad (9.59)$$

$$L_1 = 2K + a' \quad (9.60)$$

$$L_{HK} = 2T + (2T + a') \cdot \cos \alpha \quad (9.61)$$

Loyihalanayotgan yo'l elementlarining mavjud yo'lga proeksiyalariga asoslanib, trapetsiya ko'rinishiga ega bo'lgan burchak diagrammasi chiziladi.

Bunda, to'g'ri chiziqli kesma proeksiyasi - $a'' = a' \cos \alpha$
(9.61)

egrilik proeksiyasi - $k' = T + T \cos \alpha$ (9.63)

Siljitish shtrixlangan yuza ω ga teng, yoki - $\omega = (k' + a'') \alpha_{rad}$ (9.64)

Lekin, $\omega < C$ shuning uchun ular orasidagi farq Δ 20 talik nuqtalarga taqsimlab yuboriladi. Buning uchun fiktiv burchak - α_f va hisoblash doimiysi - q ning qiymatlari hisoblanadi.

Fiktiv burchak ni hisoblash. Ma'lumki,

$$\omega = (k' + a'') \alpha_f = C \quad (9.65)$$

Bundan,
$$\alpha_f = \frac{C}{k' + a''} \quad (9.66)$$

Hisoblash doimiysi ni hisoblash

$$q' = \frac{1}{2P}; \quad \frac{1}{P} = \operatorname{tg} \varphi = \frac{\alpha}{k'} \quad (9.67)$$

Bundan,
$$q' = \frac{\alpha_f}{2k'} \quad (9.68)$$

Shunday qilib,
$$\omega' = 2k'^2 q' + a'' \alpha_f = C \quad (9.69)$$

Zonalarga mos ravishda 20 talik nuqtalarda siljitishlarni quyidagi ifoda bo'yicha hisoblab topish mumkin:

I zona
$$C_I = k_1^2 q' \quad (9.70)$$

II zona
$$C_{II} = k_1^2 q' + (k_2 - k') \cdot \alpha_f \quad (9.71)$$

III zona
$$C_{III} = k_3^2 q' \quad (9.72)$$

k_1, k_2, k_3 masofalarning qiymatlarini aniqlash uchun B, m, n, O nuqtalarning piketaj holati belgilanishi lozim.

ΠK_O ma'lum deb faraz qilsak, u holda:

$$\begin{aligned} \Pi K_n &= \Pi K_O - k' \\ \Pi K_m &= \Pi K_n - a'' \\ \Pi K_B &= \Pi K_m - k' \end{aligned} \quad (9.73)$$

Tekshirish

$$\Pi K_B = \Pi K_O - (2k' + a'') \quad (9.74)$$

9.6.3. Mavjud temir yo'l o'qini yo'lining egri chiziqli qismida siljitish

Mavjud temir yo'l o'qini yo'lining egri chiziqli qismida siljitishda quyidagi 4 ta vaziyat vujudga kelishi mumkin:

-temir yo'l o'qini yo'lining egri chiziqli qismida aylana markazi tomon siljitish;

-temir yo'l o'qini yo'lining egri chiziqli qismida aylana tashharisiga siljitish;

-temir yo'l o'qini yo'lining egri chiziqli qismining bir bo'lagida aylana markazi tomon siljitish;

-temir yo'l o'qini yo'lining egri chiziqli qismining bir bo'lagida aylana tashharisiga siljitish.

Shu bilan birga yuqorida qayd etilgan masalalarda burilish burchagini yo'nalishi inobatga olinsa yana 4 ta xususiy xol kelib chiqishi mumkin.

Quyida biz tomondan faqat birinchi xususiy holat, ya'ni temir yo'l o'qini yo'lining egri chiziqli qismida aylana markazi tomon siljitish ko'rib chiqiladi (9.29-rasm).

Egrilik boshi (E.B.)ning siljishi quyidagicha aniqlanadi:

$$b_1 = T_m + C_2 - T_l \quad (9.75)$$

Bunda,

$$C_1 = C / \sin \alpha \quad (9.76)$$

Egrilik oxiri (E.O.)ning siljishi esa quyidagicha aniqlanadi:

$$b_2 = T_l + C_1 - T_m \quad (9.77)$$

Bunda,

$$C_2 = C / \operatorname{tg} \alpha \quad (9.78)$$

Egrilik uzunligining o'zgarishi

$$\Delta L = K_l - K'_l \quad (9.79)$$

bunda, K_l - loyihaviy egrilikning uzunligi (jadvaldan);

K'_l - loyihaviy egrilikning piketaj uzunligi (proeksiyasi) bo'lib, quyidagicha aniqlanadi:

$$K'_l = \Pi K_{sol} - \Pi K_{abl} \quad (9.80)$$

$$\Pi K_{abl} = \Pi K_{abm} + b_1 \quad (9.81)$$

$$\Pi K_{sol} = \Pi K_{som} + b_2 \quad (9.82)$$

Loyihaviy egrilik radiusini mavjud egrilik radiusi bilan bir xil qilib olgan ma'qul. Jadvaldan α , R_l ning qiymatlariga mos T_l ni olamiz.

Har galgiday siljitish burchak diagrammasining yuzasiga (shtrixlangan qismiga) teng, ya'ni:

$$\omega = \frac{b_1 + b_2}{2} \cdot \alpha, \quad (9.83)$$

Hisoblar natijasida doimo $W > C$ kelib chiqadi.

Qoldiqning ruxsat etilgan va amaldagi qiymatlari quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta C_a = C' - \omega \quad (9.84)$$

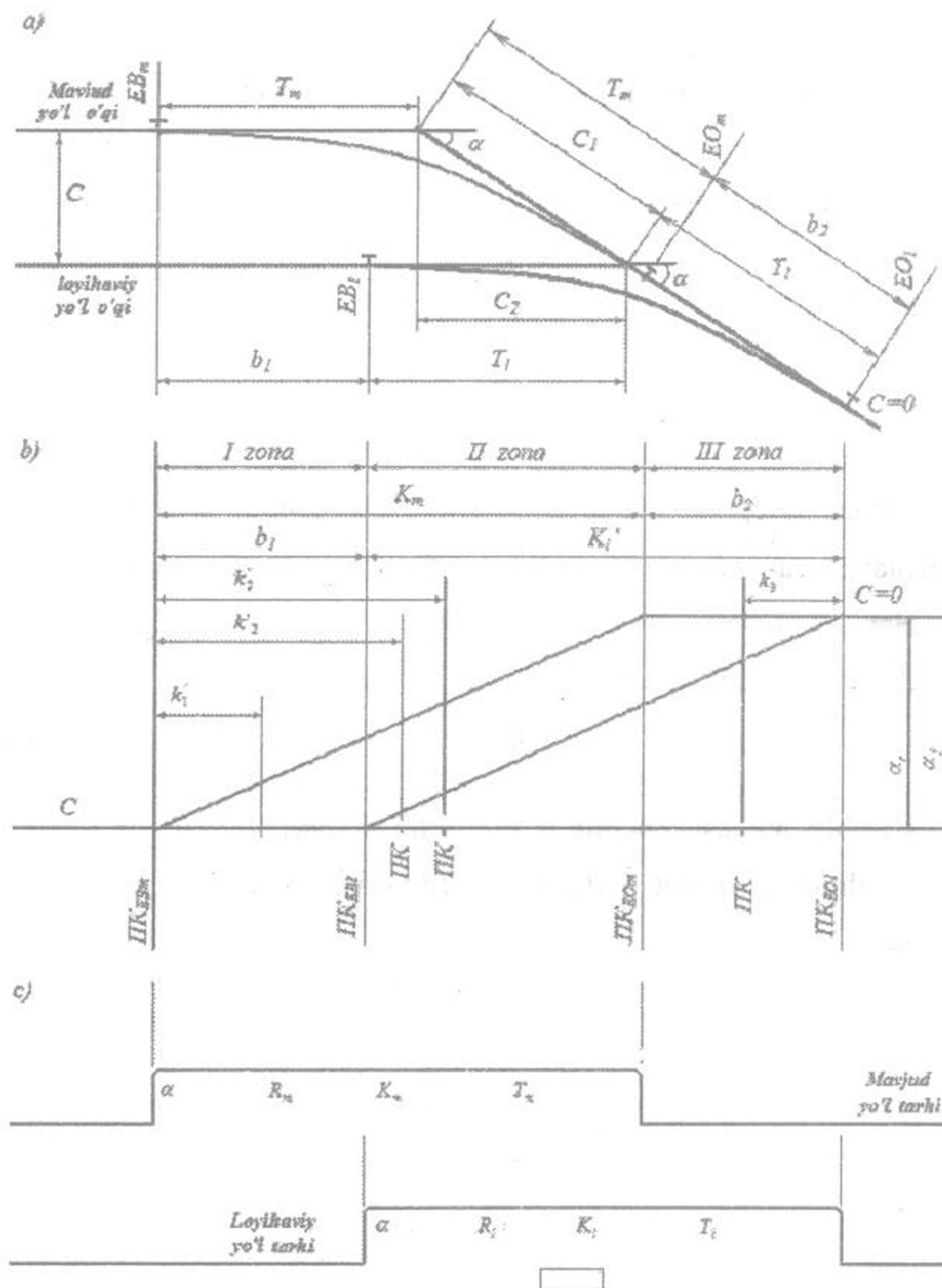
$$\Delta C_{ruh} = \frac{CD}{2T} \quad (9.85)$$

Agar, $\Delta C_a > \Delta C_{ruh} \quad (9.86)$

bo'lsa, qo'pol xatoga yo'l qo'ilgan.

Agar, $\Delta C_a \leq \Delta C_{ruh} \quad (9.87)$

bo'lsa, bog'lovchi koeffitsientlar qiymati aniqlanadi.



9.29-rasm. Mavjud temir yo'l o'qini yo'lning egri chiziqli qismida siljitish:

a - hisoblash sxemasi; b - burchak diagrammasi; c - temir yo'l tarhi.

Loyihaviy egrilik radiusini mavjud egrilik radiusi bilan bir xil qilib olgan ma'qul. Jadvaldan α , R_l ning qiymatlariga mos T_l ni olamiz.

Har galgiday siljitish burchak diagrammasining yuzasiga (shtrixlangan qismiga) teng, ya'ni:

$$\omega = \frac{b_1 + b_2}{2} \cdot \alpha_r \quad (9.88)$$

Hisoblar natijasida doimo $W > C$ kelib chiqadi.

Qoldiqning ruxsat etilgan va amaldagi qiymatlari quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta C_a = C - \omega \quad (9.89)$$

$$\Delta C_{ruh} = \frac{CD}{2T} \quad (9.90)$$

Agar, $\Delta C_a > \Delta C_{ruh} \quad (9.91)$

bo'lsa, qo'pol xatoga yo'l qo'ilgan.

Agar,

$$\Delta C_a \leq \Delta C_{ruh} \quad (9.92)$$

bo'lsa, bog'lovchi koeffitsientlarning qiymatlari aniqlanadi.

Amalda $w = C$ bo'lishi kerak. Bundan

$$\alpha_f = \frac{2C}{b_1 + b_2} \quad (9.93)$$

$$q_m^* = \frac{\alpha_f}{2K_m} \quad (9.94)$$

$$q_l^* = \frac{\alpha_f}{2K_l} \quad (9.95)$$

Bog'lovchi koeffitsientlarning to'g'ri hisoblanganligini tekshiramiz

$$\omega' = K_m^2 \cdot q_m' + b_2 \cdot \alpha_f - K_l^2 \cdot q_l' \quad (9.96)$$

Temir yo'l o'qini siljitish zonalarga bog'liq holda quyidagicha aniqlanadi:

I zonada

$$C_I = C - k_1'^2 \cdot q_l' \quad (9.97)$$

II zonada

$$C_{II} = k_2'^2 \cdot q_m' - (k_2' - b_1)^2 \cdot q_l' \quad (9.98)$$

III zonada

$$C_{III} = k_3'^2 \cdot q_l' \quad (9.99)$$

Назорат соволлари

1. Mavjud bir izli temir yo'llarni ta'mirlash vazifasi qachon yuzaga keladi?
2. Temir yo'llarni ta'mirlashni loyihalash jarayonida qanday masalalar echiladi?
3. Temir yo'lining kapital qurilmalarida qanday nuqsonlar mavjud?
4. Temir yo'llarni ta'mirlash loyihasini ishlab chiqish uchun o'tkaziladigan dala qidiruv ishlarining tarkibi nimadan iborat?
5. Temir yo'llar bo'ylama qirqimini to'g'rilashni asosiy tamoillari nimadan iborat?
6. Mavjud temir yo'llar tarxini ta'mirlash vazifasi qanday hollarda vujudga keladi?
7. Temir yo'l tarxini ta'mirlashni qanday usullari mavjud?
8. Egrilikning burchak diagrammasi nima?
9. Burchak diagrammasi usulida loyihaviy egrilikning radiusini belgilashda nimalarni inobatga olish kerak?
10. Loyihaviy egrilikning radiusi qanday aniqlanadi?
11. Loyihaviy egrilik parametrlari qanday aniqlanadi?
12. O'tish egriligining uzunligi qanday shartlardan kelib chiqib tanlanadi?
13. Tarxda yo'l o'qi holatini va ikki yo'l oraliqini masofasini o'zgartirish zaruriyati qachon paydo bo'ladi?
14. Mavjud temir yo'l o'qi qaysi usul bilan siljtilishi mumkin?
15. Mavjud temir yo'l o'qini siljtilish usulini tanlashga nima tasir ko'satadi?

10. Ikkinchi yo'llarni loyihalash

Bir yo'lli temir yo'llarning poyezdlar o'tkazish va yuk tashish imkoniyati butkul tamom bo'lganda, ikkinchi yo'llarni qurish bilan temir yo'lining poyezdlar o'tkazish imkoniyatini keskin oshirish mumkin. Ikkinchi yo'llarni qurish katta mablag' talab qiladigan tadbirlar qatoriga kiradi va o'ta zaruriyat tuqilganda qo'llaniladi.

Ikkinchi yo'llarni loyihalash va qurish yangi temir yo'llarni qurishga nisbatan ancha murakkab. Bu murakkabliklarning vujudga kelishiga quyidagilar ta'sir ko'rsatadi:

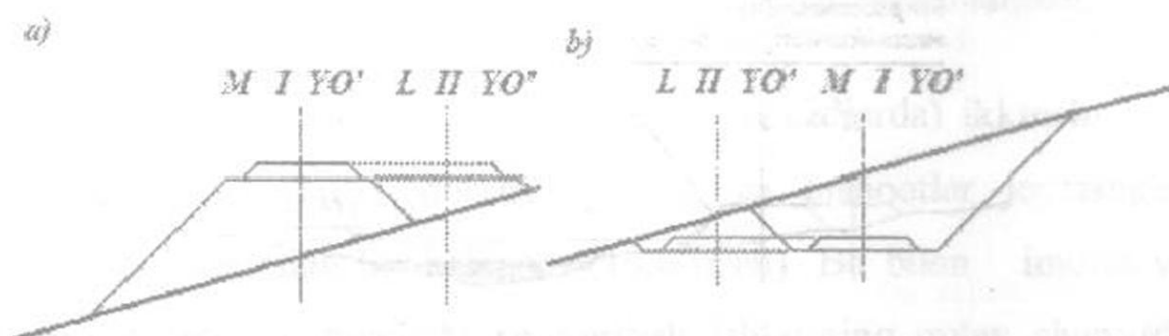
1. Ikkinchi yo'l birinchi yo'lining yonida qurilishi.
2. Mavjud temir yo'lining tarxi, bo'ylama va ko'ndalang qirgimi (profili), yer polotnosi, yo'l ustki qurilmasini inobatga olish zarurligi.
3. Birinchi yo'lda poyezdlar qatnovi to'xtamasligini ta'minlash lozimligi.
4. Ikkinchi yo'lni loyihalayotganda va qurayotganda poyezdlar qatnovi to'xtamasdan, qurilish ishlari to'xtovsiz va xavfsiz bajarilishini ta'minlanishi.
5. Amaldagi, zamonaviy loyihalash me'yorlarining qo'llanilishi.

10.1. Ikkinchi yo'l quriladigan tomonni belgilash

Ikkinchi yo'llarni loyihalash jarayonida eng murakkab masalalardan biri - ikkinchi yo'l birinchi yo'lga nisbatan qaysi tomonda bo'lishidir. Ikkinchi yo'l quriladigan tomonni belgilash texnik-iqtisodiy masalalar turkumiga kiradi va mukammal texnik-iqtisodiy qidiruv ishlarini, aniq hisoblar o'tkazishni talab qiladi.

Ikkinchi yo'l quriladigan tomonni belgilashda quyidagilarni inobatga olish kerak:

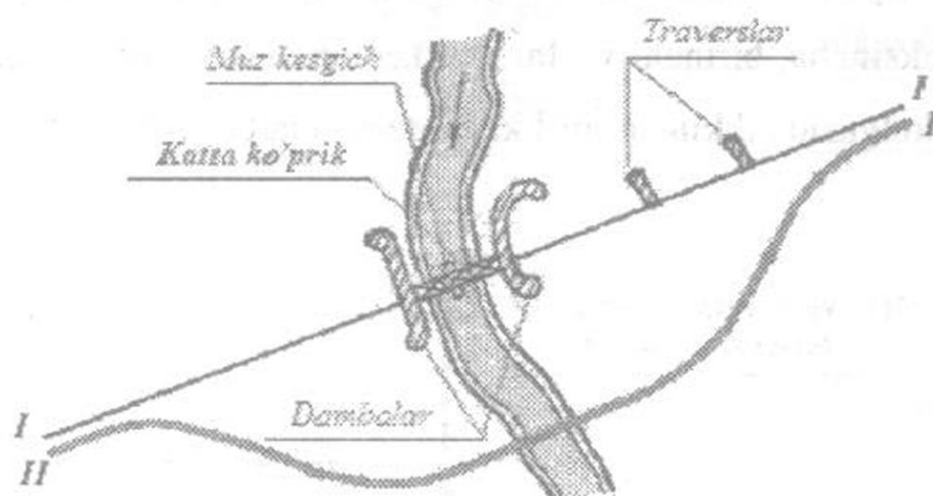
1. Ikkinchi yo'l tog' yon bag'rida loyihalanayotganda:
 - ko'tarmada ikkinchi yo'l yon bag'ri yuqori tomonga loyihalanishi kerak (10.1.a-rasm);
 - o'ymada ikkinchi yo'l yon bag'ri quyi tomonga loyihalanishi kerak (10.1.b-rasm).



10.1-rasm. Ikkinchi yo'lni tog' yon bag'rida loyihalash: ko'tarmada; b - o'ymada.

2. Ikkinchi yo'l trassasi suv xavzalari (daryo va irmoqlar)ni sun'iy inshootlar (ko'priklar, quvurlar) bilan kesib o'tganda:

- katta ko'priklarning regulyatsion (yo'naltiruvchi) va mustaqkamlovchi inshootlariga zarar yetkazmaslik uchun oqimning quyi tomonida (10.2-rasm);

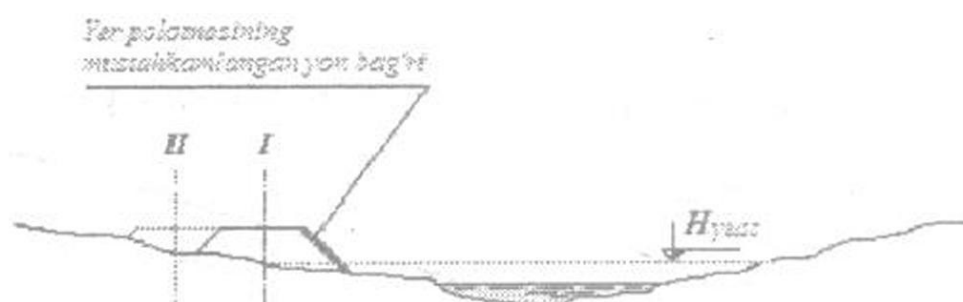


10.2-rasm. Ko'priqli kechuvda ikkinchi yo'l quriladigan tomonni belgilash.

- suv o'tkazuvchi quvurlarning kirish qismini saqlab qolish uchun suv chiqadigan tomonidan loyihalash kerak.

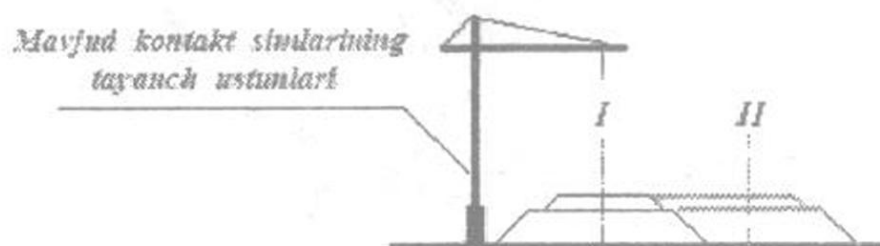
Kichik (tirqishi 25 metrdan kam) ko'priklarda ikkinchi yo'lni qurish tomoni vaziyatga qarab tanlanadi.

3. Daryo vodiysida mavjud yo'l yer polotnosining mustahkamlangan yon bag'ri yon bag'rini saqlab qolish uchun ikkinchi yo'l trassasi qirg'oqqa teskari tomondan loyihalanadi (10.3 rasm).



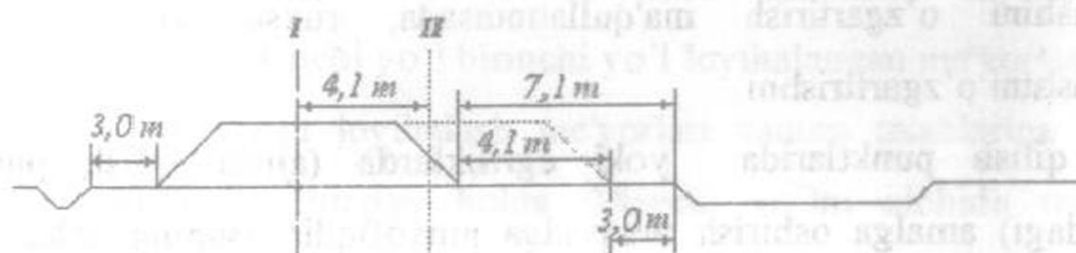
10.3-rasm. Daryo vodiysida ikkinchi yo'llarni loyihalash.

4. Ikkinchi yo'lda elektrlashtirish ko'zda tutilgan bo'lsa, kontakt simlarining mexanik mustaqilligini ta'minlash kerak. Shuning uchun elektrlashtirilgan temir yo'llardagi kontakt simning tayanch ustunlari qaysi tomonda joylashganini inobatga olib ikkinchi yo'l trassasi va kontakt simlarining tayanch ustunlari teskari tomonda loyihalanishi lozim (10.4-rasm). Va aksincha, birinchi yo'lni elektrlashtirish loyihasini ishlab chiqish jarayonida kelgusida ikkinchi yo'l kaysi tomonda bo'lishi inobatga olinishi lozim.



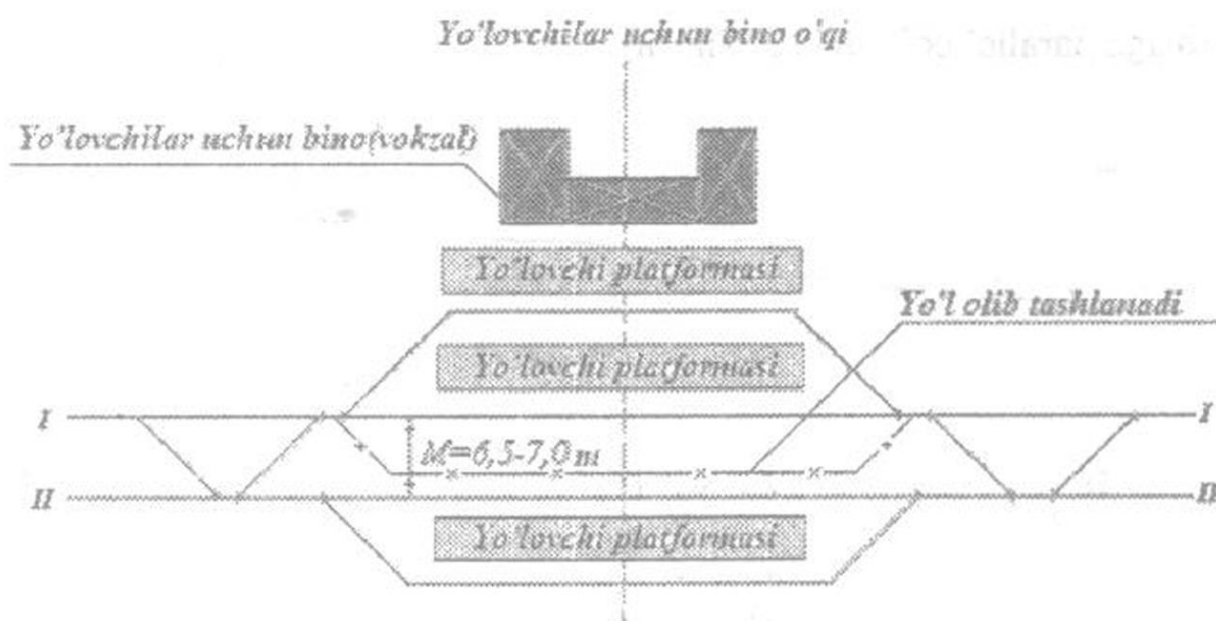
10.4-rasm. Elektrlashtirilgan temir yo'llarda ikkinchi yo'l quriladigan tomonni belgilash.

5. Birinchi yo'lni loyihalash jarayonida istiqbolda quriladigan ikkinchi yo'l uchun joy tashlab ketilgan tomonda (10.5-rasm).



10.5-rasm. Kar'elarni inobatga olib ikkinchi yo'l quriladigan tomonni belgilash.

6. Ajrim qilish punktlarida (stansiya va raz'ezdlarda) ikkinchi yo'l yo'lovchi imorati (vokzal), doimiy qurilma va inshootlar joylashgan tomonga teskari tomonda loyihalanadi (10.6-rasm). Bu bilan imorat va inshootlarning ortiqcha buzilishi va qurilish ishlarining qulay sharoitda bajarilishi ta'minlanadi. Ikkinchi yo'lni loyihalashda mavjud raz'ezd va stansiya'ni kelajakda rivojlantirish bosqichlari inobatga olinishi kerak.



10.6-rasm. Ajrim qilish punktlarida (stansiya va raz'ezdlarda) ikkinchi yo'llarni qurishni loyihalash.

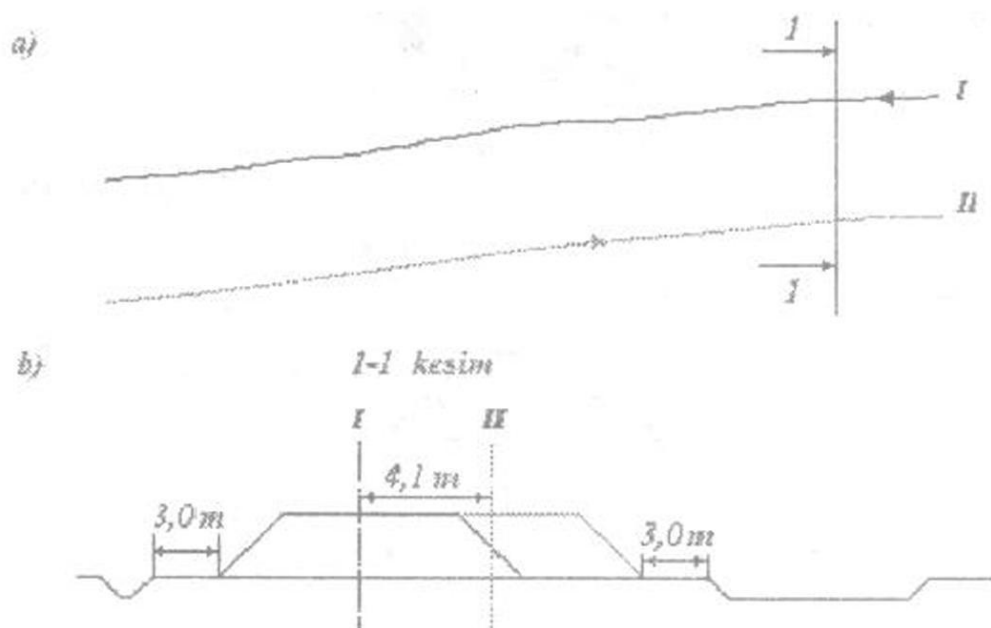
Peregonlarda, ikkinchi yo'lni birinchi yo'lga nisbatan doimo bir tomonda qurishni ta'minlash juda qiyin. Ba'zan murakkab sharoitlarda

ikkinchi yo'lning qurish tomoni bir necha bor o'zgarishi mumkin. Bunday qollarda harakat yo'nalishi o'zgartiriladi. Loyihalash amaliyotida harakat yo'nalishini o'zgartirish ma'qullanmasada, ruxsat etiladi. harakat yo'nalishini o'zgartirishni ajrim qilish punktlarida yoki egriliklarda (ajrim qilish punktlari yaqinidagi) amalga oshirish maqsadga muvofiqdir. Buning uchun ajrim qilish punktlarida tushishlar (s'ezdlar) uyushtiriladi.

10.2. Ikkinchi yo'l trassasi

Ikkinchi yo'l trassasi birinchi yo'l trassasi bilan mos tushishi yoki ajrim bo'lishi mumkin.

Ikkinchi yo'l trassasi birinchi yo'lniki bilan mos tushib, umumiy yer polotnosida qurilishi mumkin, ya'ni ikkinchi yo'l trassasi birinchi yo'l trassasiga parallel bo'ladi (10.7-rasm).

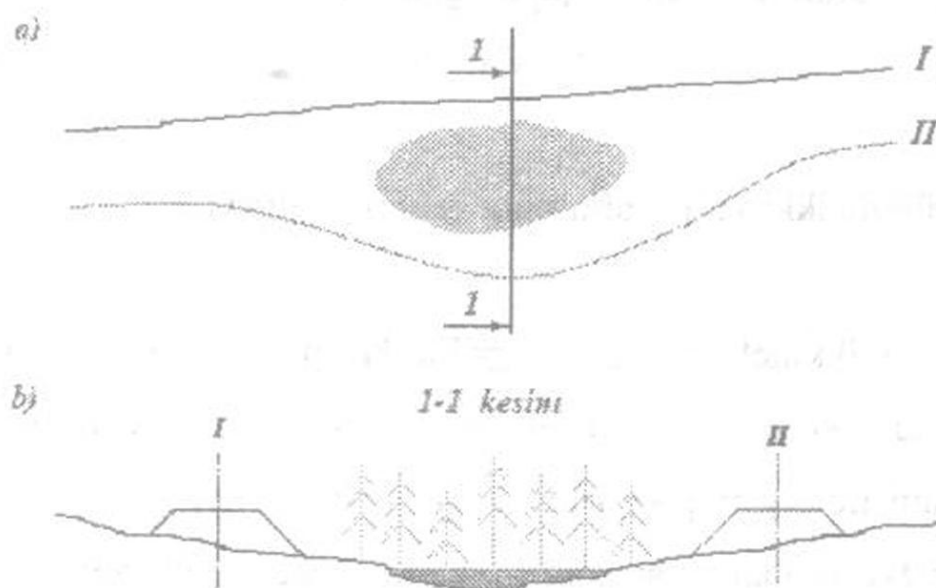


10.7-rasm. Ikkinchi yo'l umumiy yer to'shamasida qurilganda
a - ikkinchi yo'l tarxi; b - ikkinchi yo'l ko'ndalang qirgimi.

Bunda ikkinchi yo'l tarxi va bo'ylama qirqimi birinchi yo'l kabi loyihalanadi. Birinchi yo'lda mavjud bo'lgan kamchilik va nuqsonlar barchasi ikkinchi yo'l tarxi va bo'ylama qirqimini loyihalashda takrorlanadi. Ya'ni, ikkinchi yo'l birinchi yo'l loyihalangan me'yorlar bilan loyihalanadi. qo'llangan loyihalash me'yorlari zamon talablariga javob bermasligi mumkin. Bunday holda ikkinchi yo'lni alohida trassada loyihalash kerak.

Quyidagi qollarda ham ikkinchi yo'lni alohida trassada loyihalash tavsiya etiladi:

- ikkinchi yo'lni loyihalash uchun belgilangan rahbar nishablik qiymati birinchi yo'lnikidan farq qilsa, ya'ni $i_{r1} \neq i_{r2}$;
- ikkinchi yo'l trassasi uzunligini sezilarli ravishda qisqartirish maqsadida;
- ikkinchi yo'l trassasi geologik jihatdan noqulay joylardan o'tganda (10.8-rasm).
- o'rta va katta ko'priklarga yaqinlashganda.



10.8-rasm. Ikkinchi yo'lni alohida trassada loyihalash.

a - ikkinchi yo'l tarxi; b - ikkinchi yo'l ko'ndalang qirqimi.

10.3. Ikkinchi yo'l tarxini loyihalash.

10.3.1. Ikkinchi yo'l egriliklari elementlarini hisoblash

Aksariyat qollarda ikkinchi yo'l umumiy yer polotnosida joylashtiriladi. Bunda ikkinchi yo'l o'qi quyidagicha joylashadi:

a) yo'lning to'g'ri chiziqli qismida ikkinchi yo'l birinchi yo'lga parallel normal yo'l oraliqi masofasida, ya'ni $M=4.1$ m masofada (tezyurar temir yo'llarda yo'l oraliqi masofasi bundan ham ortiq bo'lishi mumkin);

b) yo'lning egri chiziqli qismida ikkala yo'lga konsentrik, ya'ni umumiy markazga ega egriliklar loyihalanadi (10.9-rasm). Birinchi va ikkinchi yo'ldagi egrilik radiuslari ikki yo'l oraliqi masofasi qiymatiga farq qiladi, ya'ni:

$$R_{II} = R_I \pm M, \quad (10.1)$$

Yo'lning egri chiziqli qismida gabarit kengayishni ta'minlash uchun ikki yo'l oraliqi masofasi qiymatga ortiq bo'lishi kerak. Shuning uchun egrilikda ikki yo'l oraliqi masofasi quyidagiga teng:

$$M = 4,1 + \Delta \quad (10.2)$$

bunda, Δ - egrilikda ikki yo'l oraliqining gabarit kengayishi.

Birinchi va ikkinchi yo'ldagi egrilik boshi va oxiri bir radiusda yotadi. Egriliklar boshi va oxiri bir xil piket holatiga ega bo'lishini ta'minlash uchun noto'g'ri piket kiritiladi. Bu piketning qiymati normal piket bilan qanday qiymatga farq qilishi quyidagicha aniqlanadi:

(10.2) ifodani inobatga olib (10.1) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$R_{II} = R_I \pm (4,1 + \Delta) \quad (10.3)$$

(0,1+Δ) qiymat egrilik radiusiga nisbatan juda kichik bo'lgani uchun inobatga olmasa ham bo'ladi. Bu holda:

$$R_{II} = R_I \pm 4,0 \quad (10.4)$$

Ma'lumki,

$$\alpha_I = \alpha_{II} = \alpha \quad (10.5)$$

$$K_I = R_I \alpha_r \quad (10.6)$$

$$K_{II} = R_{II} \alpha_r \quad (10.7)$$

yoki

$$K_{II} = (R_I \pm 4,0) \alpha_r \quad (10.8)$$

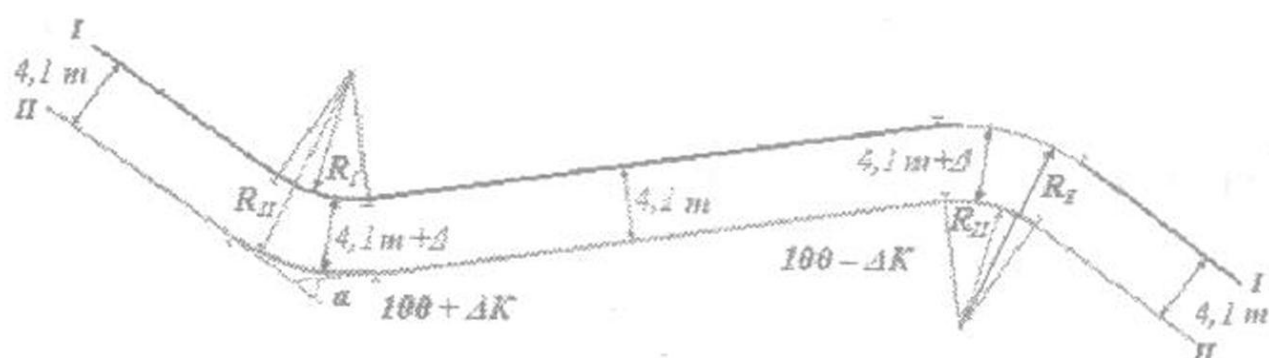
Ikkinchi yo'lning egrilikda uzayishi (qisqarishi) quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta K = K_{II} - K_I = R_{II} \alpha_r - R_I \alpha_r = \alpha_r (R_{II} - R_I) \quad (10.9)$$

(10.1) ifodani inobatga olsak,

$$\Delta K = \pm M \alpha_r \quad (10.10)$$

Shunday qilib, ikkinchi yo'ldagi egrilik birinchi yo'ldagi egrilikka nisbatan qaysi tomonda joylashganligiga qarab noto'g'ri piket 100 m dan ΔK qiymatga katta yoki kichik bo'ladi.



10.9-rasm. Ikkinchi yo'lining uzayishi (qisqarishi)ni aniqlash sxemasi.

Egrilikda ikki yo'l oraliqining gabarit kengayishi qiymati egrilik radiusi, tashqi rel's ko'tarilishi va poyezdlarning harakat tezligiga bog'liq.

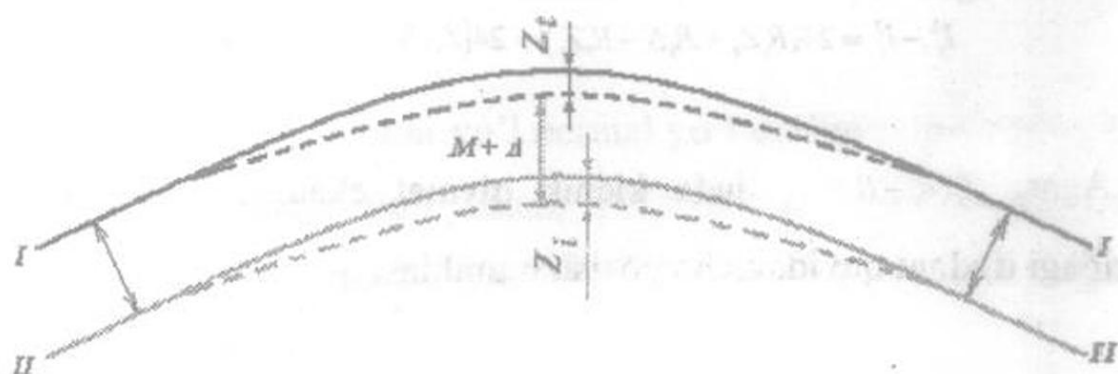
Tashqi rel's ko'tarilishining qiymati egrilik radiusi va poyezdlarning harakat tezligiga bog'liq holda quyidagi ifoda bo'yicha topiladi:

$$h = 12.5 \frac{V^2_{o'r}}{R}$$

Ko'rinib turibdiki, tashqi iz ko'tarilishi va gabarit kengayishi o'rtasida to'g'ri mutanosib, egrilik radiusi bilan esa teskari mutanosib bog'liqlik mavjud.

Bo'ylama elementda joylashishiga karab konsentrik egriliklardan birida ruxsat etilgan tezlik ikinchisiga nisbatan farq qilishi mumkin. Shuning uchun ushbu egriliklarda tashqi iz ko'tarilishini qochirish uchun loyihalananadigan o'tish egriligilarining uzunligi ham turlicha bo'ladi.

QMQda poyezdlar harakatining silliqiligini ta'minlash uchun egrilik radiusi va tezliklar zonasiga bog'liq holda o'tish egriliklarining uzunligi keltirilgan.



10.10-rasm. Ikkinchi yo'llarda o'tish egriliklarini loyihalash.

QMQ dan olingan o'tish egriliglarining uzunligini mos ravishda l_i va l_i deb belgilaymiz. 10.10-rasmdan ko'rinib turibdiki,

$$Z_v = Z_m + \Delta \quad (10.11)$$

O'z navbatida

$$Z = \frac{l^2}{24R} \quad (10.12)$$

Yoki

$$l^2 = 24RZ \quad (10.13)$$

Yuqoridagi ifodani mos ravishda ichki va tashqi egriliklar uchun quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$l_i^2 = 24R_i Z_i \quad (10.14)$$

$$l_i^2 = 24R_i Z_i = 24R_i (Z_i + \Delta) \quad (10.15)$$

Yuqoridagi ikki ifodanining ayirmasini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$l_t^2 - l_r^2 = 24(R_t Z_t + R_t \Delta - R_r Z_r) = 24[Z_t(R_t - R_r) + R_t \Delta] \quad (10.16)$$

Agar, $Z_t(R_t - R_r)$ juda kichik qiymat ekanligi inobatga olinsa, yuqoridagi ifodani quyidagicha yozish mumkin:

$$l_t^2 - l_r^2 = 24\Delta R_t \quad (10.17)$$

Ushbu ifoda yordamida egrilikda gabarit kengayishni ta'minlovchi o'tish egriliklarining uzunligini aniqlash mumkin:

$$l_t = \sqrt{l_r + 24\Delta R_t} \quad (10.18)$$

$$l_r = \sqrt{l_t - 24\Delta R_t} \quad (10.19)$$

Egrilikda gabarit kengayishni ta'minlash uchun, yer polotnosi asosiy maydonchasini qanday qiymatga kengaytirish zarurligi QMQ da keltirilgan.

10.3.2. Ikki yo'l oraliqining gabarit kengayishini ta'minlash usullari

Ikkinchi yo'llar tarxini loyihalashda ba'zi qollarda ikki yo'l oraliqining gabarit kengayishini ta'minlash zaruriyati tuqiladi.

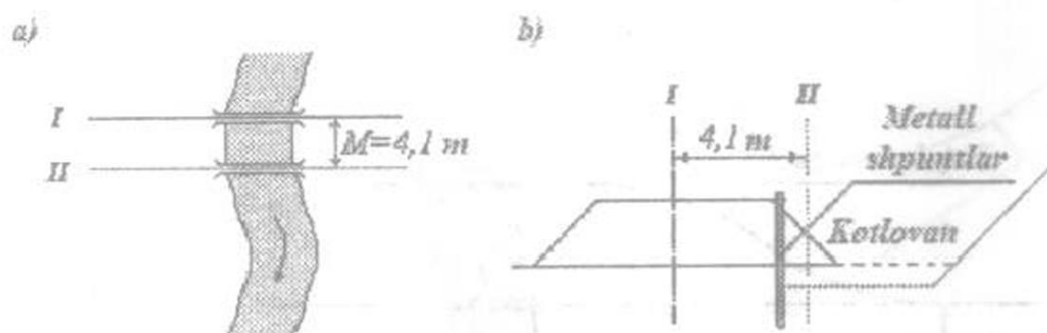
Quyida ba'zi vaziyatlarda ikki yo'l oraliqining gabarit kengayishini ta'minlash usullari batafsil ko'rib chiqilgan.

1. Ko'priklar va quvurlar yaqinida ikkinchi yo'l tarxi.

Suv o'tkazuvchi quvurlar yaqinida (chegarasida) ikkinchi yo'l tarxi normal yo'l oraliqi masofasida ($M=4, 1 m$) quriladi.

Kichik ko'priklar yaqinida ikkinchi yo'l tarxi quyidagi uch usul bilan loyihalanishi mumkin:

Birinchi usul. Ikkinchi yo'l normal yo'l oraliqi masofasida ($M = 4,1$ m) quriladi. Ikkinchi yo'l uchun ko'priknig tayanchlarini kurishda, birinchi yo'l yer polotnosining ustuvorligini ta'minlash uchun yerga metall shpuntlar qoqiladi (10.11-rasm).



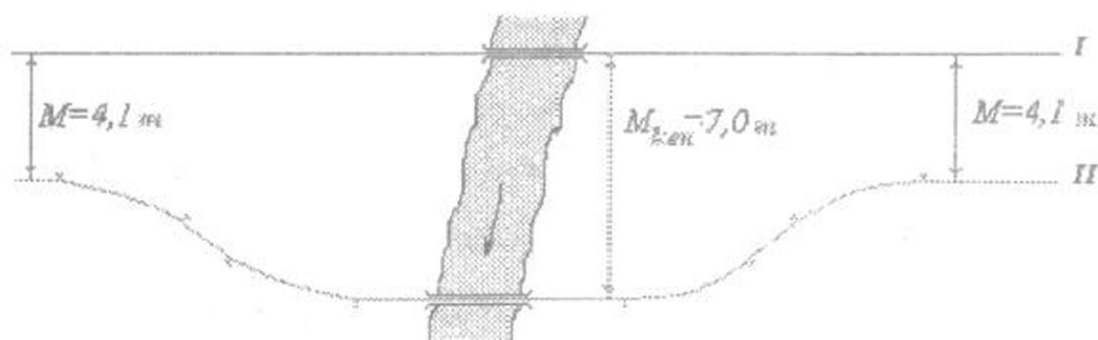
10.11-rasm. Kichik ko'priklar yaqinida ikkinchi yo'l (M q 4,1 m):

a - tarxda; b - ko'ndalang qirgimda.

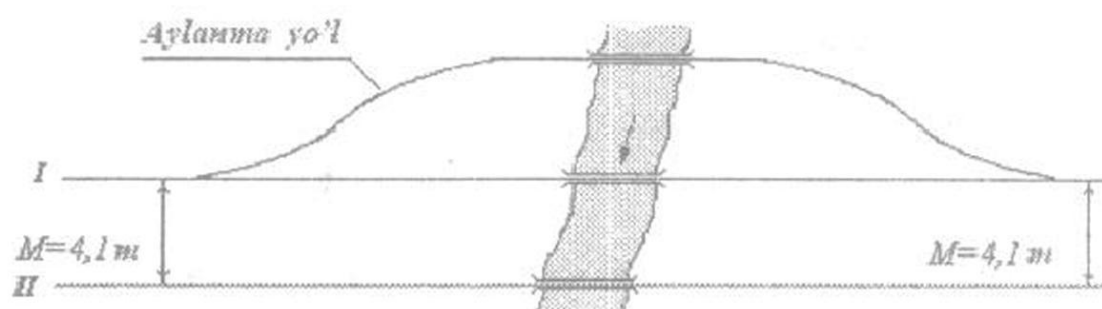
Ikkinchi usul. Ikkinchi yo'l kengaytirilgan yo'l oraliqi masofasida ($M_{ken} 7,0$ m) quriladi. qurilish ishlarini bajarishda gabaritdan chiqmaslikni ta'minlash zarur (10.12-rasm).

Uchinchi usul. Ikkinchi yo'l normal yo'l oraliqi masofasida ($M=4,1$ m) quriladi. Lekin kurilish ishlarini bajarish vaqtida birinchi yo'lda harakat vaqtinchalik to'xtatiladi. Poyezdlar harakati aylanma yo'l orqali tashkil etiladi (10.13-rasm).

Kichik ko'priklarni qurishda ikkinchi yo'l tarxini yuqorida keltirilgan ikkinchi usul bilan loyihalash iqtisodiy va texnologik jihatdan maqsadga muvofiqdir. Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, ikkinchi yo'l tarxi yomonlashishiga qaramay kichik ko'priklar kengaytirilgan ($M_{ken} = 7,0-8,0$ m) yo'l oraliqi masofasida loyihalanishi kerak.

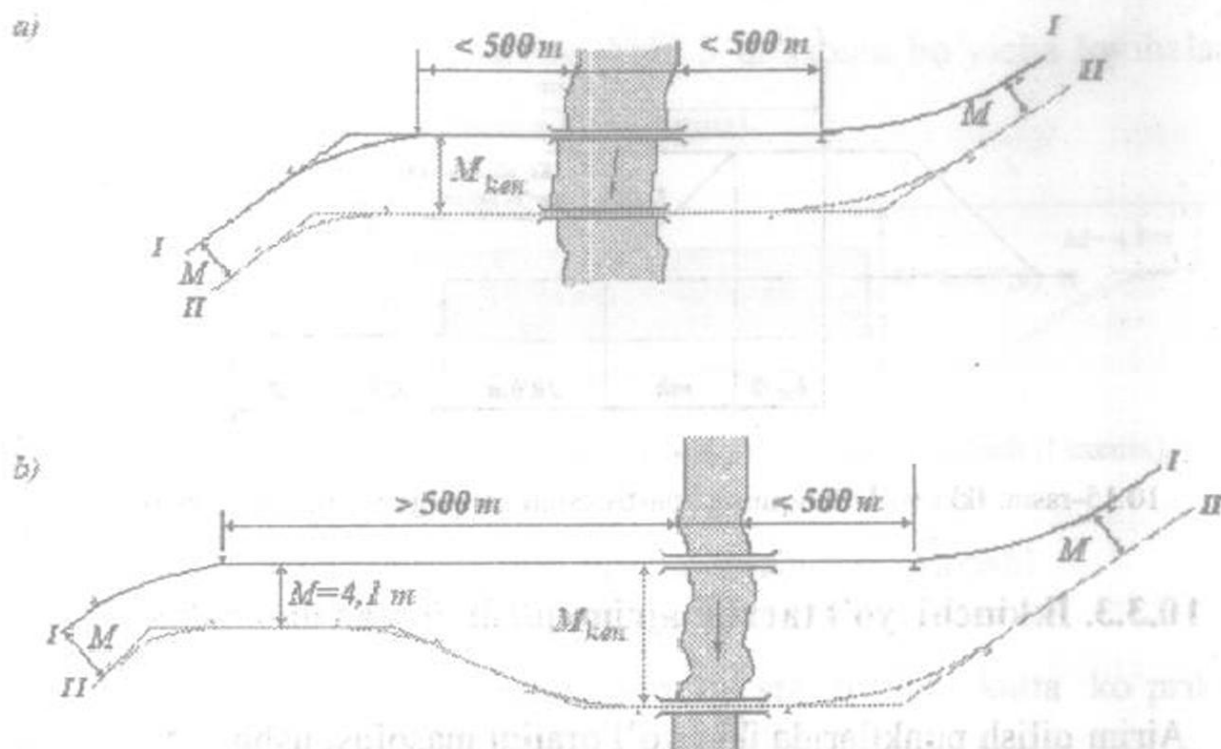


10.12-rasm. Kichik ko'priklar yaqinida ikki yo'l oraliqini kengaytirish ($M_{ken}=7,0$ m).



10.13-rasm. Kichik ko'priklar yaqinida ikkinchi yo'lni kurishda aylanma yo'ldan foydalanish.

Kichik ko'priklar yaqinida ikkinchi yo'l tarxini kengaytirilgan yo'l oraliqi masofasida loyihalashni quyidagi uch sxema asosida amalga oshirish mumkin (10.14-rasm, a I va b II sxema; 10.12-rasm, III sxema).



10.14-rasm. Kichik ko'priklar yaqinida ikkinchi yo'l tarxini loyihalash sxemalari:

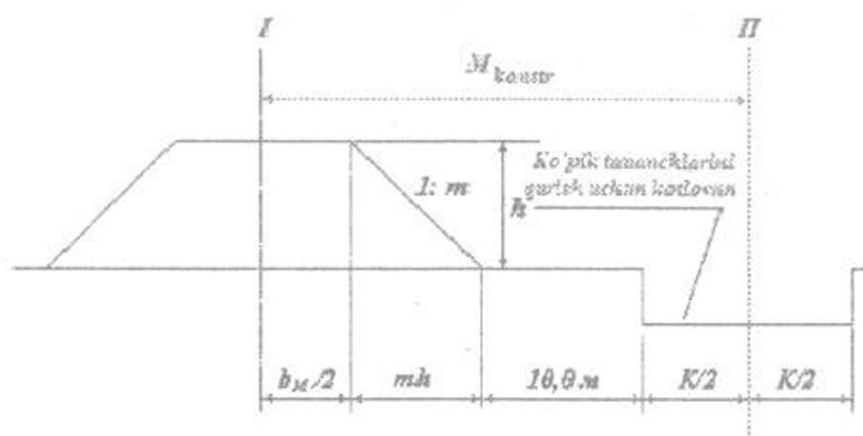
a - I sxema; b - II sxema.

Katta ko'priklarni qurishda ikkinchi yo'l tarxi kengaytirilgan (M_{konstr}) yo'l oraliqi masofasida loyihalanishi kerak.

Katta ko'priklar yaqinida ikkinchi yo'l tarxini kengaytirilgan yo'l oraliqi masofasida loyihalashni yuqorida keltirilgan uch sxema asosida amalga oshirish mumkin (10.14-rasm, I va II sxema; 11-rasm, III sxema). Bu holda kengaytirilgan yo'l oraliqi masofasi quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi (10.15-rasm):

$$M_{konstr} = b / 2 + mh + 10,0 m + K / 2 \quad (10.20)$$

Bunda, K - ko'priklar tayanchlarini qurish uchun qaziladigan kotlovan kengligi.



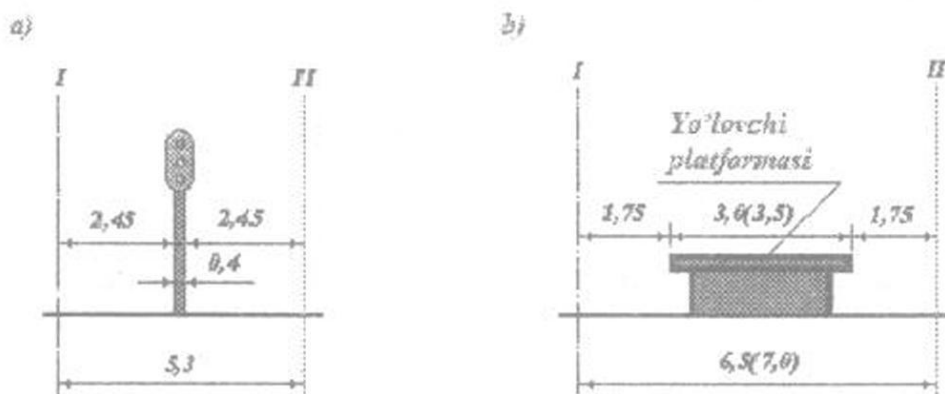
10.15-rasm. Ikki yo'l oraliqining konstruksion kengligini aniqlash sxemasi.

10.3.3. Ikkinchi yo'l tarxini ajrim qilish joylarida loyihalash

Ajrim qilish punktlarida ikki yo'l oraliqi masofasi ushbu raz'ezd yoki stansiyada yuk va yo'lovchilarni tashishda bajariladigan texnologik operatsiyalarni inobatga olib belgilanadi.

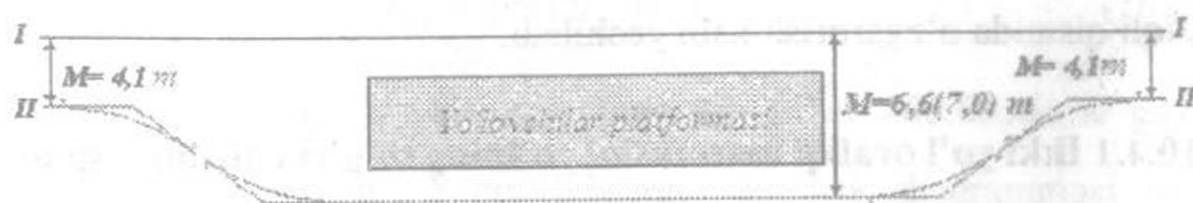
Ajrim qilish punktlarida har bir yo'l o'qidan harakatni boshqaruvchi yo'l belgilari, svetoforlargacha eng kamida 2,45 m. bo'lishi kerak, ikki yo'l oraliqi masofasi esa 5,3 m. ni tashkil etishi lozim (10.16.a-rasm).

"Orolcha" tipidagi yo'lovchilar platformasiga ega bo'lgan ajrim qilish punktlarida yo'l o'qidan platforma chetigacha bo'lgan masofa eng kamida 1,75 m., platforma kengligi 3,0 (3,5) m. bo'lishi lozim, ikki yo'l oralg'idagi masofa esa 6,5 (7,0) m. ni tashkil etishi kerak (10.16.b-rasm).



10.16-rasm. Ajrim qilish punktlarida ikki yo'l oraliqi masofasi
a - raz'ezdlarda; b - yo'lovchi stansiyalarida.

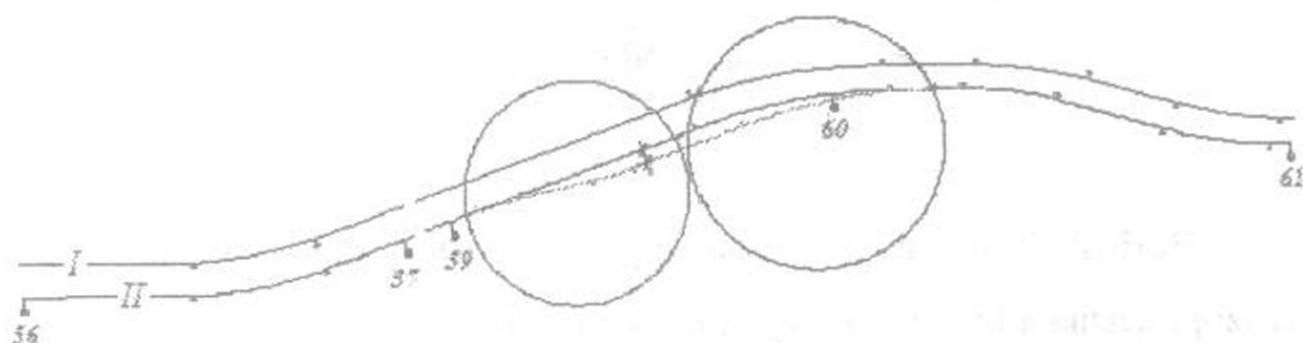
Ajrim qilish punktlarida ikki yo'l oraliqi masofasini ta'minlash uchun yo'llar tarxi kichik ko'priklardagi kabi 3 ta sxema bo'yicha loyihalanishi mumkin (10.17-rasmda I sxema keltirilgan).



10.17-rasm. Ajrim qilish punktlarida temir yo'l tarxini loyihalash (I sxema).

10.4 Ikki yo'l oraliqi masofasini o'zgarishi

Yuqorida qayd etilgandek perron, stansiyalar, katta ko'priklarga yaqinlashganda ikki yo'l oraliqi masofasini o'zgartirish (oshirish) extiyoji tug'uladi, ya'ni ikki yo'l oraliqi masofasi normal o'zchamdan 4,1 m dan kataroq o'lchamga M ga o'zgartiriladi. Bunday o'zgartirish temir yo'lning to'g'ri va egri chiziqli qismida amalga oshirilishi mumkin. Yo'l oraliqi masofasi o'zgartiriladigan joydan uning yaqinida joylashgan egrilikka bo'lgan masofa uzunligiga bog'liq xolda yo'l oraliqi masofasini o'zgarishi egriliklarga ham ta'sir etishi mumkin (10.18-rasm).



10.18-rasm. Ikki yo'l oraliqi masofasini o'zgarishining umumiy sxemasi

10.18-rasmda ikki yo'l oraliqi masofasini ikkinchi yo'lni o'ng tomonga siljitish hisobiga amalga oshirilishi ko'rsatilgan. Ikki yo'l oraliqi masofasini o'zgartirish masalasi temir yo'l o'qini yo'lni to'g'ri va egri chiziqli qismida o'zgartirish kabi yechiladi.

10.4.1 Ikki yo'l oraliqi masofasini yo'lning to'g'ri chiziqli qismida o'zgarishi

Ikki yo'l oraliqi masofasini yo'lning to'g'ri chiziqli qismida o'zgartirish, yo'llardan birini (ko'rilyotgan misolda ikkinchi yo'lni) S simon egriliklar loyixalash yo'li bilan amalga oshiriladi.

Ikki yo'l oraliqi masofasini M_1 dan M_2 gacha o'zgartirishni ko'rib chiqamiz.

Amalda S simon egriliklar radiusi R_{q5000} m, ular orasidagi to'g'ri chiziqli kesmani uzunligi esa 75 m deb qabul qilinadi.

Siljitishni amalga oshirish uchun temir yo'l α burchakka burilishi lozim. Burilish burchagining qiymati burchak tangensining yarmi $\frac{\alpha}{2}$ orqali quyidagicha aniqlanadi

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{-a + \sqrt{a^2 + (4R - C) \cdot C}}{4R - C} \quad (10.21)$$

Burilish burchagi α ning qiymati yaxlitlanganligi uchun to'g'ri chiziqli kesma a ning qiymatiga aniqlik kiritiladi, ya'ni

$$a' = \frac{C}{\sin \alpha} - 2T \quad (10.22)$$

Loyihalanayotgan yo'lning haqiqiy uzunligi quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi

$$Z_I = 2K + a' \quad (10.23)$$

Loyihalanayotgan yo'lni piketlar bo'yicha uzunligi esa quyidagiga teng

$$Z_{\text{mk}} = 2I' + (2I' + a') \cdot \cos \alpha \quad (10.24)$$

Yo'lni uzayishi $\Delta I = Z_I - Z_{\text{mk}}$, noto'g'ri piket $100.00 m \pm \Delta I$ ga teng.

Loyihalanayotgan S egriliklarning burchak diagrammasi chizish lozim. Burchak diagrammasini chizish uchun egriliklar va to'g'ri chiziqli kesmaning gorizontal o'qga proeksiyasini K' va a'' aniqlash kerak.

Egrilikning proeksiyasi quyidagicha hisoblanadi

$$K' = T(1 + \cos \alpha) \quad (10.25)$$

To'g'ri chiziqli kesmaning proeksiyasi esa quyidagiga teng

$$a'' = a' \cos \alpha \quad (10.26)$$

Mavjud temir yo'l o'qini siljitishni umumiy sxemasiga (10.18- rasm) mos ravishda ikkinchi egrilik oxirining piket xolati $EO_2 \Pi K$ aniq.

Qolgan nuqtalarning piket xolatlari quyidagi ifodalar bo'yicha aniqlanadi:

$$\Pi K_{eb2} = \Pi K_{eo2} - K'$$

$$\Pi K_{eo1} = \Pi K_{eb2} - a'' \quad (10.27)$$

$$\Pi K_{eb1} = \Pi K_{eo1} - K'$$

10.19.b-rasmda keltirilgan burchak diagrammasining yuzasi quyidagicha hisoblanadi

$$\omega = (K' + a'') \cdot \alpha, \quad (10.28)$$

Burchak digrammasining yuzasi qiymat jixatdan siljitishga teng, ya'ni $\omega = C$ bo'lgani uchun (qoldiq nolga teng) bog'lovchi koeffitsientlarning qiymatlarini aniqlash zarur emas.

Agar $\omega < C$ bo'lsa ular orasidagi farq Δ ni 20 talik nuqtalarga taqsimlab yuboriladi va tenglikni ta'minlash uchun fiktiv (yolg'on yoki noto'g'ri) burchak $-\alpha_\phi$ va hisoblash doimiysi- q' ning qiymatlari hisoblanadi.

Fiktiv burchak α_ϕ quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi

$$\omega = (K' + a'')\alpha_\phi = C \quad (10.29)$$

bundan,

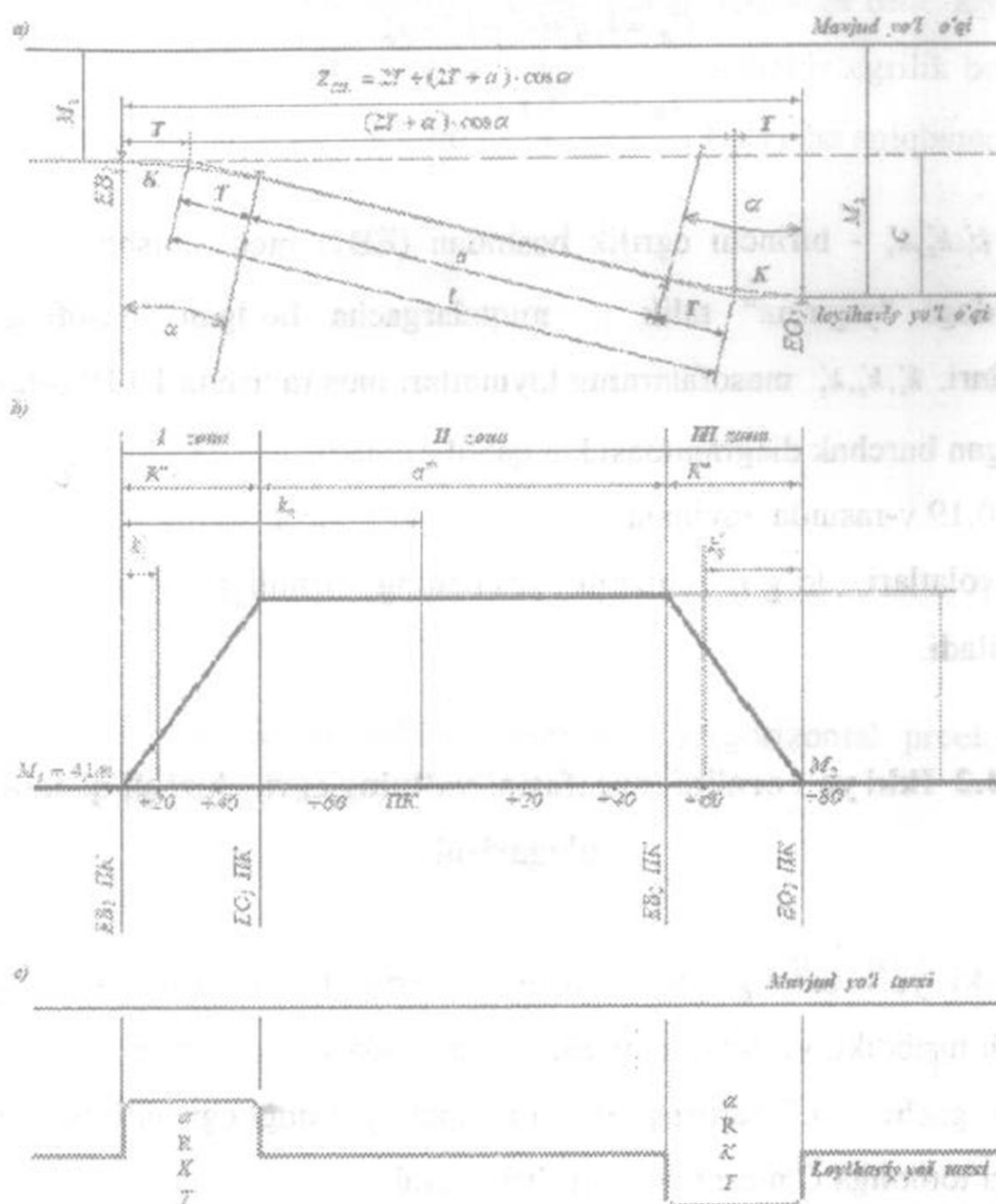
$$\alpha_\phi = \frac{C}{K' + a''} \quad (10.30)$$

Hisoblash doimiysi q' ning qiymati quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi

$$q' = \frac{\alpha_\phi}{2K'} \quad (10.31)$$

Bog'lovchi koeffitsientning qiymati to'g'ri aniqlangan bo'lsa quyidagi tenglik bajarilishi kerak, ya'ni

$$\omega' = 2K'^2 q' + a''\alpha_\phi = C \quad (10.32)$$



10.19-rasm. Ikki yo'l oraliqi masofasini yo'lning to'g'ri chiziqli qismida o'zgartirish:

a-hisoblash sxemasi; b-burchak diagrammasi; s-temir yo'l tarxi

Mavjud temir yo'l o'qini siljitishni hisoblash uchun burchak diagrammasi uchta zonaga bo'linadi (10.19.b-rasm). Zonalarga mos ravishda "yigirma" talik (20) nuqtalarda siljitishlarni hisoblash quyidagi ifoda bo'yicha amalga oshiriladi

$$C_i = k_j^2 q' \quad (10.33)$$

$$C_{II} = k_1^2 q' + (k_2' - K') \cdot \alpha_{\phi} \quad (10.34)$$

$$C_{III} = C - k_3' q' \quad (10.35)$$

bunda k_1', k_2', k_3' - birinchi egrilik boshidan (EB1) mos ravishda I, II, III zonalardagi "yigirma" talik nuqtalargacha bo'lgan masofalarning qiymatlari. k_1', k_2', k_3' masofalarning qiymatlari mos ravishda 10.19.b-rasmda keltirilgan burchak diagrammasidan qabul qilinadi.

10.19.v-rasmda loyihalangan temir yo'l tarxi, egrilik parametrlari, piket xolatlari, to'g'ri chiziqli kesmaning uzunligi, noto'g'ri piket ko'rsatiladi.

10.4.2 Ikki yo'l oraliqi masofasini yo'lining egri chiziqli qismida o'zgarishi

Ikki yo'l o'ralig'i masofasini o'zgartirishni umumiy sxemasidan ko'rinib turibdiki, yo'lining egri chiziqli qismida yo'l oraliqi masofasini M_1 dan M_2 gacha o'zgartirish uchun ikkinchi yo'ldagi egrilik boshi aylana markazi tomonga C masofaga siljirilishi kerak.

Ikki yo'l oraliqi masofasini egrilikda o'zgartirish uchun temir yo'l o'qini egrilikda aylana markazi tomon siljitish masalasini yechish kerak. Yo'l o'ralig'i masofasini o'zgartirishni xisoblash sxemasi 10.20-rasmda keltirilgan.

Ikkinchi yo'llarni loyihalashda, egrilik radiuslari aksariyat xolatlarda birinchi yo'lnikiga teng yoki poyezdlar harakat tezligi ushbu egrilikda chegaralangan bo'lsa, undan katta belgilanadi.

Mavjud va loyihaviy egrilik parametrlarini inobatga olib, loyihaviy egrilik burchak uchini siljitish masofasi C_1 , C_2 ; loyihaviy egrilik boshi va oxirini siljitish masofasi b_1 , b_2 quyidagi ifodalar bo'yicha aniqlanadi

$$C_1 = \frac{C}{\sin \alpha} \quad (10.36)$$

$$C_2 = \frac{C}{\operatorname{tg} \alpha} \quad (10.37)$$

$$b_1 = T_m + C_2 - T_l \quad (10.38)$$

$$b_2 = T_l + C_1 - T_m \quad (10.39)$$

Loyixaviy egrilikning piketaj uzunligi K'_l (gorizontal proeksiyasi) quyidagicha aniqlanadi

$$K'_l = \Pi K_{EOI} - \Pi K_{EBI} \quad (10.40)$$

Loyihaviy egrilikning uzayishi $\Delta K = K_l - K'_l$, noto'g'ri piket $100 \pm \Delta K$ ga teng.

Siljitishlar qiymatini aniqlash uchun mavjud va loyihaviy egrilikning burchak diagrammasini chizish kerak. Mavjud va loyihaviy egrilikning burchak diagrammasi K'_l, b_1, b_2, α' miqdorlarga asoslanib quriladi (10.20.a-rasm).

Ma'lumki, siljitish burchak diagrammasining yuzasiga teng. O'z navbatida burchak diagrammasining yuzasi trapetsiyaning yuzasiga teng va quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$\omega = \frac{b_1 + b_2}{2} \cdot \alpha' \quad (10.41)$$

Amalda $\omega = C$ bo'lishi kerak. Xisoblar natijasida doimo $\omega \neq C$ kelib chiqadi.

Qoldiqning ruxsat etilgan va amaldagi qiymatlari quyidagicha aniqlanadi.

$$\Delta C_a = C - \omega \quad (10.42)$$

$$\Delta C_{ruh} = \frac{CD}{2T} \quad (10.43)$$

$$\text{Agar,} \quad \Delta C_a > \Delta C_{ruh} \quad (10.44)$$

bo'lsa, qo'pol xatoga yo'l qo'ilgan.

$$\Delta C_a \leq \Delta C_{ruh} \quad (10.45)$$

bo'lsa, bog'lovchi koeffitsientlarning qiymatlari aniqlash zarur.

Amaldagi $\omega = C$ tenglikni ta'minlash uchun bog'lovchi koeffitsientlar qiymatlari quyidagi ifodalar bo'yicha aniqlanadi:

$$\alpha_f = \frac{2C}{b_1 + b_2} \quad (10.46)$$

$$q_m' = \frac{\alpha_f}{2K_m} \quad (10.47)$$

$$q_l' = \frac{\alpha_f}{2K_l} \quad (10.48)$$

Bog'lovchi koeffitsientlarning to'g'ri xisoblanganligini quyidagi ifoda bo'yicha tekshiriladi:

$$\omega' = K_m^2 \cdot q_m' + b_2 \cdot \alpha_f - K_l^2 \cdot q_l' \quad (10.49)$$

Mavjud temir yo'l o'qini siljitishni hisoblash uchun burchak diagrammasi uchta zonaga bo'linadi (10.20.b-rasm). Zonalarga mos ravishda "yigirma" talik (20) nuqtalarda siljitishlarni hisoblash quyidagi ifodalar bo'yicha amalga oshiriladi

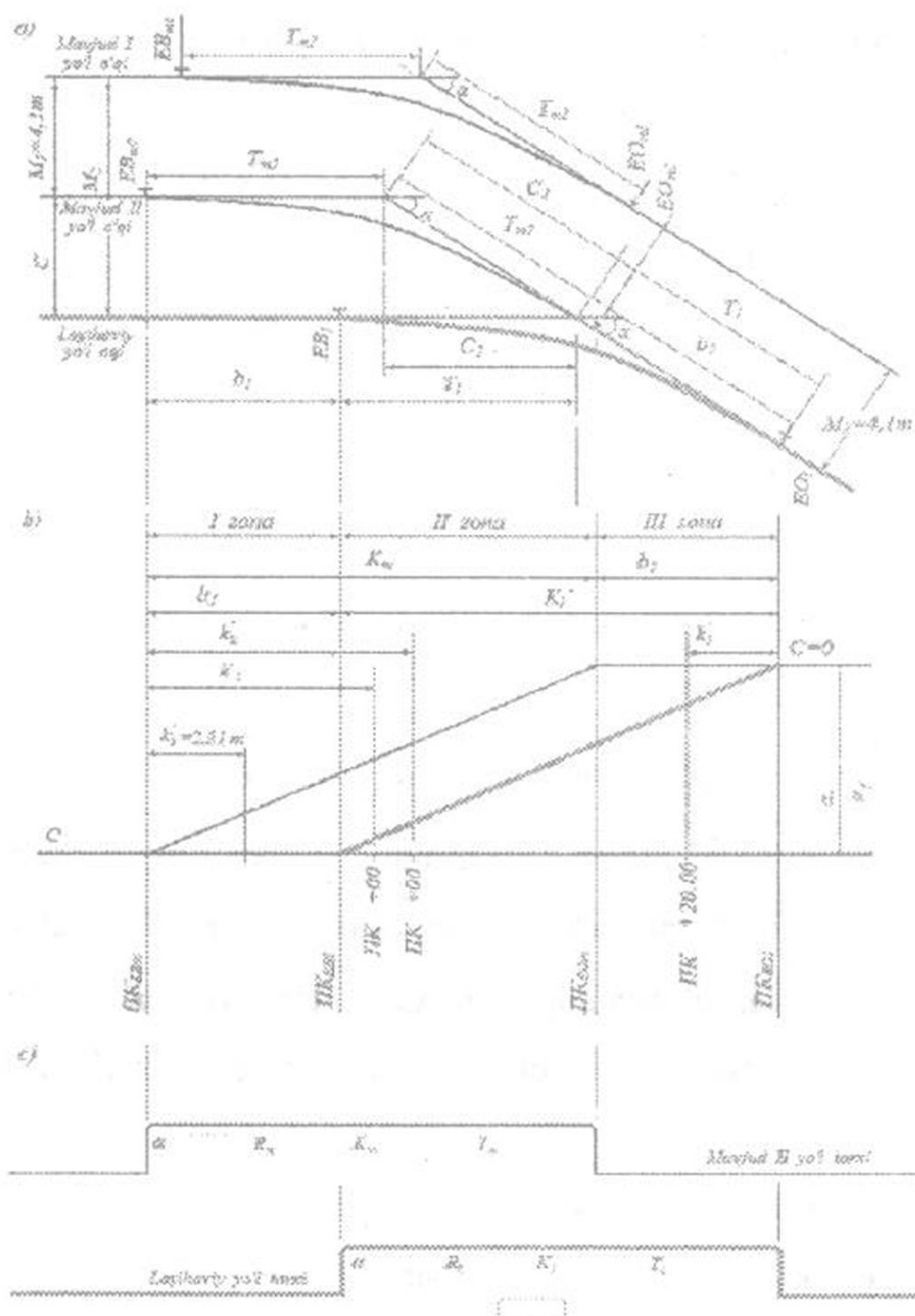
$$C_I = C - k_1^2 \cdot q_i' \quad (10.50)$$

$$C_{II} = k_2^2 \cdot q_m' - (k_2 - b_1)^2 \cdot q_i' \quad (10.51)$$

$$C_{III} = k_3^2 \cdot q_i' \quad (10.52)$$

bunda k_1', k_2', k_3' - mavjud egrilik boshidan (EBm) mos ravishda I, II, III zonalardagi "yigirma" talik yoki butun sonli nuqtalargacha bo'lgan masofalarning qiymatlari. k_1', k_2', k_3' masofalarning qiymatlari mos ravishda 10.20.b-rasmda keltirilgan burchak diagrammasidan qabul qilinadi.

10.20.v-rasmda loyihalangan temir yo'l tarxi, egrilik parametrlari, piket xolatlari, noto'g'ri piket ko'rsatiladi.



10.20 -rasm. Ikki yo'l oraliqi masofasini yo'lning egri chiziqli qismida o'zgartirish:
a-hisoblash sxemasi; b-burchak diagrammasi; c-temir yo'l tarxi

10.5. Ikkinchi yo'llarning ko'ndalang qirqimini loyihalash

Ikkinchi yo'llar ko'ndalang qirqimini loyihalashda ikkinchi yo'l loyihaviy rel's boshi otmetkasi mavjud (birinchi) yo'l loyihaviy rel's boshi bilan mos tushishi kerak. Ba'zan ikki yo'l loyihaviy rel's boshi otmetkalari orasida farq bo'lishiga yo'l qo'yiladi.

Lekin, bu qollarda ikki yo'ldan birontasini qum yoki qor uyimi bosib qolishini bartaraf etish lozim.

Barcha turdagi transport vositalarining harakat xavfsizligini ta'minlash uchun temir yo'l avtomobil yo'li bilan kesishgan joyda yo'llar bir o'tmetkada loyihalanishi kerak.

Назорат соволлари

1. Ikkinchi yo'l quriladigan tomonini belgilashda qanday omillarni inobatga olish kerak?
2. Ikkinchi yo'l trassasi qanday o'tkaziladi?
3. Ikkinchi yo'l tarxi elementlari qanday hisoblanadi?
4. Ikki yo'l oraliqining gabarit kengayishini ta'minlashni qanday usullari mavjud?
5. Ajrim qilish punktlarida ikkinchi yo'l tarxi qanday loyihalanadi?

Adabiyotlar ro'yxati:

1. ҚМҚ 2.01.05-96 «Железные дороги колеи 1520 мм. Нормы проектирования», Тошкент, Ўзбекистон Республикаси Давлат архитектура ва қурилиш қўмитаси, 1998.
2. Изыскание и проектирование ж.д. Учебник для вузов ж.д. тр-та. Под ред. проф. И.В.Турбина,- М.; Тр-т. 1989.
3. Экономические изыскания и основы проектирование ж.д. Учебник для вузов. Под ред. проф. Б.А.Волкова,-М.;Тр-т. 1990.
4. Методические указания по сравнению вариантов проектных решений железнодорожных линий, узлов и станций. М.: ВПТИтрансстрой. 1988, - 467 с.
5. Нормы эксплуатационных расходов. М.: Гипротранстэи. 1983. - 86 с.
6. Закиров Р.С. Предупреждение песчаных заносов железных, автомобильных дорог и ирригационных сооружений. –М., Медицина, 1983, 166 с., ил.
7. ВСН 354-Н Ведомственные технические указания по проектированию земляного полотна железных дорог колеи 1520 мм. Ташкент, 2011. ГАЖК «ЎТЙ».
8. ВСН 448-Н Инфраструктура высокоскоростной железнодорожной линии Ташкент-Самарканд. Общие технические требования. Ташкент, 2010. ГАЖК «ЎТЙ».
9. ВСН 450-Н Ведомственные технические указания по проектированию и строительству. Железные дороги колеи 1520 мм. Ташкент, 2010. ГАЖК «ЎТЙ».
10. Правила тяговых расчетов для поездной работы. М., Транспорт, 1989 г.

11. Инструкция по расчету ливневого стока с малых бассейнов: ВСН 6376/ Минтрансстрой. М., 1976. 103 с.

12. Эксплуатационные и технические параметры специализированных высокоскоростных пассажирских магистралей: Сб. науч. тр. ВНИИ ж.-д. тр-та/ Под ред. Е.А. Сотникова, С.С. Жаброва.- М.; Транспорт, 1989. 94 с.

13. Проектирование высокоскоростных специализированных железнодорожных магистралей. Пособие по курсовому и дипломному проектированию/И.И. Кантор, В.А. Копыленко, В.Ю. Козлов, Л.В. Элкина; Под ред. И.И. Кантора.-М.; МИИТ, 1996. 67 с.

Matndagi ifoda, rasmlarda qo'llanilgan shartli belgilar va ularning o'lchov birliklari

Shartli belgisi	O'lchov birligi	Qiymat
P	t	Lokomotiv og'irligi
Q	t	Sostav og'irligi
F	N	To'la tortish kuchi
W	N	Harakatga qarshi to'la kuchlar
B	N	To'la sekinlashish kuchi
f	N/kN	solishtirma tortish kuchi
w	N/kN	harakatga qarshi solishtirma kuchlar
b	N/kN	solishtirma sekinlashish kuchi
R	N	teng ta'sir etuvchi to'la kuchlar
r	N/kN	solishtirma teng ta'sir etuvchi kuchlar
ω_o	N/kN	harakatga qarshi asosiy solishtirma kuchlar
ω_o''	N/kN	Vagonlar harakatiga qarshi asosiy solishtirma kuchlar
ω_o'	N/kN	Lokomotiv harakatiga qarshi asosiy solishtirma kuchlar
q_o	$t/o'qga$	vagonning bir o'qiga to'g'ri keluvchi yuk og'irligi
ω_{ox}'	N/kN	Lokomotivni salt harakati vaqtida harakatga qarshi asosiy solishtirma kuchlar
q	t	Vagonning brutto og'irligi
i	$\%$	Bo'ylama qirgim elementining nishabligi
i_r	$\%$	Rahbar nishablik
i_{muv}	$\%$	Muvozanatlantiruvchi nishablik
i_k	$\%$	Kuchaytirilgan tortish nishabligi yoki karrali tortish nishabligi
i_j	$\%$	Inersion nishablik
i_z	$\%$	Zararli nishablik
i_{bz}	$\%$	Bezalar nishabliklar
Δi	$\%$	Tutashtirilayotgan bo'ylama qirgim elementlari nishabliklari orasidagi farq
R	m	Egrilik radiusi
l_p	m	Poyezd uzunligi
l_k	A	Eelektr harakatlantirgich toki
Φ	$farada$	Magnit oqimi
U_h	kV	Kontakt tarmoq'idagi kuchlanish
v_h	$km/soat$	Lokomotivning hisoblangan tezligi
v	$km/soat$	Tezlik
S	km	Masofa
j	$-$	Inersion koeffitsient
j_i	$\%$	Inersion ko'tarilish
t	min	Poyezdni yurish vaqti
l_i	km	Bo'ylama qirgimdagi elementning uzunligi

R_m	Mj	Lokomotivning tortish kuchi bajargan mexanik ishi
R_q	Mj	Harakatga qarshi kuchlarni bajargan mexanik ishini
A_t	$kVt/soat$	Elektr energiya sarfi
E	kg	Dizel yoqilgi sarfi
ψ	-	G'ildiraklarning rels bilan ilinish koeffitsienti
h	mm	Tashqi rels ko'tarilishi
T	m	Egrilik tangensi
K	m	Egrilik uzunligi
D	m	Egrilik domeni
B	m	Egrilik bissektisasi
α	$grad$	Burilish burchagi
l_o	m	O'tish egriligi uzunligi
R_v	m	Vertikal (tik) tekislikdagi egrilik radiusi
T_v	m	Vertikal (tik) tekislikdagi egrilik tangensi
l_{qaj}	m	Qabul qilish jo'natish yo'llari uzunligi
d	km	"Sirkul qadami" ning kengligi
i_{tr}	$\%$	Trassalash nisbali
Δh_{gor}	m	Gorizontallar kesimi orasidagi balandlik
L	m	Ko'priq tirqishining o'lchami
l_o	$\%$	O'zan nisbali
Q	m^3/s	Oqim sarfi
a_t	-	Diskontlash koeffitsienti
D_{kai}	$mln.so'm$	Kapital qo'yilma va tasarruf xarajatlari yig'indisi
t_{qop}	yil	Xarajatlarni qoplash muddati
TDD	$mln.so'm$	Toza diskontlangan daromad
D_{int}	$mln.so'm$	Integrallangan daromad
N_t	$mln.so'm$	Faoliyat natijalari
K_t	$mln.so'm$	Kapital qo'yilma
C_t	$mln.so'm$	Yillik tasarruf sarf-xarajatlar
H_t	$mln.so'm$	Qilingan xarajatlar
K_{er}	$mln.so'm$	Yer polotnosini qurish narxi
K_{cu}	$mln.so'm$	Sun'iy va suv o'tkazuvchi inshootlarning narxi
K_{tyk}	$mln.so'm$	Yo'l ustki qurilmasining narxi
K_{yo}	$mln.so'm$	Temir yo'l uzunligiga mutanosib bo'lgan qurilmalarning narxi
K_{avok}	$mln.so'm$	Ajrim qilish joylarining narxi
C_{ka}	$mln.so'm$	Poyezdlarni harakatga keltirish sarf-xarajatlari
C_{ou}	$mln.so'm$	Doimiy inshootlarni tasarruf sarf-xarajatlari
τ	$min.$	Harakat intervali
ε	-	Tushirish koeffitsienti
T_{dag}	$min.$	Grafik davri
n_{max}	$juft poyezd/sutkada$	Poyezdlar o'tkazish qobiliati
n_{yuk}	$juft poyezd/$	Yuk poyezdlarining soni

	<i>sutkada</i>	
I	<i>min.</i>	Ikki izli temir yo'llarda poyezdlararo harakat intervali
I'_{tm}	<i>mln.t/yiliga</i>	Temir yo'lining yuk tashish imkoniyati
I'_{eh}	<i>mln.t/yiliga</i>	Temir yo'lda yuk tashish ehtiyoji
n_{tm}	<i>juft poyezd/ sutkada</i>	Temir yo'lining poyezdlar o'tkazish imkoniyati
n_{eh}	<i>juft poyezd/ sutkada</i>	Temir yo'lda poyezdlar o'tkazish ehtiyoji
η_t	-	Sarf-harajatlardan va kapital qo'yilmalarni to'g'ri yilga keltirish koeffitsienti
H_{bt}	<i>m</i>	Ballast tagi otmetkasi
B	<i>m</i>	Er polotnosi asosiy maydonchasining kengligi
H_{rb}	<i>m</i>	Rel's boshi otmetkalari
a	<i>m</i>	Ballast prizmasi kengligi
$h_{yo'uq}$	<i>m</i>	Yo'l ustki qurilmasi balandligi
b	<i>m</i>	Yo'l chetining kengligi
h_r	<i>m</i>	Rel'sning balandligi
h_t	<i>m</i>	Taglikning balandligi
h_{sh}	<i>m</i>	Shpalning balandligi
h_b	<i>m</i>	Ballast katlamining qalinligi

Asosiy tayanch so'z va iboralarning izohli lug'ati

Akveduk (nov) – suv o'tkazgich (kanal yoki quvur o'tkazgich) ning bir qismi hisoblanuvchi chuqur jar, dara, daryo, quruq transport yo'li va boshqalar ustidan o'tadigan suv o'tkazuvchi inshoot.

Ayvon yo'l (galereya) – tosh, qor, tog' jinslari bosib qolishidan transport yo'lini himoyalovchi, tom tirkaladigan ustun yoki devor ko'rinishida bajariladigan tog' yo'lidagi muhandislik inshooti.

Banket – o'yma yonbag'ining yuza suvlardan yuvilishini to'sish va himoyalash uchun uning yuqori qismi bo'ylab grunt dan to'kiladigan to'g'ri shakldagi (trapetsiodal yoki uchburchak kesimli) inshoot.

Berma – katta qiyalik va uzunlikka ega bo'lgan, er polotnosi yon bag'irlarining chizig'i bo'yicha kovlangan tor gorizont al yoki qiyaroq grunt tasmasi.

Bir oraliq qurilmali ko'prik – oraliq tayanchlari bo'lmagan ko'prik.

Bo'ylama nishablik – loyiha chizig'ining bo'ylama qirqimda gorizont al tekislikka og'ish burchagi tangensini ifodalovchi qiymat. Temir yo'llarni loyihalashda bo'ylama nishabliklar chegaralovchi va loyihalash nishabliklariga ajratiladi.

Bo'ylama qirqimdagi vertikal (tik) egrilik – bo'ylama qirqim elementlari nishabliklari orasidagi farq ruhsat etilgan me'yoriy qiymatga teng yoki undan katta bo'lganda poyezdlarning ravon va xavfsiz harakatini ta'minlash uchun ular orasida tik loyihalanadigan egrilik. Bo'ylama qirqim elementlarining o'zaro joylashuviga qarab vertikal egriliklar qavariq va botiq bo'lishi mumkin. Vertikal egrilik radiusi temir yo'l toifasiga bog'liq holda belgilanadi.

Burilish(dareni) – tarhda tabiiy o'zan shakllanishi jarayoni borishida o'z ko'rinishini o'zgartiradigan meandrli daryolarning to'g'ri chiziqli, halqa ko'rinishli uchastkasi.

Dara – daryo vodiysining tub jinslariga o'yib joylashgan, deyarli osilib turgan qirg'oqli, chuqur tor o'zan.

Daryo havzasi (suv yig'uvchi) – daryoga suvlar oqib keladigan hudud.

Daryo o'zani – oqizindilarnaning asosiy qismi ko'chadigan va toshqin davri oralig'ida suv oqimi amalga oshiriladigan vodiyni yuzaga keladigan eng past qismi.

Daryo tizimi – bosh (asosiy) daryoga kelib tushuvchi, birmuncha yirik ochiq suv oqimini hosil qiluvchi, ketma-ket qo'shiluvchi irmoq, jilg'a va daryochalar yig'indisi.

Daryo vodiysi – landshaftdagi daryo oqadigan chuqurlik; tektonik deformatsiyalar va o'rmonchilar faoliyati natijasida, shuningdek uzluksiz oquvchi suvlar ta'sirida asta-sekin shakllanadigan er yuzasining nisbatan tor joydagi chuqurlashuvi. U o'zan va qayirdan tashkil topgan.

Daryoning siqilishi – ko'priq kechuvi qurilishi natijasida daryoning jonli kesimini kichraytirish.

Domer – piketaj qurishda kiritiladigan, trassaning burilish burchagida hosil qilinadigan ichki doiraviy egri chizik va ikki tangens uzunligining farqi.

Egrilikning bissektrisasi – temir yo'l o'q chizig'ining burilish burchagi uchi bilan egrilik o'rtasini tutashtiruvchi to'g'ri chiziq bo'lagi.

Egrilikning tangensi – temir yo'l o'q chizig'ining burilish burchagi uchini shu burilishga chizilgan doiraviy egrilik boshi yoki oxiri bilan birlashtiruvchi to'g'ri chiziq.

Er osti yo'li (tonnel) – erning qalin qatlamidan, tog'li massivdan yoki suvli to'siq ostidan o'tuvchi, transport vositasi va boshqalarni o'tkazish uchun ko'zda tutilgan er osti muhandislik inshooti.

Er sirtining belgisi – er sirtining dengiz sathi yoki biron shartli sathdan balandligi (metrda va santimetrda).

Er sirtining chizig'i – temir yo'lning o'q chizig'i bo'yicha erning tabiiy satxini tik vertikal tekislikda ifodalovchi chiziq.

Fazodan suratga olish (aeros'emka) – joyning tasvirini fazodan suratga olish jarayoni.

G'adir-budirlik koeffitsienti – suv oqimining morfometrik xususiyatlari, gruntlar tarkibi, daryo tubining tuzilishi, o'simliklarning mavjudligi va boshqalarga bog'liq ravishda o'zanning suv oqimlari oqishiga qarshilik ko'rsatish tavsifi.

Gidrograf– suv yoki oqizindilar sarfining vaqt ichida o'zgarish chizmasi.

Gidrometrik ishlar – suvli ob'ektlarda ularning gidrologik tarkibini o'rganish maqsadida olib boriladigan kuzatish ishlari majmuasi.

Gidrostvor(suv darvozasi) – toshqin vaqtida gidrometrik ishlar bajariladigan daryo vodiysining ko'ndalang kesimi. CHizmada daryoning ko'ndalang kesimi ko'rinishida rasmiylashtiriladi.

GPS (Global Positioning System) – temir yo'llarni tadqiq qilish, loyihalash, qurish va foydalanilish jarayonida geodezik ishlarni bajarishda qo'llaniladigan sun'iy yo'ldosh-navigatsion tizimi.

Harakat jadalligi – bir vaqt birligi (bir kecha-kunduz yoki o'rtacha bir soat) ichida ma'lum yo'l bo'lagidan o'tadigan transport vositalarining soni.

Hisoblangan suv sathi (hisobiy baland suv sathi) – ko'prik kechuvi tumanida bevosita belgilari bo'yicha kuzatiladigan yoki aniqlanadigan ko'tarilishning eng baland hisobiy sathi balandlik belgisi.

Hovonli ko'prik – ko'tarma o'mida, shuningdek hovon osti bo'shlig'ida turli maqsadlar uchun foydalanish zaruriyati bo'lganda quriladigan, ko'p oraliqli ko'prik inshooti yoki uning bir bo'lagi.

Ikki pog'onali ko'prik – transport vositalari harakati ikki sathda amalga oshadigan ko'prik.

Iqtisodiy tadqiqotlar – yangi temir yo'l barcha infratuzilma ob'ektlarining qurilishi yoki mavjud temir yo'l ob'ektlarini ta'mirlashning iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiqligi, ketma-ketligi, bosqichma-bosqichligini belgilash hamda asoslash uchun boshlang'ich ma'lumotlarni yig'ish, tartibga solish va tahlil qilish bo'yicha bajariladigan ishlar majmuasi.

Ishchi belgi – temir yo'l o'q chizig'i nuqtalarining er yuzasidagi belgilari

va loyihaviy belgilar orasidagi farq. Ishchi belgi ma'lum nuqtadagi ko'tarma balandligi yoki o'yma chuqurligini ko'rsatadi.

Ishchi loyiha – bir bosqichli loyihalashda o'xshash ob'ektlar shuningdek, texnik jihatdan murakkab bo'lmagan ob'ektlar uchun foydalaniladigan andozaviy va qayta qo'llaniladigan loyihalar bo'yicha ishlab chiqiladigan loyihaviy hujjat.

Jonli kesim – daryo oqimi yoki suv oqimining umumiy yo'nalishga perpendikulyar bo'lgan ko'ndalang kesimi.

Kameral tadqiq qilish – kartografik materiallar, ma'lumotnomalarga asoslanib temir yo'lining umumiy yo'nalishini belgilashga imkon beruvchi loyiha-tadqiqot ishlarining bir bosqichidir.

Katta ko'prik – uzunligi 100 m dan ortiq, shuningdek uzunligi kichik, lekin oraliq qurilmasi 60 m dan uzun bo'lgan ko'prik.

Kema yuradigan hisobiy sath – daryo sinfiga bog'liq ravishda qabul qilinadigan va hisob orqali belgilanadigan, suv transport vositalari ekspluatatsiyasini ta'minlovchi sath.

Kichik suv o'tkazuvchi inshoot oldidagi bosim (B) – inshootga kirish kesimi oldidagi hovuzning eng katta chuqurligi.

Ko'chki – tik tog' yonbag'irlaridan tosh xarsanglari, toshlar, shag'allar va yirik bo'lakli tog' qiya gruntlarining to'satdan qulashi.

Ko'p oraliq qurilmali ko'prik – bittadan ortiq oraliq qurilmaga ega bo'lgan ko'prik.

Ko'p yillik (tarixiy) baland suv sathi – ko'prik kechuvi tumanida bevosita belgilari bo'yicha kuzatiladigan yoki aniqlanadigan ko'tarilishning eng baland sathi balandlik belgisi.

Ko'prik – to'siq ustidan o'tuvchi muhandislik inshooti majmuasi.

Ko'prik oralig'i – qo'shni tayanchlar orasidagi bo'sh gorizontaal masofa.

Ko'prik osti (gabariti) o'lchami – oqim yo'nalishiga tik, ichiga ko'prik tuzilmasi elementlari yoki uning ostida joylashgan qurilmalar kirmasligi kerak

bo'lgan ko'prik oralig'idagi bo'shliq chegarasining chegaraviy ko'rinishi.

Ko'prik ostidagi bo'shliq balandligi – baland suv sathidan yoki kema yura oladigan hisoblangan sathdan oraliq qurilmaning ostigacha bo'lgan ko'prik ostidagi eng kichik masofa.

Ko'prik ostini kesish – qayirdagi oqizindilar to'plamini olib tashlash hisobiga ko'prik ostidagi o'zanni kengaytirish.

Ko'prik tuynugi – oqimning oqishiga perpendikulyar bo'lgan, yuqori suvlarning hisobiy sathi bo'yicha olingan, oraliq tayanchlar qalinligi hisobdan chiqarib tashlangan, qirg'oq tayanchlari yoki ko'tarma konuslarining ichki qirralari orasidagi sof gorizontaal o'lcham.

Ko'prik uzunligi – ko'prik o'qi bo'yicha o'lchanadigan, uning boshi va oxiri orasidagi masofa.

Ko'prikli kechuv (ko'prik kechuvi) – suv oqimlaridan o'tish uchun mo'ljallangan ko'prik, unga yondosh, qirg'oqni mustahkamlovchi va suvni izga soluvchi qurilmalardan tashkil topgan inshootlar majmuasi.

Ko'tarma – er polotnosining er sathidan yuqorida joylashgan qismi. Qazib olingan grunt dan ko'tarilgan muhandislik inshooti.

Ko'tarma g'ov (travers) – qayirdagi suvlarning bo'ylama oqishidan ko'tarmani faol himoyalash uchun xizmat qiluvchi suv bosmaydigan ko'ndalang (ko'prikka yondosh ko'tarmaga nisbatan) er inshooti.

Ko'tarmaning osti (asosi) – er polotnosi quriladigan, tabiiy tuzilishi buzilmagan grunt.

ko'tarmaning poyi – tabiiy gruntga tirkaladigan ko'tarmaning ostki yuzasi.

Kontrbanket – ko'tarmaga tirkak devor o'rniga qo'shimcha to'kma ko'rinishida grunt dan yoki toshdan quriladigan muhandislik inshooti. Tik yonbag'irlarda ko'tarma etagida yoki yarim ko'tarma – yarim o'ymada ularni mustahkamlash yoki asosning do'ppayib chiqishiga yo'l qo'ymaslik maqsadida quriladi.

Liman– tektonik deformatsiyalar natijasida shakllanadigan daryoning quyilish joyi.

Loyiha belgisi – er polotnosi chetining dengiz sathi yoki shartli sathdan balandligi.

Loyiha chizig'i – bo'ylama qirqimda temir yo'l o'qining er ko'tarmasi cheti satxida ifodalovchi chiziq.

Loyiha chizig'ining sinishi – loyihaviy chiziqning bo'ylama nishabligi o'zgarishi nuqtasi.

Loyihalash bosqichlari – ob'ektni loyihalash bosqichlari. Loyihalash bir va ikki bosqichda amalga oshirilishi mumkin.

Loyihalashni avtomatlashtirish – temir yo'l infratuzilma ob'ektlarini loyihalash sohasida elektron hisoblash texnikasi va zamonaviy matematika uslublarini keng qo'llash bilan bog'liq ilmiy-texnikaviy taraqqiyotning bir yo'nalishi. Loyihalash jarayonida bir qancha (ikki va undan ortiq) loyihaviy echimlar variantlarini ko'rib chiqish va qisqa muddatda eng optimal qaror qabul qilish imkonini beradi.

Mahalliy yuvilish – to'siqqa (tayanch, ko'tarma yoki suvni izga soluvchi inshoot) suvli oqimning urilgan joyida chegaralangan bo'shliqda o'zanning yuvilishi (pasayishi).

Manzaraviy (landshaftli) loyihalash – yo'l elementlarining o'zaro tekis tutashishi va yo'lning atrof-muhit bilan uyg'unlashuvini ta'minlovchi loyihalash uslubi.

Metall (po'lat) ko'prik – oraliq qurilmasi metall (po'lat)dan to'liq yasalgan ko'prik.

Morfometrik hisoblar – o'zan va qayir yuzasining morfologik va geometrik tavsiflari bo'yicha ularning daryo oqimiga qarshiligi baholanadigan va undan keyin suyuqlikning bir tekis oqimi tenglamasi (SHezi tenglamasi) bo'yicha oqimning o'rtacha tezligi aniqlanadigan gidrologik rejimi o'rganilmagan daryoda bajariladigan hisoblashlar.

Morfometrik ishlar – o'tish joyidagi daryo vodiysining geometrik va morfometrik xususiyatlarini aniqlash bilan bog'liq bo'lgan, odatda, toshqin oraliqlari davrida bajriladigan dala ishlari majmui.

Morfostvor – suyuqlikning bir tekis oqimi tenglamasi (Shezi tenglamasi) bo'yicha oqimning o'rtacha tezligi va suv sarfini nazariy hisoblashlar uchun foydalaniladigan daryo vodiysining geometrik va morfometrik xususiyatlari bilan birgalikdagi ko'ndalang kesimi.

Muhandislik-geologik ishlar – muhandislik-geologik tasvirlashlar, geofizik izlanishlar, gruntlar va suvlarning laboratoriya tahlillarini o'tkazish bilan bog'liq qidiruv ishlarini o'z ichiga olgan ishlar.

Muvaqqat ko'prik – xizmat muddati chegaralangan ko'prik.

Muzlagan qatlamning ko'pchishi – er polotnosida qishki namlikning qayta taqsimlanishi, grunt (ayniqsa, changli) hajmining ortishi, namlikning ostki qatlamlaridan yuqoriga kapillyarlar bo'yicha ko'tarilish natijasida muz qatlamchalari hosil bo'lishi bilan bog'liq holda ko'pchish hosil bo'lish jarayoni. Bahorgi erishda grunt o'ta namlanadi va uning mustahkamligi keskin kamayadi.

Nivelirlash – yo'l o'q chizig'i nuqtalarining balandlik belgilarini aniqlash.

Nok shaklidagi to'g'on – tarhda nok shakliga ega bo'lgan, boshi qayirdagi ko'tarmaga tutashgan to'g'on.

Nol ishlari chizig'i – er sirti belgisi bilan loyiha teng bo'lgan nuqta. Bunday nuqtada er ishlari nolga teng bo'ladi.

Nurash (eroziya) – grunt qatlami, er inshootlari yoki ularning ba'zi qismlarining harakatlanuvchi suv (jala, daryo, dengiz suvlari) ta'sirida o'pqonlar, jarlar, o'pirilishlar hosil qilib yuvilishi natijasida yoki shamol ta'sirida ohista buzilish jarayoni.

O'pirilish – gruntlarning fizik xususiyati yoki yonbag'irning tashqi ko'rinishi o'zgarishi bilan bog'liq og'irlik kuchi ta'sirida er massasi yoki tog' jinslarining silliq yuza bo'yicha asta-sekin siljishi. Bunda yonbag'irning ustuvorlik koeffitsienti birdan kichik bo'ladi. Siljiydigan qatlamlar chuqurligiga

bog'liq ravishda chuqur va yuzaki o'pirilish turlari mavjud.

O'rtacha ko'prik - uzunligi 25 m dan 100 m gacha bo'lgan ko'prik.

O'simlikli grunt – o'zining organik– mineralogik tarkibi bo'yicha erni ko'kalamzorlashtirish yoki renovatsiya qilish uchun etarli serhosil xususiyatga ega bo'lgan gruntning tabiiy yuqori qatlami. Yo'l qurilishida bu grunt qirqib olinadi va keyinchalik foydalanish uchun bir chetga surib qo'yiladi.

O'tish egriligi – tarhda temir yo'lni to'g'ri chiziqli qismidan egri chiziqli qismiga ravon o'tishini ta'minlovchi o'zgaruvchan radiusli egrilikning qismi. O'tish egriligining klotoida, lemnikast, kubli parabola, korobali egri va boshqa ko'rinishlari mavjud. O'tish egriligi chegarasida tashqi iz ko'tarilishini qochirish (o'zgartirish) amalga oshiriladi.

O'yma – berilgan kesim bo'yicha tabiiy gruntни kesib olish yo'li bilan barpo etiladigan er inshooti; bunda er polotnosining butun yuzasi er satxidan pastda joylashadi.

O'zanning o'zgarish jarayoni – oqizindilar bilan suvli oqimning o'zaro ta'sirini tavsiflovchi daryo o'zani va qayirlarning tabiiy shakllanish jarayoni.

O'zanning tabiiy holdagi o'zgarishi – ko'priqli o'tish qurilishi bilan bog'liq bo'lmagan, daryo o'zanining tabiiy holdagi qayta tuzilishi.

Oqim koeffitsienti – oqim hajmining suv yig'uvchi maydonga yoqqan yog'in hajmiga nisbati.

Oqizindilar konusi – daryo vodiysining katta hajmda oqizindilar to'plangan pastki qismi, buning natijasida daryo o'zani atrof joylardan ko'tarilgandek bo'lib qoladi.

Oqizindilar to'plangan sahn – daryo vodiysining pastki qismidagi oqizindilar yotqiziqlarining sahni; o'zan oqimi tezligining pasayishi va bo'ylama qiyaligining kamayishi natijasida suv sathi va chuqurligi balandligining qaytarilib oshishi bilan birgalikda o'zanni shakllantiruvchi cho'kindi qismlarining muntazam kelib tushishi.

Oraliq qurilma uzunligi – oraliq qurilmaning o'qi bo'yicha

o'lchanadigan, uning chekka elementlari orasidagi masofa.

Pontonli ko'prik – pontonlar tayanch bo'lib xizmat qiluvchi qalqima ko'prik.

Qalqima ko'prik – suzuvchi tayanchli ko'prik.

Qayir – vaqti-vaqti bilan baland suvlar bosadigan va oqizindilar harakati bo'lmashligi bilan tavsiflanuvchi, daryo vodiysining o'zanga nisbatan ko'tarilgan qismi.

Qayirdagi ko'tarma – qayir chegarasida bo'lgan, toshqin vaqtida suv bosadigan ko'tarma.

Qoziq oyoqli hovonli ko'prik – oraliq qurilma bilan birga romga o'xshab bo'ylama yo'nalishda ishlaydigan ko'p oraliqli, tayanchi qoziq oyoqli ko'prik.

Qum-shag'al aralashmasi – qum – shag'al massasini qayta ishlash va boyitish mahsuloti sifatida olinadigan va texnik talablarga javob beradigan, muayyan donador tarkibdagi yo'l qurilish materiali.

Qurilish balandligi – oraliq qurilma o'rtasida yoki tayanchda o'lchanadigan, ko'prik oralig'i ostidan ko'prik inshootidagi eng baland nuqtagacha bo'lgan balandlik.

Qurilmalarning yaqinlik (gabarit) o'lchami – yo'l yoki ko'prik inshooti – qatnov qismning bo'ylama o'qiga tik bo'lgan, ichiga tuzilma (ko'prik, tunnel va boshqalar) yoki ular ustida joylashgan qurilmalar kirmashligi kerak bo'lgan chegaraviy ko'rinish, ko'prik o'lchami, elementlari yo'l o'tkazgich ustidagi va ostidagi, tunnel va boshqalarning o'lchamlari bo'lishi mumkin.

Quvur – suv oqimini, yo'l yoki mol haydab o'tadigan yo'lni o'tkazish uchun temir yo'l ko'tarmasi tanasi ichiga yotqiziladigan muhandislik inshooti. Quvurning quyidagi turlari mavjud: quvur tanasining materiali bo'yicha – betonli, yog'ochli, temir– betonli, toshli, metalli, uchburchakli; tuynuk soni bo'yicha – bir, ikki va ko'p tuynukli; ko'ndalang kesimining ishlashi bo'yicha – bosimsiz; butun uzunligi bo'yicha – kesim to'liq ishlaymaydigan.

Quvur diametri – yumaloq quvur bo'lagi tuynugining eng katta o'lchami.

Quvur kallagi – quvur oxirida ko‘tarmaning yon bag‘irlarini ushlab turuvchi, suvli oqimning quvurga kirishi va undan chiqishi uchun zarur sharoitni ta‘minlovchi, quvur tanasini tuzilmaviy berkituvchi oxirgi element.

Quvur tuynugi – eng katta gorizontal o‘lcham yoki quvur tanasining o‘lchamlari (ko‘p tuynukli quvur uchun) yig‘indisi.

Quvur uzunligi – kirish va chiqish kallaklarining tashqi qirralari orasidagi o‘lcham.

Reper – mutlaq yoki shartli balandlik belgisiga ega bo‘lgan, grunt da yoki inshootda muqim mahkamlangan geodezik nuqta. Reperlar er ishlari mintaqasidan tashqarida yo‘l o‘q chizig‘i bo‘yicha o‘rnatiladi. Reperlar doimiy va vaqtinchalik bo‘ladi. Doimiy reperlar bir-biridan 15 – 30 km oraliqda, vaqtinchalik esa har 1 – 3 km da o‘rnatiladi.

Serpantin – temir yo‘l tog‘li xududda o‘tkazilganda, temir yo‘l trassasini rivojlantirish usullaridan biri.

SHag‘al – yirik bo‘laklanuvchan bo‘shloq cho‘kindi jinslar bo‘lib, yuza qismlari silliqalanib ketgan. Tarkibi dala shpati, kvars, granit, deorit, porfir, ohaktosh va boshqa tog‘ jinslaridan tashkil topadi.

Sheben – tog‘ jinslarining sun‘iy yoki tabiiy yo‘l bilan maydalanishidan hosil bo‘lgan mahsulot.

Sizib o‘tish (filtratsiya) — to‘yingan zaxni qochiruvchi tizimda suvlarning sekin laminar harakati.

Sizuvchi ko‘tarma – mahalliy gruntlardan ko‘tarilgan er polotnosi yuqori qismining o‘ta namlanishi oldini olish uchun uzoq muddat suv bosadigan mintaqada sizuvchi grunt dan to‘kilgan ko‘tarma. Er polotnosi asosida ko‘p bo‘lmagan suv sarfini o‘tkazish uchun xizmat qiladi.

Sol – er usti transport vositalari, yo‘lovchilar, mollar va boshqalarni suvli to‘siq orqali tashish uchun ko‘zda tutilgan harakatlanuvchi qurilma. Faqat doimiy suv oqimlarida ko‘pincha vaqtinchalik inshootdek qo‘llaniladigan, ko‘prik qurilishigacha foydalaniladigan solli kechuv.

Sun'iy inshootlar – qordan himoyalovchi, ko'chkiga qarshi, daryo, jarlik, soy, jilg'a, suv xavzalari, tog', yo'l va boshqa to'siqlarni kesib o'tganda quriladigan inshootlar. Sun'iy inshootlar ko'prik, yo'l o'tkazgich, tunnel, estakada, quvur, suvni chetlatuvchi qurilma, tim, tirgak, devor va boshqalarni o'z ichiga oladi.

Suv ayirg'ich – qo'shni havzalar orasidagi chegara.

Suv bosadigan ko'prik – baland suv o'tganda suv bosadigan ko'prik.

Suv bosuvchi mintaqa – ko'prik kechuvidan yuqorida joylashgan, siqilgan suv bosgan sahn.

Suv oqimini yo'naltiruvchi to'g'on – ko'prik oralig'iga qayirdagi suvlarning bir tekis quyilishini va ko'prik ostidagi oqimni izga solishni ta'minlovchi muhandislik inshooti. Daryoning oqishiga nisbatan yuqori va pastki to'g'onlar turi mavjud. Rejadagi ko'rinishi bo'yicha farqlanadi.

Suv sarfi – bir birlik vaqt oralig'ida daryoning berilgan kesimidan o'tuvchi suv hajmi.

Suv sarfining egrisi – suv oqimi sarfi va suv sathi orasidagi bog'liqlikning chizma tasviri.

Suv sarfining ehtimollik egrisi – hisobotlarning ishlab chiqarish natijalari bo'yicha qurilgan, daryodagi suv sarfining tezligi bo'yicha taqsimlanish egrisi.

Suv sarfining variatsiya koeffitsienti – maksimal sarflar bir qator qiymatlarining o'zgaruvchanligini xarakterlaydigan va xronologik qatordagi maksimal sarflarning o'rtacha kvadratik chekli og'ishlarini ularning o'rtacha qiymatiga nisbati bilan teng bo'lgan o'lchamsiz koeffitsient.

Suv sathi – doimiy solishtirish tekisligiga nisbatan hisoblanadigan suv yuzasining balandligi.

Suv satxini o'lchash chizmasi – daryodagi berilgan joy uchun suv sathining vaqt oralig'idagi o'zgarish chizmasi.

Suvni temir yo'ldan chetlatish qurilmalari – yo'l poyi va yo'l to'shamasidan suvni chetlatuvchi, ularning namlanishi oldini oluvchi (yon ariq,

nov, suv yurituvchi va er zaxini qochiruvchi qurilma) inshootlar majmuasi.

Suvni yo'naltiruvchi inshoot – ko'prik ostiga yondoshishda va undan chiqishda suv oqimini yo'naltirish uchun ko'zda tutilgan, ko'prik kechuvi tizimiga kiruvchi muhandislik inshooti.

Suvning pastki sathi (mejen) – suv yuzasining susayishi davrida daryo asosan er osti suvlari bilan oziqlangandagi suv sathi. Agar bu sath 30 kecha–kunduzdan ortiq kuzatilsa, davom etgan suv sathi; agar 10 kecha–kunduzdan 30 kecha–kunduzgacha kuzatilsa, qisqa suv sathi hisoblanadi.

Tabiiy (maishiy) chuqurlik – qayirdagi ko'prikli o'tish joyi bo'lgan oqim siqilishigacha bo'lgan uzunlikdagi chuqurlik.

Tabiiy asos – ko'tarma asosini tutib turuvchi sifatida foydalaniladigan tabiiy sharoitdagi grunt massivi.

Tabiiy suv sathi – inshoot qurilib, daryoning sun'iy siqilishigacha bo'lgan davrdagi tabiiy suv sathi.

Tabiiy yuvilish – oqimning siquvi natijasida muhandislik inshooti qurilgunigacha vujudga kelgan o'zanning tabiiy deformatsiyasi.

Taqasimon to'g'on – boshi oqim bo'yicha yuqoriga anchagina chiqarilgan, ostki tomondan kichik egrilikdagi qisqa uchastkalarga ega bo'lgan egri chiziqli to'g'on. Ko'prik o'qiga nisbatan joylashish holatiga ko'ra quyidagi dambalar farqlanadi: yuqori va quyi dambalar. Quyi dambalar to'g'ri chiziqli yoki ozgina qiyalikka ega va, odatda, yuqori dambalardan ikki baravar qisqa bo'ladi.

Taqirlar – silliq yuzali, o'simliksiz, gilli cho'l gruntleri. quruq issiq davrda qattiq poligonal shaklidagi yoriqlar hosil bo'ladi, nam holatda esa yopishqoq, cho'ziluvchan bo'ladi.

Tarhdagi egri chiziq – temir yo'l yo'nalishi o'zgarganda poyezdlarning ravon harakatini ta'minlash uchun loyihalanadigan doiraviy egrilikning qismi. Temir yo'l tarhining egri chiziqli qismi bir yoki bir necha radiusli egriliklardan tashkil topishi mumkin.

Temir yo'l o'q chizig'ining burilish burchagi – temir yo'l o'q chizig'i yo'nalishining tarhda o'zgarishi. Burilish burchagi yo'l o'q chizig'i yo'nalishining davomi bilan uning yangi yo'nalishi orasidagi burchakdir.

Temir yo'l kesishuvi – temir yo'lning boshqa yo'l bilan bir satxda kesishishi. Temir yo'l kesishuvi qo'riqlanadigan va qo'riqlanmaydigan bo'ladi.

Temir yo'l toifasi – temir yo'l ma'lum bo'lagining respublika umumtransport tarmog'i va xalq xo'jaligidagi ahamiyati, undagi harakat jadalligi va yuklanganligini ifodalovchi mezon. Temir yo'llar amaldagi QMQ 2.05.01-95 "Iz oralig'i 1520 mm li temir yo'llar" binoan 5 toifaga bo'linadi. Temir yo'l toifasiga bog'liq ravishda temir yo'l barcha infratuzilma ob'ektlarining texnik parametrlari belgilanadi.

Temir yo'llar uzeli (tuguni, bo'g'ini) – ikki va undan ortiq yo'llarning (transport oqimlarining) kelib qo'shilgan (tutashgan) joyi.

Temir yo'llarning muhandislik tadqiqoti – temir yo'l infratuzilmasi qurilishi va tasarrufi amalga oshiriladigan iqtisodiy, texnik va tabiiy sharoitlarni izlash jarayoni. Uning maqsadi – temir yo'lni loyihalash, qurish va tasarruf etishni texnik-iqtisodiy asoslashdir. Temir yo'llarni tadqiq qilish ikki turga bo'linadi: iqtisodiy va texnik.

Temir yo'lning bo'ylama qirqimi (profili) – temir yo'lni yo'l o'qi bo'yicha tik silindrik tekislikda yoyib ko'rsatilgan vertikal tekislikdagi proeksiyasi. Bo'ylama qirqimda loyiha chizig'i, er satxi va ishchi belgilar ifodalanadi. Er polotnosi qurish uchun qo'shimcha ma'lumotlar va joyning tafsiloti to'liq ko'rsatiladi. Shuningdek, bo'ylama qirqim elementlarining uzunliklari va nishabliklari ko'rsatiladi.

Temir yo'lning tarhi – yo'l o'qining gorizontaal tekislikdagi aksi. Yo'l tarhi to'g'ri va egri chiziqli qismlardan iborat.

Temirbeton ko'prik – temirbeton oraliq qurilmali ko'prik; oldindan zo'riqtirilgan temirbeton ko'prik – armaturani cho'zish hisobiga yuk

ko'taruvchi konstruksiyalarning siqilishini hosil qiluvchi zo'riqtirilgan (o'ram ko'rinishidagi kanat, simli arqon, alohida sterjenli) armaturaga ega temirbeton oraliq qurilmali ko'prik.

Texnik tadqiq qilish – temir yo'l loyihalanadigan xududning topografik, muhandis-geologik va muhandis gidrologik xususiyatlarini o'rganish bo'yicha asboblardan yordamida olib boriladigan tadqiqotlar ishlarining majmuasi.

To'g'ri chiziqli to'g'on – ko'prik ostidagi oqimni ta'sirini tirgakka kamaytiradigan, uni yuvilishdan himoya qiladigan, oqimni to'g'ri chiziqli shaklida yo'naltiruvchi damba.

To'kilishlar – nurash natijasida yig'ilgan mayda bo'lakli jinslarning bog'lanmagan massalarini yonbag'ir bo'yicha pastga ko'p yillar davomida, uzoq davom etuvchi to'xtovsiz harakati. Harakat faqat yuza qatlamda kichik tezlik bilan yuz beradi, bunda bo'laklar saralanadi – kattaroqlari yonbag'irning pastigacha tushadi, maydalari yuqori va o'rta qismida qoladi.

To'lib oqish – qor erishi va ba'zida bir vaqtning o'zida yomg'ir yog'ishi bilan yuzaga keladigan, daryoda suv sathining har yili bo'ladigan ko'tarilishi.

To'planish (akkumulyasiya) – sel toshqini va daryo toshqini davrida inshoot (ko'prik, quvur, ko'tarma) oldida suvning to'planishi.

Tog' yon bag'ri arig'i – tog' yon bag'ridan oqib tushadigan suvni ushlab qolish va uni yo'ldan chetlatish uchun yo'lning yuqori tomonidan qazilgan ariq.

Toshqin to'liqligi – qayir ustidagi toshqin suvi o'rtacha balandligining eng yuqori balandligiga nisbati.

Toshqin-yomg'ir ba'zan esa bir vaqtning o'zida suv oqimi havzasida muzlarning erishi bilan yuzaga keladigan, nisbatan qisqa vaqt ichidagi suv sathi ko'tarilishi.

Trassani mahkamlash (bog'lash) – joydagi maxsus predmetlarga yoki maxsus o'rnatilgan reperlarga trassa nuqtalarini bog'lash bo'yicha bajariladigan ishlar majmuasi.

Umumiy yuvilish – ko'prik ostidagi siqilgan oqimda suvning oqish tezligi

ortishi natijasida o'zan tubi, ba'zi hollarda esa qayir tubining yuvilishi (pasayishi).

Vantli ko'prik – oraliq qurilmasi bikrlilik to'sinidan va uning elementlarini ushlab turuvchi pilonlarga mahkamlangan, elastik tayanch vazifasini bajaruvchi vantlardan tashkil topgan ko'prik.

Viaduk – o'tish sathi to'siq tubidan baland joylashadigan chuqur jar, dara, quruq soy, jarlik ustidan o'tadigan ko'prik inshooti.

Yo'ldagi yuk tashish tig'izligi (brutto) – bir vaqt birligi ichida (yilda yoki bir kecha-kunduzda) ma'lum yo'l bo'lagidan ikki yo'nalishda o'tgan transport vositalari va yuklarning tonna hisobidagi umumiy og'irligi.

Yo'lning yuk o'tkazish qobiliyati – bir vaqt birligi ichida ma'lum yo'l bo'lagidan tashilishi mumkin bo'lgan yuklarning hajmi va yo'lovchilar soni.

Yo'lovchilar tashish hajmi (passajirlar aylanmasi) – bir vaqt birligi ichida ma'lum yo'l bo'lagidan ma'lum masofaga tashilgan yo'lovchilar soni.

YOg'och ko'prik – oraliq qurilmasi yog'ochdan bo'lgan ko'prik. Elimli – oraliq qurilmasi elim yog'ochli yoki elim fanerali yog'och ko'prik.

Yuk aylanmasi – temir yo'lning yuk tashishdagi transport ishi ko'rsatkichi, tashilgan yuk og'irligini (tonnada) masofaga (kilometrda) ko'paytirish bilan ifodalanadi.

Yuk tashish hajmi – bir vaqt birligi ichida tashiladigan yuk hajmi (tonnada).

Yuvilish chuqurligi – yuvilgandan so'ng va ungacha bo'lgan chuqurliklar farqi.

Yuvilish koeffitsenti – suv sarfi davrida o'zan gruntining yuvilishidan so'ng ko'prik ostidagi oqimni ko'prik ostidagi ko'ndalang kesimi yuzasi (ko'prik osti kesimi)ning yuvilishgacha bo'lgan kesim yuzasiga nisbati.

Zaxira (rezerv) – temir yo'l ko'tarmasini ko'tarish uchun foydalaniladigan grunt olinadigan, to'g'ri shakldagi, chuqur bo'lmagan o'ymalar ko'rinishida grunt ishlab chiqarish uchun ajratilgan hudud. Zaxira quriladigan yo'l yaqinida,

bevosita ko'tarma asosi yonida, uning bir yoki ikki tomonidan, yoki tepalik tomondan, iloji bo'lmaganda esa yo'ldan uzoqda bir joyda to'plangan gruntli ochiq konlar uchun ajratilgan qismda joylashadi.

Zovur (drenaj) – sizot suvlarining sathini pasaytirish, ya'ni er sirtini quritish inshooti.

Mundarija

Muallifdan.....	3
1. Temir yo'llarni loyihalashni umumiy asoslari.....	4
1.1 Temir yo'llarni qidiruv va loyihalash fanining predmeti.....	4
1.2 Temir yo'llar infratuzilmasi va temir yo'l texnik sistema tizim sifatida...	6
1.3 Temir yo'lining quvvati.....	7
1.4 Loyihalash bosqichlari va loyihalar tarkibi.....	10
1.5 Temir yo'larni loyihalashni me'yoriy asoslari va talablari.....	13
1.6 Temir yo'llarni loyihalashda ekologik talablar.....	17
2. Temir yo'llarni loyihalashda tortish hisoblari.....	22
2.1 Yangi temir yo'llarni loyihalash va mavjudlarini ta'mirlash loyihalarini ishlab chihishda tortish hisoblarining o'rni.....	22
2.2 Poyezd modeli va unga ta'sir etuvchi kuchlar.....	23
2.3 Poyezd harakatining dinamikasi.....	26
2.4 Poyezd harakatiga qarshi kuchlar.....	30
2.4.1 Harakatga qarshi asosiy kuchlar.....	30
2.4.2 Harakatga qarshi qo'shimcha kuchlar.....	38
2.5 Lokomotivning tortish kuchi.....	41
2.6 Poyezdning sekinlashtiruvchi kuchlari.....	49
2.7 Sostav og'irligi va poyezd uzunligini hisoblash.....	53
2.7.1 Sostav og'irligini tezlik barqaror bo'lganda aniqlash.....	53
2.7.2 Sostav og'irligini tezlik beqaror bo'lganda aniqlash.....	55
2.7.3 Poyezdning og'irligini qabul qilish va jo'natish yo'llarining uzunligi bo'yicha tekshirish.....	63
2.7.4 Poyezd og'irligining joyidan qo'zgatish sharti bo'yicha tekshirish.....	64
2.7.5 Sostavning netto og'irligi.....	65
2.8 Poyezdning harakat tenglamasini analitik integrallash.....	66
2.9 Poyezdning harakat tezligi va yurish vaqtini grafik usulda aniqlash.....	70
2.9.1 Asosiy qoidalar.....	71

2.9.2	Teng ta'sir etuvchi solishtirma kuchlar diagrammasi.....	73
2.9.3	Harakat tezligi egriligini Lipets usuli bilan chizish.....	77
2.9.4	Vaqt egriligini chizish.....	84
2.10	Sekinlashish masalalarini yechish.....	89
2.11	Temir yo'l loyihlarini baxolash va taqqoslash uchun ko'rsatkichlarni aniqlash.....	92
2.11.1	Lokomotiv tortish kuchining bajargan mexanik ishi aniqlash.....	92
2.11.2	Harakatga qarshi kuchlarning bajargan mexanik ishi.....	96
2.11.3	Elektr energiya sarfi.....	96
2.11.4	Dizel yoqilg'ining sarfini hisoblash.....	100
2.12	Yuqori tezlikli temir yo'llar uchun xarakat vositalari va tortish qisoblarini o'zkazishni o'ziga xos xususiyatlari.....	101
2.12.1	Yuqori tezlikli temir yo'llar uchun xarakat vositalari.....	101
2.12.2	Yuqori tezlikli temir yo'llarda tortish hisoblarini o'zkazishni o'ziga xos xususiyatlari.....	108
3.	Yangi temir yo'llarni loyihalash va mavjudlarini ta'mirlash loyihalarini ishlab chiqish uchun texnik iqtisodiy tadqiqot ishlari.	112
3.1	Temir yo'larni loyihalashda iqtisodiy tadqiqotlarni o'rni.....	112
3.2	Yangi temir yo'llarni loyihalashda iqtisodiy tadqiqot ishlarining vazifasi va tarkibi.....	114
3.3	Maxalliy tortish xududi va maxalliy yuk tashish.....	119
3.3.1	Axoli sonini hisoblash.....	125
3.3.2	Yuk tashish hajmlarini hisoblash usullari.....	126
3.3.3	Maxalliy yuk tashish hajmlari.....	126
3.4	Tranzit tortish xududi va tranzit yuk tashish.....	130
3.5	Yangi temir yo'llarda yo'lovchi va yuk tashishni umumiy xajmi.....	133
4.	Yangi temir yo'llar tarxi va bo'ylama qirqimini loyihalash	138
4.1	Temir yo'l trassasi elementlari.....	138
4.2	Tarxda doiraviy egriliklar	140

4.3	O'tish egriliklari.....	151
4.3.1	O'tish egriliklarini rejalash.....	156
4.3.2	Burilish burchagining minimal qiymati.....	158
4.4	Qo'shni(o'zaro ta'sir etuvchi) egriliklar.....	159
4.5	Bo'ylama qirqim elementlari.....	163
4.5.1	Bo'ylama qirqim nishabliklarini toifalanishi.....	163
4.6	Bo'ylama qirqim elementlari uzunligi va ularni tutashtirish.....	175
4.7	Ajrim qilish punktlarida temir yo'llar tarxi va bo'ylama qirqimi.....	182
4.8	Poyezdlarni ravon va xavfsiz harakatini ta'minlash.....	183
4.9	Poyezdlarni uzluksiz harakatini ta'minlash.....	187
4.9.1	Bo'ylama kuch va tezlanishlarni ruxsat etilgan qiymatini taminlash.....	187
4.9.2	Temir yo'lni suv bosishidan va yuvilishdan saqlash.....	189
4.9.3	Temir yo'lni boshqa yo'llar bilan kesishuvini loyihalash.....	190
4.10	Temir yo'l tarxi va bo'ylama qirqimi elementlarini o'zaro joylashuvi.....	192
4.10.1	Chegaralovchi nishablarni egrilikda kamaytirish.....	192
4.10.2	Chegaralovchi nishablarni tonnellarda kamaytirish.....	193
4.10.3	Qor bosishidan saqlash.....	193
4.10.4	Ko'chki qumlardan saqlash.....	194
4.11	Suniy inshootlar chegarasida temir yo'l tarxi va bo'ylama qirqimi.....	194
4.12	Yuqori tezlikli temir yo'llar tarxi va bo'ylama qirqimi.....	196
4.13	Temir yo'l tarxi va bo'ylama qirqimini loyihalashga iqtisodiy talablar.....	198
4.14	M'yoriy xujatlarda temir yo'l tarxi va bo'ylama qirqimi. Temir yo'l tarxi va bo'ylama qirqimining ko'rsatkichlari.....	199
5	Temir yo'llarni trassalash.....	208
5.1	Loyihalanayotgan temir yo'lning yo'nalishini belgilash.....	208
5.2	Trassa bo'laklarini tavsiflash. Erkin va zo'riqib yurish uchastkalarida temir yo'lni trassalash.....	212
5.2.1	Erkin yurish uchastkalarida temir yo'lni trassalash prinsiplari.....	213

5.2.2	Zo'riqib yurish uchastkalarida temir yo'lni trassalash prinsiplari.....	213
5.2.3	Trassani rivojlantirish usullari.....	216
5.3	Turli topografik sharoitda temir yo'llarni trassalash.....	221
5.3.1	Daryo vodiysida trassalash.....	221
5.3.2	Suv ayirgich bo'ylab yurish.....	223
5.3.3	Ko'ndalang -suv ayirgich usuli.....	223
5.3.4	Ko'chki qumli mintaqalarda temir yo'llarni loyihalash.....	224
5.4	Murakab fizik geografik sharoitda temir yo'llarni trassalash.....	225
5.4.1	Magistral yo'nalishni belgilash.....	225
5.4.2	Erkin va zo'riqib yurish uchastkalarida temir yo'lni trassalash usullari.....	229
5.4.3	Kameral trassalash texnologiyasi.....	233
5.4.4	Zo'riqib yurish uchastkalarida trassalash tartibi.....	235
5.4.5	Erkin yurish uchastkalarida trassalash tartibi.....	239
5.4.6	Trassa ko'rsatkichlari.....	241
5.5	Katta suv xavfzalarini kesib o'tishda temir yo'l trassasi.....	242
5.5.1	Temir yo'l suv xavfzalarini kesib o'tish joyidagi inshootlar turi.....	242
5.5.2	Ko'priq kechuvi joyini tanlash.....	244
5.5.3	Ko'priq kechuvida temir yo'l trassasining bo'ylama qirgimi.....	246
5.6	Yuqori tezlikli temir yo'llarni trassalash.....	248
6	Kichik suv o'tkazuvchi inshootlarni joylashtirish, turi va o'lchamini tanlash.....	250
6.1	Kichik suv o'tkazuvchi inshootlarning turlari va ularni trassada joylashtirish.....	250
6.1.1	Kichik suv o'tkazuvchi inshootlarning turlari.....	250
6.1.2	Kichik suv o'tkazuvchi inshootlarning trassada joylashtirish.....	252
6.2	Kichik suv yig'uvchi xavzalardan suv oqimini qisoblash.....	255
6.3	Suv o'tkazuvchi quvurlar va kichik ko'priklarning suv o'tkazish imkoniyati.....	260
6.4	Kichik suv o'tkazuvchi inshootlar tirqishini aniqlash va turini anlash....	263

6.4.1	Quvur va ko'priklarni saqlanishini taminlash.....	263
6.4.2	Suv o'tkazuvchi inshoot turini tanlash.....	266
7.	Temir yo'l loyihasi variantlarini texnik iqtisodiy taqqoslash.....	270
7.1	Variantlarni taqqoslash usullari.....	270
7.2	Variantlarni taqqoslash uchun yangi temir yo'lni qurilish narxini aniqlash.....	276
7.2.1	Yer polotnosini qurish narxi.....	277
7.2.2	Sun'iy inshootlarning narxi.....	280
7.2.3	Yo'l ustki qurilmasining narxi.....	281
7.2.4	Temir yo'l uzunligiga mutanosib bo'lgan qurilmalarning narxi.....	282
7.2.5	Ajrim qilish joylarining narxi.....	283
7.3	Variantlarni taqqoslash uchun temir yo'lni yillik tasarruf sarf xarajatlarini aniqlash.....	283
7.3.1	Poyezdlarni xarakatga keltirish sarf-xarajatlari.....	284
7.3.2	Poyezdni xarakatga keltirish sarf-xarajatini me'yor va ko'rsatkichlarning birlik tizimida hisoblash.....	286
7.3.3	Poyezdni xarakatga keltirish sarf-xarajatini me'yor va ko'rsatkichlarning guruxlashgan tizimida hisoblash.....	287
7.3.4	Poyezdni xarakatga keltirish sarf-xarajatini me'yor va ko'rsatkichlarning yiriklashgan tizimida hisoblash.....	287
7.3.5	Poyezdlarni xarakatga keltirish yillik sarf-xarajatlarini hisoblash.....	289
7.3.4	Temir yo'l doimiy inshoot va qurilmalarining tasarruf sarf-xarajatlari...	289
8.	Mavjud temir yo'llar quvvatini oshirish.....	292
8.1	Mavjud temir yo'llar quvvatini oshirish masalasi va tadbirlari.....	292
8.1.1	Bir izli temir yo'llar quvvatini oshirish muammosining vujudga kelishi.....	292
8.1.2	Tasarrufdagi temir yo'llarning quvvatini oshirish yo'llari.....	293
8.1.3	Mavjud temir yo'llarning poyezdlar o'tkazish qobiliyatini oshirish chora- tadbirlari.....	295

8.1.4	Mavjud temir yo'llarda poyezdlar og'irligini oshirish chora-tadbirlari.....	297
8.1.5	Tasarrufdagi temir yo'llar quvvatini oshirish strategiyasi.....	298
8.2.	Temir yo'lda tashish jarayoning asoslari.....	299
8.3.	Temir yo'lining poyezdlar o'tkazish qobiliyatini hisoblash.....	305
8.4.	Loyihalanayotgan temir yo'llarning texnik parametrlari va yuk tashishni o'zlashtirish grafiklari.....	320
8.4.1	Temir yo'llarning poyezdlar o'tkazish va yuk tashish qobiliati.....	320
8.4.2	Yuk tashish imkoniyatining qiymatiga tasir etuvchi asosiy faktorlar.....	323
8.4.3	Temir yo'lining yuk tashish, poyezdlar o'tkazish ehtiyoji va imkoniyatlarining chiziqli ko'rinishlarini taqqoslash.....	326
8.4.4	Temir yo'lining texnik holatlari va yuk tashishni o'zlashtirish sxemalari, hisoblash holatlari.....	328
8.5.	Temir yo'lining texnik holatitni o'zgartirishni texnik va iqtisodiy samarali muddatlari.....	332
8.6.	Yuk tashishni o'zlashtirishni optimal sxemalarini tuzish.....	339
9.	Mavjud bir izli temir yo'llarni ta'mirlash vazifasi (maqsadi).....	351
9.1.	Temir yo'llarni ta'mirlashning texnik talab va me'yorlari.....	352
9.1.1	Temir yo'llarni ta'mirlashdagi imtiyozli me'yorlar.....	353
9.1.2	Temir yo'llar bo'ylama qirqimini ta'mirlashni loyihalashda imtiyozli me'yorlar.....	353
9.1.3	Temir yo'llar tarxini to'g'rilashni (ta'mirlashni) loyihalashda imtiyozli me'yorlar.....	355
9.2.	Temir yo'lining kapital qurilmalaridagi nuqsonlar.....	356
9.2.1	Temir yo'l bo'ylama qirqimidagi nuqsonlar.....	357
9.2.2	Temir yo'l tarxidagi nuqsonlar.....	358
9.3	Temir yo'llar bo'ylama qirqimi va ko'ndalang qirqimlarini to'g'rilashni loyihalash	358
9.3.1	Temir yo'llar bo'ylama qirqimini to'g'rilashni loyihalash asoslari.....	358

9.3.2	Temir yo'lni ta'mirlash loyihasini ishlab chiqish uchun dala qidiruv ishlarini o'tkazish.....	359
9.3.3	Temir yo'llar bo'ylama qirqimini to'g'rilashni loyihalash.....	366
9.3.4	Yo'l ustki qurilmasi elementlarini tanlash.....	371
9.4.	Temir yo'llar ko'ndalang qirqimini loyihalash.....	373
9.5.	Mavjud temir yo'llar tarxini ta'mirlashni loyihalash.....	379
9.5.1	Temir yo'l tarxini ta'mirlashni loyihalash usullari.....	380
9.5.2	Shikastlangan egrilikni to'g'rilashni loyihalashning nazariy asoslari.....	381
9.5.3	Shikastlangan doiraviy egrilikning burchak diagrammasi.....	386
9.5.4	Loyihaviy egrilikning radiusini tanlash.....	390
9.5.5	O'tish egriliklarini loyihalash.....	393
9.6	Temir yo'l o'qi holatini tarxda o'zgartirish masalalari.....	395
9.6.1	Mavjud temir yo'l o'qini siljitish usulini tanlash.....	396
9.6.2	Mavjud temir yo'l o'qini yo'lning to'g'ri chiziqli qismida siljitish.....	398
9.6.3.	Mavjud temir yo'l o'qini yo'lning egri chiziqli qismida siljitish.....	402
10.	Ikkinchi yo'llarni loyihalash.....	408
10.1.	Ikkinchi yo'l quriladigan tomonni belgilash.....	408
10.2.	Ikkinchi yo'l trassasi.....	412
10.3.	Ikkinchi yo'l tarxini loyihalash.....	414
10.3.1	Ikkinchi yo'l egriliklari elementlarini hisoblash.....	414
10.3.2	Ikki yo'l oraliqining gabarit kengayishini ta'minlash usullari.....	418
10.3.3	Ikkinchi yo'l tarxini ajrim qili joylarida loyihalash.....	422
10.4	Ikki yo'l oraliqi masofasini o'zgarishi.....	423
10.4.1	Ikki yo'l oraliqi masofasini yo'lning to'g'ri chiziqli qismida o'zgarishi.....	424
10.4.2	Ikki yo'l oraliqi masofasini yo'lning egri chiziqli qismida o'zgarishi...	428
10.5	Ikkinchi yo'llarning ko'ndalang qirqimini loyihalash.....	432
	Adabiyotlar ro'yxati.....	434
	Ilovalar	436

DJABBAROV SAIDBURXON TO'LAGANOVICH

"TEMIR YO'LNI QIDIRUV VA LOYIHALASH"

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
tomonidan oliy o'quv yurtlari uchun darslik sifatida tavsiya etilgan

Muharrir:

Faxridin MUXITDINOV

Dizayner sahifalovchi

Abduqodir YULDASHEV

«ADABIYOT UCHQUNLARI»
Nashriyot manzili:
Toshkent shahri, O'qchi ko'chasi.29.

Bosishga 14.12.2015 yilda ruxsat etildi.
BIchimi 60x84 1/16. Times New Roman garniturası.
Ofset qog'oz. Bosma tabog'i 23,75.
Adadi 50 nusxa. Buyurtma № 110.

«ADAD PLYUS» MCHJ bosmaxonasida chop etildi.
Toshkent, Bunyodkor shox ko'chasi 28.