

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA
O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

U.Z. Shermuxamedov

TRANSPORT INSHOOTLARINING ZILZILABARDOSHLIGI

*O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi tomonidan
5A340602 – Transport inshootlarining ekspluatatsiyasi (ko‘priklar va
tonnellar) va 5A340205 – Ko‘priklar, tonnellar va metropolinen qurilishi
(ko‘priklar va tonnellar) mutaxassisliklari 1,2-bosqich magistratura
talabalari va professor-o‘qituvchilar uchun o‘quv qo‘llanma sifatida
tavsiya etilgan*

Toshkent – 2019

Shermuxamedov U.Z. Transport inshootlarining zilzilabardoshligi. O‘quv qo‘llanma. – T.: 2019, 181 b.

O‘quv qo‘llanmada zilzilalarning kelib chiqish sabablari, ularni oldini olish, xavfli zilzilalar paytida ko‘priklarning shikastlanishi, ko‘priklar va boshqa turdagi transport inshootlarining antiseysmik kuchaytirish usullari, qurilish maydonchalarini seysmikligi, ko‘priklar seysmik tebranishlarining asosiy xususiyatlari, seysmik hududlarda ko‘priklarni hisoblash va loyihalash usullari rivojlanishini tahlili to‘g‘risida ma’lumotlar keltirilgan.

Bundan tashqari qo‘llanmada ko‘priklarni maxsus seysmohimoyalash tizimlarini loyihalash va hisoblash usullari, ko‘priklarni seysmohimoyalashda qo‘llanadigan dempfirmovchi qurilmalari va tebranishlarni dinamik so‘ndirgichlari, seysmoizolyasiyani temir yo‘l ko‘priklarining ekspluatatsiya xarakteristikalariga ta’siri, ko‘prik oraliq tayanchlarining sayoz joylashgan poydevorli asoslarini zilzilabardoshlikka hisoblash, ko‘priklarni ko‘p pog‘onali loyihalashning asosiy tamoyillari, yuqori tezlik magistrallarida ko‘priklar zilzilabardoshligini ta’minlashga doir asosiy talablar va choralar keltirilgan. O‘quv qo‘llanma 5A340602 – Transport inshootlarining ekspluatatsiyasi (ko‘priklar va tonnellar) va 5A340205 – Ko‘priklar, tonnellar va metropolinen qurilishi (ko‘priklar va tonnellar) mutaxassisliklari 1,2 -bosqich magistratura talabalari va professor-o‘qituvchilar uchun mo‘ljallangan.

Rasmlar – 70; adabiyotlar – 36.

Taqrizchilar:

K.D. Salyamova – t.f.d., prof. O‘zR FA “Mexanika va inshootlar seysmik mustahkamligi” instituti yetakchi ilmiy xodimi;

Rahmanov O‘. – t.f.n., dots. (TTYMI).

O‘quv qo‘llanma “Ko‘priklar va to‘nnellar” kafedrasida majlisida ma’qullangan va institut ilmiy-uslubiy kengashi tomonidan tasdiqlangan.

KIRISH

Hozirgi vaqtda O‘zbekiston Respublikasi yuqori sur‘atlar bilan rivojlanayotgan davlatlar qatoriga kiradi. O‘zbekiston mustaqillikka erishgandan beri urf-odatlar yangilanmoqda, qadimgi minoralar va sun‘iy inshootlar tiklanmoqda. O‘zbekistonning transport infratuzilmasini rivojlanishida bir vaqtlar G‘arbni Sharq bilan bog‘lab turgan Buyuk Ipak yo‘lini tiklashning ahamiyati kattadir.

O‘zbekiston temir yo‘llari ancha rivojlangan. Shuni bilish kerakki, O‘zbekiston temir yo‘llarni qurish ishlari keng ko‘lamda amalga oshirilgan Markaziy Osiyodagi davlatlardan deyarli yagonasidir. O‘zbekiston hukumati temir yo‘l tizimini tiklashga katta moddiy mablag‘lar ajratgan. Nukus, Urganch va Uchquduq shaharlari o‘zaro yangi temir yo‘llar bilan bog‘langan. Asosiy temir yo‘llarimizning jami uzunligi deyarli 7000 kilometrni tashkil etadi.

Shuning uchun avtomobil va temir yo‘llarni, shu jumladan ko‘priklarni qurishga katta e‘tibor qaratiladi. “Toshg‘uzor-Boysun-Qumqo‘rg‘on”, “Marokand-Qarshi-Buxoro” temir yo‘l liniyasi, “Buxoro-Misken” yangi temir yo‘l liniyasi Toshkent halqa avtomobil yo‘li (THAY), “Angren-Pop” yangi temir yo‘l liniyasi, Toshkent – Samarqand – Qarshi yuqori tezlik temir yo‘li qurilgan, hamda Toshkent shahrida ulkan bunyodkorlik ishlari amalga oshirilayapti.

Mamlakatimizda arxitektura va qurilish sohasidagi amalga oshiriladigan keng ko‘lamli bunyodkorlik ishlari xalqimizga avvalo farzandlarimizga xech kimdan kam bo‘lmagan imkoniyatlar yaratmoqda. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “Oliy ta‘lim tizimini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi 2017 yil 20 apreldagi PK-2909-sonli va “Oliy ma‘lumotli mutaxassislar tayyorlash sifatini oshirishda iqtisodiyot sohalari va

tarmoqlarining ishtirokini yanada kengaytirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi 2017 yil 27 iyuldagi IJK-3151-sonli qarorlari bu boradagi ishlarni yangi bosqichga ko'tarishda muhim dasturlamal bo'lmoqda.

Yurtimiz Prezidenti ta'kidlab o'tganlaridek, "umumiy foydalanishdagi avtomobil yo'llarini rivojlantirishni 2017-2021 yillarga tuzilgan Dasturini amalga oshirish orqali hozirning o'zida Respublikamizni barcha hududlari orasida yil davomida uzluksiz mustahkam transport aloqasi ta'minlanmoqda, yuk va yo'lovchilarni uzluksiz ravishda qo'shni davlatlar chegaralarini kesib o'tmasdan tashishga sharoitlar yaratib berilmoqda, hududimiz bo'ylab yuklar tranzitini keskin oshirishga imkon yaratilmoqda". Shu bilan birga, temir yo'llardagi bunyodkorlik ishlari davom etmoqda.

O'zbekistonda jadallik bilan bino va inshootlarning qurilishi, hamda turli xil inshootlar loyihalaniishi amalga oshirilmoqda, bular qatoriga temirbeton to'sinli ko'priklar, yo'l o'tkazgichlar, viaduklar, yer osti va usti metropolitenlari kabi ko'plab sun'iy inshootlar ham kiradi.

Shuni ta'kidlab o'tish kerakki, O'zbekiston hududining ko'p qismi seysmik jihatdan xavfli. Shuning uchun ko'priklar qurilishiga juda katta talablar qo'yilishi lozim.

Transport qurilishi sohasida, jumladan, ularni loyihalash, qurish va foydalanishdagi temir yo'llarini rivojlantirish va ushbu yo'nalishda yetuk kadrlarni yetishtirish bo'yicha qarorlarini amalga oshirish oldimizda turgan ulkan vazifadir.

Seysmik hududlardagi turli inshootlarni hisoblash va loyihalash borasidagi katta yutuqlar mavjudligidan qat'iy nazar, umumiy zilzilabardoshlik nazariyasiga nisbatan ko'priklar zilzilabardoshligi nazariyasi ancha orqada qolgan, chunki zilzilalardan talofot ko'rgan hududlardagi inshootlar shikastlanishlariga ko'ra ko'priklardagi shikastlanishlarning ulushi kam bo'ladi, bu esa seysmik hududlardagi qurilish

ishlarida asosiy e'tibor turar-joy va sanoat binolarini zilzilabardoshligini ta'minlash masalasiga qaratilishiga olib keladi.

Ko'priklarni seysmik ta'sirlarga hisoblashda hisoblash sxemalarini belgilash bo'yicha mavjud tavsiyalarda keyingi 15 yil ichida yuzaga kelgan ko'p pog'onali loyihalash, hamda seysmoizolyasiya va seysmik so'ndirish tamoyillariga asoslangan ko'priklarni zilzilabardoshligini kuchaytirish uchun qo'llaniladigan yangi konstruksiyalar e'tiborga olinmagan.

Turli xil seysmohimoyalash qurilmalaridan keng ko'lamda foydalanish jarayonida ko'priklarni seysmoizolyasiyalash ko'rsatkichlarini eng maqbullarini tanlash va asoslash bo'yicha tadqiqot ishlari deyarli olib borilmaydi, garchi zilzila vaqtida seysmoizolyasiyalangan ko'priklar holati seysmoizolyasiyalangan binolardan ancha farqlanadigan bo'lsa ham.

O'quv qo'llanmada horijiy adabiyotlardan olingan ma'lumotlarga, hususan transport inshootlarini zilzilabardoshlikka loyihalash va qurish sohalarida dunyoning yetakchi kompaniyalarining tajribasini yoritishga keng o'rin berilgan.

Ushbu o'quv qo'llanmani tayyorlashda A.M. Uzdin va I.O. Kuznetsovalarning bir qator adabiyotlaridan foydalanganligim munosabati bilan ularga cheksiz minatdorchiligimni izhor etaman.

O'quv qo'llanma ББ-АТех-2018-14 sonli ilmiy-tadqiqot Davlat granti doirasida bajarildi.

I-BOB. ZILZILALAR SABABLARI

Zilzilalar keltiriladigan talafotlar bo'yicha tayfun va suv toshqinlaridan keyin uchinchi o'rinda turadi. Zilzilalar natijasida minglab odamlar halok bo'ladilar, o'ng minglablari esa boshpanasiz qoladilar.

Odatda zilzilalarga Yer qobig'ining tektonik deformatsiyalari sabab bo'ladi. Bunday deformatsiyalar jarayonida ma'lum miqdorli kuchlanishlar ta'sirida to'satdan buzilishlar kelib chiqadi – u yoki bu ko'rinishdagi dislokatsiyalar hosil bo'ladi. Bunda katta miqdorda deformatsiyaning energiyasi bo'shab chiqadi va har tarafga tarqalib ketadigan to'lqinlar hosil bo'ladi. Yer yuziga etganda, ular zilzilalarni – grunt qatlami ustki qismining tebranma harakatini keltirib chiqaradi.

Zilzilalar odatda Yer qobig'ining yorilgan joylarida kelib chiqadi, chunki bunday joylarda tektonik jarayonlar faolligi kattaroq va qobiq mustahkamligi kamroq bo'ladi.

Tektonik zilzilalar tabiiy zilzilalar guruhiga mansub. Bu guruhga yer osti kanallaridan magmaning harakatlanishi hamda vulqonlar otilishi jarayonida tog' jinslarini qulashi va yirik materiklarni siljishi bilan bog'liq bo'lgan gazlarni portlashi natijasida kelib chiqadigan zilzilalar ham kiradi.

1.1. Antiseysmik choralar

Zilzilabardosh qurilish uchun kuchli zilzilalar vaqtida inshootlar holatini tavsiflovchi mavjud ma'lumotlarning ahamiyati juda katta. Bunday ma'lumotlarni tahlili konstruksiyalarning nozik joylarini va zilzilalar ta'siriga xos shikastlanishlarni, inshootlarning zilzilabardoshligini aniqlashga, hamda loyihalashga doir tavsiyalarni va antiseysmik choralarni ishlab chiqishga imkon beradi. Kuchli zilzilalar oqibatlarini o'rganish inshootlarning

zilzilabardoshligining amaliy masalalarini ishlab chiqish uchun zarur bo'lib, zilzilabardoshlikning umumiy nazariyasi uchun ahamiyati katta, chunki inshootlarda seysmik kuchlanishlar taqsimlanishini aniqlashga, nazariy hisoblash qoidalarini baholash me'zoni bo'lish uchun xizmat qiladi. Yo'l va boshqa maxsus inshootlarning zilzilabardoshlik masalalari hali ham yetarli darajada ishlab chiqilmagan. Shuning uchun yo'l inshootlarini kuchli zilzilalar vaqtidagi holatini o'rganish inshootlarni loyihalash va qurish amaliyoti talablariga javob beradi. Yo'l inshootlarini zilzilalar vaqtidagi holatini o'rganish zilzilabardoshlik nazariyasining umumiy qoidalarini qo'llanish sohalarini kengaytiradi hamda e'tiborga olinmay qolgan ayrim o'ziga xos qonuniyatlarini ochishga imkon beradi.

Bular sun'iy inshootlarning seysmik shikastlanishlari haqida mavjud ma'lumotlarni batafsil o'rganish zaruratini belgilaydi. Seysmik talafotlar haqidagi ma'lumotlar tahlili 7...9 ball kuchiga ega zilzilalar ko'pgina inshootlarni katta zarar ko'rishiga hamda transport harakatini izdan chiqishiga, ya'ni bir necha kundan to bir necha haftagacha butunlay to'xtab qolishigacha olib kelishini ko'rsatdi.

Transport harakatini buzilishi qutqaruv, favqulodda va tiklash ishlarini olib borishda qiyinchiliklarga olib keladi. Temir yo'llarni uzoq muddatga ishdan chiqishi sanoat va qishloq xo'jalik ishlarini murakkablashtiradi, chunki bitta dona zavodning mahsulotini o'z vaqtida yetkazib berilmasligi o'zaro bog'liq korxonalar tizimining ishlab chiqarish ritmini buzilishiga olib keladi, ishlab chiqarish samaradorligini tushirib yuboradi.

Halokatli zilzilalar hududida suv toshqini xavfi bor joylardan aholini ko'chirish, muhim halq xo'jaligi yuklarini olib ketish ishlarini bajarish zarur. Bu masalalarni amalga oshirish uchun seysmik hududlarda, avvalambor, ko'priklarni zilzilalarga qarshi himoyasiga e'tibor qaratiladi.

Antiseysmik choralar S.V. Medvedev, N.V. Shebalin va ko'pgina boshqa

olimlarning seysmologiya ma'lumotlarini K.S. Zavriev, I.L. Korchinskiy, Sh.G. Napetvaridze, S.V. Polyakov va boshqalarning zilzilabardoshlik nazariyasi bilan birgalikda qo'llashga asoslangan. Ko'priklarning zilzilabardoshligi bo'yicha olib borilgan maxsus tadqiqotlar G.N. Karsivadze, V.A. Slovinskiy, V.P. Chudnetsov va boshqalar tomonidan olib borilgan.

1.2. Zilzilabardosh ko'priksizlik tarixi haqida qisqacha ma'lumot

Kuchli zilzilalar vaqtidagi insonlarning qurbon bo'lishi va moddiy talafotlar fuqaro qurilishi sifatiga bog'liq bo'ladi, shuning uchun zilzilabardosh qurilish sohasidagi tadqiqotlarda ayni shunga katta e'tibor qaratilardi. Ammo, bu muammo ko'prik qurilishida ham o'ta muhim hisoblanadi, chunki ko'priklar bunday hollarda chegaralovchi to'siq sifatidagi inshoot bo'lib, zilziladan zarar ko'rgan hududlarning hayotini ta'minlash inshootlari qatoriga kiradi va ularni tiklashga katta mablag', ko'p kuch talab etiladi.

Xitoyning Tibet bilan chegaradosh Gansu viloyatida 1920 yilda bo'lib o'tgan zilzila 40 000 kv. km maydonni vayronaga aylantirib, 400000 kishini qurbon qilgan. 1948 yil Ashxobodagi zilzilada 100000 kishi, 1988 yili Armanistondagi zilzilada 30000 kishi halok bo'lgan. 1.1-rasmda Armaniston yer qimirlashining epitsentrida joylashgan Spitak shahrining Nalband temir yo'l stansiyasidagi kuchli zilzilaning ayanchli oqibatlarini ko'rsatilgan.

Zilzila oqibatlarini og'ir bo'lishini e'tiborga olib, seysmik hududlarda bino va inshootlarni loyihalash, qurish va ekspluatatsiya qilishda me'yoriy talablarga rioya qilinsa, talafotlarni kamayishiga va inson xavfsizligini ta'minlashga erishish mumkin ekan.

Kuchli zilzilalar tahlili shuni ko'rsatdiki, insonlarni halok bo'lish hollari va ko'plab inshootlarning buzilishi ko'pincha zilzilabardosh qurilishning

zamonaviy me'yorlari kiritilishidan avval qurilgan turar-joy binolarida uchragan.

Kaliforniyaning Loma-Prieta shahridagi yer qimirlashda zilzila kuchi Armanistondagidan kam bo'lmaganligiga qaramasdan faqat 100 ga yaqin kishi halok bo'lgan.



1.1–rasm. 1988 yili Armaniston yer qimirlashidan so‘ng Spitak shahri yaqinidagi Nalband temir yo‘l stansiyasi ko‘rinishi

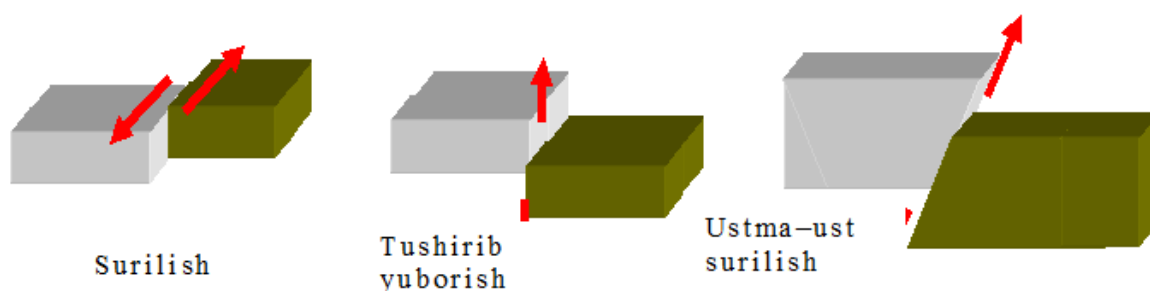
Ma'lumki, yerning markaziy qismi qattiq qobiq – mantiya bilan o'ralgan yadrodan iborat. Uning chuqur qismi quyi mantiya, uning ustidagi qalinligi 1000 km ga yaqin qatlamni – yuqori mantiya deb nomlanadi. Bu mantiya qalinligi 5 dan 50 kilometrgacha bo'lgan yer qobig'i bilan qoplangan.

Yer qimirlashining sababi yer qobig'i qatlamlarini o'zaro surilishlariga olib keluvchi ustki mantiyadagi harakatlar deb hisoblashadi. Agar yer qobig'ining siljiydigan qismlari orasidagi masofa kichik bo'lsa, uning egiluvchanligi yetarli darajada bo'lmaydi va jinslardagi kuchlanish ma'lum darajaga yetganda, ularning mustahkamlik chegarasidan ortib ketadi va yoriq hosil bo'ladi, jinslarning chetlari surilib, yer qimirlaydi. Ko'pchilik hollarda zilzilalar yer qobig'ining mustahkamligi kamroq bo'lgan yorilgan joylarida

bo‘lib o‘tadi. Surilishning turiga ko‘ra yoriq joylardagi zilzilalar mexanizmini uch turga ajratiladi – surilish, tushirib yuborish (сброс) va ustma-ust surilish (надвиг) (1.2-rasm).

Zilzila o‘chog‘idan yer yuzasi tomon ikki xildagi chuqurlik to‘lqinlari deb nomlanadigan ko‘ndalang va bo‘ylama seysmik to‘lqinlar tarqaladi.

Bo‘ylama to‘lqinlar gruntning elementar hajmini siqilish-cho‘zilishini belgilaydi. Bunda grunt zarrachalari to‘lqin tarqalish tarafiga tebranadi.

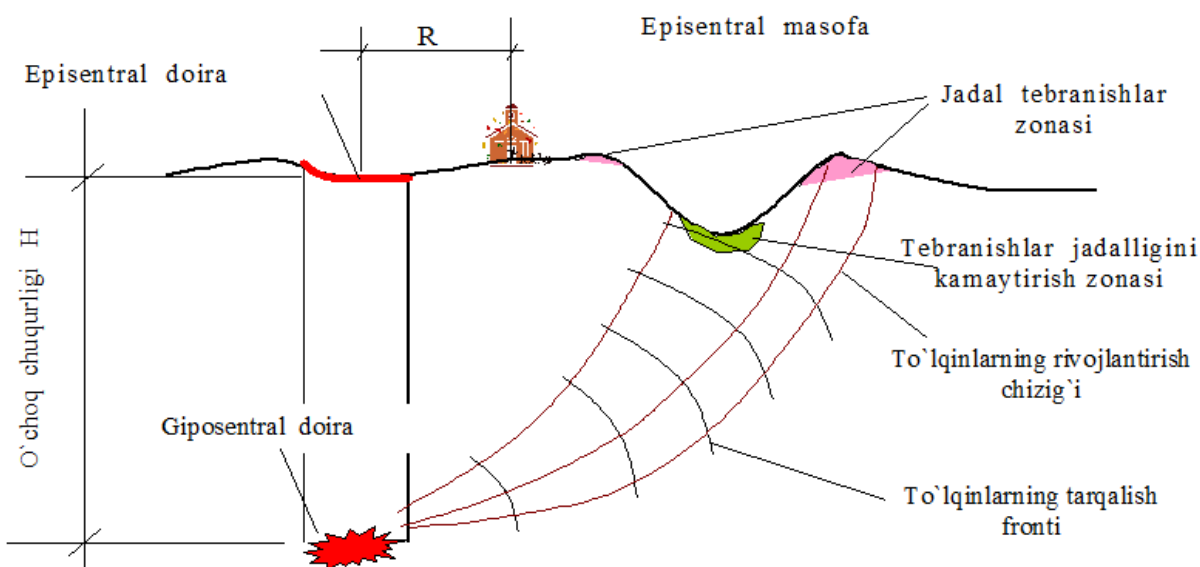


1.2–rasm. Tektonik yorilishlar turlari

Ko‘ndalang to‘lqinlar (surilish to‘lqinlari) gruntning elementar hajmini surilish deformatsiyasini belgilaydi. Bunda grunt zarrachalari to‘lqin tarqalish tarafiga perpendikulyar ravishda tebranadi. Ko‘ndalang to‘lqinlar bo‘ylamalarga nisbatan taxminan 1,5 barobar sekinroq tarqaladi. Bunday siljishlarga duch kelgan yerning chuqur qatlamlari zilzila o‘chog‘i yoki gipotsentri, uning yer yuziga proeksiyasi esa – epitsentr doirasi deb nomlanadi. Bu doiraning o‘rtasi – epitsentr, undan ob’ektlargacha bo‘lgan masofani esa epitsentral masofa deyiladi (1.3-rasm).

Yer qobig‘ini yaxlitligini buzilishi natijasida o‘choqda to‘lqinlar hosil bo‘ladi va ular seysmik to‘lqinlar ko‘rinishida yer yuziga ko‘tariladi. O‘choqdan yuqoriga ikki turdagi to‘lqinlar tarqaladi: bo‘ylama (cho‘zuvchi-siquvchi) va ko‘ndalang (suruvchi). Ma’lumki, bo‘ylama to‘lqinlarda zarrachalar to‘lqin tarqalish yo‘nalishi bo‘ylab, ko‘ndalang to‘lqinlarda esa

ko'ndalangiga siljiydilar. Chuqurlik to'lqinlarini yer yuzidan akslanishi qo'shimcha yuzaki Reley va Lyav to'lqinlarini kelib chiqishiga olib keladi.



1.3–rasm. To'lqinlarni o'choqdan Yer yuziga tarqalishi

1906 yil 18 apreldagi kuchli zilzila San-Fransisko shahrini vayrona qilgan. Bunday hodisalar seysmologiya va seysmik qurilishning rivojlanishiga katta ta'sir ko'rsatgan. Amerikalik muhandis G. Reyd tektonik zilzilalarning namoyon bo'lish shakllari va kelib chiqish sabablarini o'z ichiga olgan elastik qaytish nazariyasini (теорию упругой отдачи) ishlab chiqqan. Bu nazariyaga asosan tektonik zilzilalar tog' jinslarini to'satdan yorilishida hosil bo'ladi. Yorilishdan avval zilzila o'chog'ida yer qobig'ining ayrim qismlarini asta-sekin bir-biriga nisbatan siljishi natijasida elastik deformatsiyalar sekin o'sib boradi.

O'choqning bir qismida (gipotsentr yoki zilzila fokusida) qobiqning ko'taruvchanlik qobiliyati chegarasiga yetganda, tektonik yorilish va deformatsiyalar hosil bo'ladi va jinslar o'z kuchlanishlari ta'sirida to elastik deformatsiyalarning katta qismi yoki ular butunlay bartaraf bo'lmagunga qadar qaytishga duchor bo'ladilar. Yorilish (разлом) gipotsentrdan 2...3 km

ga tezlik bilan tarqaladi.

Ko‘priklar zilzilabardoshligi nazariyasining paydo bo‘lishi XIX asrning oxiri XX asrning boshlariga to‘g‘ri keladi, bunda 1891 yili Yaponiyaning Mino-Ovari shahrida ulkan vayronagarchiliklarga olib kelgan zilzila oqibatlarini yapon olimlari tekshirishi natijasida ilk marotaba gruntning maksimal seysmik tezlanishlari haqida ma’lumotlar olingan va bu zilzila vaqtida inshootga ta’sir etuvchi seysmik kuchlarni aniqlash masalasini yechish muammosini olimlar oldiga qo‘ygan.

Bir qancha vaqt davomida ko‘priklarga juda katta va og‘ir tayanchlar qurilgan, bu bir muncha konstruksiyaning zilzilabardoshligini oshirar edi. Shu maqsadda 1906 yil Omori gorizontal garmonik tebranishlarga yo‘liquvchi platformalarda joylashgan g‘isht ustunchalarda hosil bo‘ladigan seysmik kuchlarni aniqlash maqsadida bir qator tajribalar o‘tkazgan. Omori nazariyasiga ko‘ra, seysmik kuchlarning maksimal qiymatlari quyidagi ifoda orqali topiladi:

$$S = K_c \cdot Q, \quad (1.1)$$

bu yerda Q – inshoot bir qismining vazni;

K_c – seysmik koeffitsient, u asos tezlanishining maksimal miqdorini erkin tushish tezlanishiga bo‘lgan nisbatiga teng.

Bu nazariyada seysmik koeffitsient miqdori zilzilaning kutilgan kuchiga (hududning balligi) mos ravishda katta vayronalarga olib keladigan zilzilalar haqidagi makroseysmik ma’lumotlari asosida qabul qilingan. Bunday talqin hozirgi vaqtgacha saqlanib kelgan.

XX asr boshida AQSh ning Kaliforniya shtatida 1906 yil katta vayronagarchilikka olib kelgan va 1923 yil Yaponiyada bir qancha inshootlarni buzilishiga olib kelgan zilzilalar bo‘lgan. Alyaska (1964 y.) va

Kaliforniyadagi (1971 y.) zilzilalardan so'ng o'ta shiddatli va uzoq vaqt davom etadigan seysmik ta'sirlarga qarshi tura oladigan ko'priklar qurishning choralari ishlab chiqilgan.

Shuni ta'kidlash kerakki, bundan keyingi ko'priklarni zilzilabardoshligi bo'yicha tadqiqot ishlari Yaponiyada olib borilgan. AQSh, Yangi Zelandiya, Hindiston, Kanada, Yaponiya va boshqa davlatlarda sun'iy transport inshootlarining seysmik shikastlanishlarining ko'pchiligi joyning o'zida tekshirilgan.

XX asrning 30-yillaridan boshlab yirik ko'priklar qurilishi boshlanishi sababli AQSh, Yangi Zelandiya, Yaponiya va boshqa davlatlarda tayanchlar va oraliq qurilmalarning zilzilabardoshligi bo'yicha tadqiqot ishlari amalga oshirilgan. SSSR da zilzilabardosh qurilish muammolari bo'yicha tadqiqotlar o'tgan asrning 20-yillarida boshlangan. Turkiston-Sibir temir yo'l magistralini qurilishi munosabati bilan K.S. Zavriev tomonidan tadqiqot ishlari olib borildi.

AQSh (Alyaskadagi, 1964 y.) va Yaponiya (Fukuydagi, 1948 y.) zilzilalar ko'priklarning zilzilabardoshliligi borasida olib borilgan tadqiqotlar yetarli darajada emasligini ko'rsatdi.

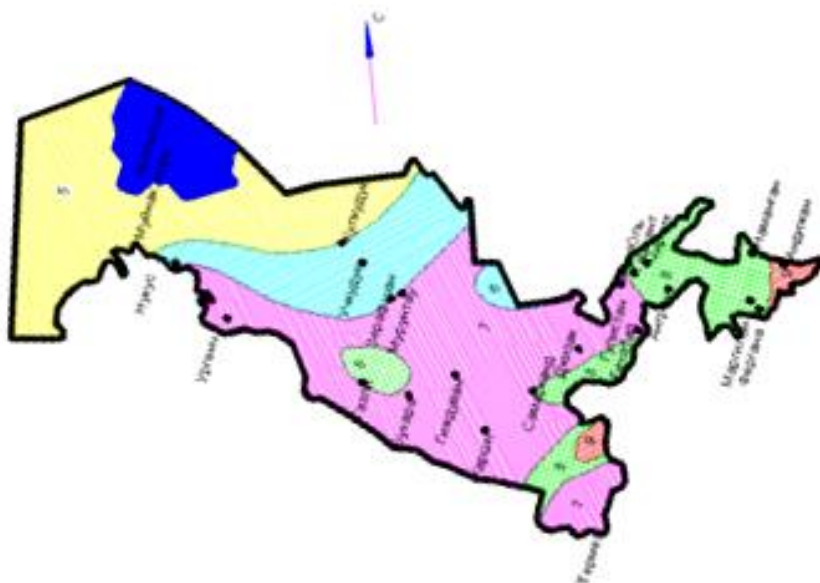
Yuqorida aytib o'tilgan ishlanmalar natijasida ko'priklar zilzilabardoshligi nazariyasi bilan birga ularni loyihalash amaliyoti ham takomillashdi. Bularning natijasida СНиП II-12-69, СНиП II-7-81, СНиП II-7-81* lar ishlab chiqilib nashr etildi. Ularda ko'priklarga oid spektral egriliklar bo'yicha zilzilabardoshlilikka dinamik hisoblash usuli ishlab chiqilgan va asoslab berilgan.

Zamonaviy zilzilabardoshlik nazariyasiga A.D. Abakarov, Ya.M. Ayzenberg, A.A. Amosov, T.A. Belash, V.A. Bixovskiy, I.I. Goldenblat, T.J. Junusov, V.A. Ilichev, K.N. Karsivadze, B.G. Korenev, E.V. Kosterin, I.L. Korchinskiy, E.N. Kurbatskiy, A.I. Martemyanov, S.V. Medvedev, Sh.G.

Napetvaridze, V.S. Polyakov, V.T. Rasskazovskiy, T.R. Rashidov, N.A. Krasin, L.M. Reznikov, O.A. Savinov, A.P. Sinitsyn, Yu.M. Silnitskiy, A.M. Uzdin, M.T. Urazbaev, G.S. Shestoporov, shu jumladan xorijiy olimlardan M. Bio, D. Kelli, K. Kubo, M. Mikoshiba, Nishiki, Omori, V. Robinson, R. Skinner, Xauzner va b. o'zining salmoqli xissalarini qo'shganlar.

O'zbekiston hududida yer qimirlashlari bo'lib turishi anchadan beri ma'lum. Ammo ular haqida ma'lumotlar XIX asrning ikkinchi yarmidan muntazam to'planib borildi.

O'zbekistonning seysmik jihatdan faol hududlarida yildan–yilga o'sib borayotgan qurilish templari seysmologlardan mikrohududlar hamda alohida qurilish maydonchalarining seysmik jihatdan xavfliligi haqida ishonchli, aniq ma'lumotlarni talab etadi. O'zbekiston Respublikasining umumiy seysmik hududlashtirish xaritasi 1.4-rasmda keltirilgan.



1.4-rasm. O'zbekiston Respublikasi hududining umumiy seysmik hududlashtirish xaritasi

1.3. Seysmik shkalalar

Zilzilalarni tavsiflash maqsadida shiddatliliigi va magnitudalar

shkalalaridan foydalaniladi. Tarixga ko‘ra birinchi bo‘lib XIX asr oxirlarida qurilmalarning buzilish darajasi va odamlarning zilzila vaqtida o‘zini tutishi to‘g‘risidagi ma‘lumotlarga asoslangan shiddatlilik shkalalari tuzilgan. Keyinchalik ular grunt tebranishlarini tavsiflovchi miqdoriy ma‘lumotlar bilan to‘ldirilgan edi. XX asrning boshiga kelib dastavval A.Kankani grunt tebranishlarining maksimal tezlanishini seysmik shiddatlilik o‘lchami sifatida qabul qilishni taklif etdi. Bundan keyin S.V. Medvedev, A.G. Nazarov va A.M. Sadovskiylar tomonidan seysmik shiddatlilikning turli soniy o‘lchamlari taklif etildi.

Zilzilalarning shiddatliliği (kuchi) ning shkalalaridan seysmik hududlashtirish xaritalarini tuzishda va binolarning buzilish darajasini taxminan baholashda foydalaniladi.

Hozirgi kunda MDH va qator Evropa davlatlarida S.V. Medvedev, V. Shponxoyer va V. Karnik tomonidan ishlab chiqilgan 12 balli MSK-64 shkalasidan foydalaniladi. Yaponiyada 7 balli seysmik shkala ishlatiladi. AQSh da 12 ball modifikatsiyalashgan taxminan MSK-64 shkalasiga to‘g‘ri keladigan Merkalli shkalasi (MM) dan foydalaniladi. Yapon va MM shkalalari orasidagi nisbat quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$$I_M = 0,5 + 1,5 D_{ya} , \quad (1.2)$$

bunda I_M , D_{ya} – tegishlicha MM va yapon shkalalariga ko‘ra zilzila kuchi.

Xorij davlatlarida qo‘llaniladigan 10 balli Rossi-Forel shkalasining yoshi undan ham ulug‘roq.

MSK-64 shkalasi asbob qismidan va tasvirlovchi (makroseysmik) qismlardan iborat. Asbob qismi bo‘yicha 5-10 ball kuchga ega zilzilalarning bali aniqlanadi. Bunda grunt ustiga o‘rnatilgan seysmometrlar ko‘rsatishlari olinadi.

Shkalaning tasvirlash qismida esa odamlarning o'sha davrdagi hissiyotlari, uy hayvonlarining o'zini tutishi, uy jihozlarini reaksiyasi, gruntlarning qoldiq deformatsiyasi, suv havzalari holatini o'zgarishi hamda ayrim transport inshootlarga yetkazilgan zararlarning tavsifi haqida ma'lumotlar ham keltiriladi.

6 ball kuchiga ega zilzilalar kuchli deb hisoblanadi va hamma ularni sezadi. Og'ir mebel jihozlari sakrab tushadi, ayrim buyumlar tushib ketadi, idish-tovoqlar sinadi. Devor suvoqlari yoriladi, eski va chirigan qurilmalar esa buzilishi mumkin. Minoralarda uncha katta bo'lmagan qo'ng'iroqlar chalib ketadi (Rossi-Forel bo'yicha 6...7 ball).

7 balli zilzila juda kuchli hisoblanadi. Bunda eski va yomon qurilgan uylarga ancha shikast yetkaziladi, yaxshi qurilganlarda esa mayda yoriqlar paydo bo'ladi. Tomlardan ayrim tomyopgichlar tushib ketadi. Quduqlar, daryolar va ko'llarda suv sathi o'zgaradi, va suv loyqalanadi. Gohida tuproq siljishlari va to'kilmalar paydo bo'lishi kuzatiladi (Rossi – Forel shkalasi bo'yicha 8 ball).

8 balli zilzilalar halokatli hisoblanadi. Yodgorliklar joyidan siljib, ag'darilib tushadi, daraxtlar qattiq chayqalib, ayrimlari sinadi. Tutun mo'rilari tushib ketadi, tosh devorlar va fabrika quvurlari qulaydi.

9 balli zilzila halokatli hisoblanadi. Bunda, seysmik ta'sirlarni hisobga olib qurilgan inshootlar ham buziladi. Ayrim mustahkam binolar buzilmaydi, ammo og'ib qoladi, poydevordan ko'chadi. Oddiy uylar buziladi, yer yuzida ancha katta yoriqlar paydo bo'ladi (Rossi-Forel bo'yicha 9 ball).

10 balli yer bilan yakson qiladigan zilzilalarda yirik binolar va ularning poydevorlari buzilib ketadi. Grunt deformatsiyalanadi, suv o'tkazgich va kanalizatsiya quvurlari uziladi. Ko'priklar, dambalar suv to'g'onlari shikastlanadi, temir yo'l izlari qiyshayib ketadi, tuproq siljishi va o'pirilishlar hosil bo'ladi (Rossi – Forelbo'yicha 10 ball).

11 balli zilzilalarda halokat ro‘y beradi. Toshidan qurilgan deyarli hamma inshootlar buziladi. Ko‘priklar buzilib, fermalari qiyshayib ketadi, suv to‘g‘onlari, yo‘llar, yer to‘kilmalari katta masofalarda buzilib ketadi, relslar kuchli deformatsiyaga chalinib, ko‘tarilib qoladi, landshaft juda o‘zgarib ketadi, chetlari sinib ketgan va tushib ketgan yoriqlar paydo bo‘ladi va h.k.

12 balli zilzilalarda kuchli halokat ro‘y beradi. Barcha inshootlar vayronaga aylanadi. Daryolar o‘z o‘zanini almashtirib, sharsharalar hosil qiladilar. Joy reliefi katta maydonlarda o‘zgaradi. Yer yuzida dengizdagi kabi to‘lqinlar paydo bo‘ladi. Ayrim narsalar yuqoriga ko‘tarib tashlanadi.

1.4. Zilzilaning intensivligi va magnitudasi

G. Reydning ishidan so‘ng ko‘p vaqt o‘tmasdan materiklarning gorizontallik siljishi haqidagi tasavvur qayta paydo bo‘ldi. Mobilizm (kontinental dreyf) ning asosiy qonunlari olmon geofizigi A. Vegener tomonidan 1912 yil chop etilgan edi.

Vegenerga ko‘ra 300 mln yil avval Yerdan faqat bitta materik – Pangeya bo‘lgan va u keyinchalik qismlarga ajrala boshlagan. Bu qismlarni gorizontallik ko‘chishlari kontinentlarning hozirgi vaqtdagi joylanish holatiga olib kelgan. Vegener va uning izdoshlari kontinental dreyf farazini tasdiqlovchi ko‘plab dalillarni aniqlashgan. EHM yordamida olib borilgan tadqiqotlar materiklar chetlarini juda ham bir-biriga mosligini ko‘rsatadi.

1929 yili ingliz geologi A. Xolms materiklarni ko‘chish mexanizmini izohlab beruvchi farazni keltirgan. Uning taxminicha, Pangeyaning bo‘linishi va materiklarni ko‘chishi magmaning qobiq ostidagi oqimlariga bog‘liq, ular kontinental qobiqni cho‘zilishiga, uzilishiga va surilishiga olib keladi. Uzilish joyida magma ko‘p sonli yoriqlardan oqib chiqadi va qobiqning quyi bazalt qatlamini tiklaydi. Qarama-qarshi oqimlar uchrashib, pastga qarab oqqan

joylarda qobiq mantiya ichiga kirib ketadi. Shunday qilib, Xolms faraziga ko'ra bazalt qatlam o'z ustida materiklarni olib yuruvchi o'ziga xos konveyrga o'xshaydi.

XX asrning 50-yillarida okeanlarni o'rganish jarayonida Xolms farazini tasdiqlovchi muhim kuzatishlar amalga oshirilgan. Okeanlar tubida asosan vulqonlar harakatidan paydo bo'lgan jinslardan tashkil topgan tizma tog' va balandliklar topilgan.

60-yillar boshida Xolms farazi okean tubini ikki tomonga surilish (спрединг) gipotezasiga aylandi, qaysinga ko'ra okean tubi suv osti tizma tog'lari va tepaliklaridan paydo bo'ladi. Ikki tomonga surilish farazini va geotektonikani rivojlanishini tekshirishda 1968 yilda boshlangan chuqur suv ostida burg'ulash ishlarining ahamiyati katta bo'ldi. Chuqur suv osti burg'ulash natijalariga ko'ra okean tubining ikki tomonga surilishi keyingi 70 mln yil ichida 2 sm/yil ga to'g'ri keladi.

Muhandislar uchun nafaqat zilzilaning shiddatligini, seysmik tebranishlarning tarqalish maydonini bilish ham katta ahamiyatga ega. Bu seysmologlarni zilzilalarni maydon bo'yicha tasniflashga chorladi.

Zilzilalar kuchini asboblari yordamida baholash uchun amerikalik seysmolog Ch. Rixter magnitudalar shkalasini taklif etdi. Rixter shkalasiga binoan silkinish magnitudasi sifatida zilzila epitsentridan 100 km uzoqlikda seysmograf tomonidan yozilgan gruntni gorizontali tebranishlarining maksimal amplitudasini mingdan bir bo'lagida ifodalangan logarifm qabul qilingan.

Zilzila magnitudasi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$M = \lg A / A_0, \quad (1.3)$$

bunda A – zilzila vaqtida epitsentrdan ma'lum masofada aniqlangan

gruntning to‘lqin bo‘yicha siljishi;

A_0 – juda kuchsiz zilzilaga to‘g‘ri keladigan xuddi shunday masofadagi xuddi shunday to‘lqin uchun etalon siljish. Uning magnitudasi nolga teng deb qabul qilingan.

Zilzilaning energetik klassi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$K = \lg E , \quad (1.4)$$

bunda E – zilzila o‘chog‘ida ajralib chiqqan djoullda ifodalanadigan jami energiya.

O‘ta kuchli zilzilalar magnitudasi $M=8,9$ ga teng bo‘ladi. Bunday magnitudali zilzilalar Yerdan bir asrda 2...3 marta bo‘lib o‘tadi.

Magnituda va uning shiddatligi orasida empirik bog‘lanishlar aniqlangan. N.V. Shebalin bo‘yicha MDH hududida makroseysmik maydon tenglamasi quyidagi ko‘rinishga ega:

$$I = bM - v \lg \sqrt{VA^2 + h^2} + C , \quad (1.5)$$

bunda I – zilzilaning epitsentrdan A masofada joylashgan ixtiyoriy punktdagi shiddati, ballda; M – zilzila magnitudasi; h – o‘choq chuqurligi, km; b, v, C – regional koeffitsientlar, o‘rtacha hisobda $b=1,5$; $v= 3,5$; $C=3,0$.

(1.3) - tenglama bo‘yicha turlicha magnituda M va o‘choq chuqurligi h uchun balligi I ni epitsentrgacha bo‘lgan masofa A ga bog‘liqlik grafigini qurish mumkin.

1.5. MDH davlatlari hududining seysmikligi

1978 yilda tugatilgan seysmik hududlashtirish ishlari natijasida CP–78

xaritasi tuzilgan va seysmik hududlarda joylashgan MDH davlatlari aholi punktlari ro'yxati tuzilgan. CP-78 xaritasida 7,8 va 9 ball seysmiklikka ega hududlarda joylashgan aholi punktlarida zilzilalarning qaytarilishi haqidagi ma'lumotlar keltiriladi. Zilzilalarning qaytariluvchanligi hududning seysmikligini ko'rsatuvchi son yonidagi 1, 2 va 3 indeksleri bilan belgilanadi. Bu indekslar xaritada ko'rsatilgan ballga ko'ra aholi punktlarida har 100, 1000 va 10000 yilda bir marta bo'ladigan zilzilalarning o'rtacha qaytariluvchanligiga to'g'ri keladi. Bundan tashqari, CP-78 xaritasida bo'lishi mumkin bo'lgan magnitudalari $M > 7,1$ bo'lgan zilzilalar o'choqlarining zonalari ko'rsatiladi.

O'zbekiston hududi uchun 838 yildan boshlab magnitudasi $M > 5,0$ bo'lgan zilzilalar haqida ma'lumotlar mavjud. Eng katta seysmik faollik Farg'ona vodiysini o'rab turgan Chotqol, Farg'ona, Oltoy tizma tog' etaklarida kuzatilgan. Halokatli zilzilalar 1902 y. (epitsentr Andijon shahri yaqinida) va 1927 y. (epitsentri Namangan shahri yaqinida), juda kuchli zilzila 1976 y. Qizilqum sahrosida gaz konchilari shaharchasi Gazlidan 30 km shimoli-sharqda bo'lib o'tgan.

Gazli zilzilasi 8 aprel kuni ertalab mahalliy vaqt bo'yicha soat 7 dan 40 daqiqa o'tganda, magnitudasi $M=7,0$ ga teng bo'lgan seysmik silkinishdan boshlangan. Gruntning birinchi sust silkinishlaridan keyin odamlar uylaridan chiqib ketishga ulgiranlar. 17 may kuni sodir bo'lgan bundan ham kuchliroq silkinish ($M = 7,2$) poselkani butunlay vayronaga aylantirdi. Gazlidagi ikkinchi sikinish kuchi 9 ballga yaqin edi.

Yangi global tektonikaga binoan Yerning qobig'i va ustki mantiyasining bir qismini o'z ichiga oladigan 60...70 km ga teng tashqi qatlami (litosfera), har yili bir-biriga nisbatan bir necha santimetr tezlik bilan harakatlanadigan mustahkam va bikir, soni uncha ko'p bo'lmagan plitalardan iborat. Litosfera tagidagi harorat bazaltlarning erish haroratiga teng. Shuning uchun uning

ostidagi 300 km chuqurlikkacha boʻlgan qatlam (astenosfera) kam yopishqoqligi va plastik deformatsiyalarga moyilligi bilan tavsiflanadi. Astenosferaning plastikligi sababli zilzilalar oʻchogʻi faqat litosferada, yaʼni 70 kilometrgacha chuqurlikda boʻlishi mumkin.

1968 yilda Le Pishon 6 ta yirik litosferadan iborat modelni taklif etdi (Tinch okeani, Amerika, Antarktika, Evroosie, Hind okeani va Afrika). Plitalar chegarasi kontinentlar chegaralariga toʻgʻri kelmaydi. Deyarli barcha seysmik energiya plitalar chegarasida ajralib chiqadi, shu jumladan Tinch okean mintaqasida zilzilalarning 80% yaqin energiyasi sarflanadi. Qolgan energiyaning koʻp qismi Transosiyo mintaqasiga toʻgʻri keladi.

Plitalar chegarasi konstruktiv va destruktivlarga boʻlinadi. Seysmik toʻlqinlar kartogrammasini tahlili konstruktiv chegara yaqinida plitalarni choʻzilishini koʻrsatdi. Destruktiv chegaralar yaqinidagi qarama-qarshi tomonlarga harakatlanaётgan plitalar litosferani siqilishiga olib keladi. Mobilchilar bilan raqiblarining orasidagi 70 yillik bahslarini hal etishda Oy va Yerning sunʼiy yoʻldoshlarini lazerli lokatsiyalash, hamda chuqur burgʻulashda olingan maʼlumotlar yordamida materiklarning gorizontal surilishini oʻlchash natijalari katta ahamiyatga ega boʻladi.

Tektonik zilzilalar tabiiy zilzilalar guruhiga mansub. Bundan tashqari, bu guruhga togʻ jinslarining qulashi va materiklarni tushib ketishi bilan bogʻliq boʻlgan yer osti kanallari boʻyicha magmaning harakatlanishi va vulqonlar otilishi jarayonida gazlarning portlashi natijasida sodir boʻladigan zilzilalar kiradi.

Vulqon otilishi, oʻpirilishlar va meteorit tushishi natijasida sodir boʻladigan zilzilalar kamdan-kam uchraydi.

Zilzilalarni sunʼiy yoʻl bilan ham keltirib chiqarish mumkin: suv, neft yoki gazni yer ostiga nasos bilan yuborish, yer ostidan togʻ qazilmalarini qazish, yer yuzida statik yuklanishlarni qayta taqsimlash (yuzini oʻyib foydali

qazilmalarni olish, suv omborlarini to'ldirish va h.k.), dinamik yuklanishlarni hosil qilishda (katta quvvatga ega yer osti portlashlar). Gohida qo'zg'atilib hosil qilingan zilzilalar halokatli kuchga ega, buni esa inshootlarni loyihalash va qurishda hisobga olish zarur.

1.6. Zilzilalar o'choqlari mintaqasi

Seysmik hududlashtirish xaritasida halokatli zilzilalar o'choqlarini hosil bo'lish ehtimolligi bo'lgan mintaqalar ko'rsatiladi (ZO' mintaqalari). Seysmikligi 9 ballga teng bunday mintaqalar yo'llar qurilayotgan O'rta Osiyo, Baykalorti va boshqa joylarda bo'lishi mumkin.

Zilzila vaqtida ZO' larda ulkan yer qulashlari, o'pirilishlari, ko'chkilari paydo bo'ladi, yer yuzida tektonik uzilishlar, tushib ketish va ko'tarilishlar hosil bo'ladi.

Seysmik jihatdan faol hududlarni, hamda o'pirilishga, siljishga moyil va ko'chkilar bo'lishi xavfi mavjud hududlarni batafsil va mikroseysmik hududlashtirish (BSH va MSH) bo'yicha ishlar yo'l trassalari, yirik inshootlarini qurilish maydonchalarini to'g'ri tanlash uchun zarur. Bunday ishlarning ahamiyati ayniqsa ZO' mintaqalarida juda katta, chunki seysmogravitatsion va seysmotektonik ta'sirlar har qanday muhandis inshootini ishdan chiqarishi mumkin.

1970 yili Peruda bo'lib o'tgan fojiali zilzila natijasida 50 mingdan ortiq odam halok bo'lgan. Yer surilishi va ko'chkilari And tog'laridagi yo'llarni berkitib qo'ygan, 50 mln m³ hajmga ega ko'chki esa Yungay shahridan 15 km uzoqlikda 3 daqiqa ichida yo'l-yo'lakay balandligi 140 metrgacha bo'lgan tog' qirrasini kesib o'tib toshlar tagida 18 mingdan ortiq odamni ko'mib tashlagan.

AQSh dagi Janubiy Tinch okean temir yo'lga tektonik uzilishlar

xalokatli ta'sir etgan, seysmotektonik ta'sirlar esa yer to'kilmalari, yo'lning ustki qismi, avtoblokirovkalariga va to'rtta tonnelga juda katta shikast yetkazgan. Tonnellardan birining obdelkasi gorizontal tekislikda bo'rtib chiqqan relsning siljish imkoniyati paydo bo'lgan devoriga uloqtirib tashlangan. Yo'lni vaqtincha tiklash maqsadida buzilib ketgan tonnellardan birini aylanib o'tish uchun maxsus inshoot qurish, hamda qolgan tonnellarni ma'lum qismini ochish kerak bo'ldi.

O'rta Osiyo respublikalarida 1885 yildan 1975 yilgacha bo'lgan davr ichida 14 zilzila natijasida ko'zga ko'rinadigan yorilishlar va tektonik buzilishlar kuzatilgan. BAM mintaqasida yoshi bir necha ming yildan ortiq bo'lmagan 20 ta yirik seysmotektonik dislokatsiyalar aniqlangan.

Yerning seysmogen yoriqlari (разрыв) tog' jinslarni qulatuvchi (сбрасыватель) joydan yuqorida joylashadigan osinchoq qanoti 1 ga, hamda undan pastroqda joylashadigan yotuvchi qanot 2 larga ajratuvchi yassi qiya yuza (qulatuvchi) ga ega (1.5,a-rasm).

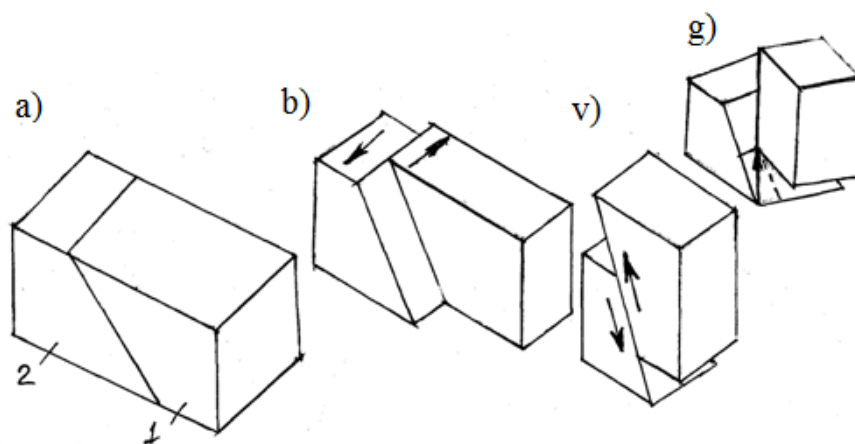
Yorilishlarning quyidagi asosiy turlari ajratiladi:

1. Qulatuvchining tarqalish maydoni bo'yicha surilishga olib kelgan yorilishlar – ularning surilish vektori yorilishni tarqalish maydoni yo'nalishiga parallel bo'ladi. Bunday yorilishlar surilish (сдвиг) deyiladi. Chap va o'ng surilishlar ajratiladi (1.5,b-rasm);

2. Qulatuvchining tushib ketish tomoniga siljishiga olib keladigan yorilishlar – ularni surilish vektori yorilishni tushib ketish yo'nalishiga parallel bo'ladi. Bunday yorilishlar uzilma deb nomlanadi. Normal uzilma va teskari uzilmalar (yuqoriga qarab uzilishlar) (1.5,v-rasm) ajratiladi. Qiyalama va teskari uzilmalar ustma-ust surilish deyiladi.

3. Qiya surilishlarga olib keladigan yorilishlar – ularning surilish vektorining yo'nalishi yorilishning tarqalish maydoni va tushib ketish yo'nalishiga nisbatan bir oz og'gan bo'ladi. Og'gan yorilishlar uzilib-

surilishli yoki ko‘tarib tashlab-surilishli deb ataladi (1.5,g-rasm). O‘rta Osiyoning seysmik hududlari uchun tektonik strukturalarga nisbatan bo‘ylama joylashgan, o‘yiq joylar va jarlardan iborat seysmotektonik dislokatsiyalar xosdir. Bunday tuzilmalarning uzunligi bir necha kilometrdan, kengligi bir necha o‘n metr, balandligi esa bir necha metrdan ortmaydi. Tik yonbag‘irlarda yorilishlar natijasida o‘pirilish va uzilishlar hosil bo‘ladi.



1.5–rasm. Tektonik uzilishlar turlari

Grunt tebranishlari tezlanishlari tektonik yorilmalar atrofida eng katta qiymatga teng. 1965 yili amerikalik seysmolog G. Xauzner nazariy mulohazalardan kelib chiqqan holda 0,5g kuchga ega zilzilalar vaqtida grunt tebranishlarining maksimal tezlanishini baholagan. Bunday tezlanishlar taxminan yorilmalarga yaqin mintaqa doirasida, o‘choq chuqurligiga mos keladigan masofada hosil bo‘lishi mumkin.

MDH davlatlarida, Hindiston, Italiya va AQSh da G. Xauzner bashorat qilgan tezliklarga nisbatan kattaroq tezliklarga ega tebranishlar yozilgan ma’lumotlar olingan. Xususan, 1971 yili Kaliforniya (AQSh) da 9,81m/s dan ortiq tezlanishga ega kuchli zilzila va 1976 yili Gazli zilzilasi epitsentrida (1,3g) qayd etilgan.

Gazli zilzilasi epitsentrida olingan kartogrammalarning qiziqarli tomoni

shundaki, grunt tebranishlarining 1,3g ga teng eng katta amplitudasi uning vertikal tebranishlariga to'g'ri kelar edi. Gorizontaal tebranishlarning intensivligi esa 1,5...2 barobar kichik bo'lgan. Odatda vertikal va gorizontaal tezanishlar orasida teskari nisbat kuzatiladi. Bu misol shuni ko'rsatadiki, qulatuvchining tushib ketish holatiga yaqin bo'lgan surilishlar bilan bo'g'liq uzilishlarda ko'chish hamda ankerlanmagan konstruksiyalarni ag'darilish xavfi paydo bo'ladi.

Seysmotektonik va seysmogravitatsion ta'sirlar bilan kurashish choralari katta ahamiyatga ega inshootlarni qurish joyini to'g'ri tanlashdan iborat. Amalda tektonik uzilishlarga bevosita yaqin yoki ularni kesib o'tish joylarda ko'plab yirik ko'priklar qurilish misollari mavjud. Bunday inshootlarni uzilish bo'ylab tektonik surilish holatlarida to'liq buzilib ketishi xavfi bor.

Tektonik zilzilalar joyi va vaqtini ilmiy bashorati seysmik faollikni o'zgarishi qonuniyatlariga, tog' jinslarida egiluvchan to'lqinlarni tezligiga, gruntni elektrik o'tkazuvchanligiga, yer osti suvlari kimyoviy tarkibiga, atmosferadagi elektrik va magnit maydonlari kuchlanishiga asoslanadi. Zilzila darakchilarini dala kuzatishlari juda yirik seysmik hodisalarni ma'lum ehtimollik darajasi bilan zilziladan bir necha yil, kun, soat oldin bashorat qilish imkonini beradi. Darakchilarni kuzatish uchun geofiziklar seysmograf, qiyalik o'lchagich, gruntni elektr o'tkazuvchanligini o'lchash asbobi va boshqalardan tashkil topgan bashorat tizimining namunaviy kuzatish postini yaratishgan.

1.7. Qurilish maydonchalarini seysmikligi, hamda ko'priklar va tonnellarning hisobiy seysmikligi

Loyihalashning boshlang'ich shartlari. Inshoot loyihalashning mahalliy seysmik sharoitlari qurilish maydonchasini seysmikligi bilan

belgilanadi. Bunda qurilish maydonchasi chegarasidagi mavjud geologik, gidrogeologik va relief sharoitlarini hisobga olgan holda aniqlashtirilgan qurilish maydonchasida kutiladigan zilzilaning maksimal kuchi nazarda tutiladi. Hozirgi kunga qadar zilzila kuchi asosan binolar buzilish darajasi bo'yicha aniqlanadi. Seysmik hududlashtirish xaritasida ko'rsatilgan ballar qiymati uzilishdan uzoq joylashgan aholi punktlari uchun tektonik, geomorfologik, gidrogeologik va grunt sharoitlari uchastkalariga tegishli. Dastlab seysmik hududlashtirish xaritalaridan yoki aholi punktlari ro'yxati bo'yicha qurilish hududi seysmikligi aniqlanadi. So'ng seysmik mikrohududlashtirish xaritalari yoki umumiy muhandis-geologik qidiruv ishlari materiallari asosida qurilish maydonchasining aniqlashtirilgan seysmikligi belgilanadi.

Umumiy muhandis-geologik qidiruv ishlari materiallari asosida belgilangan qurilish maydonchasining seysmikligi tasdiqlovchi muassasa bilan muvofiqlashtirilgan bo'lishi kerak. Murakkab muhandis-geologik sharoitlarda quriladigan o'ta ahamiyatli inshootlar (sinflashtirilmaydigan, yirik ko'priklar va tonnellar) uchun asboblarni qo'llash usuli bilan hududni maxsus mikro-seysmik hududlashtirishni amalga oshirish haqida masala qo'yilishi mumkin.

Ko'pchilik hollarda mikro-seysmik hududlashtirish anchagina mablag' va vaqt talab qilishiga qaramasdan alohida mikro zonalar ball ko'rsatkichlarini kamaytirilishi, joyda inshootlarni yanada oqilona joylashtirish, ob'ektlarni qurish narxini kamaytirish hisobiga katta iqtisodiy samara beradi.

Umumiy muhandis-geologik qidiruv ishlari materiallari bo'yicha qurilish maydonchasi seysmikligini yanada aniqlashtirish uchun QMQ 2.01.07-96 [1] da gruntlar turiga ko'ra zilzila kuchini o'zgarishi 1.1-jadvalda keltirilgan. Ammo jadvalda aniq bir ko'rinishda hisobga olinmaydigan bir qator omillar mavjud. Bularga relefga oid, tektonik, stratigrafik va boshqa jadval izohida

ko'rsatilgan sharoitlar kiradi. Bundan tashqari, jadvalning o'zi ma'lum darajada shartli ravishda tuzilgan, shuning uchun undan ehtiyotlik bilan foydalanish zarur.

Qurilish maydonchasi seysmikligini keltirilgan shartlarni barchasini hisobga olgan holda aniqlashtirish, murakkab hollarda esa masalani uzil-kesil hal qilish uchun maxsus tashkilotlarni jalb qilish tavsiya etiladi. Ayrim hollarda qurilish maydonchalari bo'yamasiga keskin darajada farqlanadigan muhandis-geologik sharoitlarga ega bo'lishi mumkin (katta ko'priklar, yirik tonnellar). Bunday hollarda qurilish maydonchasini alohida mikro zonalar (ko'prikning o'zan qismi, yaqinlashish estakadalari) ga ajratish maqsadga muvofiq bo'ladi. Shunda katta uzunlikka ega bo'lgan uchastkalar haqida so'z yuritilayotganini ham ta'kidlab o'tish kerak. Albatta, ko'prikning qo'shni tayanchlari uchun turli seysmiklik darajasini qabul qilib bo'lmaydi, agar ular tuzilishi keskin farqlanadigan gruntlarda joylashgan bo'lsa ham.

Odatda sun'iy inshoot qurilish maydonchasining butun yuzasi bo'yicha seysmikligining qiymati bir xil olinadi. Inshootning hisobiy seysmikligi inshoot loyihalangan joyda zilzilaning ballarda olingan hisobiy (maksimal) kuchini belgilaydi.

Oddiy turdagi inshootlar uchun hisobiy seysmiklik qurilish maydonchasining seysmikligi bilan bir xil qabul qilinadi, o'ta muhim inshootlar uchun uning qiymati kattaroq, ahamiyati kichikroqlar uchun esa qurilish maydonchasi seysmikligidan kamroq olinadi.

Hisobiy seysmiklik antiseysmik choralar xususiyatlari va hajmini, ularning qiymatini, hamda inshoot xavfsizligini kafolatlash darajasini belgilovchi asosiy dastlabki miqdor deb hisoblanadi. Shuning uchun hisobiy seysmiklikni belgilashga o'ta jiddiy yondashish zarur.

Hozirgi vaqtga qadar inshootlarni 9 balldan ortiq seysmiklikka moslashtirib loyihalash usullari yetarli darajada ishlab chiqilmagan. 9 ball

seysmiklikka ega maydonchalarda inshootlar zilzilaga qarshi (antiseysmik) qo‘shimcha choralar belgilangan alohida loyihalar bo‘yicha qurilishi kerak. Jumladan, 8 va 9 ball seysmiklikka ega maydonlarda joylashadigan, xalq xo‘jaligi yoki mudofaa uchun katta ahamiyatga ega o‘ta muhim (sinflashtirilmaydigan) ko‘prik va tonnellarni ham xuddi shunday loyihalash zarur.

Antiseysmik choralarni asoslab berish maqsadida maxsus nazariy va amaliy tadqiqotlar (andozalarda) o‘tkazilishi tavsiya etiladi. Inshootning alohida yirik uchastkalari uchun (ko‘prikning o‘zan qismi, kirish estakadalar uchun) turli hisobiy zilzilabardoshlik qiymatlari olinishi mumkin.

500 metrgacha uzunlikka ega ko‘priklarni loyihalashda qurilish maydonchalari seysmikligi odatda umumiy muhandis-geologik qidiruvlari materiallari asosida belgilanadi. Bunda qurilish maydonchasi gruntning seysmik tebranishlari intensivligiga gruntning seysmik bikirligi, yer osti suvlari joylanishi, joy reliefi va xususiyatlari ta’sirini e’tiborga oluvchi tahminiy bo‘lsa ham, ammo soddaroq usullardan foydalaniladi.

Tavsiyalar [1] ga muvofiq gruntning seysmik bikirligining ta’siri quyidagi empirik formulaga ko‘ra hisobga olinadi:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta I = 1.67 \lg \rho_e V_e \\ \rho_i V_i \end{array} \right\}, \quad (1.6)$$

bunda ΔI – etalon maydonchaga nisbatan tekshirilayotgan maydonchadagi intensiv tebranishlarni ortishi;

V_e, ρ_e va V_i, ρ_i – etalon va tekshirilayotgan maydonchalardagi ko‘ndalang egiluvchan to‘lqinlar tezligi va gruntlar zichligi.

1.1-jadvalda keltirilgan ballar ortishi qiymati – orttirmalari etalon grunt deb qabul qilingan granitga nisbatan (1.2) formula bo‘yicha hisoblangan

(zichligi $\rho_e = 2,6 \text{ t/m}^3$, ko'ndalang to'lqinlar tezligi $V_e = 2700 \text{ m/s}$). Qoyali va yirik bo'lakli gruntlar seysmik bikirligiga ko'ra tegishli I va II kategoriyaga mansub.

Qum, qumli loy, loyli qum va loylarning ayrim turlari, xususan, yumshoq qumlar va loysimon (глинистый) gruntlar oquvchanlik ko'rsatkichi $I_L > 0.5$ da III kategoriyaga tegishli (ballik orttirmasi 2 dan ortiq). Ammo, suv bilan to'yingan gruntlarning ko'pchilik turlari uchun seysmiklik orttirmalari 2 balldan oshmaydi.

1.1-jadval

Gruntning seysmik bikirligi ta'siri

Gruntlar	Zichligi $\rho_i, \text{ t/m}^3$	Ko'ndalang to'lqinlar tezligi $V_i, \text{ m/s}$	Ballik orttirmalari AI
1. Qoya toshli	2,4...2,6	1200...2700	0...60
2. Yirik chaqiqli	2,0...2,4	400...800	0,9...1,6
3. Qumli	1,8...2,1	200...600	1,2...2,2
4. Loysimon	1,7...2,2	130...700	1,1...2,5

Sh.G. Napetvaridze tadqiqotlariga ko'ra yer osti suvlari zilzila kuchiga (grunt yuzasi tebranishlari tezlanishiga) deyarli ta'sir etmaydi, faqat tezlanishi ballning kichik miqdoriga ortishi mumkin bo'lgan qumli va loyli, qalinligi kichik qatlamli gruntlar bundan mustasno. Yaponiya va AQSh da ham qurilish maydonchalari seysmikligini baholashda gruntning suv bilan to'yinganligi e'tiborga olinmaydi.

Joy reliefini gruntlarning tebranishiga bo'lgan ta'siri katta. Shunday qilib, yozuvlar ishlab chiqilganda aniqlandiki, tepaliklar yon bag'irlarining yuqori qismida tebranishlar amplitudasi etagidagiga nisbatan 2 barobar katta bo'lar ekan.

30% gacha qum-loyli to'ldiruvchilardan tashkil topgan magmatik jismlardan hosil bo'lgan, kam namlangan yirik bo'lakli gruntlar, hamda

shag'alsimon (гравелистый) zich va o'rtacha zichlikka ega suv bilan to'yingan gruntlarni seysmik xususiyatlariga ko'ra II kategoriyaga; oquvchanligi $0,25 < I_L \leq 0,5$ va loy hamda qumoq tuproqlar uchun g'ovaklik koeffitsienti $e < 0,9$, qumli loylar uchun esa $e < 0,7$ bo'lgan gilli gruntlar seysmik xususiyatlariga ko'ra III kategoriyaga kiritiladi.

Chuqurligi kichik bo'lgan poydevorga ega tirkama devorlar va ko'prik tayanchlari quriladigan maydonchalar seysmikligi poydevorni joylanish sathidagi gruntlarning seysmik xususiyatlaridan kelib chiqqan holda aniqlanadi. Chuqur joylashgan poydevorlarli ko'prik tayanchlari quriladigan maydonchalari seysmikligi odatda gruntning tabiiy sathidan boshlab, gruntning ustki qatlami kesib tashlanadigan hollarda esa kesilgandan keyingi sathdan boshlab yuqori 10 metr qatlamdagi gruntning seysmiklik xususiyatlariga ko'ra aniqlanadi. Poydevor kesib o'tadigan grunt massalarining inersiya kuchlari inshootni hisoblashda e'tiborga olingan hollarda qurilish maydonchasining seysmikligi poydevorni joylanish sathidagi gruntlarning seysmik xususiyatlaridan kelib chiqqan holda aniqlanadi.

To'kilmalar tagida quvurlar yotqiziladigan maydonchalarning seysmikligini to'kilma asosidagi gruntning 10 metrli yuqori qatlamini seysmik xususiyatlarini aniqlash kerak. Yirik ko'priklarni qoida bo'yicha seysmik jihatdan qulay maydonchalarda, tektonik yoriqlar zonasidan tashqarida, yonbag'irlari mustahkam bo'lgan daryo qayirlari uchastkalarida joylashtirish kerak. Qurilish uchun grunt yuzasidan asosiy (коренной) jismlarning ustki qatlami sathi 30 metr chuqurlikgacha joylashgan maydonchalarni tanlash tavsiya etiladi.

Yirik ko'prikni tektonik yoriq kesib o'tadigan maydonda qurish zarurati tug'ilgan vaqtda ko'prik loyihasida hisobiy seysmik miqdoridan qat'iy nazar maxsus antiseysmik qurilmalarni ko'zda tutish zarur.

Murakkab relief va geologiyaga ega maydonlarga yonbag'irlari nishabligi 15° dan ortiq bo'lgan, uzilish yuzalari yaqin joylashgan, jismlar tuzilmasida katta o'zgarishlar ro'y bergan, fizik-geologik jarayonlar sodir bo'ladigan, o'pirilishlar, karstlar, tog' konlari va boshqa geologik-geomorfologik xususiyatlari noqulay bo'lgan maydonlar kiradi.

Seysmikligi 9 balldan ortiq bo'lgan maydonlarda inshootlarni qurish man etiladi. Bunday maydonlarda faqat O'zbekiston Respublikasi Davqurilishi bilan kelishilgan holda qurilishga ruxsat berilishi mumkin.

1.8. Gruntning seysmik tebranishlarini son miqdori bo'yicha baholash

Zilzilaning eng to'liq tavsifi sifatida gruntning seysmik tebranishlari qonuni hizmat qilishi mumkin. Bu qonun gruntning siljishlarini (yoki tezlanishini, tezliklarini) vaqt bo'yicha o'zgarishini ko'rsatadi. Ammo gruntning seysmik tebranishlari murakkab va xilma-xil xususiyatlarga ega bo'lishi bu qonunni determinantlashtirilgan shaklini analitik usulda ifodalashni qiyinlashtiradi.

Zilzila vaqtida grunt tebranishlari davomiyligi 10...40 sekund oralig'ida va undan ortiq o'zgarishi mumkin. Ko'pincha tebranishlar davri 0,2...0,7 sekund oralig'ida davom etadi. Pastki chegara nisbatan qisqa epitsentral masofaga va qoyali, zich gruntlarga to'g'ri keladi. Epitsentral masofa ortgan sari va yumshoq gruntlarda spektral maksimum uzun davriylik tomoniga qarab o'zgaradi. Kuchli zilzilalarga sust tebranishlarga nisbatan uzun davrli tebranishlar mos keladi deb hisoblash mumkin.

XX asr boshidan zilzilani miqdor jihatdan baholashda seysmiklik koeffitsient qo'llanadi. Bu koeffitsient gruntni gorizontal tebranishlarining maksimal tezlanishini og'irlik kuchi tezlanishiga nisbati sifatida quyidagi

formula bo'yicha aniqlanadi:

$$K_s = \max W_0 / g . \quad (1.7)$$

Seysmiklik koeffitsientning soniy miqdori 7, 8, 9 balli zilzilalar uchun mos ravishda $K_s = 0,025; 0,05; 0,10$ ga teng deb qabul qilinadi. Ammo o'lchashlar natijasida olingan gruntning haqiqiy maksimal tezlanishlari yuqorida keltirilgan K_s ning qiymatlariga nisbatan bir necha barobar ortiq. Shuning uchun bizning me'yorlar bo'yicha seysmiklik koeffitsient mazmuni yuqorida berilgan ta'rifga to'g'ri kelmaydi. Uni quyidagi ifodadan topiladigan, zilzila kuchi (balligi) ni ortishi bilan tebranishlar intensivligini aniqlovchi shartli miqyosiy ko'paytuvchi sifatida qabul qilish mumkin.

$$K_s = K_1 A , \quad (1.8)$$

bunda K_1 – ko'priknii yo'l qo'yarli darajadagi shikastlanishlarini hisobga oluvchi koeffitsient, $K_1 = 0,25$;

A – 7, 8, 9 balli hisobiy seysmiklikda tegishlicha 0,1; 0,2; 0,4 ga teng koeffitsient.

Rossiya Fanlar Akademiyasining Yer fizikasi instituti shkalasi bo'yicha zilzilaning soniy tavsifi sifatida o'z tebranish davri 0,25 sek va logarifmik dekrementi 0,5 ga teng bo'lgan seysmometr SBM mayatnikini nisbiy siljish miqdori qabul qilingan.

1-bob materiallarini o'zlashtirish bo'yicha nazorat savollari

1. Zilzila sabablari va zilzila turlarini aytib bering.
2. Tektonik yorilishlar turlarini aytib bering.

3. Antiseysmik chora-tadbirlarga misollar keltiring.
4. Zilzilaning intensivligi va magnitudasi nima?
5. Qurilish maydonchalarini seysmikligi, hamda ko‘prik va tonnellarning hisobiy seysmikligi haqida ma’lumot bering.
6. Gruntning seysmik tebranishlarini son miqdori bo‘yicha baholash haqida ma’lumot bering.
7. Gipotsentr va epitsentr nima?
8. Zilzilabardosh ko‘priksozlik tarixi haqida qisqacha ma’lumot bering.
9. Seysmik shkalalarni tushuntirib bering.
10. Makrohududlashtirish va mikrohududlashtirish tushunchalariga izoh bering.
11. O‘zbekistonda qaysi olimlar zilzilabardoshlik nazariyasiga salmoqli hissa qo‘shishgan?
12. Dunyoda qaysi olimlar zilzilabardoshlik nazariyasiga salmoqli hissa qo‘shishgan?

2-BOB. KUHLI ZILZILALARDA TRANSPORT INSHOOTLARINI SHIKASTLANISHI

2.1. Kuchli zilzilalarda ko‘priklarni shikastlanishi

Talafotli zilzilalar oqibatini o‘rganish zilzilabardoshlik nazariyasiga tegishli bo‘lgan seysmik ta’sirga oid ma’lumotlarni asosiy manbalaridan biri bo‘lib xizmat qiladi.

Savodli muhandislik yechimlarni qabul qilish uchun, zilzilalar vaqtida ko‘priklardagi shikastlanishlarni tahlil qilinishi kerak. Ushbu tahlil natijasida yuk ko‘taruvchi konstruksiyalardagi zaif uzellarini aniqlash, konstruktiv antiseysmik choralarni belgilash hamda nazariy hisobiy tasavvurlarni aniqlab

olish imkoniyatlari paydo bo‘ladi. Zilzilabardosh qurilishida to‘plangan tajribadan kelib chiqib, ko‘priklarning hisobiy modellari qabul qilinadi.

Kuchli zilzila natijasida ko‘priklar shikastlanishini tahliliga bag‘ishlangan ishlarda [2, 3, 19, 20 va b.] ularni xarakteri va sur‘ati bo‘yicha xilma-xilligiga e‘tibor qaratiladi. Shikastlanishlarni keltirib chiqaruvchi asosiy omillar sifatida inshoot massasi asosining tebranishi natijasida tebranma harakatlari jarayonida vujudga keladigan *gorizontal seysmik kuchlar* deb tan olingan.

Keyingi o‘n yilliklar davomida Mexiko (1957 y.), Agadir (Marokko, 1960 y.), Skople (Yugoslaviya, 1963 y.); Niigata (Yaponiya, 1964 y.); Toshkent (O‘zbekistan, 1966 y.), Karakas (Venesuela, 1967 y.), San-Fransisko (AQSh, 1971 y.); Spitak (Armaniston, 1987 y.), Kobe (Yaponiya, 1996 y.) shaharlari, Kaliforniya shtati (AQSh, 1994 y.), Tayvan oroli (1999 y.), Xitoy (2008 y.), Gaiti oroli (2010 y.) da sodir bo‘lgan zilzilalarni keltirib o‘tish mumkin. Yaponiya, AQSh va Rossiya muhandislari tomonidan zilzilalar oqibatlarini o‘rganilib, ancha katta kuchga ega bo‘lgan yer osti silkinishlarga bardosh beradigan mustahkam bino va inshootlarni qurish usullari taklif etildi.

A.A. Gelfer, G.N. Karsivadze, A.M. Uzdin, G.S. Shestoperov va bir qator boshqa mualliflar ishlarida yetti balli zilzilalarda ko‘priklarni faqat ayrim hollardagina shikastlanishi kuzatiladi deb o‘tilgan. Bu asosan tirgak devorlarni buzilishi (asosan quruq taxlamli), ko‘priklarni yaqinlashuv yo‘llari bilan tutashmalari va h.k. ishdan chiqishidir. Ammo ko‘prik konstruksiyalari ham ayrim shikastlanishlariga duchor bo‘lishi mumkin. Masalan, 1966 y. Parkfild (Kaliforniya) da sodir bo‘lgan etti balli zilziladan so‘ng estakada tipidagi to‘sinli ko‘priklar tayanchlarining beton ustunlarida yoriqlar hamda metall ustun tayanchlaridagi ko‘ndalang bog‘lamalarda deformatsiyalanish kuzatilgan.

Sakkiz balli zilzilalarda tayanchlarda shikastlanishlar, armaturalanmagan

beton va tosh kallaklarda sinib tushgan joylari (скол) kuzatiladi. To‘qqiz balli zilzilalarda esa juda ko‘p tayanchlar shikastlanadi, qirg‘oq tayanchlar oraliqlarga qarab surilib qoladi, hamda oraliq qurilmalarni tayanchlardan qulash holatlari kuzatiladi. Oraliq qurilmalarning (tayanchlardan qulamagan bo‘lsa) ko‘taruvchanlik qobiliyati saqlanib qoladi.

Transport inshootlarining seysmik shikastlanishlari haqidagi ko‘plab ma’lumotlarni tahliliga ko‘ra ko‘prik inshootlari orasida eng ko‘p uchraydigan to‘sinli ko‘priklardagi shikastlanishlarni uch guruhga ajratish mumkin:

1) nisbatan kam shikastlangan oraliq qurilmalarni surilishi yoki tayanchlaridan qulashi;

2) ko‘priknı to‘liq yoki qisman qulashiga olib keladigan tayanch va tayanch qurilmalarni buzilishi yoki kuchli shikastlanishi;

3) eng ko‘p uchraydigan shikastlanishlardan bo‘lgan ko‘priklar tayanchlarini siljishi va cho‘kishi.

Zilzilalarga qarshi choralarni ishlab chiqishda inshootlarning ayrim turlariga xos bo‘lgan va juda ko‘p kuzatiladigan bir xildagi shikastlanishlar katta qiziqish uyg‘otadi. Aksariyat hollarda poydevorlarni shikastlanishi, hamda oraliq qurilmalarni butunlay yoki qisman qulashini keltirib chiqaruvchi tosh va beton tayanchlarni buzilishi eng o‘ziga xos shikastlanishlardan hisoblanadi.

Ko‘prik tayanchlarining zilzilalar natijasida o‘ziga xos shikastlanishlariga ularning butunligini barbod bo‘lishi, siljishlar (choklarni ochilib qolishi) va yoriqlarni paydo bo‘lishi kiradi. 2.1-2.4-rasmlarda zilzila natijasida ko‘prik tayanchlarida hosil bo‘lgan ayrim shikastlanishlar ko‘rsatilgan.

Tayanch qismlarini shikastlanishi kuchli zilzilalarda yoki impulsiv turdagi zilzilalarda kuzatiladi. 7 ballik zilzilalar ta’siri ostida qo‘zg‘aluvchan tayanch qismlarining konstruksiyasi juda ishonchli tarzda ishlaydi.

Qo'zg'almas tayanch qismlar shikastlanganida, anker boltlari sinib ketadi, ular cho'zilib va qiyshayib qoladi, boltlar atrofida betonda yoriqlar paydo bo'ladi. Shuning uchun beton uchastkalari anker boltlari yaqinidagi joylarda tayanch kallaklari armaturalanishi shart. Tajriba shuni ko'rsatdiki, anker boltlarini hisoblashda seysmik yuklanish koeffitsienti qiymati oraliq qurilmalarga nisbatan kattaroq olinishi lozim [20].



2.1-rasm. 1987 y. Spitak zilzilasi natijasida ko'priklarining tayanchlarining shikastlanishi



2.2-rasm. 1999 y. Tayvan zilzilasi natijasida tayanchlarining shikastlanishi



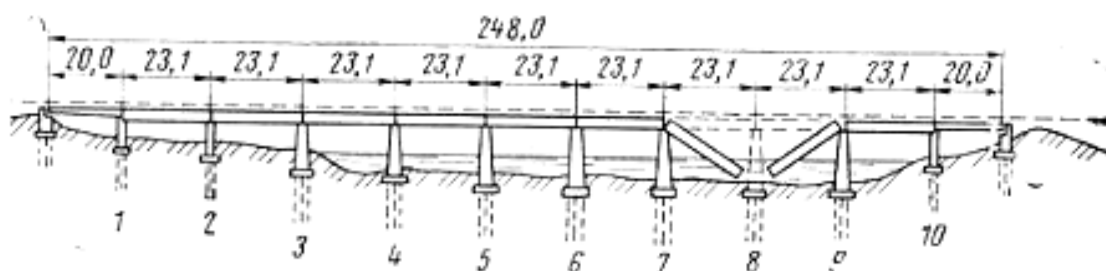
2.3-rasm. 1995 y. Kobo zilzilasi natijasida ko‘prik tayanchlarining shikastlanishi



2.4-rasm. Venchuan viloyatidagi zilzila (Xitoy, 2008 y.) natijasida ko‘prik tayanchlari konstruksiyasini buzilishi va shikastlanishi

Seysmik ta’sirlar natijasida **oraliq qurilmalarni tayanchlardan qulashi** ko‘priklarning eng ko‘p uchraydigan shikastlanishlaridan biridir. Buning sababi ko‘prikn bo‘ylama tebranishlari natijasida tayanchlarni o‘zaro siljishida. Oraliq qurilmalarni tayanch maydonchalarida siljishi va ularni qulashi ko‘prik bo‘ylama yo‘nalishida ham, ko‘ndalang yo‘nalishda ham sodir bo‘lishi mumkin. Odatda ko‘prik bo‘ylama yo‘nalishida qirqilgan oraliq qurilmalarning bir uchi qulaydi. T.M. Azaev, I.O. Kuznetsova va A.M. Uzdinlarning [4] ishlarida oraliq qurilmalarni tayanchlardan qulash masalasi ko‘rilgan. Bunday buzilishlarga ko‘plab misollar keltirish mumkin. 2.5-rasmda Yaponiyada 1948 y. Kudzuryu daryosi ustidagi ko‘p oraliqli to‘sinli

ko‘prikning buzilishi ko‘rsatilgan. Zilzila vaqtida ikkita oraliq qurilma tayanchlardan chiqib ketib ularning orasiga qulagan.



2.5-rasm. Kudzuryu daryosi ustidan o‘tgan ko‘prikni buzilishi (Yaponiya, 1948 y.)

2.6-rasmda Niigatadagi (Yaponiya, 1964 y.) 9-10 balli zilzila vaqtida Shova-Ogashi ko‘prigini buzilish sxemasi keltirilgan. Ko‘prik bir qator bo‘yicha joylashgan qoziqoyoqli tayanchlar, ikki tavrli po‘lat to‘sinli harakat qismi temir beton plitali kesma oraliq qurilmalardan iborat bo‘lgan. O‘rtadagi oraliq qurilma ushlab turuvchi tayanchlarni buzilishi natijasida butunlay qulagan, unga tutashgan oraliq qurilmalar esa erkin uchlari tomonidan ko‘prik uzunasi bo‘ylab tushib ketgan [2]. AQSh (Alyaska, 1964 y.) va Yaponiyadagi (Fukuy, 1948 y.) zilzilalar vaqtida ko‘priklarni shikastlanishi natijasida temir yo‘llar ishi deyarli bir oyga to‘xtab qolgan [2].

Oraliq qurilmalarni tayanchlardan tushib ketish hollari kuchli zilzilalarda ko‘plab uchraydi. Bunaqa shikastlanishlar deyarli barcha kuchli zilzilalar jarayonida kuzatiladi. 2.7-rasmda 1964 yili Alyaskadagi 10 balli zilzila natijasida shikastlangan avtomobil harakati tagidan o‘tadigan katta ko‘prikning umumiy ko‘rinishi keltirilgan. 120 metr uzunlikdagi po‘latdan yasalgan qirg‘oq oraliq qurilmasi bir uchi tushib ketib, oraliq tayanch tanasining tosh termasi va bosh qismini shikastlagan [2].

Yaqin orada bo‘lib o‘tgan eng vayronali zilzilalar qatorida ko‘priklarning oraliq qurilmalari qulagan Kobadagi (Yaponiya, 1996 y.) va Tayvandagi (1999 y.) zilzilalarni keltirish mumkin (2.8-2.10-rasmlar).



2.6-rasm. Shova-Ogashi (Niigata, 1964 y.) ko 'prigini buzilishi



*2.7-rasm. Kopper daryosi o 'stidagi ko 'prik oraliq qurilmasini qulashi
(Alyaska, 1964 y.)*



2.8-rasm. Kobadagi (Yaponiya, 1996 y.) zilzila vaqtida avtomobil yo'llari ko'prigining oraliq qurilmalarini qulashi



2.9-rasm. Kobadagi (Yaponiya, 1996 y.) transport inshootlari tutashmasi oraliq qurilmalarini qulashi

Ko'prik tayanchlari ko'proq **cho'kish va siljish** kabi shikastlanishlarga chalinadi. Poydevor ostidagi grunt ma'lum darajada yumshoq bo'lganda, bunday shikastlanishga birinchi navbatda e'tibor qaratish zarur. Ko'prik har bir tayanchini cho'kish yoki siljish miqdori daryo o'zanining turli joylarida turlicha bo'lishi mumkin. Shuning uchun har bir joyda gruntlarning o'ziga xos xususiyatlarini e'tiborga olish kerak. Hatto bir qismi qattiq zaminda,

ikkinchi qismi esa yumshoq zaminda turgan yakka tayanch bo'lganda ham inshoot anchagina og'ishiga olib keladigan notekis cho'kishga chalinishi mumkin. Misol tariqasida 2.10-rasmda zilzila vaqtida yirik ko'priklarning oraliq qurilmalarini qulashi va tayanchlarini shikastlanishi ko'rsatilgan.

Ko'prik tayanchlarining katta miqdorda cho'kishi va siljishiga ko'pincha zilzila vaqtida daryo o'zanida gruntlarni suyulishi sabab bo'ladi. Gruntlar surilishining oqibatlariga yaqqol misol bo'lib, Banyu avtomobil ko'prigining Kant shahrida o'tgan zilzila vaqtida (1969 y.) shikastlanishi, Shova-Ogashi ko'prigining Niigata shahridagi zilzila vaqtida (1964 y.) shikastlanishi [2], hamda 1960 yil may oyida Janubiy Amerikaning Tinch okeani qirg'oqlari (Chili) da bir nechta kuchli va ko'plab kuchsiz zilzilalar bo'lib o'tgan.



2.10-rasm. Tayvandagi zilzila oqibatlari (1999 y.)

Tayanchlarning ko'prikka ko'ndalang yo'nalishda tayanchlar kengligi katta bo'lgani bois oraliq qurilmalarni bu yo'nalish bo'yicha qulashi kamroq kuzatiladi. Oraliq qurilmalarni ko'prik o'qiga ko'ndalang yo'nalishda tushib ketganda, odatda ular ag'darilib tushadi. Bu ayniqsa ko'prik fermalariga xos.

Fukuyadagi 1948 y. sodir bo‘lgan zilzilada (Yaponiya, 9-10 ball) ketma-ket uch marta siljish natijasida uzunligi 14 m va kengligi 5 m temirbeton oraliq qurilma yonlamasiga qulagan. U tayanchlarga mahkamlab qo‘yilmagan edi.

Ko‘priklar shikastlanishlarini tahlili shuni ko‘rsatadiki, oraliq qurilmalar qulashi 9 balldan ziyod zilzilalar natijasida sodir bo‘ladi.

Tosh kallaklarini buzilishi eski konstruktiv shakllardan foydalanilgan eski ko‘priklarga juda xos bo‘ladi. Bunday buzilishlar Buynoq (1975 y.) va Spitak (1986 y.) zilzilalari vaqtida ko‘plab sodir bo‘lgan. Eksploatatsiyadagi ko‘priklarda toshli tayanchlarning eski kallaklarini kuchaytirish zarur. Hozirgi vaqtda tayanchlarni qurish uchun plastik materiallar (po‘lat, temirbeton) dan foydalaniladi, ko‘prik tayanchlari borgan sari egiluvchan, oraliqlari uzunroq bo‘lmoqda, bu esa, afsuski, kuchli zilzilalar vaqtida turli xil buzilish va shikastlanishlarni mustasno etmaydi. 2.11-rasmda tayanch kallaklari bo‘laklarini sinib tushib ketishiga misollar keltirilgan.



2.11-rasm. Tayanch kallaklari bo‘laklarini sinib tushib ketishiga misollar

To‘sinli oraliq qurilmalarning shikastlanishiga yana bir sabab tayanchlarni bir-biriga nisbatan siljishi hamda asoslarning qoldiq deformatsiyalari natijasida vujudga keladigan qo‘shimcha kuchlanishlar bo‘lishi mumkin. Qirg‘oq tayanchlarini tez-tez kuzatib turiladigan oraliq tomoniga siljishi oraliq qurilmalarning bo‘ylama elementlarida siquv

kuchlanishlarini keltirib chiqaradi. Bunday shikastlanishlarga ko‘plab misollar keltirish mumkin. Shularning natijasida metall oraliq qurilmalari bosh fermalarining gorizontal bog‘lami diagonallari va belbog‘larini shikastlanishi 1929 y. Yangi Zelandiya va 1958 y. Chilidagi zilzilalarda, temirbeton oraliq qurilmalarning bosh to‘sinlarining tayanch qismlarini shikastlanishi esa 1954 y. Chilidagi va 1948 y. Ashxobodagi zilzilalarda kuzatilgan edi [20].

Ko‘priklarning seysmik tebranishlarini asosiy xususiyati ularning davomiyligida. L.N. Dmitrovskaya tomonidan bajarilgan ishda [5] uzun, ko‘p tayanchli inshootlar shikastlanishlari tahlili amalga oshirilgan va shikastlanishlarning o‘ziga xos tomonlari aniqlangan.

Shikastlanishlar tahlili tayanch va tayanch qismlarining zilzilabardoshligini ta‘minlanishiga diqqat bilan yondashishni tavsiya etadi. Ular batafsil hisoblab chiqilishi zarur. Tayanchlar kallagi armaturalanishi hamda oraliq qurilmalarni qulashi va ag‘darilishiga qarshi stoporli qurilmalar bilan ta‘minlanishi darkor. Tayanch qismlarining harakati seysmik tebranishlar jarayonida tayanchlarni bir-biriga nisbatan sodir bo‘lishi mumkin bo‘lgan siljishlarini ta‘minlab berishi lozim. Ramali, arkali va osma ko‘priklar, hamda ramali-konsolli va arkali-konsolli tizimlari seysmik tebranishlarining qo‘shimcha tadqiqotlari amalga oshirilishi darkor.

Hozirgi vaqtga kelib A.M. Uzdin, G.N. Karsivadze, Sh. Okamoto, G.S. Shestoperov [2, 6, 19, 20] va boshqa olimlar tomonidan kuchli zilzilalarda ko‘priklarning shikastlanishlari batafsil o‘rganib chiqilgan va ko‘priklarni seysmik tebranishlarining asosiy xususiyatlari aniqlangan.

Bunday xususiyatlariga quyidagilar kiradi:

- inshoot uzunligining kattaligi;
- oraliq qurilmalarning o‘zaro va tayanchlarga bo‘lgan ta‘sirining nochiq‘iy xususiyatga egaligi;

– turar–joy binolariga nisbatan farqli bo‘ladigan vaqtincha harakatlanuvchi yuklanishning mavjudligi, zamin bilan o‘zaro ta’sirning xususiyatlari (poydevor maydonining kichikligi bilan etagi bo‘ylab tushadigan katta bosimlar) va b.

Ko‘pchilik tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, ko‘priklarning tayanch qismlari tayanchlarda oraliq qurilmalarni deyarli siqib qo‘ymaydi. Shuning uchun, ko‘priklarni ko‘ndalang tebranishlari uchun hisoblash sxemasi sifatida tayanchlarga sharnirlar orqali tayanadigan ko‘p oraliqli rama qo‘llaniladi.

Odatda, inshootni tayanish usuli uni loyihalash jarayonida belgilanadi. Bu sohada bilimlarni yetishmasligi keyinchalik inshootning shikastlanishiga sabab bo‘lishi mumkin. Inshootlarni noto‘g‘ri tayanishi bilan bog‘liq bo‘lgan shikastlanishlarini bartaraf etish har yili katta miqdorda sarf–xarajatlarni talab etadi.

Ammo ramali, arkali va osma ko‘priklar, hamda rama-konsolli va arka-konsolli tizimlarning seysmik tebranishlari juda kam o‘rganilgan. Ramali ko‘priklar, yo‘l o‘tkazgichlar hamda kichik va o‘rtacha oraliqli estakadalar uzunasiga odatda deformatsiya choklari bilan 40-50 m li qismlarga ajratiladi. Shuning uchun tayanchlari asosini tebranishlari sinxron emasligining ahamiyati deyarli yo‘q, va bo‘ylama seysmik kuchlarni aniqlashda to‘sinli ko‘priklar uchun qo‘llaniladigan uslubdan ham foydalanish mumkin. Bunda qator hollarda tayanchlar asosi tebranishlarining nosinxronligi uchun qo‘shimcha kuchlarni hisobga olish kerak [19].

Jahon tajribasi hujjatlarda berilgan ko‘priklarni antiseysmik kuchaytirishga hisoblash usullari ularni zilzilabardoshligi, chidamliligi ko‘rsatadiki, ko‘priklarni zilzilabardoshligi borasidagi ko‘pchilik muammoli masalalar hozirgi kungacha ham o‘z yechimini topmagan. Me’yoriy va ishonchliligini to‘liq ta’minlab bera olmaydi.

2.2. Zilzilalar natijasida to'kilmalar ostidagi quvurlar, tonnellar va tirkama devorlarini o'ziga xos shikastlanishlari

Zilzila natijasida to'kilma ostidagi beton va tosh quvurlarda uzilishning ko'ndalang yoriqlari, devor va shiplari tutashgan joylarida yoriqlari paydo bo'ladi, kallaklari (оголовок) buziladi.

Tirkama devorlar eng zaif sun'iy inshootlardan hisoblanadi. Ularining ayrim ko'rinishdagi shikastlanishlari 7 balli zilzilalarda paydo bo'ladi. Tirkama devorlarini o'ziga xos shikastlanishlariga chok bo'yicha siljish, yuqori qismi ag'darilgan holda chokni ochilib ketishi, umuman devorlarni siljishi va ag'darilishi kiradi. Bundan kuchliroq zilzilalarda tirkama devorlarining ko'p qismi shikastlanadi va buziladi. Tirkama devorlarini buzilishiga olib kelmagan bironta ham kuchli zilzila yo'q.

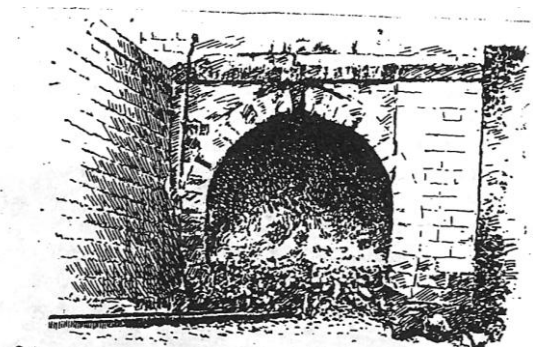
Temir yo'l tonnellarini ko'p miqdordagi shikastlanishlari bir qator kuchli zilzilalarda kuzatilgan (San-Fransisko, 1906 y.; Yaponiya, 1923 y.; Janubiy Kaliforniya, 1952 y. va b.)

Ko'p hollarda shikastlanishlar inersiya kuchlarini, tog' bosimlarni ko'tarilishini, noturg'un grunt massalari siljishini va boshqa ikkilamchi hodisalarni keltirib chiqaruvchi yerning yuqori qatlamlarini seysmik tebranishlari natijasida hosil bo'ladi. Bunday shikastlanishlar chuqur joylashmagan tonnellariga ko'proq xosdir; ular asosan yer yuzasiga yaqin joylashgan uchastkalarda, ko'proq yumshoq gruntlarda paydo bo'ladi. Shikastlanishlarni kam uchraydigan sabablaridan biri – bu tunnelni kesib o'tadigan gruntning tektonik buzilish-uzilishlaridir (нарушения-сбросы). Bunday hollarda shikastlanishlar ham katta chuqurlikda, ham yuzaroqda joylashgan zich gruntlarda ham kuzatilishi mumkin.

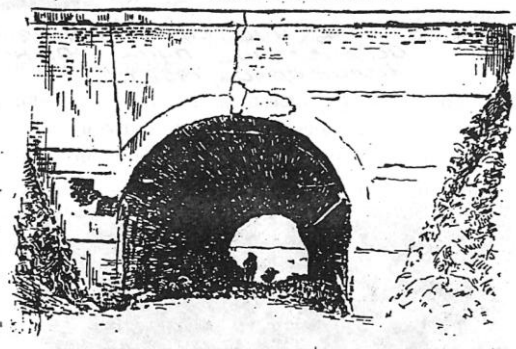
Tonnellarda eng zaif joylari – bu portallar, portal oldi uchastkalar va kirish oldi xandaqlar (траншеялар). Deyarli barcha tonnellarida portallarning

turli xil shikastlanishlari kuzatilgan.

1923 yili Yaponiyadagi zilzila natijasida portallarning paydo bo'lgan shunga o'xshash deformatsiyalari 2.12-rasmda (temir yo'l tonneli) va 2.13-rasmda (avtomobil tonneli) ko'rsatilgan.

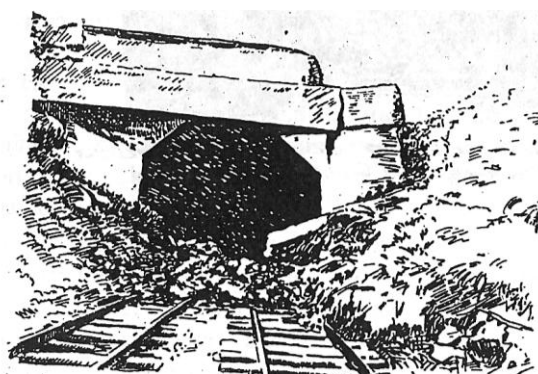


2.12–rasm. Tonnelning tosh portalini shikastlanishi (Yaponiya, 1923 y.)



2.13–rasm. Tonnel toshli portalining shikastlanishi (Yaponiya, 1923 y.)

Ramali konstruksiyali temir beton portalidagi buzilishlar (Yaponiya, 1923 y.) 2.14-rasmda ko'rsatilgan.



2.14–rasm. Tonnelning temirbeton portalini shikastlanishi (Yaponiya, 1923 y.)

Buzilishlar sodir bo'lgan vaqtda portal xali qurib bitirilmagan edi. Portal usti qiyaliklarini o'pirilishi portallar deformatsiyasini yanada oshiradi. Tonnelarning kirish oldi xandaqlari qiyaliklarni hamda ularni ushlab turgan tirkama devorlarni o'pirilishi natijasida shikastlanadi. Katta hajmdagi grunt

massalari tunnelga kirish joyini toʻsib qoʻyadi.

Oʻta chuqur boʻlmagan tonnellarda nafaqat portal oldi, balki ichkaridagi uchastkalarga ham ziyon yetadi. Tunnel ustidagi togʻ jinslari qatlami qancha yupqa boʻlsa, odatda shikastlanishlar hajmi shuncha katta boʻladi. Ayniqsa yumshoq, siljuvchan yoki suvga toʻyingan gruntlarda joylashgan tonnellarda, hamda qiya yonbagʻirlarni kesib oʻtadigan tonnellarda shikastlanishlar koʻproq boʻladi.

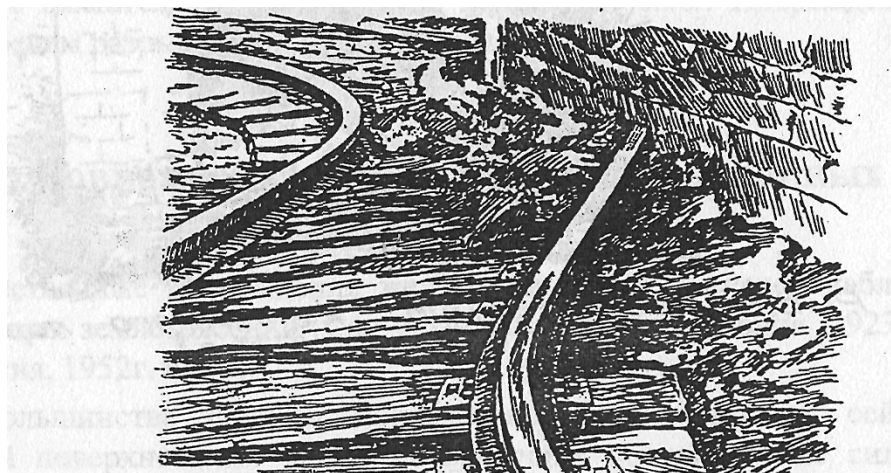
Ichkaridagi uchastkalarda shikastlanishlar quyidagi koʻrinishda boʻladi: alohida zvenolarni siljishi, koʻndalang kesimini deformatsiyasi, uzilish va yoriqlarni paydo boʻlishi, shipni oʻpirilib tushishi yoki gruntlar uyumlari hosil boʻlish bilan bogʻliq obdelkani butunlay buzilib ketishi.

Bu hodisalar seysmik taʼsir sharoitida togʻ bosimini ortishi yoki jami grunt qatlamlarini surilishi (masalan, qiyaliklarda) natijasida kelib chiqadi. 1952 yili Janubiy Kaliforniyada (AQSh) boʻlib oʻtgan zilzila vaqtida №3-temir yoʻl tunnelida surilishga doir ajib bir misol kuzatilgan (2.15-rasm). Relslar gorizontal yoʻnalish boʻyicha qattiq egilib surilgan va obdelka devori tagiga kirib ketgan. Bunday holat tunnel boʻylab uzilish yuzasidan kelib chiqqan (uzilish tunnel ichi ochilgandan soʻng topilgan) devorlarni temir yoʻl polotnosiga nisbatan ikki marotaba siljishi (oldiga va orqaga harakatlanishi) natijasida deformatsiyalanishidan hosil boʻlgan.

Yaponiyadagi 1923 y. sodir boʻlgan zilzila vaqtida Xakone №3 tunnelida obdelkaning chap devori bir tomonga ogʻib qolgan va tirqish toraygan. Bu holat Xokone №7 tunnelida ham kuzatilgan, Kekokaniyame tunnelida esa, aksincha, portal qismidagi tirqishni kengayishi kuzatilgan.

Obdelkadagi yoriqlar gorizontal, vertikal va qiya boʻlishi mumkin. Tunnelning toʻliq kesimini kesib oʻtuvchi vertikal (tunnelning boʻylama oʻqiga perpendikulyar) yoriqlar gorizontal choʻzish kuchlari taʼsirida obdelkani surilish (kesilish) yoki uzilish koʻrinishida boʻladi. Goho

perpendikulyar yoriqlar faqat shipni kesib o'tadi, tunnel bo'ylab cho'zilgan gorizontal bo'ylama yoriqlar ko'proq shiplarda joylashadi. Tunnel obdelkalaridagi siljishlar 30-45sm gacha boradi.

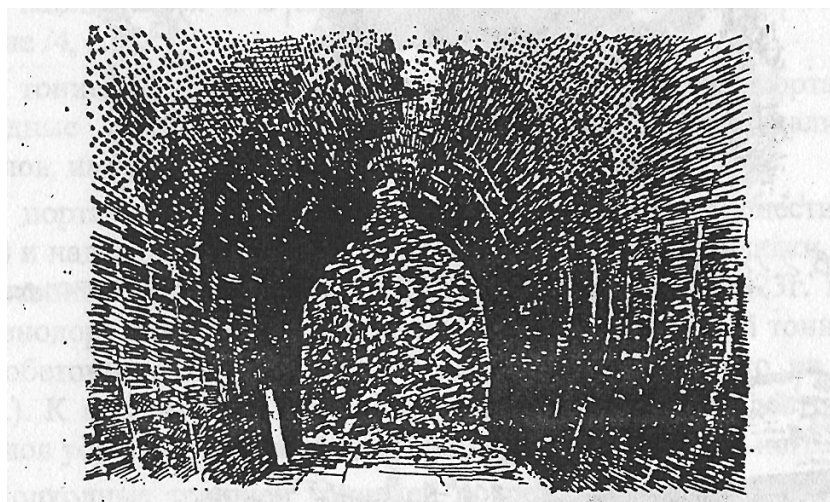


2.15–rasm. Tunnel devorlarini siljishi va temir yo'l izini qiyshayishii (Janubiy Kaliforniya, 1952 y.)

Obdelka shipini o'pirilib tushishi eng katta shikastlanish hisoblanadi. 22...24m chuqurlikda joylashgan Kekokaniyame tunnelida (Yaponiya, 1923 y.) portaldan 7,5m ichkarida sement qorishma bilan mahkamlangan silliqlangan toshdan iborat gumbaz o'pirilib tushgan. 9...25m chuqurlikda suv bilan to'yingan gruntida joylashgan tonnelda 60m masofada ship tushib ketgan. Shipning qalinligi 45...67sm teng bo'lib, obdelka sement qorishmada mahkamlangan g'isht termasidan iborat edi. O'pirilishlar boshqa tonnelerde ham kuzatilgan. Yumshoq gruntida 9m chuqurlikda joylashgan Namuya tunnelida shikastlanishlar ko'proq tepaliklar orasidagi egarsimon joylarda kuzatiladi. Tunnel shipi o'pirilgan joyi tuproq uyumlari bilan 2.16-rasmda ko'rsatilgan. Shunga o'xshash shikastlanishlar boshqa temir yo'l tonnelerde ham kuzatiladi. Ko'pchiligida shiplar tushib ketib, tuproq uyumlari hosil bo'ladi; shiplar o'pirilgan joylarda yer yuzida chuqurliklar paydo bo'ladi. Shikastlangan tonnelerde ustidagi gruntida chuqur va keng yoriqlar hosil

bo‘lgan. Eng og‘ir hollarda shipning o‘pirilishi bilan birga tirab turuvchi devorlar va butun obdelka ham buzilib ketadi.

Afsuski, yig‘ma obdelkali tonnillardagi holat haqida deyarli ma’lumotlar yo‘q. Bunga misol sifatida 1958 y. zilzilasida shikastlangan Chilidagi gidrotexnik tonnelni keltirish mumkin. Tunnel bo‘sh gruntlarda joylashgan bo‘lib, devorlari beton bloklardan, shipi esa tavr kesimli temirbeton to‘sinlardan iborat edi. Zilzila jarayonida tog‘ bosimini ortishi tonnelni gruntdan bo‘rtib chiqishiga va devorlarni buzilishiga olib kelgan.



2.16–rasm. Shipni o‘pirilishi va tonnelni ko‘milib ketishi (Yaponiya, 1923 y.)

Zich mustahkam gruntlarda seysmik ta’sirlar natijasida shikastlanishlar kamroq bo‘lishi kerak. Tonnelni chuqur joylashishi ham qulay omillardan hisoblanadi, chunki chuqurlik oshgan sari seysmik tebranishlar intensivligi kamayib boradi.

1923 yili bo‘lib o‘tgan Yaponiyadagi zilziladan so‘ng ko‘plab shikastlangan tosh va beton quvurlar bo‘lgan (umumiy sonidan 30% gacha). Shikastlanishlar devor va shiplar tutashgan joylardagi yoriqlar, uzilish joylaridagi ko‘ndalang yoriqlar, ship va devorlarni butunlay buzilishi, bosh qismlarini buzilishi ko‘rinishida bo‘ladi.

Temirbeton bilan yopilgan to‘g‘ri burchakli quvurlar plitalar yetarli

darajada devorlari bilan biriktirilmagani tufayli qattiq shikastlangan. Temirbetonli yumaloq yoki to'rtburchakli quvurlar kam shikastlangan. Quvurlarni shikastlanishida seysmik ta'sir natijasida grunt bosimini ortishi, hamda yer polotnosining umumiy deformatsiyasining ahamiyati katta.

Tirkama devorlari shikastlanishining asosiy sabablari – bu ularning o'z og'irligidan kelib chiqadigan inersiya kuchi va orqa qirrasiga grunt bosimini kuchayishi. Ushbu omillarning ikkalasi ham devorni butunlay yoki alohida qismlarini siljishiga va ag'darilishiga olib keladi. Oraliq choklar bo'yicha siljishlar osonlikcha butunlay buzilib ketadigan quruq termali devorlarga xosdir. Qorishma bilan qurilgan devorlarda siljishlar asosan ish choklari bo'ylab yoki kesimlar keskin o'zgargan joylarda hosil bo'ladi. Devorlarni gruntga sirpanishiga odatda fundamentni yuza qirrasiga gruntning qarshiligini kamayishi sabab bo'ladi. Murakkabroq hollarda tirab turuvchi devorlarni o'pirilishi butun qiyalama uchastkaning yoki tirab turuvchi yonbag'irlarning mustahkamligi yo'qolishi natijasida ro'y beradi.

2.3. Sun'iy inshootlarni seysmik shikastlanish sabablari

Seysmik shikastlanishlarning eng muhim sabablariga quyidagilar kiradi:

1. Zamin gruntlari tebranishi natijasida kelib chiqadigan inshoot massalarini tebranma harakatlaridan hosil bo'luvchi gorizonta seysmik kuchlar. Bu kuchlar inshootlarda seysmik kuchlanishlarni keltirib chiqaradi va ko'p hollarda ularni shikastlanishini asosiy sababi bo'ladi. Ko'priklarning oraliq qurilmalarini siljishi va tayanchlardan tushib ketishi, oraliq tayanchlarni qulashi yoki siljib (kesilib) ketishi gorizonta seysmik kuchlar ta'sirining natijasidir;

2. Gruntning seysmik tebranishlarini vertikal tashkil etuvchisi tomonidan yuzaga keltiriladigan vertikal seysmik kuchlar. Bu kuchlar odatda asosiy

yuklanishlar kuchiga nisbatan kichik bo‘lib, shikastlanishga kamdan-kam sabab bo‘la oladi. Ammo ular ishqalanish kuchlarining foydali samarasini kamaytiradi, butun inshootni yoki uni alohida qismlarini turg‘unlik zahirasini qisqartiradi va buning natijasida gorizontal seysmik yuklanishlardan hosil bo‘ladigan shikastlanishlarni ortishiga yo‘l qo‘yadi.

Gorizontal va vertikal yo‘nalgan seysmik kuchlar – bu vaqt bo‘yicha qiymati va kattaligi murakkab qonunlarga asosan o‘zgaruvchi aniq dinamik yuklanishdir;

3. Tirkama devorlar va ustunlarga gruntning seysmik gorizontal bosimini inshootlardagi qo‘shimcha seysmik kuchlanishlar keltirib chiqaradi. Ularning ko‘priklar ustunlari va tirkama devorlarini shikastlanishidagi roli hal etuvchidir;

4. Zilzila sharoitida tonnellar obdelkasiga tog‘ bosimini ortishi;

5. Ko‘priklarni oraliq tayanchlariga suvning seysmik (gidrodinamik) bosimi;

6. Zilzila vaqtida ayrim gruntlarning ko‘tarish qobiliyatini pasayishi.

Seysmik tebranishlar jarayonida suv bilan to‘yingan bo‘sh gruntlar suyulib yumshaydi va oquvchan holatga o‘tadi. Bunday hodisalar ko‘plab qator zilzilalar vaqtida kuzatilgan.

1964 y. Niigata (Yaponiya) zilzilasi natijasida yer yuzidagi qum “vulqonlari” ni o‘zgarishi bilan birga ro‘y beradigan suv bilan to‘yingan mayda qumlarni zichligi va qo‘zg‘aluvchanligini o‘zgarishi binolarni juda katta miqdorda cho‘kishiga olib kelgan.

Keltirilgan hodisalar tabiiy asosdagi yoki osma qoziqlarda o‘rnatilgan tayanchlarning yon qirralarida gruntlarning ko‘taruvchanlik qobiliyatini pasayishi gorizontal seysmik kuchlarni ta’siri ostida ularni gorizontal siljishi va og‘ishini osonlashtiradi;

7. Zilzila jarayonida gruntlarda qoldiq deformatsiyalarni rivojlanishi.

Bularga zilzila natijasida kelib chiqadigan qiyalama va mustahkam bo'lmagan yonbag'irlarda surilish va o'pirilishlar, suv bilan to'yingan massivlarni oqib tushishi va yoyilishi, grunt qatlamlarini chuqurliklardagi surilishlari va h.k. lar kabi ikkilamchi hodisalar kiradi.

Bunday hodisalar ko'plab 9 balli va undan ortiq zilzilalarda, hamda 1964 yili Alyaskada bo'lib o'tgan zilzila vaqtida kuzatilgan. Ular qiyalama uchastkalarda qurilgan tonnellarning tirkama devorlarini buzilishiga sabab bo'lishi, ko'priklar tayanchlarini ko'tarilib ketishiga ham olib kelishi mumkin.

Ko'priklarga xos bo'lgan deformatsiyalarga grunt massalarini daryo tomoniga surilishi kiradi. Bunda ustunlarni tayanchlar oralig'i tomoniga sirpanib, oraliqlar va ko'priklar umumiy uzunligi qisqaradi.

Shunga o'xshash shikastlanishlar 1964 y. Alyaskada bo'lib o'tgan zilzila vaqtida ko'plab kuzatilgan. Tayanchlar oralig'i 51sm gacha qisqarib ketgan. Daryo oqimiga burchak ostida joylashgan ko'priklarda grunt massalarini bu oqimga perpendikulyar siljishi ko'priklar umumiy uzunligi qisqaradi.

8. Zilzilalar jarayonida tektonik hodisalar.

Zilzila jarayonida tektonik buzilishlar tekisliklari bo'ylab harakatlanishlar o'n va undan ortiq metr gacha boradigan o'pirilish va siljishlarni keltirib chiqaradi. Bunday hodisalar ko'priklar va tonnellarni, shu jumladan chuqur joylashganlarni ham shikastlanishiga olib keladi. Aniqki, bunday shikastlanishlarni ko'payishida inshootning qarshiligini deyarli ahamiyati yo'q. Ko'p hollarda inshootlar shikastlanishi yuqorida ko'rsatilgan sabablarning birgalikdagi ta'siri natijasidir.

2-bob materiallarini o'zlashtirish bo'yicha nazorat savollari

1. Zilzila sabablarini aytib bering.

2. Kuchli zilzilalarda ko‘priklarni shikastlanishiga misollar keltiring.
3. Sun‘iy inshootlarni seysmik shikastlanish sabablarini tushuntiring.
4. Zilzilalar natijasida to‘kilmalar ostidagi quvurlarning o‘ziga xos shikastlanishlariga misollar keltiring.
5. Zilzilalar natijasida tonnellar va tirkama devorlarini o‘ziga xos shikastlanishlari sabablarini tushuntiring.
6. Dunyoda qaysi olimlar kuchli zilzilalarda ko‘priklarni shikastlanish nazariyasiga hissa qo‘shishgan?
7. To‘sinli ko‘priklardagi shikastlanishlarni nechta guruhga ajratiladi?
8. Zilzilalar oqibatida ko‘prik tayanchlari va poydevorlarining xarakterli shikastlanishlari.
9. Poydevorlarning cho‘kishi va siljishi qaysi omillar bo‘yicha sodir bo‘ladi?
10. Ankerli boltlar va kallaklarning shikastlanishi.

3-BOB. SEYSMIK HUDUDLARDA KO‘PRIKLARNI HISOBLASH VA LOYIHALASH USULLARI RIVOJLANISHINI TAHLILI

Transport inshootlarini, xususan ko‘priklarni zilzilabardoshlikka hisoblash usullarini takomillashtirish masalalari seysmik hududlarda qurilish ishlarini keng rivojlanishi sababli hozirgi davrda muhim masalalardan biriga aylanmoqda.

Seysmik ta’sirlarga ko‘priklarni hisoblash usullariga K.S. Zavriyev, A.A. Amosov, O.N. Eliseyev, A.M. Uzdin, I.O. Kuznetsovalarning ishlari bag‘ishlangan.

Adabiyotlarda inshootlarni seysmik ta’sirlarga me’yoriy hisoblash usullarini turlicha talqini keltiriladi.

Bino va transport inshootlarini zilzilabardoshlik nazariyasi rivojlanish

davrini 4 ta bosqichga ajratish mumkin:

– birinchi bosqich – XX asrning 1900 yilidan 20-yillarning o‘rtalarigacha bo‘lgan davr – statik usul, uni asoslash va inshootlarning zilzilabardoshligini hisobiy baholanishini amalga oshirish;

– ikkinchi bosqich o‘tgan asrning 20-yillarining o‘rtalaridan 50-yillarning o‘rtalarigacha davom etgan va inshootlarni chizg‘iy-spektral hioblash usuli (ChSHU) ni paydo bo‘lishi va rivojlanishi bilan bog‘liq bo‘lgan.

Uchinchi bosqichga dunyoning ko‘pchilik davlatlarida ChSH ni keng qo‘llanilishi hamda hisoblashlarning dinamik va statik usullarini keng rivojlanishi xos. Bu bosqich o‘tgan asrning 50-yillari o‘rtasidan 70-yillari o‘rtasigacha davom etgan

To‘rtinchi (hozirgi zamon) bosqichi zilzilabardoshlikni hisoblash usullarini o‘z ichiga qamraydi. Bu bosqich, bir tomondan, chegaraviy holatlarni hisoblash usullarini rivojlanishi va zilzilabardosh inshootlarni ko‘p pog‘onali (многoурoвневый) loyihalashga o‘tish bilan, ikkinchi tomondan esa tezkor hisoblash texnikasidan foydalangan holda hisoblashning nochizg‘iy usullarini rivojlanishi bilan bog‘liq bo‘ladi.

Ko‘priklarni zilzilabardoshligi nazariyasining vujudga kelishi XIX asrning oxirlari va XX asrning boshlariga to‘g‘ri keladi. Bu 1891 yili Mino-Ovari shahrida (Yaponiya) sodir bo‘lgan halokatli zilzila natijalarini o‘rganish jarayonida birinchi bor yapon olimlari tomonidan zilzila vaqtida inshootlarga ta’sir etuvchi seysmik kuchlarni aniqlash masalasini qo‘yish imkonini bergan gruntning maksimal seysmik tezlanishlari haqida ma’lumotlar olingan.

XIX asr oxirida Yaponiyada bir nechta halokatli zilzilalar bo‘lib o‘tgan: 1891 yil markaziy Yaponiyadagi Nobi shahri va 1894 yil Tokio yaqinida, bunda shahar katta talafotga uchragan edi.

Bir qancha vaqt davomida konstruksiyalar zilzilabardoshligini oshiradigan mustahkam ulkan ko‘prik tayanchlari qurilgan. Shu maqsadda 1906 yil yapon olimi Omori gorizontal garmonik tebranishlarga duchor bo‘ladigan platformada joylashgan g‘ishtli ustunchalarda hosil bo‘luvchi seysmik kuchlarni aniqlash maqsadida qator tajribalar o‘tkazdi. Omori nazariyasiga ko‘ra seysmik kuchlarning eng katta miqdori 1-bobda keltirilgan.

Zilzilalar natijalarini kuzatishdan zilzilabardosh qurilish me‘yorlari ishlab chiqilishi kerak degan xulosaga kelindi. Ushbu me‘yorlarda asosiy o‘rinni tezlanish omili egallashi kerakdir.

XX asrdagi 20-yillarining boshida yapon olimlari Omori va Sano birinchi bo‘lib inshootlar hisoblashlarini statik nazariyasini taklif etdilar. Bu nazariyaga ko‘ra seysmik kuch quyidagicha aniqlanadi:

$$S = MA = QA / g = QK_c, \quad (3.1)$$

bunda M – seysmik kuch ta’sir ko‘rsatadigan inshoot massasi; A – zilzila kuchining tezlanishi; Q – vazn; g – erkin tushish tezlanishi; K_c – seysmiklik koeffitsienti; 9 ball seysmiklikka ega hududlar uchun 1/10, 8 balli hududlar uchun - 1/20, 7 balliklar uchun -1/40 ga teng.

Seysmiklik koeffitsienti K_c ni hisoblash natijalari hamda ularni zilzila vaqtida buzilgan va butun qolgan inshootlarni o‘rganish natijalari bilan solishtirish asosida ishlab chiqilgan.

3.1. Statik nazariya

Omori va Sanolarning nazariyasiga ko‘ra zilzila vaqtida inshootning har bir qismiga ularning asoslariga to‘g‘ri keladigan tezlanishni uzatilishi nazarda

tutiladi, ya'ni bunda konstruksiyaning erkin tebranishlari hamda uning deformatsiyalari hisobga olinmaydi. Inshootlarni zilzilabardoshlikka hisoblashning statik usuli eng sodda hisoblanadi.

Zilzilabardoshlikka hisoblashning statik usuli – bu tanlangan masshtab va o'zgarmas tezlanish yo'nalishiga ko'ra ob'ekt massasini taqsimlash bo'yicha seysmik yuklanishni berish usulidir.

O'tkazgan tajribalar natijasiga asosan, Omori inshootlar asosini tezlanish miqdorini baholagan va uning ma'lumotlariga ko'ra 9 balli zilzila uchun 0.1g ni tashkil etadi.

Statik usulning jiddiy kamchiligi konstruksiyaning dinamik xususiyatlarini hisobga olib bo'lmaslikdan iborat. Bu xususiyatlarni hisobga olmaslik esa inshootlarni hisoblashda mustahkamlik zahirasini kamaytiruvchi jiddiy xatolarga olib kelishi mumkin.

Bu nazariyani qo'llash zilzilalar natijasida vayrona bo'lgan inshootlar sonini kamayishiga olib keldi, ammo shu nazariyaga asoslangan holda qurilgan ko'plab inshootlarning buzilishi davom etaverdi.

Ma'lumki, statik nazariyaning kamchiliklari 1923 yili Tokio va Iokogamada bo'lib o'tgan va 150 mingdan ortiq odam halok bo'lgan zilzilalardan so'ng yaqqol ko'rinib qolgan. Bu zilzilalar binolarni seysmik ta'sirga hisoblashning dinamik usulini yaratish uchun turtki bo'ldi.

3.2. Dinamik nazariya

Yapon olimi Mononobe 1923 yil birinchi bo'lib zilzilabardoshlikning *dinamik nazarisini* taklif etgan. Bu nazariyaga ko'ra inshoot asosga nuqtalar bo'yicha tayanadigan konsolli sterjen ko'rinishida modellashtirilgan bo'lib, uning asosiga seysmik ta'sirni modellashtiruvchi garmonik siljish kuchlari bilan ta'sir etiladi.

Bunday model inshootning qayishqoqlik xususiyatlarini hisobga olish imkonini beradi. Shu bilan birga Mononobe seysmik yuklanishlarni baholash formulasiga dinamiklik koeffitsientini kiritgan.

Asosning harakati sinusoidal qonunga asoslangan deb qabul qilingan; erkinlikning bitta darajasiga ega konservativ tizimning statsionar garmonik tebranishlar jarayoni ko‘rib chiqilgan. Natijada, inshootlar dinamikasidan kelib chiqadigan va quyidagi ko‘rinishda ifodalangan yechim topilgan:

$$S = K_c \beta \cdot Q , \quad (3.2)$$

bu yerda β – dinamiklik koeffitsienti.

bunda $T(\omega)$ – tizimning o‘z tebranishlari davri (chastotasi);

$T_o(\omega_o)$ – zilzilalar vaqtda asoslarning tebranish davri (chastotasi).

Keyinchalik 1927 yil K.S. Zavriyev Mononobe nazariyasining o‘zgarmas (стационар) tebranishlardan foydalanish kabi asosiy kamchiligiga barham berib, o‘tish jarayonlarini inobatga olish zarurligini asoslab bergan. Bu rasman asos harakati uchun qabul qilingan kosinusoidal qonun ko‘rinishida ifodalangan, bu esa seysmik ta’sir boshlanishining tasodifiylik xususiyatini bartaraf etishga imkon yaratgan. A.G. Nazarovning keyingi ishlarida seysmik ta’sirni impuls ko‘rinishida qabul qilish mumkinligini taqozo etuvchi seysmik zarbaning konsepsiyasi rivojlantirilgan.

3.3. Spektral nazariya

Chizg‘iy ossillyatorning o‘z xususiy tebranishlari davrining funksiyasida maksimal tezlanishlar, tezlik va siljishlar egri chiziqlaridan iborat spektral egri chiziqlarini amalga joriy etish hisobiga sezilarli darajada dinamik nazariyaning takomillashtirilgan ko‘rinishi – spektral nazariya

zilzilabardoshlik nazariyasi rivojlanish tarixining keyingi bosqichi bo'ldi.

Seysmik kuchlarni aniqlashning spektral usuli 1933 yilda ilk bor amerikalik injener M. Bio tomonidan taklif etilgan. Keyinchalik bu g'oya Xauzner, Alford, I.L. Korchinskiy, S.V. Medvedev, A.G. Nazarov, S.V. Polyakov, N.A. Nikolaenko, V.T. Rasskazovski, E.I. Xachiyan, Sh.G. Napetvaridze, Ya.M. Ayzenberg va b. ishlarida rivojlantirilgan.

Usulning mohiyati sodir bo'lgan zilzilalar akselerogrammalar, ya'ni tezlanishlarni vaqt $\tau(t)$ ga bog'liqlik egri chiziqlarini ishlab chiqish asosida dinamiklik koeffitsient $\beta(t)$ egri chizig'i chiqariladi, bunda $\beta=1/T$ (T – konstruksiyaning xususiy tebranishlari davri) - bu dinamiklik koeffitsienti bo'lib, uni massaga eng katta tezlanish berish uchun konstruksiya asosining eng katta tezlanishiga ko'paytirish kerak bo'ladi. Bio o'z tajribalarida so'nmaydigan deb taxmin qilinadigan o'z tebranishlarining boshqariladigan davriga hamda bitta darajali erkinlikka ega bo'lgan qayishqoq tizimdan foydalangan.

A.G. Nazarov erkin tebranishlarning turli davriga va so'nish tavsiflariga ega bir nechta egiluvchan mayatnikli seysmografdan foydalanib, bu usulni takomillashtirgan. Keyinchalik S.V. Medvedev va Djo Xauzner bir qator yirik zilzilalar uchun spektral egri chiziqlarini tuzishgan.

Hozirgi vaqtda konstruksiyalarni seysmik ta'sirlarga spektral hisoblash usuli Vatanimizda, Rossiya Federatsiyasida ham, xorijda ham asosiy hisoblanadi. Spektral hisoblash usuli massa m_i ning og'irlik markaziga qo'yilgan seysmik inersiya yuklanishlarni (inersiya kuchlarini) aniqlanishini nazarda tutadi, shundan so'ng konstruksiya unga statik qo'yilgan inersiya kuchlari ta'siriga hisoblanadi. Konstruksiyaning dinamik xususiyatlari yuklanish s_i aniqlanishida hisobga olinadi. Ushbu yuklanishlarni aniqlashda tizim harakati tebranishlar shakli bo'yicha taqsimlanadi, ya'ni tizim harakati ayrim harakatlar (tebranishlar shakli) jami sifatida ifodalanadi [2].

$$y_i = x_{i1}\xi_1(t) + x_{i2}\xi_2(t) + \dots + x_{in}\xi_n(t) = \sum_{j=1}^n x_{ij}\xi_j(t) = \sum_{j=1}^n y_{ij}(t), \quad (3.3)$$

bunda y_i – t vaqtga bog‘liq massa m_i siljishi;

x_{ij} - harakatlarni tebranishlar shakli bo‘yicha taqsimlanish koeffitsienti;

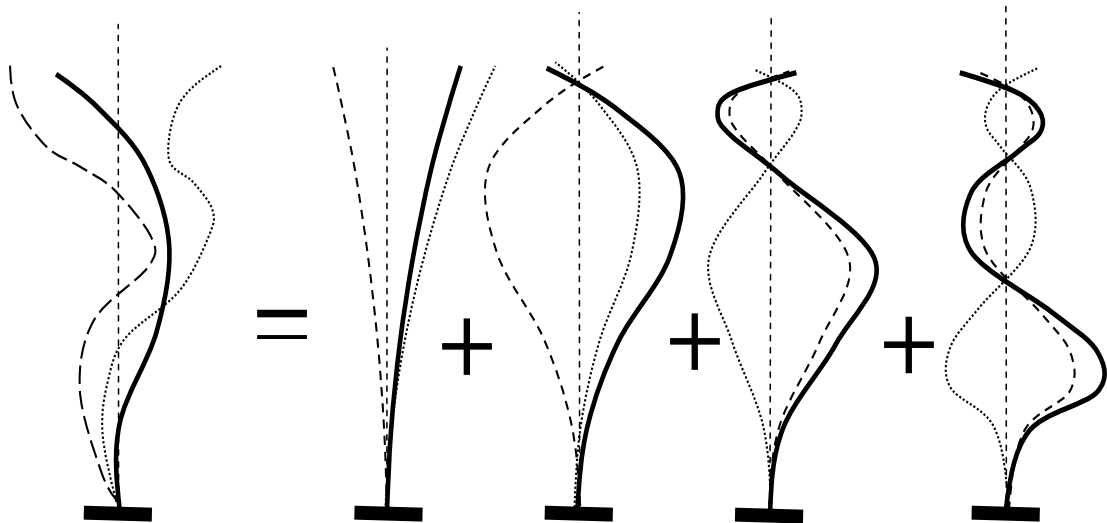
$\xi_j(t)$ - tebranishlarni j -shakli bo‘yicha vaqtga ko‘ra siljishini aniqlovchi funksiya (asosiy koordinata);

$y_{ij}(t)$ – m_i massani tebranishlarni j -shakli bo‘yicha siljishi;

n – tizim erkinligi darajalari soni;

x_{ij} – tizim xususiy vektorlari matritsasining elementlari.

Agar butun tizim harakatini tebranishlarning bitta yagona shakli bo‘yicha ko‘rib chiqilsa, hamma nuqtalar bir xilda (sinxron) siljib, tebranishlar shakli vaqt o‘tishi bilan o‘zgarmas ekan. Ushbu dalil 3.1-rasmda ko‘rsatilgan.



3.1-rasm. Harakatlarni tebranishlar shakliga ko‘ra ajratish

1951 yil Sobiq Ittifoq davlatlarida seysmik hududlarda bino va inshootlarni statik nazariyaga asoslangan holda loyihalashning birinchi me‘yorlari joriy etildi (PSP 101-51). Keyingi 30 yil davomida bu me‘yorlar to‘rt marotaba qayta ko‘rib chiqilgan: СН 8-57; СНиП II-A.12-62; СНиП II-A.12-69; СНиП II-7-81; СНиП II-7-81*. Shuni ta’kidlash kerakki, hozirgi

vaqtda Rossiyada СНиП II-7-81* ga asoslangan zilzilabardosh qurilish bo'yicha dolzarb me'yorlari СНиП 22-03-2009 muhokamadan o'tmoqda. Bu me'yorlarda dinamiklik koeffitsienti grunt sharoitlaridan kelib chiqqan holda differensiallangan. Spektral usul o'rganilib, 1954 y. AQShda, 1958 y. esa SSSR da me'riy hujjatlarga kiritilgan.

Hozirgi vaqtda joriy СНиП II-7-81* ga binoan yuklanishlar S_{ij} ni massa m_i ga ta'sirini tebranishlarning j shakli bo'yicha aniqlash formulasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$s_{ij} = K_1 A Q_i \beta(T_j, \gamma_j) K_\psi(\gamma_j) \eta_{ij}, \quad (3.4)$$

bunda $S_{ij} - m_i$ massaga ta'sir etuvchi tebranishlarning j shakli bo'yicha seysmik yuklanish;

$\beta(T_j, \gamma_j)$ – dinamika koeffitsienti, u umumiy holda T_j ning j shakli bo'yicha xususiy tebranishlar davriga, qayishqoq emas γ_j qarshilikning koeffitsientiga va ta'sir turiga (asosning hisobiy akselerogrammasi (t)) ga bog'liq;

η_{ij} – tebranishlar shakliga ko'ra inersiya yuklanishlari taqsimlanishini hisobga oluvchi shakl koeffitsienti;

$Q - k$ nuqtaga tegishli inshoot og'irligi;

$A - 7, 8, 9$ balli seysmiklik uchun qiymati 0.1, 0.2, 0.4 ga tenglab olinadigan koeffitsient;

$K_1 -$ chekli masofalar koeffitsienti;

$K_\psi -$ so'nish koeffitsienti.

Hozirgi vaqtda spektral usul zilzilabardosh inshootlarni loyihalash va qurish me'yoriy hujjatlarda asosiy usul sifatida qabul qilingan.

Spektral usulning me'yoriy variantini ishlab chiqishda hisoblashlar asosi bo'lib seysmik yuklanishlarni aniqlashning (10) formulasi xizmat qiladi.

Shuni ta'kidlash kerakki, uning tarkibiga kiradigan parametrlar avvallari sodir bo'lgan zilzilalar tajribasi asosida empirik ravishda aniqlangan.

Ko'p hollarda dinamik hisoblashlar hozircha yordamchi sifatida qo'llaniladi va spektral usul hamda eksperimental tadqiqotlar bo'yicha hisoblashlarga qo'shimcha sifatida qabul qilinadi.

Inshootlar zilzilabardoshligining spektral nazariyasini ishlab chiqish eksperimental tadqiqotlarni keng rivojlanishini tezlashtirgan hamda instrumental usullarni takomillashtirilishiga, instrumental ma'lumotlarni ishlashning sonli usullarini paydo bo'lishiga imkon yaratgan.

Rossiya me'yorlarida qabul qilingan seysmik yuklanishni inshoot massasiga nisbatan hisoblashni spektral usuli konstruksiyalarning dinamik xususiyatlarini va seysmik ta'sirni nomuntazamligini yetarli darajada hisobga olishga imkon beradi.

Ammo boshqa davlatlarda oddiy inshootlarni hisoblash uchun qabul qilingan statik va soddalashtirilgan usullarga nisbatan spektral usulning mehnattalabligi yuqoriroq bo'lib, yaxshi dasturiy-uslubiy ta'minlovni hamda yuqori malakali loyihalovchi-muhandislarni ishlashini talab etadi.

Ma'lumki, O'zbekiston Respublikasida transport inshootlarini qurishda o'z me'yorlari shu vaqtgacha ishlab chiqilmagan, shuning uchun loyihalovchilar eng maqbuli sifatida Rossiya me'yorlaridan foydalanadilar. Konstruksiyalarni seysmik ta'sirlarga hisoblashning spektral usuli Rossiya va boshqa davlatlarda asosiy usul deb qabul qilingan. U inshootlar zilzilabardoshligini baholashning statik va dinamik usullari orasidagi o'rinda turadi.

Keyingi o'n yilliklar davomida ushbu nazariya doirasida turli yo'nalishlar paydo bo'lgan. Bulardan, birinchi navbatda, inshootlar zilzilabardoshligi nazariyasini rivojlanishining zamonaviy darajasini belgilovchi akselerogrammalar bo'yicha hisoblash usulini, ehtimoliy hisoblash usullarini,

elastik–plastik deformatsiyalarni, uzilib qoladigan bog‘lanishlarni hisobga oluvchi hisoblash usullari va b. ni ko‘rsatish mumkin.

Harakat tenglamalarini tebranishlar shakliga ko‘ra ajratilishi ko‘rib chiqiladigan ishlanmalar negizini tashkil etadi. Bunday ajratishlar tizimning har bir holati uchun amalga oshiriladi. Shunda ajratishlar aniq (tebranishlar shakliga dempferlashni ta‘sirini e‘tiborga olganda) va taqribiy (dempferlanmagan tebranishlar shakli bo‘yicha) bo‘lishi mumkin. Ular ishlanmalarda batafsil yoritilgan.

O‘tgan asrning 70-yillarida hisoblashning spektral usuli haqidagi xulosasida I.L. Korchinskiy zilzilabardoshlik koeffitsienti “butun nazariyaning eng sust joyi” ekanligini ko‘rsatgan.

Ammo, u maksimal tezlanishlarni ma‘lum bir o‘rtacha miqdorini yoki ma‘lum bir kuchsiz zilzilani tezlanishini tavsiflaganmi, aniq tushunib bo‘lmas edi.

Bu masalani yechimiga faqat inshootlarni hisoblashning nochizg‘iy usullari va chegaraviy holatlar nazariyasiga yondoshishlar rivojlanib ketgandan keyin erishildi. Keyingi o‘n yilliklarda mazkur tadqiqotlar asosida konstruksiyalarni seysmik ta‘sirga hisoblashlarga aniq yondoshishlar xarakteri shakllantirilgan. Ushbu yondoshuv zilzilabardosh qurilishda ko‘p pog‘onali deb nom olgan.

Shu vaqtgacha ko‘priklarni hisoblashlari fuqaro va sanoat binolar shikastlanishlari tahlili asosida tuzilgan me‘yorlar bo‘yicha amalga oshiriladi. Hozirgi vaqtda Rossiyada СНиП II-7-81 ga asoslangan zilzilabardosh qurilish bo‘yicha dolzarblashtirilgan me‘yorlar СНиП 22-03-2009 muhokama qilindi. Ammo yangi СНиПning ko‘priklarga oid bo‘limi deyarli o‘zgartirilmagan. Shu bilan birga, ikki pog‘onali yondoshuvni ko‘priklar uchun qo‘llash qo‘shimcha tavsiyalarni talab etadi.

3-bob materiallarini o'zlashtirish bo'yicha nazorat savollari

1. Seysmik hududlarda ko'priklarni hisoblash va loyihalash usullari rivojlanishini tahlil qilib bering.
2. Statik nazariya haqida ma'lumot bering.
3. Dinamik nazariya haqida ma'lumot bering.
4. Spektral nazariya haqida ma'lumot bering.
5. Seysmik yuklanishni aniqlashda qaysi omillar ta'sir ko'rsatadi?
6. Dinamik koeffitsient nima?
7. Spektral nazariya va dinamik nazariyalarni o'zaro farqi.
8. Zilzilabardoshlikning spektral nazariyasini kim ishlab chiqqan?
9. Zilzilabardoshlikning dinamik nazariyasida inshoot qanday modellashtirilgan?

4-BOB. KO'PRIKLARNI ZILZILABARDOSHLIGINI KUCHAYTIRISH USULLARI

4.1. Ko'priklarni mavjud seysmoizolyasiyalash tizimlari tahlili

Antiseysmik qurilmalar tayanchlar, oraliq qurilmalari va ko'priknining tayanch qismlari tarkibiga kirishi mumkin. Bundan tashqari, antiseysmik qurilmalari ko'prik asosiy elementlari orasidagi bog'lanishlar yordamida ham amalga oshirilishi mumkin (masalan, oraliq qurilma va grunt orasida, tayanchlar va oraliq qurilmalari orasida, yonma-yon joylashgan oraliq qurilmalar orasida, qo'shni tayanchlar orasida).

Antiseysmik qurilmalariga inshootni zilzilalardan saqlovchi funksiyasini amalga oshiruvchi, ko'priknining asosiy elementi sifatida qarash maqsadga muvofiqdir.

Ko‘priklarning zilzilabardoshligini ta‘minlash uchun, kuchaytirishning ikkita usuli qo‘llaniladi: **an‘anaviy va maxsus**.

An‘anaviy usullar ta‘sir etuvchi seysmik yuklanishlarni qabul qilinishini ta‘minlashlari kerak. Bunga konstruksiya elementlarini rivojlantirish va kuchaytirish yo‘li bilan yoki ta‘sir etuvchi yuklanishlarni elementlar orasida taqsimlash yo‘li bilan erishiladi.

Maxsus usullar inshoot ishining dinamik sxemasini o‘zgarishi hisobiga seysmik yuklanishlarni kamayishini ta‘minlashi kerak va seysmoizolyasiya va seysmoso‘ndirishlarga bo‘linadi. Maxsus seysmohimoya tizimlarining umumiy tasnifi 4.1-rasmda ko‘rsatilgan.

Dunyo bo‘yicha amaliyotda seysmik ta‘sirlardan himoyalashda *seysmoizolyasiya* usulidan keng foydalaniladi.

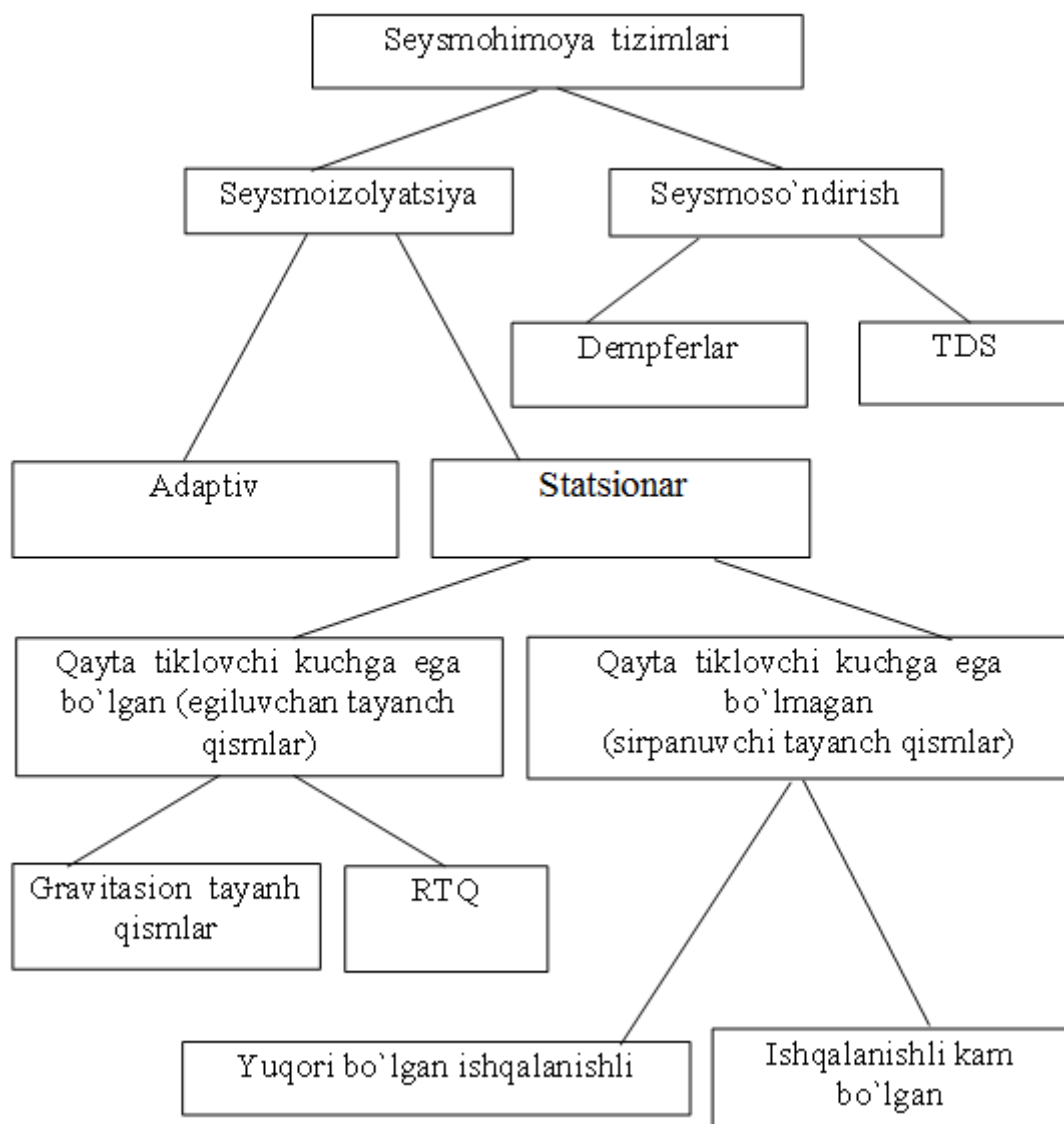
Seysmoizolyasiya deganda, biz ma‘lum bir sathlarda mayinlik darajasi yuqori bo‘lgan elementlarni o‘rnatish hisobiga seysmik tebranishlar jarayonida inshootlarga ta‘sir etadigan energiyani kamaytirish tizimlarini nazarda tutamiz.

Shunday qilib, seysmoizolyasiyaning ixtiyoriy tizimi uchta asosiy qismdan tashkil topishi kerak: bikir qurilma, seysmoizolyasiyalovchi element va ko‘tarib turuvchi konstruksiya. *Seysmoizolyasiya adaptiv* va *statsionarga* ajratiladi.

Adaptiv tizimlar. Seysmoizolyasiyaning *adaptiv tizimlari* oraliq qurilmalarning qo‘shaloq tiralish tizimlaridan iborat bo‘lib, bikir yoki egiluvchan tayanch qismlarga bo‘linadi. Bikir tayanch qismlari ekspluatatsion yuklanishlarni ma‘lum zahira bilan qabul qiladilar. Ekstremal yuklanishlarda bikir tayanch qismlari buziladi va tayanch qismlarning ikkinchi guruhi – egiluvchanlari – ishga tushadi.

Statsionar tizimlar. Seysmoizolyasiyaning statsionar tizimlari tarkibiga 4 guruh texnik yechimlar kiradi. Yechimlarning dastlabki ikkita guruhi – bu

“egiluvchan” tayanch qismlar bo‘lib, ularda tiklash kuchi elastiklik kuchlaridan (rezina metalli tayanch qismlar - RTQ) yoki og‘irlik kuchidan kelib chiqadi (gravitatsion tayanch qismlar – GTQ).



4.1-rasm. Ko‘priklarni ishlash prinsipiga ko‘ra seysmohimoyalashning maxsus usullarini tasniflash

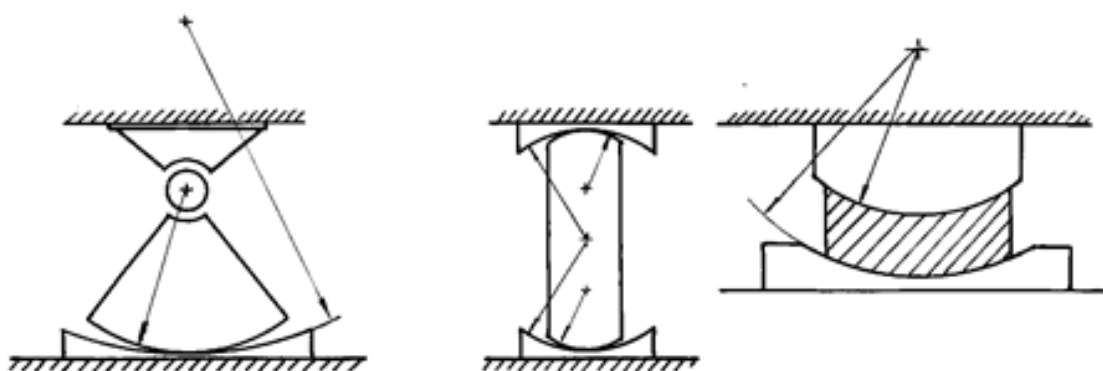
Yechimlarning keyingi ikki guruhi – bu "**sirpanuvchi**" tayanch qismlar. Ishlash prinsipiga ko‘ra ularni ikki kategoriyaga bo‘lish mumkin: kichik va katta ishqalanishlilarga. Birinchi holda oraliq qurilmalar zanjir ko‘rinishida tutashtiriladi, oraliq tayanchlarga esa harakatlanuvchan (“sirpanuvchan”) tayanch qismlari o‘rnatiladi.

Seysmoizolyasiyaning statsionar tizimlarini tiklash kuchiga ega va ega emaslariga ajratish mumkin. O‘z navbatida, tiklash kuchiga ega seysmoizolyasiya tizimlari **elastik** va **gravitatsionlarga** bo‘linadi. Birinchilarida tiklash kuchi bo‘lib elastiklik kuchi, ikkinchilarida esa og‘irlik kuchi xizmat qiladi.

Gravitatsion seysmoizolyasiyalovchi poydevorlarni **osma** va **tayanchlarga** bo‘lish mumkin. Osma poydevorlarda binolar pastki poydevor plitasi bilan bikir birlashtirilgan ramali konstruksiyaga tyagalar yordamida osib qo‘yiladigan ustki poydevor plitasiga o‘rnatiladi. Ashxobod shahrida qurilgan F.D. Zelenkovning seysmoizolyasiyalovchi poydevori SSSR da bunday tipdagi poydevorlarning birinchisi bo‘lgan.

Tayanch poydevorlarida ustki poydevor plitasi kinematik tayanchlarga tayanadi. Gravitatsion tayanchlar sxemasi 4.2-rasmda ko‘rsatilgan.

Hozirgi vaqtda seysmoizolyasiyani bino va inshootlarni, shu jumladan seysmikligi 8 balldan ortiq bo‘lgan hududlarda quriladigan ko‘priklarni ham eng kelajagi porloq seysmohimoyalash vositasi deb hisoblasa bo‘ladi. Dunyo bo‘ylab minglab seysmoizolyasiyalangan bino va inshootlar qurilgan.



4.2–rasm. Gravitatsion tayanch qismlar sxemasi (GTQ)

Shuni aytib o‘tish kerakki, bu oraliq qurilmani tayanchga nisbatan surilishida gravitatsion qaytarma kuch paydo bo‘lishini ta‘minlaydi. 70-yillar

oxirida shu kabi yechimlar Z.G. Xuchbarov va V.P. Chudnetsovlar tomonidan ham taklif etilgan.

4.2. Ko‘priklarni maxsus seysmohimoyalash tizimlarini loyihalash va hisoblash usullari

Seysmoizolyatsiyalar. Seysmohimoyalovchi tayanch qismlar.

Ko‘priklar seysmoizolyasiyasi dunyo zilzilabardosh qurilish amaliyotida keng rivojlanib bormoqda. Transport qurilishini seysmik hududlarda olib borayotgan AQSh, Yaponiya, Italiya va boshqa rivojlangan davlatlarda seysmoizolyasiyani ko‘priklar zilzilabardoshligini ta‘minlovchi asosiy vosita deb hisoblasa bo‘ladi. Ko‘priklarni seysmoizolyasiyalash borasida xorijdagi muammolar va to‘plangan tajribalar haqidagi ma‘lumotlar monografiyada [8] batafsil bayon etilgan, ko‘priklar uchun seysmoizolyasiyalovchi qurilmalarni me‘yorlanishining hozirgi holati Dj. Barning ma‘ruzasida [3] ko‘rib chiqilgan. Shuni ta‘kidlashimiz kerakki, seysmoizolyasiyalash qurilmalariga ega ko‘priklar Sobiq Ittifoq davlatlari bo‘yicha birinchi bo‘lib Toshkentda Oqtepa va Salar kanallari ustidan o‘tgan metropoliten liniyasida qurilgan. Ko‘priklarda sirpanish elementlarga ega rezinali tayanch qismlari hamda kuchli zilzila vaqtida buzilib ketadigan bloklash bog‘lamalari mavjud (tayanch qismining prinsipial sxemasi 4.3-rasmda ko‘rsatilgan).

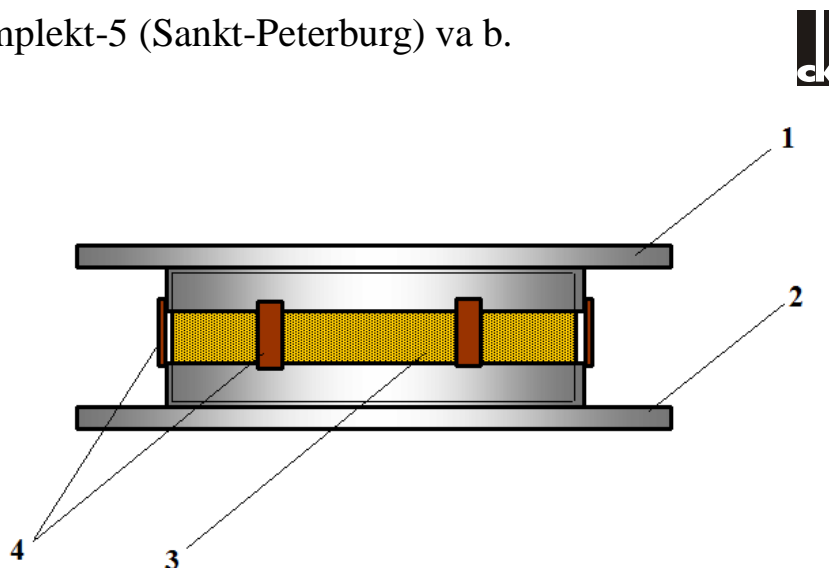
Hozirgi kunda ko‘priklarning seysmoizolyasiyalovchi tayanch qismlarini Yaponiya, AQSh, Yangi Zelandiya, Italiya, Germaniya, Fransiya va boshqa davlatlarning yetakchi firmalari ishlab chiqaradi.

Quyidagi mashhur firmalar maxsuloti keltirilgan:

1. FIP-Industriale (Italiya);



2. ALGA (Italiya);
3. Maurer Söhne (Germaniya);
4. Skiller Up (Yangi Zelandiya);
5. Stroykomplekt-5 (Sankt-Peterburg) va b.



4.3-rasm. Toshkent shahar metrosini Oq tepa va Salar kanallari ustidan o‘tadigan ko‘priklarning tayanch qismlarini prinsipial sxemasi (1974-78 yillar)

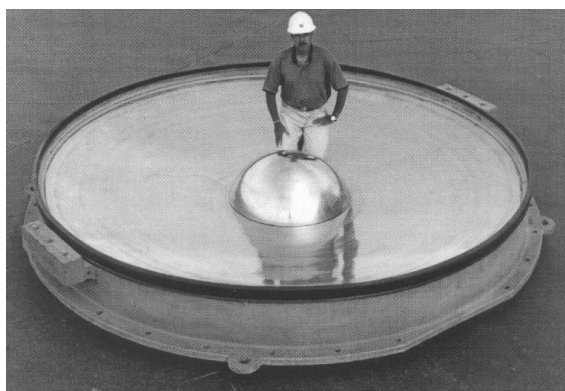
1 – yuqori tayanch listi; 2 – quyi tayanch listi; 3 – RTQ,
4 – ko‘tarish qobiliyati chegaralangan elementlar

Aksariyat seysmoizolyasiyalovchi qurilmalarning tarkibiga qayishqoq rezinametall tayanch yostig‘i (qo‘zg‘almas tayanch qismi) yoki sirpanuvchi juftlik (qo‘zg‘aluvchan tayanch qismi), hamda yopishqoq yoki egiluvchan plastik dempferlar ko‘rinishidagi dempfirmovchi qurilmalar kiradi. Keyingi yillarda sharsimon tayanch qismlar deb nomlangan tayanch qismlari ham keng tarqaldi, ulardagi quyi tayanch qismi botiq sferik yuzaga, ustki element esa xuddi shunday, ammo qabariq yuzaga ega. Bunday konstruksiya oraliq qurilmani tayanchga nisbatan siljishida gravitatsiya qaytarish kuchini vujudga keltiradi. Shunga o‘xshash yechimlarni 70-yillar oxirida V.P. Chudnetsov va Z.G. Xuchbarov taklif etishgan, ammo faqat sferik yuzalarni ishlab chiqish texnologiyalari rivojlangandan so‘ng ulardan keng ko‘lamda foydalanish imkoniyati paydo bo‘ldi [2].

Xususan, katta oraliqli yirik ko‘priklar uchun dunyoda quyidagi rasmlarda ko‘rsatilgan diametri 2m va undan ortiq sharli tayanch qismlar ishlab chiqariladi. San-Fransiskodagi “Benitsiya-Martinez” ko‘prigi (4.4-rasm) va Fransiyaning A75 avtostradasidagi Millau viadukining (4.5-rasm) seysmoizolyasiyalovchi sharli tayanch qismlarini qo‘llash misollari keltirilgan.

Seysmik hududlarda transport qurilishlarini olib borayotgan AQSh, Yaponiya, Italiya va boshqa rivojlangan davlatlarda seysmoizolyasiya ko‘priklarning zilzilabardoshligini ta’minlovchi asosiy vositasi hisoblanadi.

Xorijdagi ko‘priklar seysmoizolyasiyasi tajribalari va muammolari monografiya [8] da batafsil tavsiflab berilgan, ko‘priklar uchun seysmoizolyasiyalash qurilmalarini loyihaviy yechimlarini me’yorlashning hozirgi vaqtdagi holati Dj. Barr ma’ruzasida ko‘rib chiqilgan.



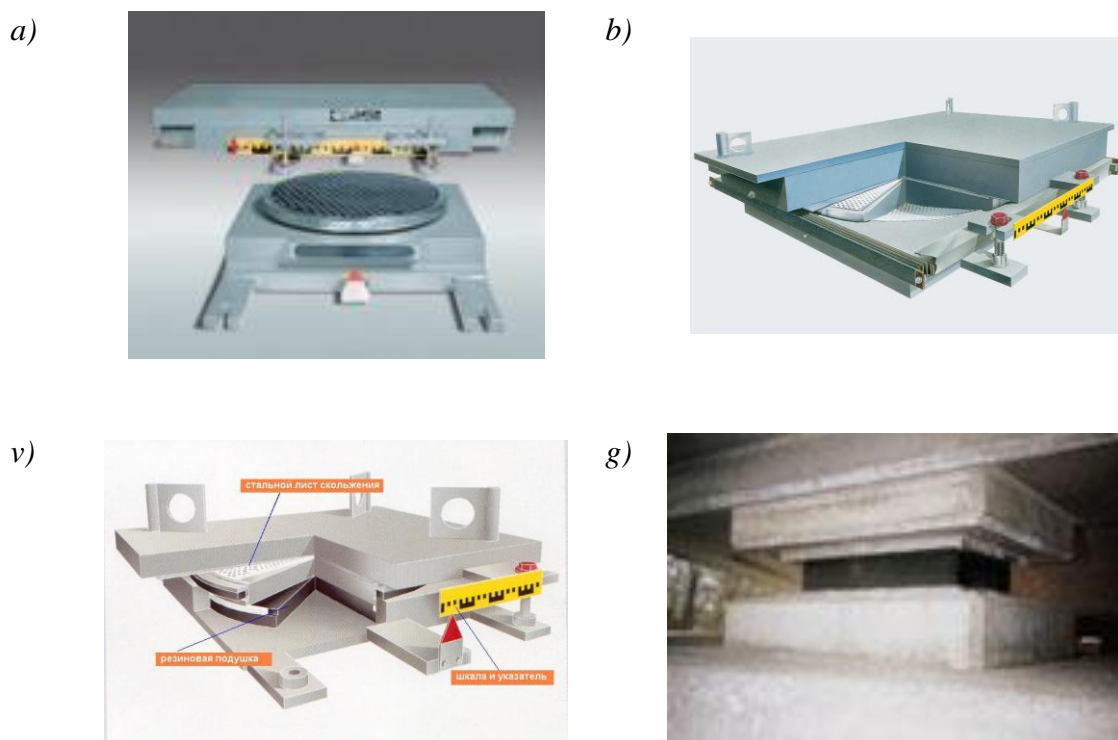
4.4-rasm. San-Fransiskodagi “Benitsiya-Martinez” ko‘prigining sharli seysmoizolyasiyalovchi tayanch qismlari



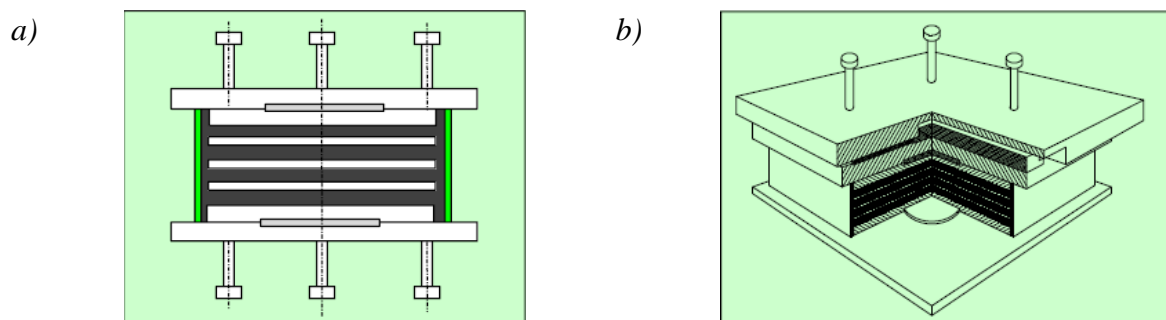
4.5-rasm. Fransiyaning A75 avtostradasidagi Millau viadukining sharli seysmoizolyasiyalovchi tayanch qismlari

Surilish natijasida hosil bo‘ladigan seysmik ta’sirlardan ko‘prik inshootlarini himoya qilish tizimlari hozirgi kunda dunyo bo‘ylab keng qo‘llanilmoqda. MAURER SOHNE (Germaniya) kompaniyasi bunday tizimlarni ishlab chiqish va joriy etishda eng mashhur yetakchi kompaniya hisoblanadi. 4.6-rasmda MAURER SOHNE firmasining ayrim seysmik

tayanch qismlari ko'rsatilgan. MAURER seysmik izolyatorlarining rezinali tayanch qismlari V1337-3 Evropa me'yorlariga mos. Masalan, 4.7-rasmda Sloveniyadagi avtomobil yo'li Losika viadukining MAURER seysmik tayanch qismini texnik yechimi ko'rsatilgan. Viaduk Losika Lyublyana shahri yaqinida joylashgan va MAURER SÖHNE tomonidan taqdim etilgan ko'priklar uchun bosh himoya tizimining birinchi namunasi bo'lgan.



4.6-rasm. MAURER SOHNE firmasining seysmik tayanch qismlari:
 a) sirpanuvchi tayanch qismlar; b) sferik tayanch qismlar;
 v) stakanli tayanch qismlar; g) elastomerli tayanch qismlar



4.7-rasm. Anker listidagi seysmik egiluvchan tayanch qismlari:
 a) V2S tipi; b) VE2S tipi

Bunday seysmik qurilmalarning tegishli tanlab olinishi va o'lchamlarini belgilanishi hamda kerakli joyni tanlanishi loyihada ko'zda tutilgan zilzila (LZ) sodir bo'lganda, ko'priklar konstruksiyalarini shikastlanishining oldini olishga imkon yaratadi.

MAURER SOHNE tomonidan taklif etilgan seysmik qurilmalarda Losika viadukining xususiyatlaridan oqilona foydalanilgan (4.8-rasm).

Bu xususiyatlar eng pastki poydevor ko'priklar konstruksiyasining o'rta qismida joylashganligidan hamda chetki tayanchlarni yuklanishning nisbatan kam o'tkazuvchanlik qobiliyatidan foydalanishidan iborat.



4.8-rasm. Sloveniyadagi Losika avtomobil yo'li viaduki uchun seysmoizolyasiya

Seysmoizolyasiya va seysmik reaksiyalarni tartibga solish usullarini qo'llash 1975 yildan Italiya ko'priklari va viaduklarida boshlangan. Seysmoizolyasiyalik Somplago viadukini Friuli dagi (1976 yil) zilzila vaqtida o'zini a'lo darajada tutganligi sababli Italiyada ko'priklar va viaduklarda seysmoizolyasiya tizimlaridan foydalanish hollari ko'payib ketgan.

1990-yillar boshida 150 dan ortiq ob'ektlar qurilgan. Dastlab izolyasiyalash tizimlari tegishli ravishda asoslanmasdan va rasmiy me'yorlarga tayanmasdan joriy etilgan. Tegishli me'yorlar faqat 1991 yilda

ishlab chiqilgan.

Italiyada ko‘priklarni seysmoizolyasiyalash tizimlarini keng joriy etilishiga tegishli ishlab chiqarish bazalarni mavjudligi sabab bo‘lgan, xususan FIP Industriale firmasi turli profildagi inshootlar uchun andozaviy seysmoizolyasiyalangan tayanch qismlar – ko‘tarishga qarshilik qiladigan (antipod’yomniy) tayanch qismlari, elastomerli rezinali tayanch qismlari, po‘lat dempferli sirpanuvchi izolyatorlar (tarqatish elementli), elastik-reaksion tayanch qismlari va boshqalarni ommaviy tarzda ishlab chiqilishini yo‘lga qo‘ygan. FIP Industriale firmasining ayrim maxsus tayanch qismlarining konstruksiyasi 4.9-rasmda ko‘rsatilgan.

a)



b)



v)



g)



4.9-rasm. FIP Industriale firmasining maxsus seysmik tayanch qismlari:

a) ko‘tarishga qarshi tayanch qismlar; b) elastik ta’sir etuvchi tayanch qismlar; v) “shok-transmitterli” tayanch qismlar; g) rezinali izolyatorlar

Ammo, seysmoizolyasiyadan foydalanish borasida ancha katta tajribaga ega bo‘lsak ham, uning parametrlarini optimallashtirishga oid nazariy masalalar adabiyotlarda yoritilmagan. Bundan tashqari, mavjud bo‘lgan tadqiqot ishlari natijasida [7] ko‘priklarning seysmoizolyasiyalovchi tayanch qismlari ayrim ko‘prik konstruksiyalarining seysmobardoshligiga salbiy ta’sir

ko'rsatishi mumkinligi aniqlangan.

Seysmoizolyasiya tizimlarini tanlashda va parametrlarini hisoblashda e'tiborga olinishi zarur bo'lgan ko'priklarni seysmoizolyasiyalash masalalarining asosiy o'ziga xos xususiyatlari [9] maqolada, hamda yapon mutaxassislari ma'ruzasida [10] ko'rib chiqilgan. Ushbu o'ziga xos xususiyatlar quyidagilardan iborat:

1. Seysmoizolyasiyalash qurilmalarini o'rnatish joyi va shu joyga mos keladigan seysmoizolyasiyalangan inshootning hisobiy dinamik sxemasi. Binolarda seysmoizolyasiya poydevor sathida joylashgan va eng sodda holatlarda inshoot bir massali tizim ko'rinishida modellashtiriladigan bo'lsa, ko'priklarda seysmoizolyasiya inshootni ikki qismga: tayanchlarga va oraliq qurilmalarga ajratib qo'yadi. Bunda tizimning eng sodda modeli ikki massali bo'lib, unda tebranishlarni dinamik so'ndirish samarasi mavjud bo'lishi mumkin.

2. Seysmoizolyasiyaning maqsadi va mezonlari. Binolarda seysmoizolyasiyalovchi qurilmalardan yuqorida joylashgan inshootlarga tushadigan yuklanishlarni kamaytirish lozim. Ko'priklarda oraliq qurilmalar seysmik yuklanishlarni qoniqarli darajada ko'taradi, va shunda seysmoizolyasiyalovchi qurilmalardan pastda joylashgan tizim, ya'ni tayanchlarda kuchlanishlarini kamaytirish kerak bo'ladi.

3. Ko'priklar uchun seysmoizolyasiyalovchi tizimlar parametridagi cheklanishlar ro'yhati binolarga nisbatan murakkabroq bo'ladi. Nafaqat tayanch va oraliq qurilmalarga tushadigan yuklanishlarni kamaytirish, balki qo'shni tayanchlarni bir-biriga nisbatan siljish miqdorini chegaralab qo'yish lozim. Aks holda oraliq qurilmalar tayanchlardan qulashi mumkin. Bu masala batafsil [4] da ko'rib chiqilgan.

4. Ko'prikda qo'zg'aluvchan yuk bo'lishi, bir tomondan, seysmoizolyasiya ishiga ta'sir ko'rsatadi, ikkinchi tomondan esa harakatdagi

tarkibni agʻdarilishi, relsdan chiqib ketishi yoki vagonlarni avtomatik ravishda ajralib ketishini oldini olish uchun seysmoizolyatsiyaga oid qoʻshimcha talablar qoʻyilishini taʼqozo etadi.

5. Ham seysmoizolyasiyalovchi qurilmalarda ortiqcha dempfirlanish bilan, ham oraliq qurilmalar, tayanchlar va zamin gruntlarida anchagina farqlanuvchi dempfirlanish bilan bogʻliq boʻlgan tizimdagi dempfirlanishlar farqlarining kattaligi.

6. Koʻpriklarning uzunligi juda katta boʻlgani sababli, ayrim tayanchlar qoʻzgʻaluvchanligini nosinxronligi.

7. Koʻprikda qatnov qismi va rels izlarini mavjudligi seysmoizolyasiyani ishga kirishishiga taʼsir etadi va oraliq qurilmalarni oʻzaro siljishini chegaralab qoʻyadi.

Koʻpriklar seysmoizolyasiyalash tizimlari tahlilini murakkabligi asosan koʻpriklarning seysmohimoyalash qurilmalarini optimallashtirish hamda parametrlarini tanlash masalasiga turlicha yondashuvni talab etuvchi seysmoizolyasiyaning toʻrtta tamoyilan farqlanuvchi turlari boʻlish ehtimoli bilan bogʻliq. Koʻpriklarning boʻylama tebranishlariga tegishli boʻlgan seysmoizolyasiyaning bunday turlari quyida koʻrib chiqiladi va bayon etiladi.

Oddiy seysmoizolyasiya

Oddiy seysmoizolyasiya har bir tayanchda anʼanaviy qoʻzgʻalmas tayanch qismlari oʻrniga egiluvchan seysmoizolyasiyalovchi tayanch qismlar oʻrnatilishini nazarda tutadi (4.10-rasm).

Oddiy seysmoizolyasiya parametrlarini tanlash strategiyasi quyidagi formuladan hisoblab topiladigan ν nisbatga bogʻliq:

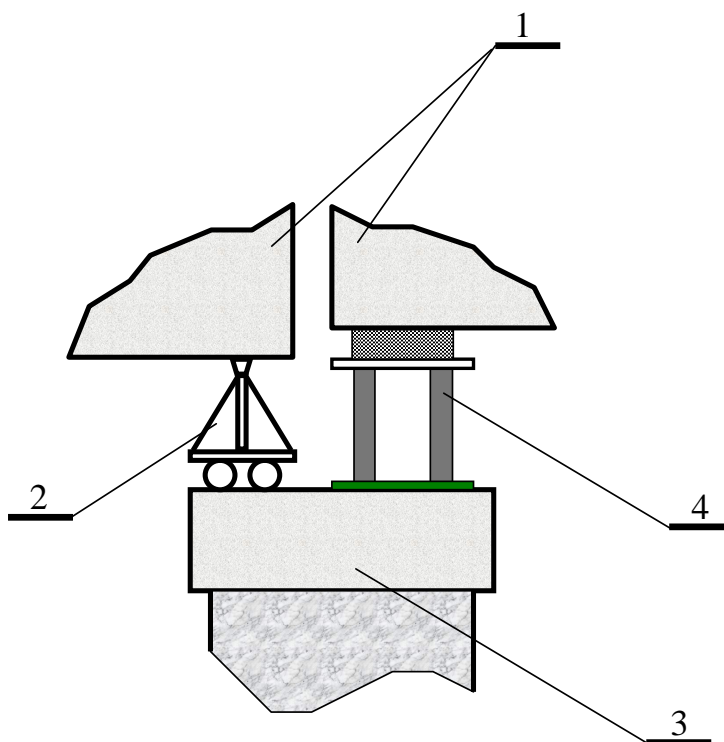
$$\nu = \frac{M_{span}}{M_{pier}}, \quad (4.1)$$

bunda M_{span} – oraliq qurilma massasi;

M_{pier} – tayanchning yuqorisiga keltirilgan massasi,

$$M_{pier} = \frac{C_0}{k_0^2}, \quad (4.2)$$

bunda c_0 – tayanchning egilish bikirligi; k_0 – oraliq qurilmasiz tayanch tebranishi asosiy tonining chastotasi.



4.10-rasm. Oddiy seysmoizolyasiya:

1 – oraliq qurilmalar; 2 – qo‘zg‘aluvchan tayanch qismi; 3 – tayanch kallagi;

4 – egiluvchan tayanch qismi

$\nu < 2$ da egiluvchan tayanch qismida bikirlik va dempfirlash bo‘yicha optimal sozlash (nastroykasi) mavjud. Bunda oraliq qurilma tayanch tebranishlarini dinamik so‘ndirgichi (TDS) sifatida ishlaydi. Bunday tizim parametrlarini sozlash bo‘yicha tavsiyalar RSN-44-88 [11] berilgan.

$\nu > 2$ da optimal sozlash bo‘lmaydi. Bu holda izolyasiyalovchi tayanch

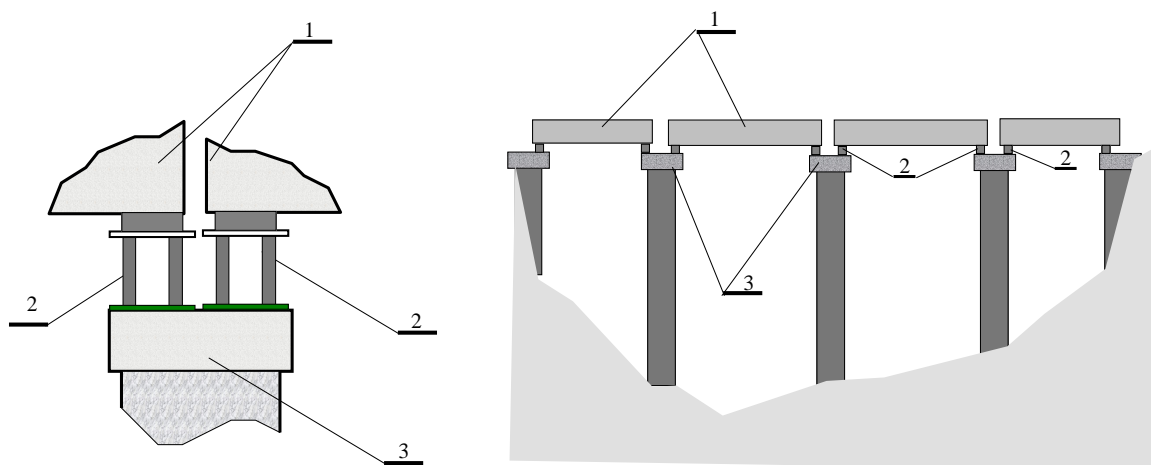
qismlarni iloji boricha egiluvchan qilib yaratilishi maqsadga muvofiq. Bunda izolyasiyalovchi tayanch qismning bikirligini va qo'zg'aluvchan tayanch qismning kerakli darajada siljishini ta'minlash zarur. Bu masala [9, 12] batafsil ko'rib chiqilgan.

Birlashtiruvchi seysmoizolyasiya

Birlashtiruvchi seysmoizolyasiya har bir tayanchda barcha an'anaviy (qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan) tayanch qismlar o'rniga seysmoizolyasiyalovchi egiluvchan tayanch qismlarni o'rnatilishini nazarda tutadi (4.11-rasm). Shunda seysmoizolyasiyalovchi tayanch qismlar ko'priknig rigel (oraliq qurilma) ustun (tayanch)larga elastik tutashgan yagona ramali tizimga birlashtiradi. Birlashtiruvchi seysmoizolyasiya kichik avtomobil yo'llari ko'priklarini seysmohimoyalashning asosiy texnik yechimidir. Ushbu sxema yuklanishni ko'priklar tayanchlari orasida qayta taqsimlash uchun keng imkoniyatlar yaratadi. Ko'rib chiqilayotgan seysmoizolyasiya turi aynan baland o'zan tayanchlari yuklanishini kamaytirish hamda uni bikir qirg'oq tayanchlariga uzatish maqsadida Evropada, AQSh va boshqa davlatlarda keng qo'llanadi. Shuni ta'kidlash joizki, mavjud tadqiqot ishlarida o'rganilayotgan seysmoizolyasiya turi parametrlarini optimallashtirish masalasi qo'yilmagan edi. Odatda, hamma tayanchlarga bir xil seysmoizolyasiyalovchi tayanch qismlar (ko'p hollarda rezinali) o'rnatiladi. Bitta yoki ikkita oraliq qurilmadan zanjir ko'rinishida tutashtirilgan ko'priknig bo'ylama tebranishlaridan TDS sifatida foydalanish masalasi adabiyotlarda yoritilmagan, vaholanki bunday yechimlarning samaradorligi ancha yuqori bo'lishi mumkin [2].

Birlashtiruvchi seysmoizolyasidan foydalanish doirasini chegaralanganligi oraliq qurilmalari uchlarini harorat ta'sirida siljishini ta'minlash zaruratiga bog'liq. Odatda oralig'i 30m va uzunligi 100m gacha bo'lgan ko'priklar uchun ko'rib chiqilayotgan seysmoizolyasiya tizimini

loyihalashga erishiladi.



4.11-rasm. Birlashtiruvchi seysmoizolyasiya: 1 – oraliq qurilmalar; 2 – egiluvchan tayanch qism; 3 – tayanch kallagi

Kuchli dempirlangan seysmoizolyasiya

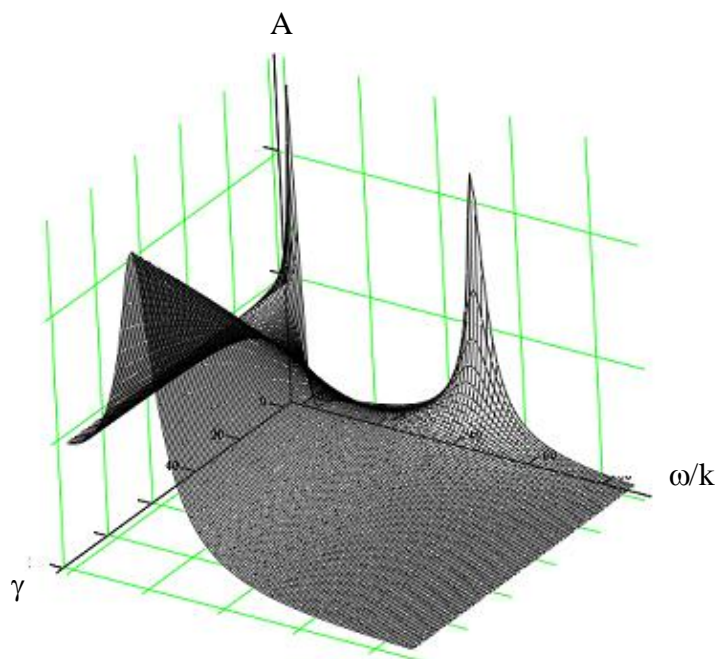
Kuchli dempirlangan seysmoizolyasiya seysmoizolyasiyalanuvchi tayanchlarga maxsus dempferlarni parallel o‘rnatilishini nazarda tutadi, bunda dempferlarning qarshilik kuchi tayanch qism tiklovchi kuchiga teng yoki undan ortiq bo‘ladi. Bunday izolyasiyalarni yaratish zarurati ikki xil holatda yuzaga keladi [2]:

➤ Oddiy seysmoizolyasiyada $\nu > 2$ da. Bunda tizim Lanchester dempferi kabi ish boshlaydi, hamda tizim ishini optimallashtirish uchun seysmoizolyasiya tizimida jadallik bilan dempirlashni oshirish zarur.

➤ Zilzilabardoshlikni ta‘minlanishi shartlariga ko‘ra tayanchlarda kuchlanishlar qayta taqsimlanishi kerak bo‘lgan, birlashtiruvchi seysmoizolyasiya esa oraliq qurilmalarning harorat ta‘sirida talab darajasida siljishini ta‘minlay olmaydigan holatlarda.

Seysmoizolyasiyaning ko‘rsatilgan turi uchun dempirlash parametrlari ancha katta bo‘lishi kerakligiga qaramasdan, optimal kattalikka ega ekanligini ta‘kidlash lozim. Mexanikadan ma‘lum bo‘lgan bu dalil oraliq

qurilmasining massasi $m=500t$, hamda tayanchlar tebranishlarining partial davri $T=0.299c$ ($k=21c^{-1}$)da tayanchlarni keltirilgan massasi $m_o=100t$ ($\nu=5$) bo'lganda o'zgarmas strukturali to'sinli ko'prik amplituda chastotali tavsif (AChT) ko'rinishida 4.12-rasmda tasvirlangan.



4.12 –rasm. Tizimning dempferda energiya yo'qotilishi γ ga bog'liq AChTsi:

A – tebranishlar amplitudasi; ω - qo'zg'alish chastotasi;

k – tebranishlarning o'z chastotasi

Dempfer sifatida yopishqoq dempirlash koeffitsienti $b=\gamma km_o$ bilan tavsiflanuvchi oddiy yopishqoq dempfer olingan. Tayanch materialida gisterezisli so'nish $\gamma_o=0.07$, tayanch qismlarda esa $\gamma_i=0.05$, deb qabul qilingan. Rasmda uchta eng yuqori nuqtalar (cho'qqilar) aniq ko'rinib turibdi. γ qiymati kichik bo'lganda, izolyasiyalangan tayanch tebranishlarining birinchi yoki ikkinchi shakliga to'g'ri keladigan oddiy rezonans yuqori nuqtalar (cho'qqilar) ko'rinadi. γ oshgan sari bu uchlar yo'q bo'lib ketadi, va tayanchni oraliq qurilma bilan bikir ulangan holatiga to'g'ri kelgan yangi uchlik paydo bo'ladi.

Dempfirmash kuchlarining katta miqdorga ortishi inersiya yuklarini o‘shirishiga va seysmoizolyasiya samaradorligini kamayishiga, etarli darajada dempfirmaslik esa tayanchlarni o‘zaro ancha siljishlariga va ulardan oraliq qurilmalarni qulab tushishiga olib keladi.

Dinamik so‘ndirish tizimi har ikkinchi tayanchga seysmoizolyasiyalovchi tayanch qismlari juftligini galma-galdan o‘rnatilishini nazarda tutadi. Egiluvchan tayanch qismlarga ega tayanchlar orasida qo‘zg‘aluvchan tayanch qismlariga ega tayanchlar joylashadi (4.13-rasm). Bu yechim ilk A.M. Uzdin va I.O. Kuznetsovalar tomonidan taklif etilgan va 2008 yil 27 maydagi №232475 patent bilan himoyalangan.

Ko‘rib chiqilayotgan tizimni bikirlik va dempfirmash bo‘yicha sozlash seysmik tebranishlarni muvaffaqiyatli tarzda so‘ndirishga imkon beradi. Agar shunda har bir oraliq qurilma uchun $v_i < 2$ bo‘lsa, egiluvchan tayanch qismlarni sozlashga $v_1=v_2$ uchun keltirilgan quyidagi ma’lum formulalarni tavsiya etish mumkin:

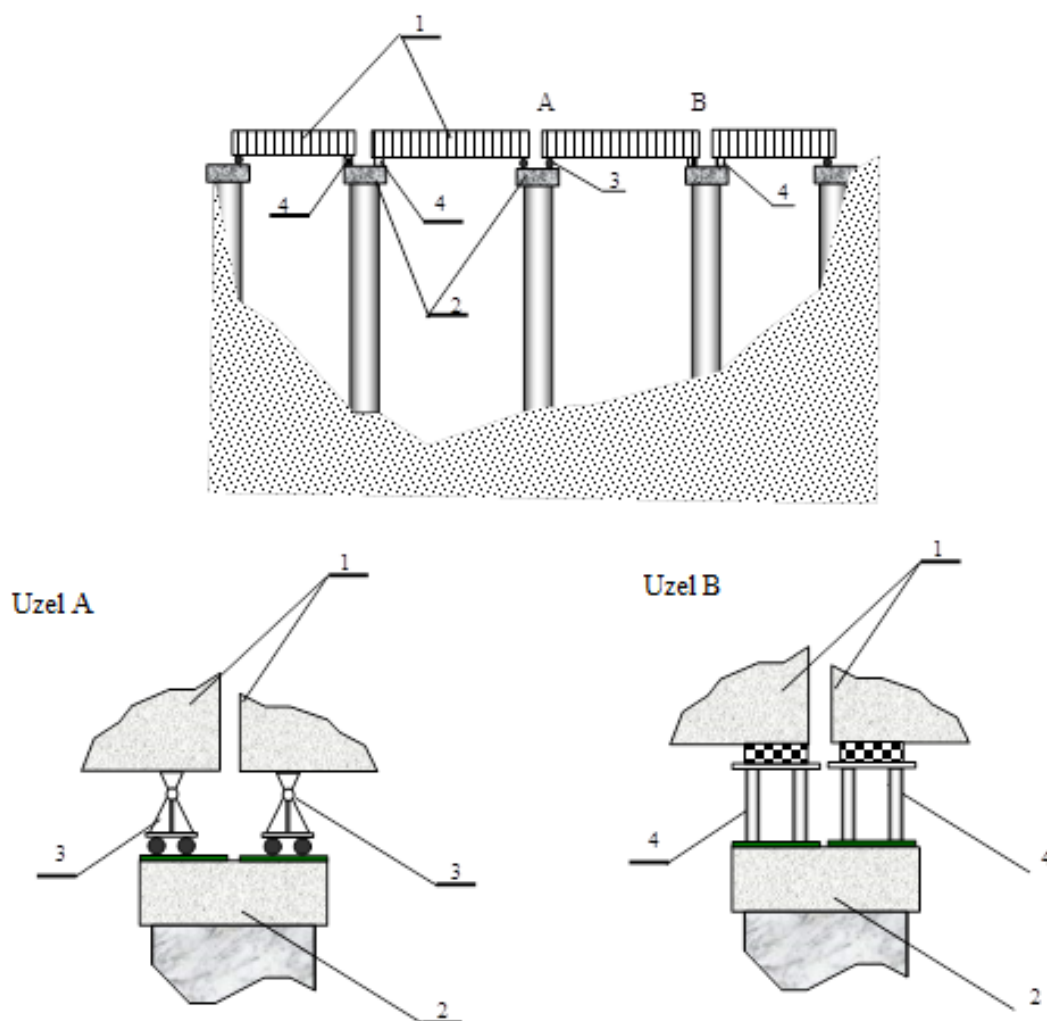
$$f_1 = \frac{1}{2.48} (v + 0.13)^{-0.434} ; \quad f_2 = -0.72 v + 1.04 ;$$

$$\gamma_1 = 2 \left[\left(\frac{v}{45} \right)^{0.07} - 0.505 \right] f_1 ; \quad \gamma_2 = 2 \left[\left(\frac{v}{5} \right)^{0.377} - 0.038 \right] f_2 , \quad (4.3)$$

bunda $f_i = \frac{k_i}{k}$ – i -egiluvchan tayanch qismni sozlash; k_i – i -oraliq qurilmaning egiluvchan tayanch qismi tebranishlarining partsial chastotasi; γ_i – i -egiluvchan tayanch qismni noegiluvchanlik qarshiligi koeffitsienti.

Agar bironta ham oraliq qurilmaning massasi kritik miqdordan ortiq bo‘lsa ($v > 2$), egiluvchan tayanch qismlar parametrlarini optimallashtirishga oid tadqiqotlar o‘tkazilishi lozim. Amalga oshirilgan tadqiqotlar “muvaffaqiyatli” o‘tkazilgan sozlash natijasida Loyihaviy zilzilada (LZ)

hisobiy kuchlanishlarni hamda maksimal hisobiy zilzilada (MHZ) tayanch buziluvchanligini katta miqdorga kamaytirishga erishish mumkin ekanligini ko'rsatdi.



4.13-rasm. Birlashtiruvchi seysmoizolyasiya: 1 – oraliq qurilmalar; 2 – tayanch kallagi; 3 – qo'zg'aluvchan qism; 4 – egiluvchan tayanch qism

4.3. Ko'priklarni seysmohimoyalashda qo'llanadigan dempifirlovchi qurilmalar

Seysmoso'ndirish tizimlari ikki guruh yechimlarni o'z ichiga oladi: dempferlar va tebranishlarni dinamik so'ndirgichlarini (TDS).

Yuqorida aytib o'tilganidek, hozirgi vaqtda seysmoizolyasiya ko'priklarni

seismohimoyalash maqsadida juda keng qo‘llanadi. Ammo, aksariyat kuchli zilzilalarning siljish spektridagi past chastotali tashkil etuvchilar konstruksiyaning izolyasiyalangan qismlari orasida bir-biriga nisbatan katta siljishlarga hamda oraliq qurilmalarni tayanchlardan qulab tushishiga olib kelishi mumkin. Inshootning izolyasiyalangan qismlarini bir-biriga nisbatan siljishlarini kamaytirish uchun, seismohimoya tizimiga yuqori dissipativ xususiyatlarga ega dempferlar kiritiladi.

Hozirgi vaqtda ko‘priklarni zilzilabardosh qurilishida qo‘llaniladigan barcha dempferlovchi qurilmalarni ishlash tamoyiliga ko‘ra **gidravlik** va **mexaniklarga** ajratish mumkin.

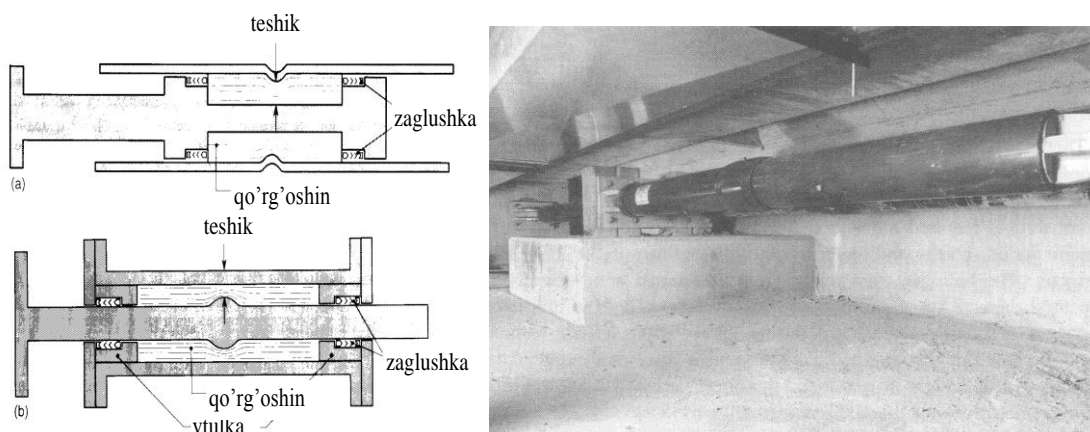
Yopishqoq turdagi (gidravlik) dempferlar.

Gidravlik dempferlarda energiya tezlikka mutanosib yopishqoq qarshilik kuchlari hisobiga tarqaladi. Bu kuchlar suyuqlik yoki yopishqoq moddani bosim ostida oqib o‘tishi natijasida vujudga keladi. Bunday dempferlar nisbatan kichik o‘lchamlarida ancha katta qarshilikni yopishqoq kuchlariga ega bo‘lish imkoniyatini ta’minlab beradi, hamda ishga ravon kirishib, yuqori chastotali parazit tebranishlarni keltirib chiqarmaydi. Ko‘rib chiqilayotgan dempferlarning asosiy xususiyati ulardagi qarshilik kuchlarini tebranish chastotasiga bog‘liqligida. Shuning uchun adabiyotda ular chastotaga bog‘liq dempferlar, deb ham ataladi.

Hozirgi vaqtda zilzilabardosh qurilishda asosan ikki xil yopishqoq dempferlardan foydalaniladi: qo‘rg‘oshindan ishlangan dempferlar va suyuqlik dempferlari. Yopishqoq dempferlar seismohimoyalash qurilmalarni ishlab chiqish sohasida faoliyat yurituvchi ko‘pchilik firmalar tomonidan chiqariladi. Rossiyada Maurer Söhnes [13] va FIP Industriale [14] firmalar dempferlari keng tarqalgan. Shu jumladan “Vibroseyism” [15] va Gerb [16] va boshqa firmalarni ham aytib o‘tish mumkin.

Qo‘rg‘oshindan ishlangan dempferlar Yangi Zelandiya mutaxassislari V.

Robinson va R.I. Skinner (1971 y.) [17, 8] tomonidan yaratilgan. Bunday dempferlarda qo'rg'oshinning ekstruziv teshik orqali siqib chiqarilishida vujudga keluvchi plastik deformatsiyalanish kuchlarini yengilishi hisobiga energiya tarqalishi sodir bo'ladi (4.14-rasm).



4.14-rasm. Qo'rg'oshindan ishlangan dempfer

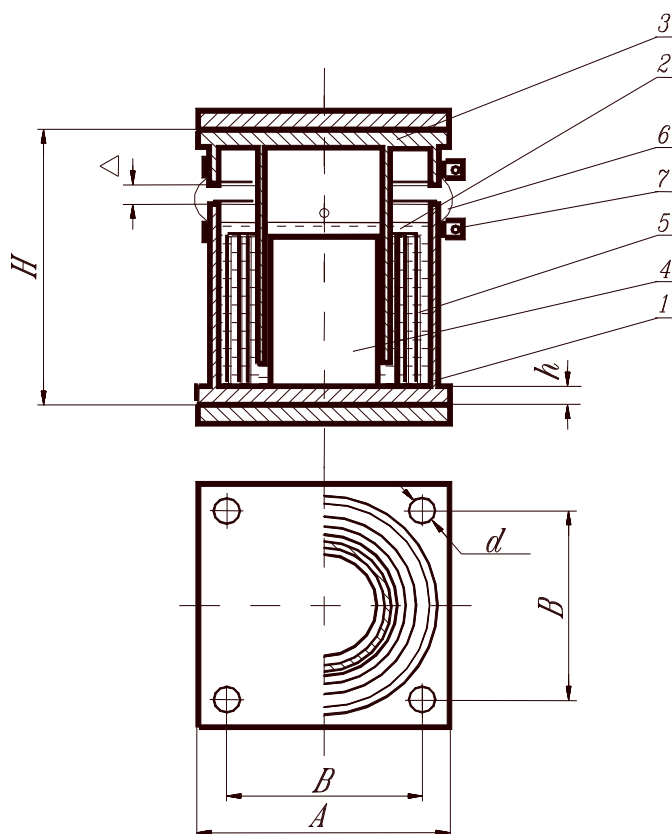
Qo'rg'oshindan ishlangan dempferlar boshqa dempferlovchi qurilmalarga nisbatan bir qator afzalliklarga ega. Bularga quyidagilar kiradi:

- uzoq xizmat muddati, bu qo'rg'oshinni deformatsiyalanish jarayoni germetik yopiq sig'im ichida sodir bo'lib, plastik massa yo'qotishlarini bo'lmasligiga, natijada zilziladan keyin dempferlarni almashtirmasdan ishlatish mumkinligiga bog'liq;

- juda katta harorat ajralib chiqishi, bu qo'rg'oshinning kristallik strukturasi, va tegishli, plastikligini tezda tiklanishiga yordam beradi.

Cheklovlardan biri sifatida ishchi shaxtaning uzunligi muammosi (150kN yuk va ± 200 mm ga siljish uchun, diametr 150 mm bo'lganda ishchi shaxta uzunligi 1.5 m bo'lishi kerak, bunaqa dempfer og'irligi esa 100kg dan ortiq) va tebranishlar ma'lum yo'nalish bo'yicha so'ndirilishi hisoblanadi, ammo, shunga qaramasdan, qo'rg'oshinli dempferlardan Yangi Zelandiya zilzilabrdosh ko'priklarni qurishda, Yaponiyada esa seysmoizolyasiyalangan binolarni qurishda keng foydalaniladi [2].

Vibroseyms firmasining suyuqlik dempferini sxematik chizmasi 4.15-rasmda keltirilgan.



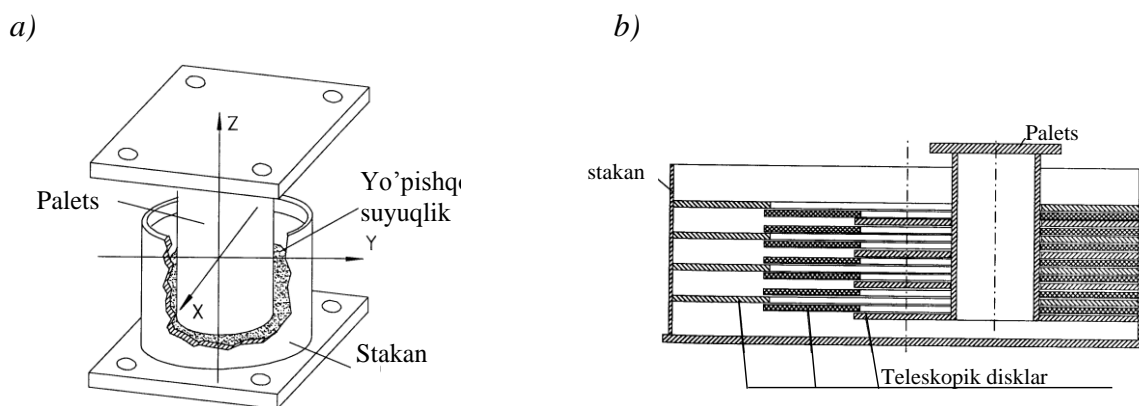
4.15-rasm. “Vibroseyms” firmasining yuqori darajadagi yopishqoq dempferi: 1 – korpus; 2 – yopishqoq suyuqlik; 3 – porshen; 4 – serdechnik; 5 – yuqa devorli silindrlar; 6 – zichlangan joy; 7 – xomut

Dempfer harakatlanuvchi qopqoq 3 li korpus 1, qopqoqqa mahkamlab qo‘yilgan serdechnik 4 dan tashkil topadi. Serdechnik korpus 1 ichida erkin o‘rnatirilgan qalin devorli silindrlar tizimi 5 ichida joylashadi. Sig‘im yopishqoq ishchi suyuqlik 2 bilan to‘ldirilgan. Tebranishlar suyuqlik ichida halqalarni siljishi jarayonida yopishqoq qarshilik kuchlari ishi hisobiga so‘ndiriladi. Qarshilik kuchi qalin devorli silindr 5 lar sonini o‘zgartirish hisobiga osongina to‘g‘rilab olinadi [2].

4.16-rasmda Gerb firmasining yopishqoq dempferlariga misol keltirilgan.

“Vibroseyms” tizimi hamda Gerb firmasi dempferlovchi qurilmalarning ma’lum darajadagi afzalligi ixtiyoriy gorizontaal yo‘nalishda tebranishlar

energiyasini soʻndirish mumkinligidadir. Bunday soʻndirgichlar Sochi shahri temir yoʻl koʻpriklarini seysmohimoyalash uchun qoʻllangan.



4.16-rasm. Gerb firmasinin yopishqoq dempferlari:

a) standartli; b) teleskopik diskli

Hoziri vaqtda FIP-Industiale va Maurer Söhnes firmalarini yopishqoq turkumli gidravlik dempferlari eng koʻp uchraydi. Bunday dempferlar konstruksiyasiga misol 4.17-rasmda keltirilgan.

Gidravlik qurilmalarning asosiy xususiyati ularda vujudga keladigan reaktiv kuchlanishda. Bu kuchlanish quyidagi ifodadan topiladi:

$$F = -C \times |V|^{\alpha} \text{sign}V, \quad (4.4)$$

bunda F – gidravlik qurilmalardagi reaktiv kuchlanish;

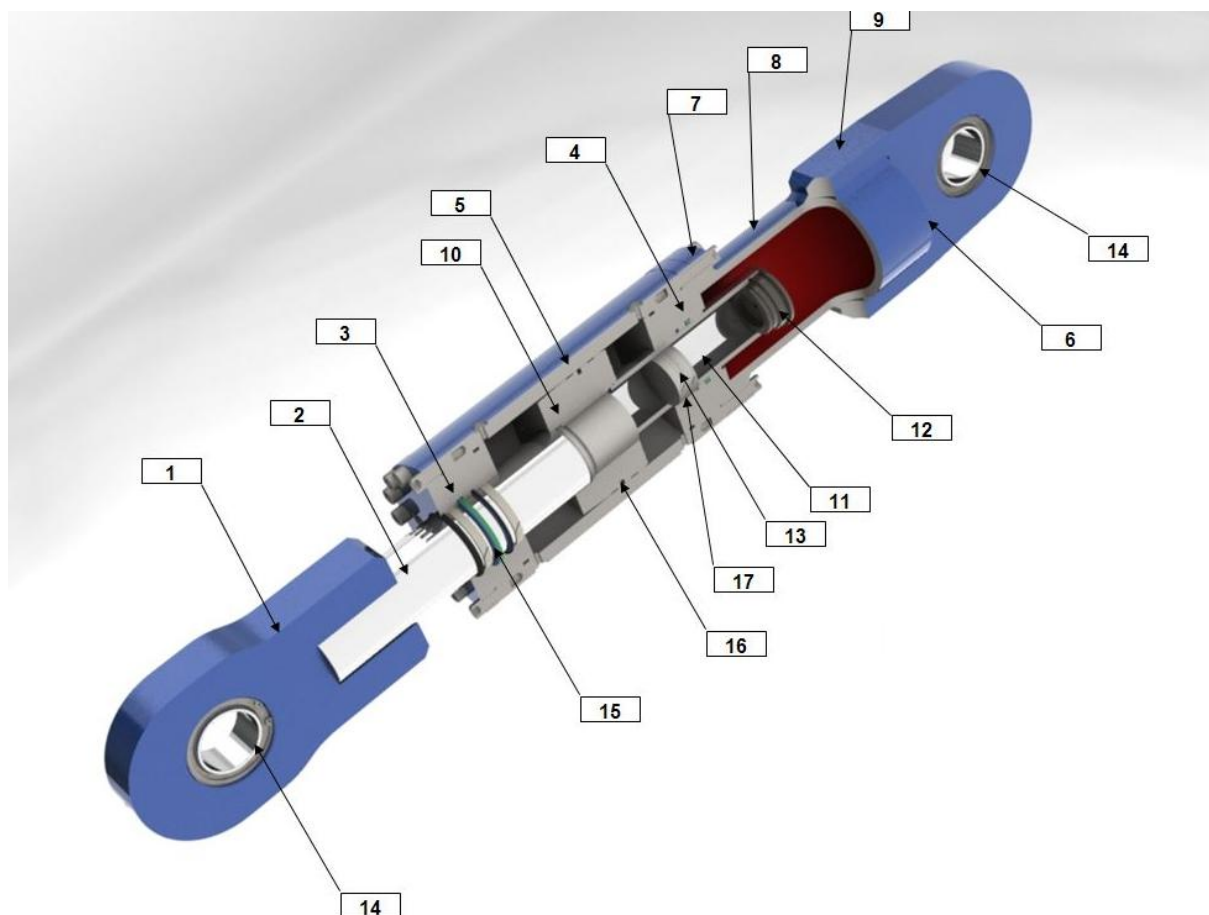
C – doimiy koeffitsient;

V – shtokning siljish tezligi;

α – dempfer konstruksiyasini tavsiflovchi dempfirmalash parametri; $\alpha=1$ da toza yopishqoq dempfirmalash variantiga erishamiz, $\alpha=0$ esa – quruq ishqalanish.

$$C = N \cdot F,$$

bunda N – normal bosim kuchi; F – ishqalanish koeffitsienti; $\alpha=2$ da turbulent ishqalanish olamiz, odatda $\alpha \geq 0,015$.



4.17-rasm. Maurer Söhnes firmasi dempferining konstruksiyasi

1 – ankerli list KST; 2 – shtok; 3 – yo'naltiruvchi KST; 4 – yo'naltiruvchi BG2;
 5 – silindr; 6 – BG2 qopqog'i; 7 – BG2 qo'ndirma halqasi; 8 – BG2 quvuri;
 9 – BG2 ankerli listi; 10 – moyli porshen; 11 – quvursimon porshen; 12 – gaz qopqog'i;
 13 – ajratish porsheni; 14 – ankerli sharnir; 15 – shtok zichlagichlari tizimi; 16 – moyli porshen zichlagichlari tizimi; 17 – ajratish porsheni zichlagichlari tizimi

(4.4) ifodaning qo'llanilishi seysmik tebranishlar tizimini sonli tahlili jarayonida ma'lum qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi.

Muhandislik hisoblashlarda gidravlik dempferlarni modellashtirish uchun ekvivalent yopishqoq dempfirmovchi modeldan [18, 21] foydalanishga ruxsat etiladi, bu modelda

$$F = b_{ekv} V , \quad (4.5)$$

bunda

$$b_{ekv} = \frac{2}{\pi} CU^{\alpha-1} \omega^{\alpha-1} 2^\alpha B\left(\frac{\alpha+2}{2}, \frac{\alpha+2}{2}\right) . \quad (4.6)$$

(4.6) formulada U – dempferning hisobiy yurishi (xod), ω – tebranishlarning ko‘p uchraydigan chastotasi; B – G -funksiya orqali ifodalanuvchi beta-funksiya.

$$B\left(\frac{\alpha+2}{2}, \frac{\alpha+2}{2}\right) = \frac{G\left(1+\frac{\alpha}{2}\right) \cdot G\left(1+\frac{\alpha}{2}\right)}{G(2+\alpha)} = \frac{\left(G\left(1+\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2}{(1+\alpha)G(1+\alpha)},$$

$$G(1+\alpha) = 1 + b_1\alpha + b_2\alpha^2 + \dots + b_8\alpha^8 + \varepsilon \quad (\varepsilon < 3 \cdot 10^{-7}),$$

bunda

$$b_1 = -0.577191652$$

$$b_2 = 0.988205891$$

$$b_3 = -0.897056937$$

$$b_4 = 0.918206857$$

$$b_5 = -0.756704078$$

$$b_6 = -0.482199394$$

$$b_7 = -0.193527818$$

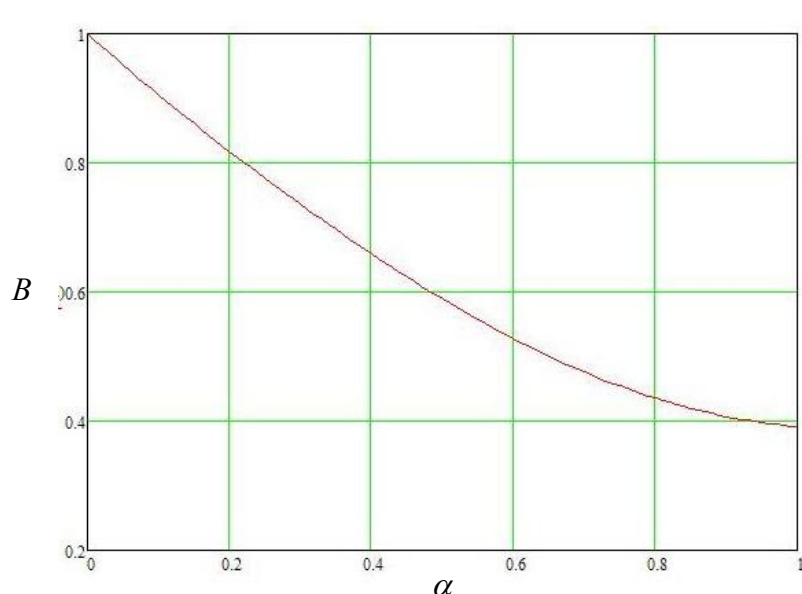
$$b_8 = 0.035868343.$$

B - funksiyaning α ga bog‘liklik grafiki 4.18-rasmda berilgan.

Garmonik balans usulidan foydalanib [21], hamda garmonik tebranishlarning bir sikli davomida ko‘rilayotgan (real) va yopishqoq dempferlar energiyasi yo‘qotilishlarining tengligiga asoslangan holda (4.5) baholangan.

Dempfirlovchi qurilma gesterezisini yopishqoq dempfer va quruq ishqalanish dempferi superpozitsiyasiga almashib, gisterezis haqiqiy (real) halqasini yanada aniqroq qilib modellashtirish mumkin. Bu yuqorida bayon etilgan rele tipidagi bo‘lak-chiziqli tizimlarini

hisoblash dasturiy ta'minlovidan hisoblarimizda foydalanishimizga imkon beradi.



4.18-rasm. Ekvivalent yopishqoq ishqalanishni aniqlash uchun $B(\alpha)$ bog‘lanishi grafigi

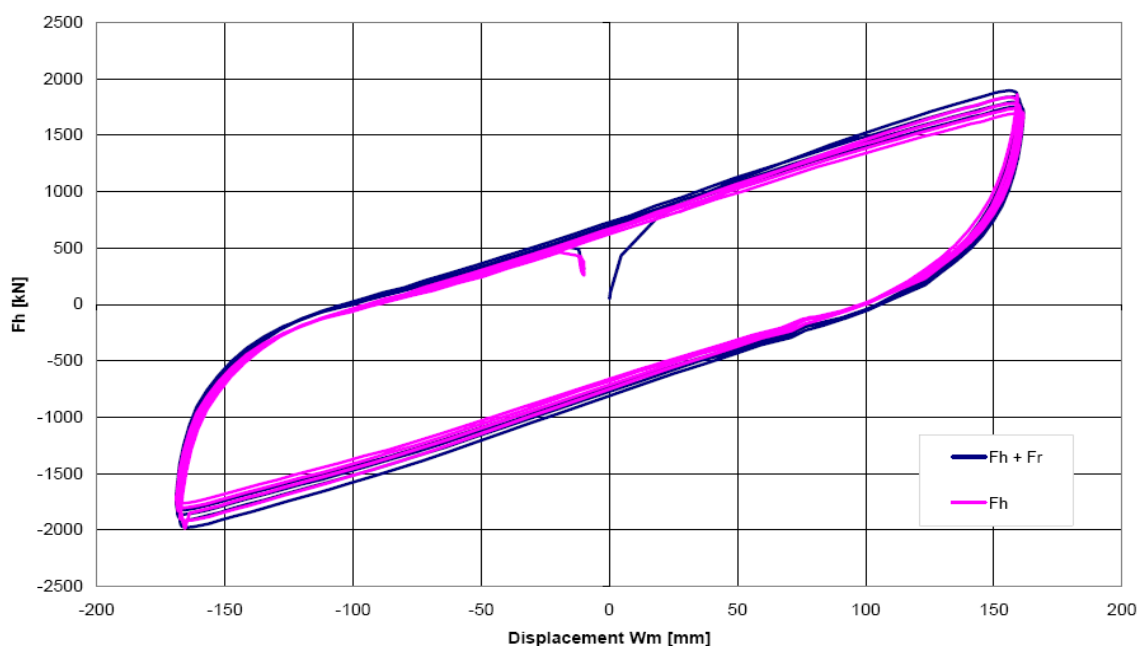
Gisterezis halqasining tajribaviy ko‘rinishiga namuna 4.19-rasmda keltirilgan.

(4.4) bog‘lanish bilan ifodalangan dempferni oddiy ikkita dempferga almashtirish masalasini matematik usul bilan quyidagicha: $b |q|^\alpha \text{sign}(q)$ ifoda $b |q|^\alpha \text{sign}(q)$ ifodaga approksimatsiyalansin deb qo‘yish mumkin. $q = |q| \text{sign}(q)$ tenglikdan foydalanib, bu masala quyidagi ko‘rinishda ifodalanadi:

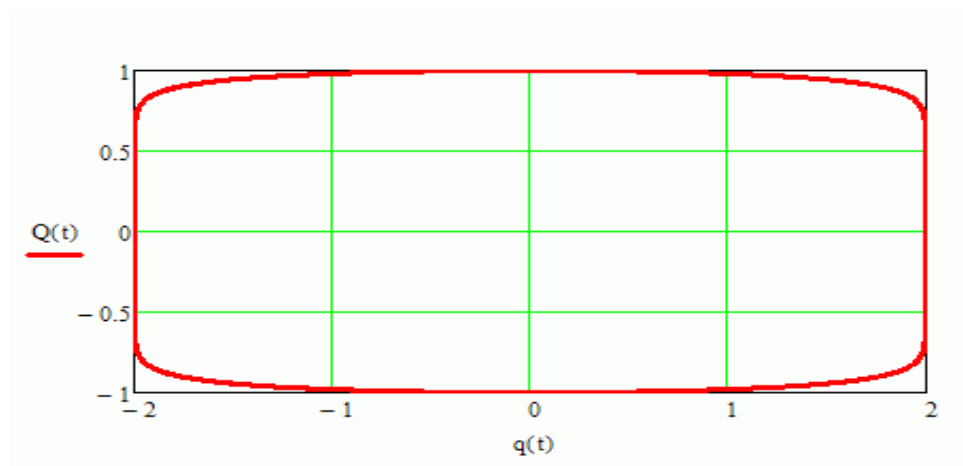
$$b |q|^\alpha \text{sign}(q) \approx (\beta |q| + f) \text{sign}(q). \quad (4.7)$$

Approksimatsiyalash mezoni (4.7) tahminiy tenglikning ikkala qismini qarshilik kuchlari uchun gisterezis halqalarini bir xil bo‘lishida.

Gisterezis halqalarini ta’riflashda (4.4) bog‘lanishdan foydalanish 4.20-rasmda ko‘rsatilgan.



4.19-rasm. Gisterezis halqasining tajribaviy ko‘rinishi



4.20-rasm. (4.4) bog‘lanishga muvofiq qarshilik kuchi uchun gisterezis halqasi

Ta’riflangan masalaning yechimi tebranishlar davri $T = \frac{2\pi}{\omega}$ da $q = q_0 \sin \omega t$ garmonik tebranishlarda (4.7) nisbatning o‘ng va chap qismlari farqining kvadratini minimallashtirish orqali [21] da topilgan:

$$\Phi = \int_0^T (b | \dot{q} |^\alpha - \beta | q | - f)^2 dt \rightarrow \min, \quad (4.8)$$

bundan

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Phi}{\partial \beta} &= -2 \int_0^T |q| (b |q|^\alpha - \beta |q| - f) dt = 0 \\ \frac{\partial \Phi}{\partial f} &= -2 \int_0^T (b |q|^\alpha - \beta |q| - f) dt = 0 \end{aligned} \quad (4.9)$$

Tizim (4.9) quyidagi ko‘rinishda ifodalanishi mumkin:

$$\begin{cases} \beta I_2 + f I_1 = B I_{\alpha+1} \\ \beta I_1 + f I_0 = B I_\alpha \end{cases}; \quad (4.10)$$

bunda $I_\gamma = \int_0^T |q|^\gamma dt$, shu bilan birga $I_0 = T$.

(4.10) tizim yechimi quyidagi ko‘rinishga ega:

$$\begin{cases} \beta = b \frac{I_{\alpha+1} T - I_\alpha I_1}{I_2 T - I_1^2} \\ f = b \frac{I_\alpha I_2 - I_{\alpha+1} I_1}{I_2 T - I_1^2} \end{cases}. \quad (4.11)$$

M.Yu. Fedorova va N.V. Dursenevalar mazkur masalaning [21] keltirilgan o‘zgacha yechimini taklif etishgan.

(4.7) nisbatdan quyidagi tenglik to‘g‘ri bo‘lishi kerak, degan xulosa kelib chiqadi:

$$F_1(|q|) \approx F_2(|q|), \quad (4.12)$$

bunda $F_1(|q|) = b |q|^\alpha$, $F_2(|q|) = \beta |q| + f$.

(4.12) ni $|q|$ ning turli qiymatlari uchun ko‘rib chiqsak, izlanayotgan parametrlar β va f topish mumkin.

$0 < |q| < 1$ oralig‘ida $|q| = 1 - \varepsilon$, $0 < \varepsilon < 1$ deb olamiz. Shunda (4.8) quyidagi

ko‘rinishda ifodalanadi:

$$\beta(1 - \varepsilon) + f \approx b(1 - \varepsilon)^\alpha . \quad (4.13)$$

(4.13) ifodaning o‘ng tomonida xadlar ε bo‘yicha kichiklikning birinchi darajasidan ortiq emasligini hisobga olib, quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$\beta(1 - \varepsilon) + f \approx b(1 - \alpha\varepsilon) , \quad (4.14)$$

bundan

$$\begin{cases} f = b(1 - \alpha) \\ \beta = \alpha b \end{cases} . \quad (4.15)$$

$1 < |q|$ oralig‘ida $|q| = \frac{1}{\delta}$, $0 < \delta < 1$ deb faraz qilamiz. (4.12) quyidagi

ko‘rinishga keltiriladi:

$$\frac{\beta + f\delta}{\delta} = b , \quad (4.16)$$

bundan

$$\beta\delta^{\alpha-1} + f\delta^\alpha = b . \quad (4.17)$$

$\delta = 1 - \varepsilon$, $0 < \varepsilon < 1$ deb faraz qilib, xadlar ε bo‘yicha kichiklikning birinchi darajasidan ortiq emasligini hisobga olib, quyidagiga ega bo‘lamiz:

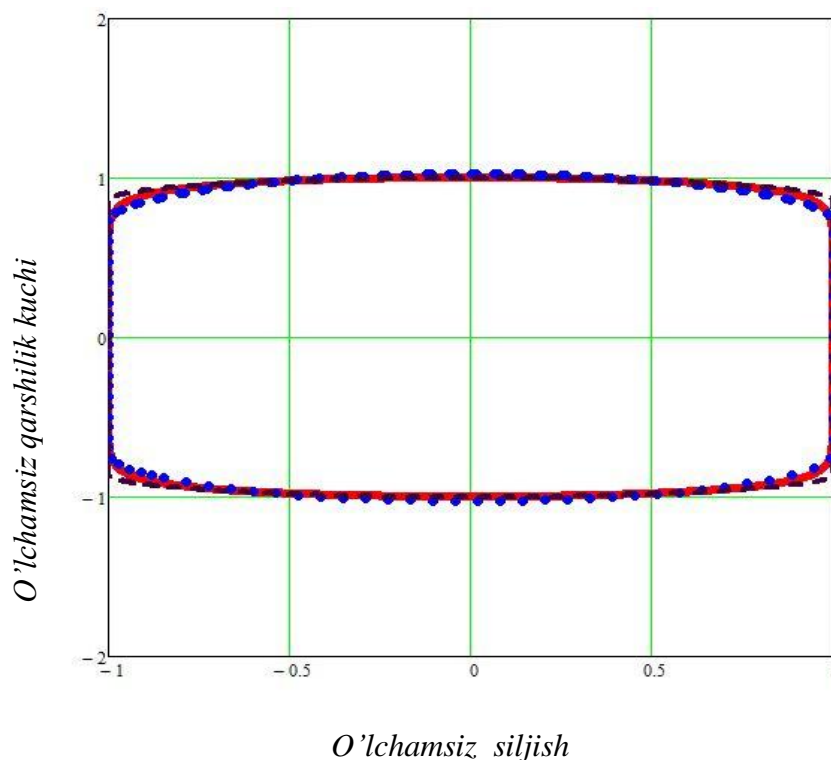
$$\beta(1 - \alpha\varepsilon + \varepsilon) + f(1 - \alpha\varepsilon) \approx b , \quad (4.18)$$

bundan (4.15) yechim kelib chiqadi.

$|q| = 1$ qiymatlar uchun (4.12) nisbat balki (4.15) dan kelib chiqadigan quyidagi shartga olib keladi:

$$\beta + f = B . \quad (4.19)$$

Bajarilgan hisoblashlar ikkala yondashuv ham (4.4) bog‘lanishni yuqori aniqlik bilan approksimatsiya qilishini ko‘rsatdi. (4.4), (4.11), (4.15) (4.21-rasm) formulalar bo‘yicha qurilgan gisterezis halqalarini solishtirganda aniqlandiki, birinchi yondashuv halqaning o‘rta qismida ($0.2 < |q| < 0.8$) eng katto xatoga ega bo‘lar ekan, ikkinchi yondashuv esa – $|q| \approx 1$ da, bunda haqiqiy mavjud inshootlarning siljishi va tezlanishlarida farq 3% oshmas ekan.



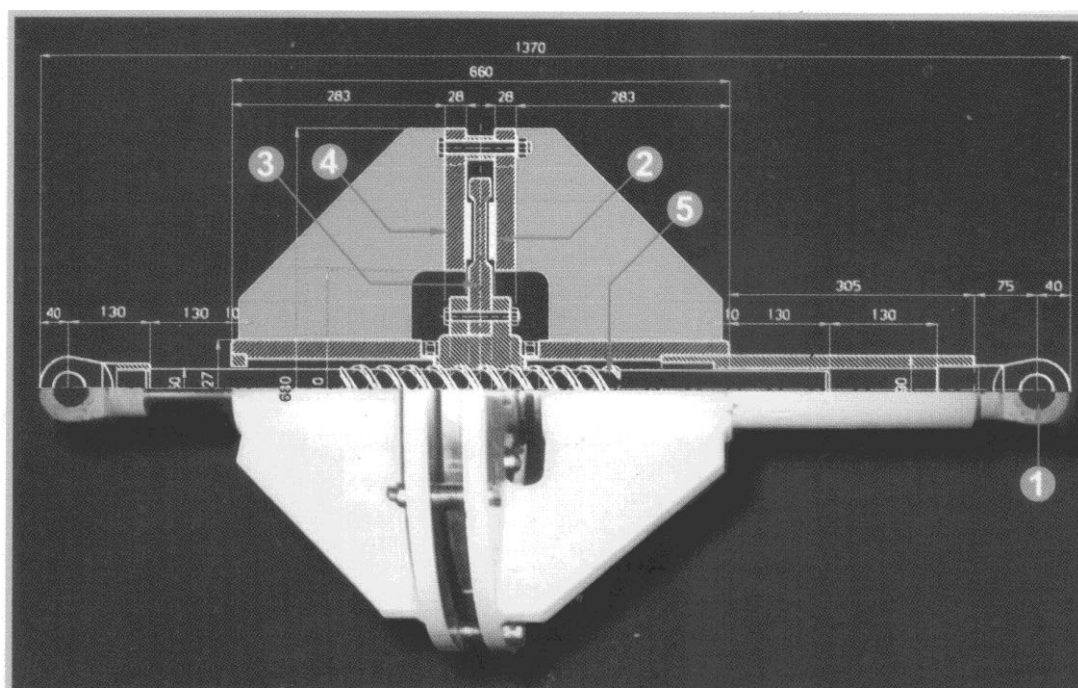
4.21-rasm. Gisterezisning empirik (yaxlit) va approksimatsiyalovchi ilgaklari, nuqtali chiziq – (4.11-formula bo‘yicha), uzuv-uzuv chiziq – (4.15-formula bo‘yicha)

Taklif etilgan nochizg‘iy dempferlarning matematik modellari inshootlarning seysmik tebranishlarini tahlili uchun mavjud dasturiy vositalardan samarali foydalanishga imkon beradi.

Yopishqoq tipidagi barcha mavjud chastotali bog‘lanishli dempferlarni ko‘rib chiqishga imkoniyat bo‘lmagani sababli 4.22-rasmda keltirilgan “ALGA” firmasining elektrmagnit dempferlovchi qurilmasini alohida

ko'rsatamiz.

Qurilma mahkamlovchi proushina 1 o'rnatilgan rezbali sterjen 5 ega. Chervyakli uzatma orqali sterjen chulg'amlar 3 ga ulangan. Sterjen 1 oldinga qarab harakatlanganda chulg'am 4 lar tok ishlab chiqarib magnit taxtachalar orasida aylanadi. Chulg'amlar aylanishiga qarshilik ko'rsativchi elektromagnit kuch aylanish tezligiga (tebranishlar chastotasiga) mutanosib bo'lib qoladi [2].



4.22-rasm. "ALGA" firmasining elektromagnit dempifirlovchi qurilmasi

Gisterezis tipidagi mexanik dempferlar

Ko'prik qurilishi sohasida chastotali erkin dempferlar keng tarqalgan, ularning qatoriga quruq ishqalanish dempferlari, hamda elastiklik chegarasidan tashqarida ishlovchi materialning gisterezis yo'qotishlaridan foydalanadigan dempferlar kiradi.

Tebranishlarni so'ndirish maqsadida ishqalanish kuchidan foydalanish tajribasi qadimgi me'morlar davridan yetib kelgan. Qadimgi mayyalar ehrom va boshqa inshootlarini qurishda bir xil elementlarni boshqa elementlar

ustidan qarshilik kuchini yengib siljish effektidan samarali foydalangan edilar. Keyingi yillar davomida olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, bino va inshootlar dinamik kuchlarni o'ziga qabul qilishida ko'pincha ishqalanish kuchlarining ahamiyati katta bo'lar ekan. Seysmoizolyasiyalovchi sirpanuvchi belbog'li binolarda, quruq tutashuv usuli bilan biriktirilgan binolarda ishqalanish kuchlari ko'p hollarda inshoot zilzilabardoshligini ta'minlash borasida prinsipial ahamiyatga ega ekan. Ko'priklarda qo'zg'aluvchan tayanch qismlari tabiiy quruq dempfer vazifasini o'taydilar. Shunisi qiziqarliki, XIX asr oxirlarida general-gubernator M.D.Skobelev rahbarligida Krasnovodsk – Chardjou temir yo'lini qurishda tayanch kallaklari va tayanch qismi orasida qo'rg'oshin plastinalar o'rnatilgan. Bunday plastinalar o'rnatilgan ko'priklar juda kuchli Ashxobod zilzilasiga (1948 yil) muvaffaqiyatli chidab bergan. Bunda qo'rg'oshinning siljishi va plastik deformatsiyalanishi hisobiga oraliq qurilmalar tayanchlarga nisbatan surilish hollari kuzatilgan.

Qurilmaning ancha arzonligi, soddaligi, vaqt bo'yicha dinamik tavsiflarining nisbatan barqarorligi – *quruq ishqalanish dempferlarining (QID)* zilzilabardosh qurilishda juda keng tarqalib, turli texnik yechimlarda metallni metallga, betonni beton yoki sochiluvchan materiallarga, polimer qoplamalarni bir-biriga yoki metallga ishqalanuvchi juftliklar bilan birgalikda qo'llashga imkon yaratadi.

QIDlarning asosiy kamchiliklariga quyidagilar kiradi [2]:

- kuchlarni sakrab o'zgarishi natijasida, ayrim hollarda konstruksiyaning umumiy holatiga katta ta'sir ko'rsatuvchi yuqori chastotali parazit tebranishlarni vujudga kelishi;
- seysmohimoyalashning dinamik parametrlari va zilzilaning spektral tarkibiga asosan seysmohimoyani QID ancha katta nochiziqliligiga bog'liq bo'lgan tebranishlar amplitudasini keskin ortishini ehtimoli;

- QID ayrim texnik yechimlarida QIDga uzatiladigan konstruksiyalarning vazniga ishqalanish kuchlarini bog‘liqligi, va buni dinamik ta’sir ostida QIDlar tavsifini nobarqaror bo‘lishiga olib kelishi;

- katta ishqalanish koeffitsienti hisobiga, yoki ishqalanuvchi juftliklarni anchagina siqilishi hisobiga ishqalanish kuchlarini hosil qilishi, buning esa ikkala holda ham jadal sur’atlar bilan yedirilishga va natijada QID tavsiflarini nobarqaror bo‘lishiga olib keladi, va ishqalanuvchi juftliklarni tanlanishda puxtalikni talab etishi.

QID ish xususiyatlarini o‘rganish va parametrlarini tanlashga oid olib borilayotgan tadqiqotlar ta’sirning spektral tarkibiga bog‘liq bo‘lgan QIDning dempirlash tavsiflarini optimallashtirish zarurligini, va shu sababli bundan keyin dinamik parametrlari *sozlanadigan (regulirovkalanadigan)* QIDning texnik yechimlariga afzalroq yechimlar sifatida qarash lozimligini ko‘rsatdi.

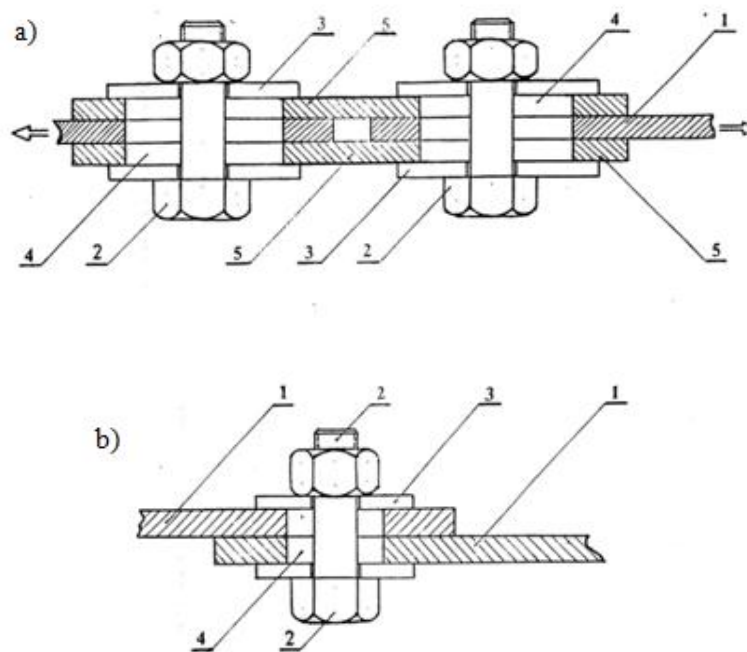
Yuqori chastotali parazit tebranishlar ta’sirini kamaytirish uchun, ko‘pkaskadlik effektidan foydalanish zarur, ya’ni QID larni ketma-ket ishga tushirilishini ta’minlab beruvchi turli xil dinamik parametrlarga ega bir nechta QID dan foydalanish kerak [22].

QID larning dastlabki yechimlarida ishqalanuvchi juftliklar ularga tayangan konstruksiya vazni ta’sirida siqilgan. Ko‘priklar uchun bu oraliq qurilmaning tayanish reaksiyasi. Bu holda siqilish miqdori tasodifan ko‘prikning vertikal tebranishlariga bog‘liq bo‘ladi. Bunday dempferlar *sozlanmaydigan (regulirovkalanmaydigan)* deyiladi.

Regulirovkalanadigan friksion dempferlar qatoriga ishqalanuvchi juftliklar maxsus siqish qurilmasi yordamida siqiluvchi, va ishqalanish kuchi seysmik ta’sirning vertikal tashkil etuvchisiga bog‘liq bo‘lmagan dempferlar kiritilishi darkor.

Regulirovkalanadigan dempirlashning yangi texnologiyasi friksion-

qo‘zg‘aluvchan boltli tutashmalarni (FQT) qo‘llash bilan bog‘liq [22]. FQT deganda, tutashtiriluvchi detallarda boltlarning teshiklari ekstremal yuklar ta‘siri yo‘nalishi bo‘ylab ovalsimon qilib ishlanishi bilan farqlanuvchi yuqori mustahkamlikka ega boltlar yordamida tutashtirilgan metall konstruksiyalar tushuniladi. Ekstremal yuklanishda tutashtiriluvchi detallar bir-biriga nisbatan qo‘llanilgan yuqori mustahkam boltlarning 3-4 diametriga teng miqdorgacha siljiydi. Bunda anchagina energiya tarqalib ketadi. [2, 22] qo‘llanmada FQT hisoblash usullari hamda ulardan foydalanish texnologiyasi bayon etilgan. O‘rganilayotgan tutashmalarning tashqi ko‘rinishi 4.23-rasmda keltirilgan.



4.23-rasm. FQT prinsipial sxemasi:

a) uchma-uch (встык); b) ustma-ust (внахлестку);

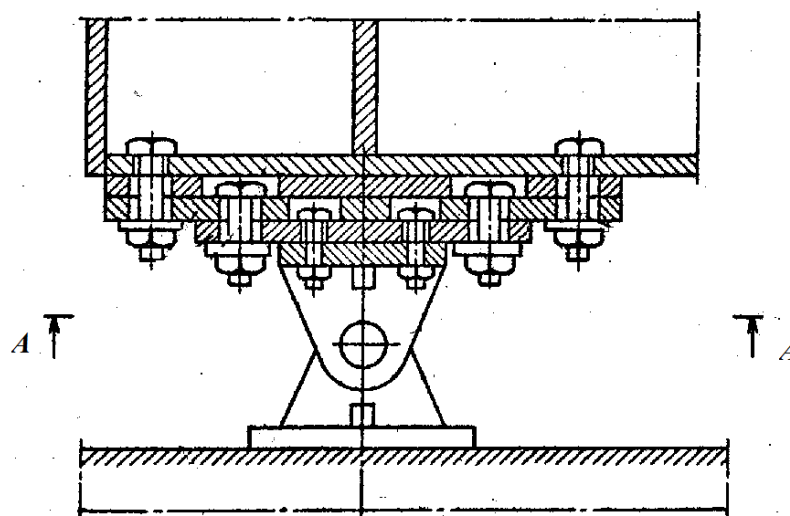
1 – tutashtiriluvchi listlar; 2 – yuqoriprobali bolt; 3 – shayba; 4 – ovalsimon teshik;

5 – tutashtiruvchi ora qistirma

Yuqori mustahkam boltli friksion-qo‘zg‘aluvchan tutashmalar (FQT) da boltlarni siqish oqibatida konstruksiyalardagi kuchlanish chekli miqdoridan oshib ketganda, ovalsimon teshiklar hisobiga tutashtiriluvchi plastinalarni bir-

biriga nisbatan siljishi mumkinligi nazarda tutiladi.

FQT ham ko‘taruvchi konstruksiyalar uzellarining, ham turli xil bog‘lash elementlarida va bikirlik diafragmalarining adaptiv seysmohimoya tizimlarida qo‘llanishi mumkin (4.24-rasm). FQT yuqori ishonchliligi, ixchamliligi, zilzilalardan keyin oson yasalishi, montaj qilinishi va ta‘mirlanishi bilan ajralib turadi.



4.24-rasm. FQT qo‘llab oraliq qurilmani tayanch qismga mahkamlash

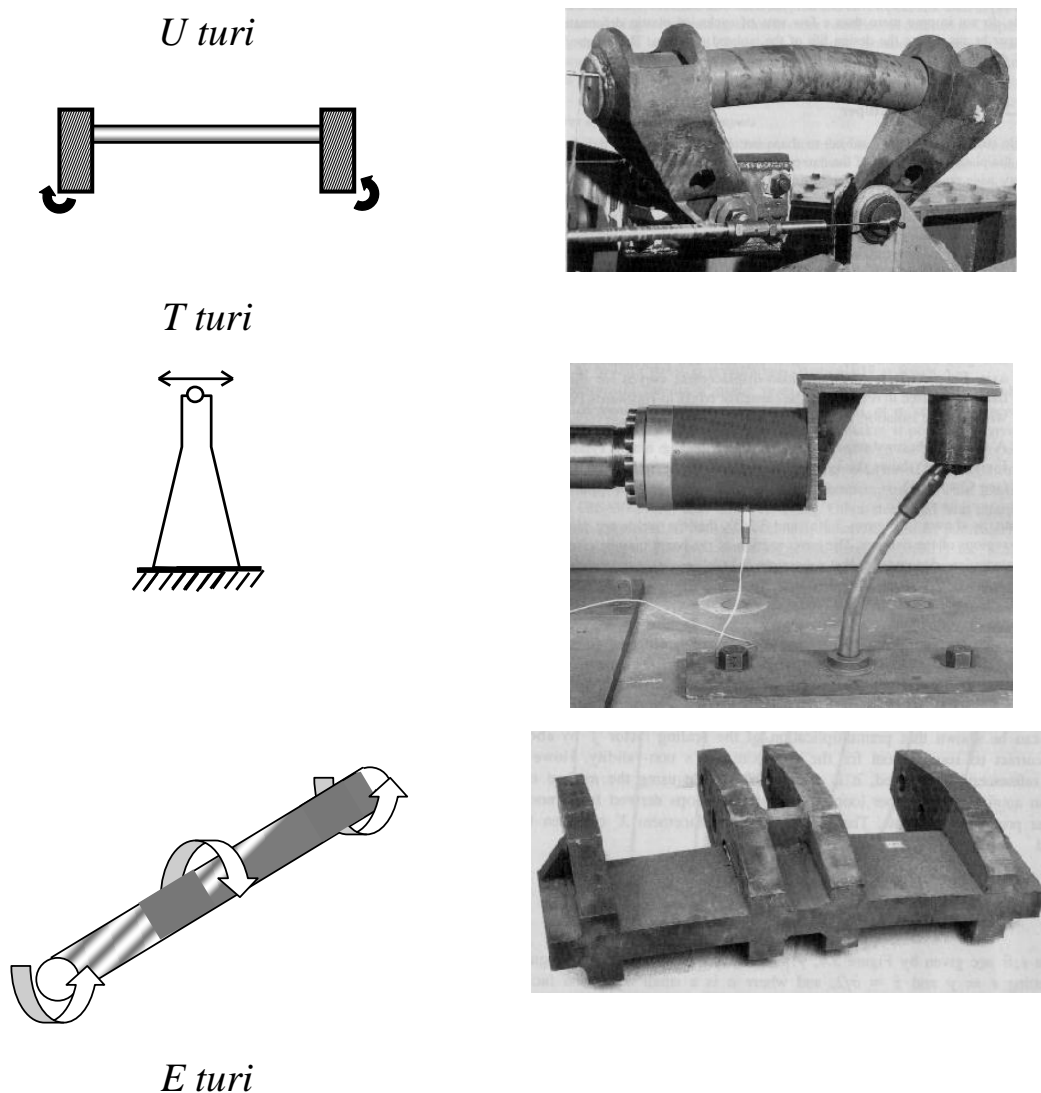
Plastik dempferlarda materialning deformatsiyalanishida mexanik energiyani issiqlik energiyasiga o‘tish xususiyatidan foydalaniladi.

Konstruksiya elementlarini deformatsiyalanishida mexanik energiya yo‘qotilishlari bo‘yicha eksperimental tadqiqotlar yo‘qotishlar qiymatini yuklanish takrorlanishi tezligiga bog‘liq emasligini ko‘rsatdi. Bunda sodir bo‘ladigan energiya yo‘qotishlari adabiyotda ichki yo‘qotishlar deb, energiyaning tarqalish jarayonini o‘zi esa ichki ishqalanish deb atalgan.

Odatda, materialda ichki energiya yo‘qotilishlari deyarli kam bo‘ladi. Masalan, metall konstruksiyalarida yo‘qotishlar kritik qiymatining 0.03 dan, beton konstruksiyalarida esa 0.05 dan katta bo‘lmaydi. Shuning uchun, uzoq vaqt davomida adabiyotlarda seysmohimoya tizimlarida gisterezisli

dempferlardan foydalanish maqsadga muvofiq emasligi haqida fikr yuritilar edi. Shu bilan birga, oxirgi 15 yil ichida bir qator xorijiy firmalar juda katta ichki ishqalanish kuchiga ega polimer materiallari va metall qorishmalarini taklif etmoqda. Va bu o'rganib chiqilayotgan dempferlardan inshootlarning seysmohimoyalash tizimlarida foydalanish imkonini beradi.

Materialning egilish va buralishida vujudga keluvchi plastik ishini qo'llaydigan dempferlar amaliyotda keng tarqalgan.



4.25–rasm. Po'lat dempferlar

Po'lat dempferlar materialning plastik deformatsiyalanishi hisobiga ishlaydigan qurilmalar qatoriga kiradi. Ular 60-yillarda paydo bo'lgan va

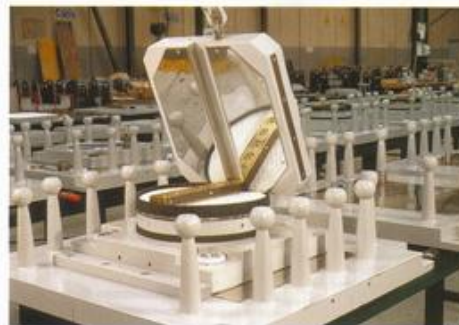
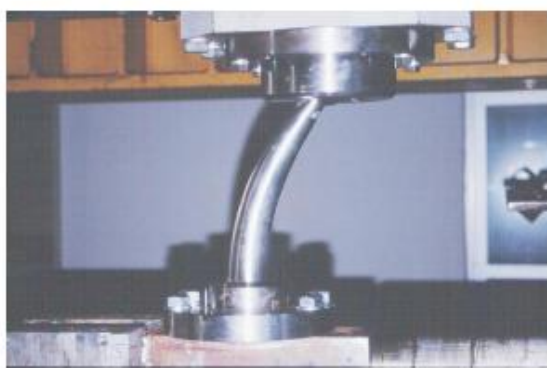
keyinchalik Dj. Kelli, R.I. Skinner, R.G. Tayler va boshqa mutaxassislar ular ustida ishlagan. Po‘lat dempferlar qo‘llangan eng birinchi konstruktsiya Yangi Zelandiyadagi ko‘prik bo‘lgan (1973 y.), unda tayanchlar bilan sirpanuvchi oraliq qurilmalar orasidagi tebranishlar so‘ndirilar edi [8].

Po‘lat dempferlar uch turga bo‘linadi (4.25-rasm):

1. U turdagi – egilishga ishlaydiganlari, asosan o‘zgarmas kesimlilar;
2. T turdagi – egilishga va siljishga ishlaydiganlari, asosan o‘zgaruvchan kesimlilar (odatda konussimon);
3. E turdagi – yukni sterjen o‘rtasidan uzatuvchi, buralishga hisoblanadiganlar.

4.26-rasmda ko‘priklar seysmohimoyalovida qo‘llanadigan T turdagi dempfer ko‘rsatilgan. Bunda rasmning chap tarafida bitta konussimon sterjen sinovi, o‘ng tarafida esa bunday dempferlar o‘rnatilgan sirpauvchi tayanch qismi ko‘rsatilgan.

Bunday dempferlarning asosiy hisobiy parametrlari – bikirlik, yuk ko‘tarish qobiliyati va charchoqlikka mustahkamligi demakdir.



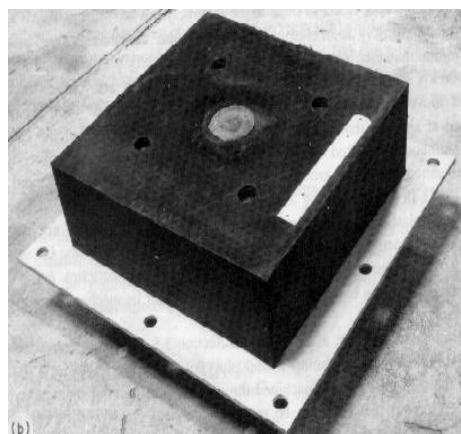
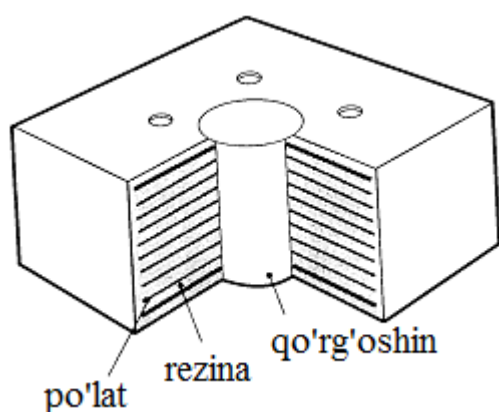
4.26–rasm. Ko‘priklarning konussimon metall sterjenlar tizimi ko‘rinishida dempirlash qurilmasi:

chapda – alohida sterjenni sinash; o‘ngda – tayanch qismidagi sterjenlar tizimi

4.27-rasmda 1975 yilda V. Robinson taklif etgan rezinametall tayanch qismi bilan birikkan qo‘rg‘oshin serdechnik ko‘rinishidagi plastik dempfer ko‘rsatilgan. Hozirgi vaqtda bu tayanch qismlari eng ko‘p tarqalgan bo‘lib,

ham nazariy, ham eksperimental nuqtai nazardan batafsil o'rganib chiqilganlardan bo'ladi.

Ushbu tayanch qismlarini hisoblash, ishlab chiqarish va testlashga oid juda ko'p xorijiy adabiyotlar mavjud. Yangi Zelandiyaning 90% ziyod seysmoizolyasiyalangan ko'priklari qo'rg'oshin serdechnikli rezina metall tayanch qismlarini qo'llagan holda qurilgan. Bundan tashqari, Yaponiya, AQSh va boshqa davlatlarda bunday tayanch qismlaridan foydalanib juda ko'p bino va inshootlar qurilgan.

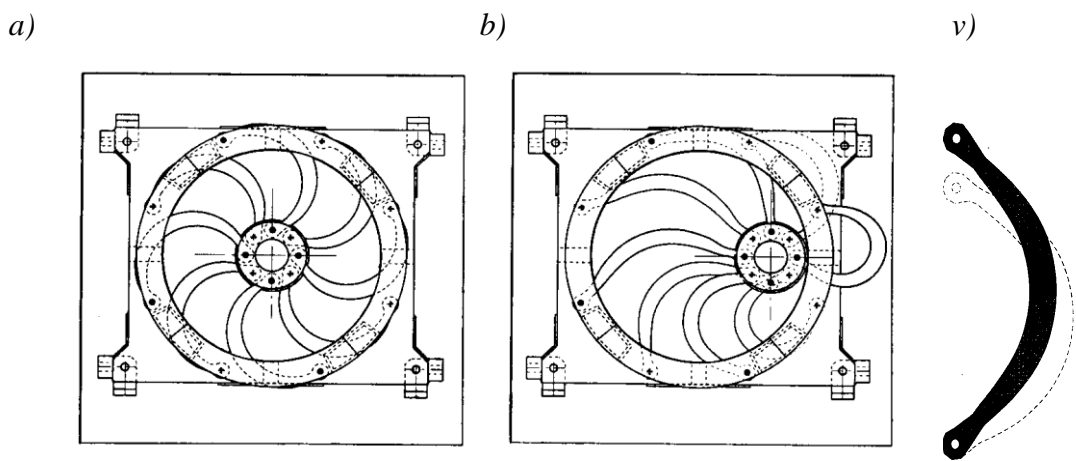


4.27-rasm. Qo'rg'oshin serdechnikli rezina metall tayanch qismi

Dempfirlovchi qayishqoq plastik qurilmali o'ziga xos qurilma Italiyalik mutaxassislar tomonidan taklif etildi (4.28-rasm). Bu qurilmaning asosiy o'ziga xos tomoni S-simon dissipativ elementlar tizimi hisobiga tebranishlar energiyasi gorizontall tekislikda ixtiyoriy yo'nalish bo'yicha so'ndirilishidadir.

Texnik adabiyotlarda [6] turli dempferlash qurilmalarning batafsil bayoni berilgan. 4.29-rasmda esa mashhur firmalarni ayrim dempferlari misol tariqasida keltirilgan.

4.30-rasmda Yopishqoq dempferlarni Megalorema (Gretsiya) dagi viadukda qo'llanilishining amaldagi misoli keltirilgan.

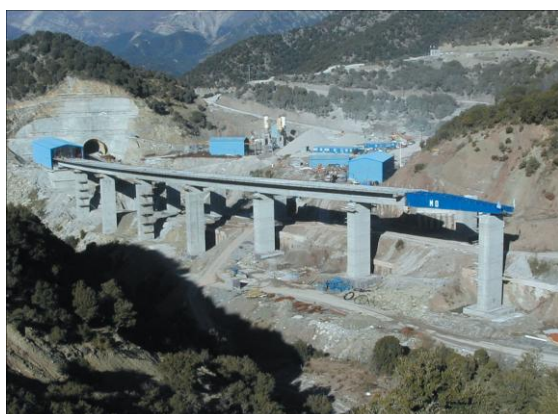


4.28-rasm. Qayishqoq-plastik dempfer (Italiya):

a) muvozanat holatida; b) maksimal siljish sharoitida; v) C-simon dissipativ elementlar



4.29-rasm. Zilzilabardosh qurilishda qo'llaniladigan dempferlar



4.30-rasm. Megalorema (Gretsiya) dagi yopishqoq dempferli viaduk

Yarimaktiv seysmohimoyalash tizimlari

Seysmohimoyalashning yarimaktiv tizimlari keyingi 15 yil davomida rivojlanib bormoqda va taniqli firmalar, masalan, FIP Industriale [14] va

Maurer Söhnes [16] tomonidan ko‘priklar qurilishida qo‘llanmoqda.

Seysmohimoyalashning yarimaktiv tizimlari tarkibida o‘rtacha kattalikdagi energiya manbasi bo‘lib, u intensiv seysmik tebranishlarda passiv himoyaning u yoki bu tizimini ishga tushiradi. Eng sodda yarimaktiv tizimlarda energiya manbasi biron bir aloqa tizimlarini ishga tushiradi yoki ishdan chiqaradi, masalan, seysmoizolyasiyalovchi tayanchda to‘xtatish uskunasi (стопор) ishdan chiqaradi (убирает).

Hozirgi vaqtda seysmohimoyalash yarimaktiv tizimlar nazariyasi endi rivojlana boshladi. Maurer Söhnes [16] firmasida ishlab chiqilgan va ko‘prik qurilishida qo‘llangan dempferlar va FIP Industriale [14] firmasining zilzila tebranishlari ta‘sirini maxsus vaqtinchalik o‘chirish uskunalari hammaga ma‘lum.

Maurer Söhnes firmasining dempferi ichiga joylashtirilgan ChIP ga ega. Bu ChIP tebranishlarning ma‘lum darajasida ishchi suyuqlikdagi elektr razryadini keltirib chiqaradigan tizimni ishga tushiradi. Natijada tizimda energiyani tarqalish xususiyati va yopishqoqligi o‘zgaradi.

FIP Industriale firmasining qurilmalarida tezlanishning ma‘lum darajasida seysmohimoyalash qurilmalar elementlarining eritish mexanizmi ishlab qoladi va ularni bikirligi keskin kamayib ketadi. Bunday qurilmalar o‘ziga xos yagona “Rion-Antirion” vantli ko‘prik qurilishida qo‘llangan.

2008 yil 8 iyunda kuchli zilzila sodir bo‘lib, ko‘prik seysmohimoyalash tizimi ishining oldindan ko‘rsatilgan imkoniyatlariga to‘liq javob bergan holda zilziladan muvaffaqiyatli o‘tgan. Seysmohimoyalash tizimining batafsil bayoni [14] maqolada berilgan.

4.4. Tebranishlarni dinamik so‘ndirgichlari

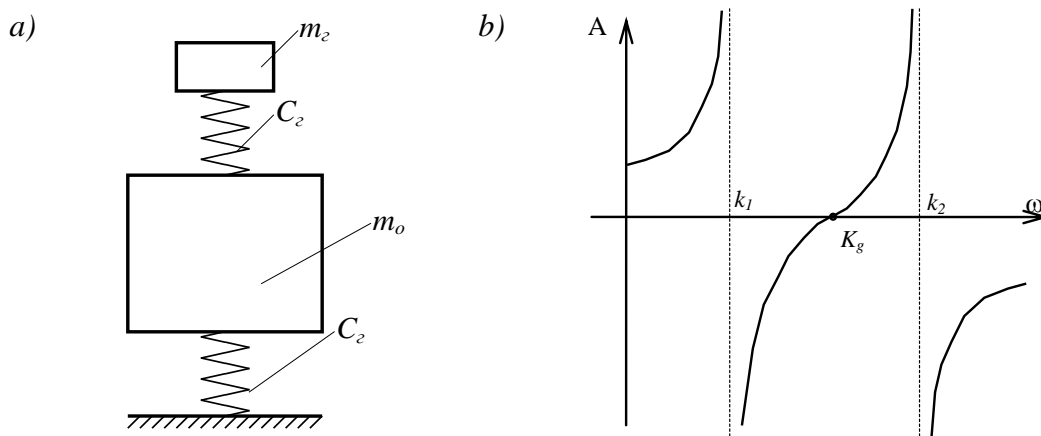
TDS lar hozirgi vaqtda konstruksiyalarni dinamik, shu jumladan seysmik

ta'sirlardan himoya qilishda ancha keng qo'llanmoqda. Tebranishlarni dinamik so'ndirgichi deb, himoyalananayotgan konstruksiyada tebranishlar darajasini kamaytiradigan hamda o'zida inersiya kuchi hosil bo'ladigan qurilmaga aytiladi.

Odatda, TDS konstruksiyasini birinchi bo'lib 1909 yilda patentlagan olmon mexanigi Fram kashf etgan deb hisoblanadi. Uning nomi kemalar chayqalishini tinchlantiruvchi sisternalarga ham berilgan. Kemalar chayqalishini kamaytiruvchi so'ndirgichlardan foydalanish haqidagi dastlabki ma'lumot [2] da ko'rsatilgan.

Agar tebranayotgan ob'ektga elastik bog'lanish orqali qo'shimcha massa qo'shilsa (4.31,a-rasm), asosiy massa harakatini to'liq to'xtatishga erishish mumkin. Buning uchun, so'ndirgich tebranishlarini partial chastotasi

$k_g = \sqrt{\frac{C_g}{m_g}}$ qo'zg'atuvchi kuch chastotasiga teng bo'lishi kerak.



4.31-rasm. TDS larning prinsipial sxemasi – (a) va TDS li tizimning bosh massasining ACHX si – (b)

Bunday samara 4.31,b-rasmida ifodalangan, bunda absissa o'qida qo'zg'atuvchi chastota ω , ordinata o'qida esa bosh massa A tebranishlarining amplitudasi berilgan. Ordinata o'qida bundan tashqari tizimning o'z tebranishlari chastotalari k_1 va k_2 bilan so'ndirgich tebranishlarining partial

chastotasi k_g ham ko'rsatiladi.

Seysmoizolyasiyalash tizimlari bilan birgalikda TDS lar Qozog'iston, Ukraina va Qirg'izistonda foydalanishga taklif etilgan. Bu tadqiqotlarda TDS sifatida himoyalananayotgan konstruksiya bilan elastik bog'lanish orqali ulangan uncha katta bo'lmagan massa ko'rilar edi.

XX asr boshlarida o'tkazilgan dastlabki tadqiqotlarda qo'zg'atuvchi kuch chastotasiga to'g'rilanadigan dempferlanmagan TDS ko'rilar edi. Dempferlashni kiritish TDS ning samarali ishi chastotalari yo'nalishini ancha kengaytirish imkonini yaratdi.

Adabiyotlarda himoyalananadigan tizimni oddiy hisoblash sxemalaridan foydalanib, chizg'iy TDS ning samaradorligini baholashda parametrlarni optimizatsiyalash masalalariga katta e'tibor qaratilgan.

Tadqiqotlarning bu yo'nalishiga asos bo'lib Den-Gartag, Bryuk va boshqa mualliflar tomonidan garmonik ta'sirning nostabil chastotasida bosh massaning maksimal surilishini minimal miqdori shartidan kelib chiqib olingan yopishqoq ishqalanishli TDS larni optimallashtirishning an'naviy natijalari xizmat qiladi.

Adabiyotlarda [2] katta va kichik massali tebranishlarni dinamik so'ndirgichlarining ishi ko'rib chiqilgan.

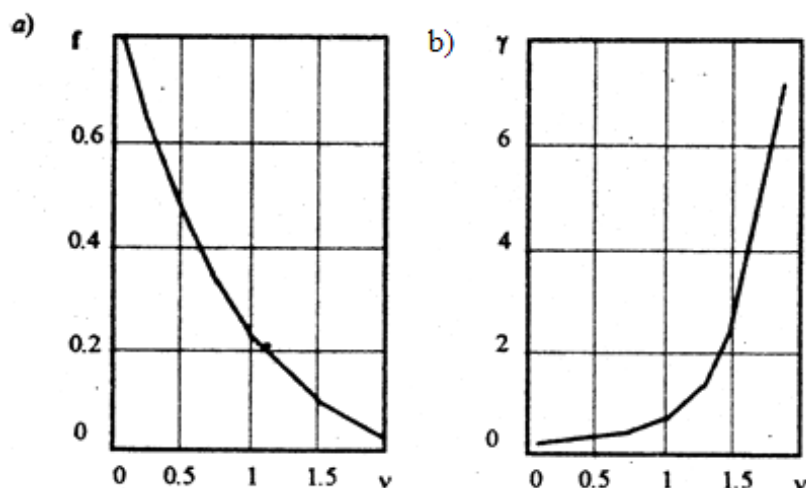
$$f = 1 / \sqrt{(1 + \nu)} \quad ; \quad \mu = \omega \sqrt{\nu / (1 + \nu)} \quad , \quad (4.20)$$

bunda f – TDS ni sozlash; ν – TDS massalarini inshoot massasiga nisbati;

μ – TDS ning yopishqoq ishqalanish koeffitsienti; ω – inshoot o'z tebranishlari chastotasi.

Zilzilabardosh qurilish uchun kelajagi yorqinroq katta massaga ega TDS ga kelsak, tegishli tavsiyalar [7] da berilgan. 4.32-rasmda so'ndirgichning nisbiy massasi $\nu = m_g / m_0$ ga ko'ra TDS ni sozlash bog'lanishlari grafiklari

keltirilgan.



4.32–rasm. TDS sozlashni chastota bo‘yicha – (a), dempferlash bo‘yicha – b), uning nisbiy massasi v bo‘yicha bog‘liqligi

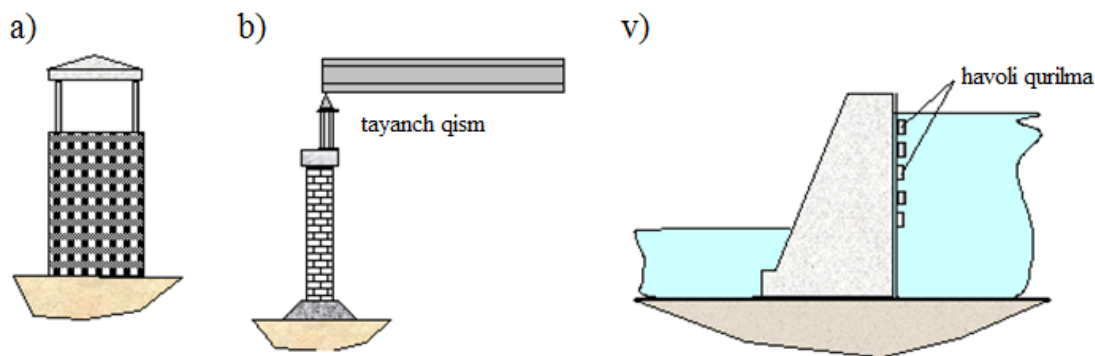
$v > v_{pr} \approx 2$ bo‘lganda, so‘ndirish effekti yo‘q bo‘ladi va TDS mexanikadan hammaga ma’lum bo‘lgan Lanchester dempferiga o‘tadi.

Agar texnik jihatdan TDS ni amalga joriy etishga erishilsa, uning samaradorligi seysmoizolyasiya samaradorligidan 2-4 barobar kattaroq bo‘ladi. Hozirgi vaqtda zilzilabardosh qurilishda TDS ni amalda joriy etilishi so‘ndiruvchi massa sifatida inshootning bir qismi xizmat qiladigan hollarda kuzatiladi. Bunday so‘ndirgichlarga misollar 4.33-rasmda keltirilgan.

TDS ning belgilangan massasidagi sozlash va dempferlash hisoblangan eng maqbul parametrlarni tanlash TDS nazariyasining muhim masalasidir. 4.33-rasmda yuqori qavati egiluvchan bino ko‘rsatilgan.

Yuqori qavat so‘ndiruvchi massa sifatida bo‘lib, yuqori qavat va bino orasida elastik bog‘lanish hosil bo‘ladi. Bunday yechim birinchi marotaba 1976 yilda A.I. Seytlin tomonidan taklif etilgan.

Dunyo bo‘ylab maxsus himoyalash vositalariga ega ko‘plab ko‘priklar qurilgan, ko‘rilayotgan masala bo‘yicha esa o‘nlab o‘ziga xos ajoyib yechimlar mavjud.



4.33–rasm. Katta massali TDS lardan foydalanish misollari:

a – yuqori qavati egiluvchan bino; b – ko‘prik tayanchi; v – Miatlon GESi to‘g‘oni

Shuni aytish kerakki, adabiyotlarda keltiriladigan spektral egri chiziqlarni qo‘llab spektral usullarida bajariladigan hisoblashlar hamda zilzilalar akselogrammalari bo‘yicha bajariladigan dinamik hisoblashlar seysmohimoyalovchi qurilma va tayanch qismlariga ega tayanchlar va oraliq qurilmalarning o‘zaro dinamik ta‘sirini to‘liq hisobga olmaydi. Shuning uchun seysmohimoyalovchi tayanch qismlari parametrlarini sozlash masalasi o‘ta muhim o‘rin egallaydi.

4.5. Seysmoizolyasiyani temir yo‘l ko‘priklarining ekspluatatsiya xarakteristikalariga ta‘siri

Aytib o‘tilganidek, hozirgi vaqtda seysmoizolyasiya – ko‘priklarni himoyalash vositalarining eng asosiylaridan biri deb qabul qilingan. Ammo adabiyotlarda seysmoizolyasiya keng ko‘lamda faqat avtomobil yo‘llari ko‘priklarida qo‘llanilayotganligi haqida gap yuritilmaydi. Temir yo‘l ko‘priklarida seysmoizolyasiya kamdan-kam qo‘llanadi. RTY OAJ seysmoizolyasiyalangan ko‘priklardan foydalanishga qarshi. 2011 yilda temir yo‘l ko‘priklarini seysmoizolyasiyalash masalalari ASSISi (Anti-Seismic

Systems International Society) ishchi guruhi majlisida ko‘rib chiqilgan va tegishli nashrlarda [23, 13 va b.] yoritilgan. Hozirgi kunda Peterburg davlat temir yo‘llar universitetida (PDTYU) prof. A.M. Uzdin rahbarligida T.A. Jgutova seysmoizolyasiyani temir yo‘l izlari holatiga ta‘siriga oid tadqiqotlar o‘tkazgan [24]. Fikrimizcha, bu tadqiqotlar seysmoizolyasiyani temir yo‘l ko‘priklarida qo‘llash borasida prinsipial xarakterga ega. Quyida ushbu tadqiqotlar natijalarini qisqa bayoni keltiriladi.

Avvalambor, seysmoizolyasiyani bo‘ylama yuklanishlarda yo‘l yuqori qurilmasi (YYuQ) ishiga ta‘sirini ko‘rib chiqamiz.

Seysmoizolyasiya poyezdni joydan qo‘zg‘alishida va tormozlanishida oraliq qurilmaning yaqinlashuv yo‘llari to‘kilmalariga nisbatan ancha katta miqdorda (5-15 sm) siljishiga olib kelishi mumkin. Bunaqa siljishlar o‘z navbatida YYuQ buzilishini yoki rels izlarini uzilishini keltirib chiqaradi. Ko‘prik qurish sohasida egiluvchan tayanchli ko‘priklarda YYuQ ishi bo‘yicha batafsil tadqiqotlar olib borilmagan. Ammo, mutaxassislar bunday ko‘priklarda YYuQ butun qolishi xavfi haqida gap yuritishgan. Bundan tashqari, ma‘lumki, Rossiyadagi ko‘priklarni loyihalash me‘yorlarida tayanch tepasining deformatsiyaga ishlashi (податливость) cheklangan, bu esa yo‘lni ekspluatatsiya yuklamasi ostida ishlash jarayonida salbiy effektlar ta‘siriga yo‘l qo‘ymasligi kerak. Bu cheklanish quyidagi ko‘rinishga ega:

$$u_{\max} < 0.5 \cdot \sqrt{L} \text{ ,} \quad (4.21)$$

bunda u_{\max} – tayanch tepasini ekspluatatsiya yuklanish ostida eng katta siljishi, sm; L – ko‘prik oralig‘i, m.

(4.21) formulani quyidagi ko‘rinishga keltirgan ma‘qul:

$$u_{\max} < a \cdot \sqrt{L} \text{ ,} \quad (4.22)$$

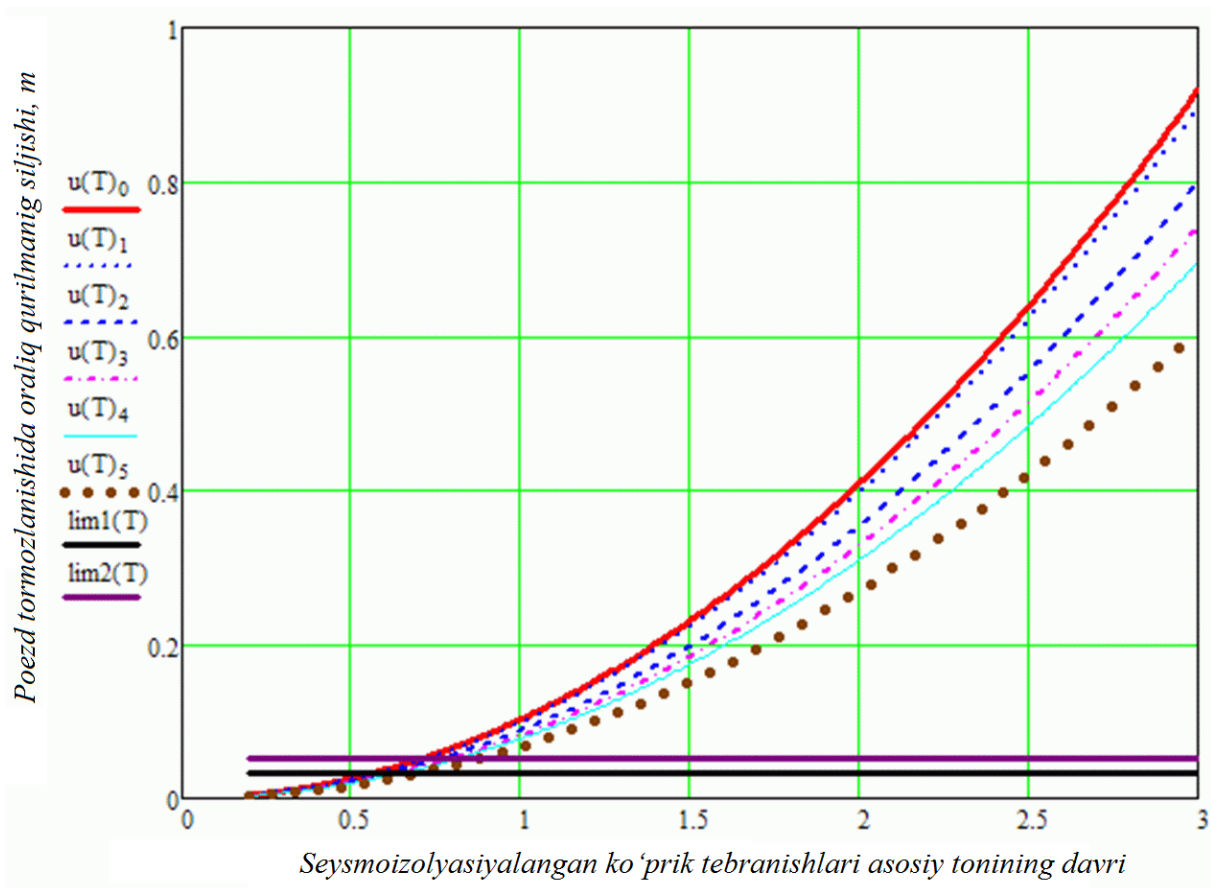
bunda $a = 0.005 \text{ m}^{-1/2}$, u_{max} va L metrda beriladi.

Rezina yoki sharsimon tayanch qismlarga ega an'anaviy seysmoizolyasiya tizimli ko'priklarda bu shartga amal qilib bo'lmaydi. Yo'l ishini o'rganish (4.22) shartni kamaytirishga va $a = 0.01 \text{ m}^{-1/2}$, deb qabul qilishga imkon yaratadi. Ammo bu ahvolni yengillashtirmaydi. Seysmoizolyasiyalangan ko'prik tebranishlari asosiy tonining davriga muvofiq oraliq qurilmani nisbiy siljishlarini bog'liqliklari 4.34-rasmda keltirilgan. Yirik avtomobil yo'li ko'priklarida tebranishlar davri 2-3 sekundga teng. Bunaqa seysmoizolyasiyada poyezdni tormozlanishi natijasida oraliq qurilmani siljishi 30-40 sm gacha boradi, bunga esa YYuQ ishi nuqtai nazaridan umuman yo'l qo'yib bo'lmaydi.

T.A. Jgutovanning yuqorida aytib o'tilgan tadqiqotlarida qo'shimcha ravishda relsdagi harorat kuchlanishlariga seysmoizolyasiyani ta'siri ham ko'rsatib o'tiladi. Bunda relsni tasodifan sinishi natijasida paydo bo'ladigan tirqishlari kattalashishini, bu esa poyezdni izdan chiqib ketishiga olib kelishini alohida ko'rsatish mumkin.

Seysmoizolyasiyalangan ko'priklar ishining aniqlangan o'ziga xos tomonlari kamida ikki pog'onali seysmoizolyasiyalashni talab etadi. Oddiy ekspluatatsiya jarayonida seysmoizolyasiyalovchi qurilmalar blokka tushirib qo'yiladi, va bu YYuQ normal ishlashini ta'minlaydi. Xavfli seysmik yuklanishlarda seysmoizolyasiya ishga tushiriladi. Bunda ko'prikdagi rels izlari buzilgan bo'lishi mumkin. Bunday seysmoizolyasiyaga misollar [13] keltirilgan.

Mazkur bobning oxirgi qismida Sochi shahri ko'priklari seysmoizolyasiyasiga oid yechimlar keltirilgan, bu yechimlar ko'priklarning normal ekspluatatsiyasini, LZ da ma'lum darajada seysmik yuklanishlar kamayishini hamda MHZ da tayanchlarga tushadigan katta yuklanishlar kamayishini ta'minlagan.

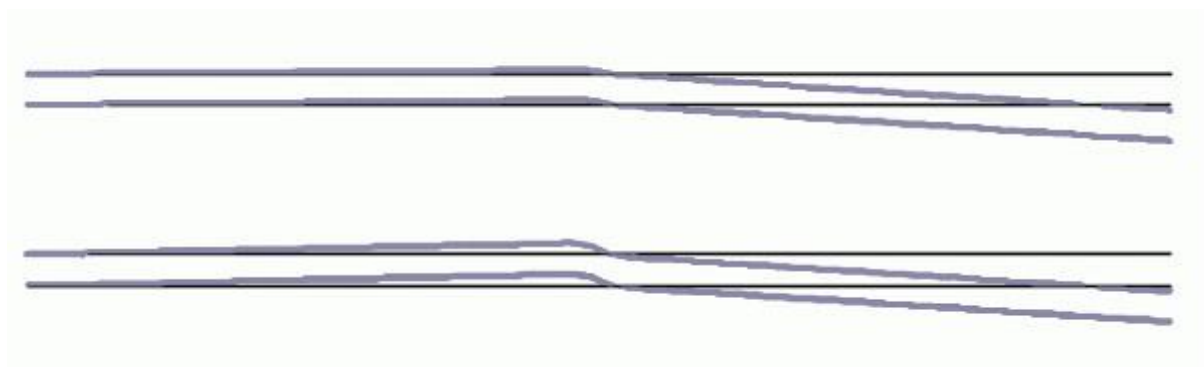


4.34-rasm. Poyezd tormozlanishida oraliq qurilmanig nisbiy siljishini seysmoizolyasiyalangan ko'priklar asosiy tonining davriga bog'liqligi: uzluksiz chiziq – $L=44$ m, nuqta-nuqtali chiziq - $L=55$ m, uzuq-uzuq chiziq - $L=55$ m, shtrixli uzuq-uzuq chiziq - $L=66$ m, yo'g'on nuqta-nuqtali chiziq - $L=110$ m; yo'l qo'yarli siljishlarning o'zgarish diapazoni to'g'ri chiziq qilib ko'rsatilgan, tegishlicha $a=0.005$ m^{1/2} da va $a=0.01$ m^{-1/2} da

YYuQ ishiga seysmoizolyasiyani ko'ndalang yuklanishlarda ko'rsatadigan ta'sirining ahamiyati ham muhim o'rin egallaydi. Ko'priklar ta'sir etuvchi ko'ndalang ekspluatatsiya yuklanishlar sifatida tarkiblarni to'liqsimon harakati hamda vagonlarni vaqti-vaqti bilan rels izlarining bittasiga chiqib ketishi bilan bog'liq harakat tarkibidan tushadigan ko'ndalang zarbalar bo'ladi.

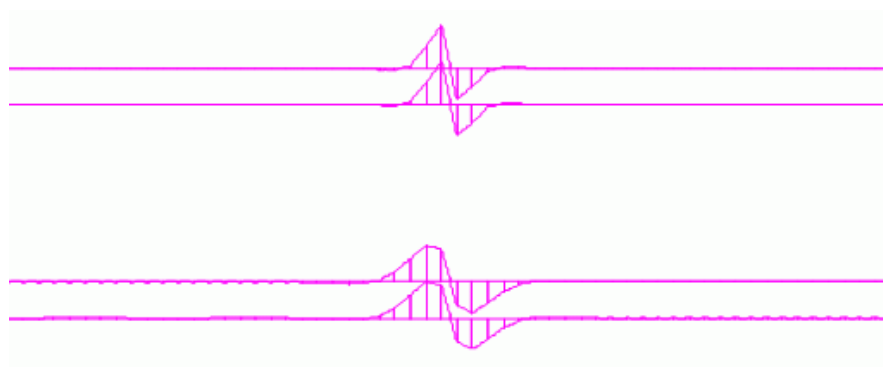
Quyida T.A. Jgutova oraliqlari 33.6m teng uch oraliqli ko'priklar tayanch qismlari tuzilishining uch xil varianti hamda YYuQ tuzilishining ikki varianti uchun bajargan hisoblarini ayrim natijalari keltiriladi.

Birinchi ikki variant – asos variant hisoblanadi. Bunda tayanchlarga o‘ta mustahkam ko‘ndalang yo‘nalishda tutashmali oddiy tayanch qismlarini o‘rnatish nazarda tutiladi. Bitta variantda ballast ustidagi yo‘l, ikkinchisida – ballastsiz ko‘prik polotnosi (BKP) ko‘riladi. Boshqa variantlarda xuddi shunday YYuQ yumshoq tayanch qismli ko‘prik ko‘rib chiqiladi. 4.35-rasmda BKP rels pletlarini siljish epyurasi hamda barcha tayanchlarda rezinali tayanch qismlari (RTQ) ni (birlashtiruvchi seysmoizolyasiya) o‘rnatish vaqtida ballast ustida harakatlanish epyurasi keltirilgan.



4.35-rasm. Ko‘prikdagi rels izlarini harakatdagi tarkibning ko‘ndalang zarbalaridan siljishining xususiyati: yuqorida – BKP uchun, YUQ ko‘ndalang bikirligi $C=7500$ t/m; pastda – ballast yo‘li uchun, $C=1000$ t/m

4.36-rasmda gorizont tekislikdagi, ya’ni rels izlari tekisligidagi eguvchi momentlarning epyurasi berilgan.



4.36-rasm. Tayanch ustidagi rels izlari tekisligida harakatdagi tarkibning ko‘ndalang zarbalaridan eguvchi momentlarining xususiyati: yuqorida – BKP uchun, YUQ ko‘ndalang bikirligi $C=7500$ t/m; pastda – ballast yo‘li uchun, $C=1000$ t/m

Ushbu rasmlardan ko‘rinib turibdiki, ko‘ndalang zarbalar natijasida deformatsiyaga moyil tayanchlardagi oraliq qurilmaning burilish va tayanchlar ustida oraliq qurilmalarning bir-biriga nisbatan siljish holatlari vujudga keladi, bu esa rels izlariga ko‘ndalang yuklanish ta’sir etishiga olib keladi. 4.1-jadvalda rels pletlaridagi siljish va kuchlanishlarning sonli qiymatlari keltirilgan.

Bunda №1 sxemadagi hamma tayanch qismlar odatiy (bazaviy sxema), №2 sxemada birlashtiruvchi seysmoizolyasiya ko‘riladi, ya’ni barcha tayanch qismlar – deformatsiyaga moyil, №3 sxemada esa faqat qo‘zg‘almas tayanch qismlar har tomonlama yumshoq bo‘ladi, qo‘zg‘aluvchan qismlar esa an’anaviy tarzda ko‘ndalang yo‘nalish bo‘yicha bikir qilib ishlanadi.

4.1-jadval

R65 rels kallagida eng katta zo‘riqishlar

Ballast bikirligi, sxema	Maks. siljish, mm	Relsdagi maks. moment, tm	Relsdagi maks. qirquvchi kuch, t	Rels boshidagi kuchlanish, kg/sm ²
№1, 7500 t/m	0,061	0,02	0,2	27
№1, 1000 t/m	0,426	0,05	0,24	67
№2, 7500 t/m	70	1,73	6	2300
№2, 1000 t/m	70	1,48	4	1970
№3, 7500 t	70	1,59	6	2120
№3, 1000t	70	1,34	5	1790

Amalga oshirilgan tadqiqotlar natijalari bo‘yicha quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

1. Temir yo‘l ko‘priklaridagi mavjud temir yo‘l izlari oddiy seysmoizolyasiyadan foydalanish imkoniyatlarini chegaralab qo‘yadi;

2. Oraliq qurilmaga nisbatan tayanchni siljishi me’yorlarda tavsiya etilgan qiymatdan ikki barobar katta bo‘lganda ham oraliq uzunligi $L < 66m$ bo‘lgan ko‘priklarda oddiy seysmoizolyasiyani qo‘llash mumkin. Barcha

hollarda ham seysmoizolyasiyalangan ko‘priklarda harakatlanish ballast ustida amalga oshiriladigan YYuQ ni afzal ko‘rish lozim. Seysmoizolyasiyaning partsial davri ikki yo‘nalishda ham 1.25 s ziyod bo‘lmasligi darkor.

3. Seysmoizolyasiya bo‘lmaganda, relslarda harakatdagi tarkibning ko‘ndalang zarbalaridan hosil bo‘ladigan zo‘riqish (kuchlanish) e‘tibor berilmaydigan darajada kichik bo‘ladi. Ballast ustida harakatlanishda ular 67 kG/sm^2 , BKP uchun esa 27 kG/sm^2 teng.

4. Chet elda qo‘llanadigan hamma tayanchlarda har tomonlama deformatsiyaga moyil tayanch qismlari o‘rnatilgan taqsimlovchi seysmoizolyasiyaning konstruksiyasi temir yo‘l ko‘priklari uchun noma‘qul bo‘ladi. BKP uchun rels pletlaridagi faqat ko‘ndalang zarbalardan hosil bo‘ladigan zo‘riqishlar 2300 kG/sm^2 gacha boradi. Agar relslarda harorat zo‘riqishlari $600\text{-}800 \text{ kG/sm}^2$, vertikal yuklanish natijasida hosil bo‘ladigan yuklanishlar yana 100 kG/sm^2 qo‘shadigan bo‘lsa, relslardagi jami zo‘riqish 3200 kG/sm^2 tashkil etadi. Bu ko‘rib chiqilayotgan holat uchun (oraliq qurilmalari $L=33\text{m}$) ekspluatatsiya yuklanishlaridagi mustahkamlik shartlariga asosan faqat termomustahkamlangan relslardan foydalanish mumkin, oraliqni uzaytirishga esa umuman yo‘l qo‘yilmaydi. Ballastni qo‘llanishi zo‘riqish (kuchlanish)ni 2900 kG/sm^2 gacha kamaytirishga imkon beradi, ammo bu holda ham faqat termomustahkamlangan relslardan foydalanishda oraliqni 44m gacha uzaytirish mumkin bo‘ladi.

5. Eng maqbul yechim sifatida oraliq qurilmalar ostida tayanch qismlarning bitta deformatsiyaga moyil yoki bitta bo‘ylamasiga qo‘zg‘almas guruhidan foydalanib bajarilgan seysmoizolyasiyani qabul qilish mumkin. Bunda ballastda harakatlanish holatida relslardagi hisobiy zo‘riqishlar 2800 kG/sm^2 tashkil etadi. Bunday natija oraliq‘i 66 m ko‘priklarda yo‘l qo‘yarli kuchlanishi 5800 kG/sm^2 teng termomustahkamlangan relslardan

foydalanishda ko'rib chiqilayotgan seysmoizolyasiyani qo'llash imkoniyatlarini bashorat qilishga yo'l qo'yadi. Seysmoizolyasiya samaradorligini oshirish uchun yanada mustahkamroq relslardan, masalan, R-75 foydalanishni tavsiya etish mumkin. Bu oralig'i 88 m gacha ko'priklarda seysmoizolyasiyadan foydalanish imkonini berishi mumkin.

6. Oralig'i 33 m dan katta ko'priklarda, hamda partsial davri 1.5 s ziyod seysmoizolyasiyadan yoki BKP dan foydalanishda rels izlaridagi zo'riqish hisoblanishi shart.

7. Bajarilgan tadqiqot ishida tayanchlarning egiluvchanligiga qo'yiladigan me'yorlarga rioya qilinmagan. Oraliq qurilmani tayanchga nisbatan siljishlari me'yorlarda ko'rsatilgan qiymatlardan taxminan ikki barobar ortiq bo'lgan. Shunga qaramasdan, relsdagi zo'riqishlar yo'l qo'yarli darajada ekan. Bunda oraliq qurilmalarni tayanchlarga nisbatan siljishi 7 sm tashkil etgan (QMQ esa 2.7 sm berilgan).

Amalga oshirilgan hisoblash ishlaridan kelib chiqadigan xulosa shundan iboratki, oralig'i 66 m temir yo'l ko'priklari uchun eksplatatsiya yuklanishlaridan ortiq yuklanishda ishlay oladigan yanada murakkabroq seysmoizolyasiya tizimlari zarur.

4.6. Oraliq qurilmalar siljishlarini chegaralovchilari (stoporlar)ni hisoblashga tavsiyalar

Oraliq qurilmalarni tayanchlardan qulab tushishidan saqlovchi siljishlarni chegaralovchilari (stoporlar)ni hisoblash ishlari nafaqat mamlakatimiz, balki Rossiya Federatsiyasi va xorijiy davlatlarning bironta ham yo'riqnomalarida [8] belgilanmaganligi, taklif etilgan hisoblash usuli ancha katta hajmda tadqiqotlarni olib borilishini talab etishi sababli, bunday qurilmalarni taxminiy hisoblash uslubini ishlab chiqish hozirgi vaqtdagi eng muhim

masaladir [2].

Quyida taklif etilgan uslub bo'yicha zilzilalar akselerogrammalarini hisoblamasdan turib, stoporlar parametrlarini dastlabki baholashni amalga oshirish mumkin.

Taklif etilgan taxminiy hisoblash usuli asosida oraliq qurilma qulashi oldidan u ma'lum energiya E ga ega degan taxmin turadi:

$$E = \frac{m_{\Sigma} v_1^{(-)2}}{2} + \frac{[P]^2}{2c}, \quad (4.23)$$

bunda m_{Σ} – oraliq qurilma va tayanchlarning keltirilgan massasi;

$v_1^{(-)}$ – oraliq qurilmaning qulashdan oldingi tezligi;

$[P]$ – oraliq qurilmani tayanchga mahkamlash uzelinig ko'tarish qobiliyati;

C – tayanch va mahkamlash uzelinig bikirligi.

Oraliq qurilma tayanch qismlaridan qulaganidan keyin tayanch energiyaga ega bo'lmaydi, deb zaxiraga eslab qolamiz, shunda qulashdan keyingi energiya:

$$E = \frac{m v_1^{(+2)}}{2}, \quad (4.24)$$

bunda $v_1^{(+)}$ – oraliq qurilmaning qulashdan keyingi tezligi; m – oraliq qurilma massasi.

(4.23) va (4.24) solishtirib, quyidagini olamiz:

$$v_1^{(+2)} = \mu v_1^{(-)2} + \frac{[P]^2}{cm} = \mu v_1^{(-)2} + \frac{[P]^2}{k^2 m^2 \mu},$$

bundan

$$v_1^{(+)} = \sqrt{\mu v_1^{(-)2} + \frac{[P]^2}{k^2 m^2 \mu}}. \quad (4.25)$$

(4.25) da k – oraliq qurilmali tayanchning asosiy toni tebranishlari

chastotasi; $\mu > 1 - m_{\Sigma}/m$ nisbat.

Stoporga urilish oldidan oraliq qurilma tezligi

$$v_2^{(-)} = \chi v_1^{(+)}, \quad (4.26)$$

bunda χ – tayanchlardan qulagan oraliq qurilma harakatiga qarshilik hisobiga tezlikni kamayish koeffitsienti. Shunda tizim energiyasi teng:

$$E = \frac{mv_2^{(-)2}}{2} + \frac{m_{op}v_{op}^{(-)2}}{2} + \frac{c_{op}u_{op}^2}{2}, \quad (4.27)$$

bu yerda m_{op} – tayanchning keltirilgan massasi; $v_{op}^{(-)}$ – bir-biriga urilishdan oldin tayanch tezligi; C_{op} – tayanch bikirligi; $u_{op}^{(-)}$ – tayanchni urilishdan oldin siljishi.

Bundan so‘ng $m_{\Sigma} = \mu m = m + m_{op}$ hisobga olamiz, shunda

$$m_{op} = (\mu - 1)m. \quad (4.28)$$

bundan

$$E = \frac{mv_2^{(-)2}}{2} + \frac{m(\mu - 1)v_{op}^{(-)2}}{2} + \frac{c_{op}u_{op}^2}{2}. \quad (4.29)$$

Bir-biriga urilish jarayonida tayanchda eng katta zo‘riqish oraliq tezligi $v_2^{(+)}$ va tayanch tezligi $v_{op}^{(+)}$ no‘lga teng bo‘lganda vujudga keladi, ya’ni:

$$E = \frac{c_{op}u_{\max}^2}{2}. \quad (4.30)$$

(4.29) va (4.30) solishtirib, quyidagini olamiz:

$$mv_2^{(-)2} + m(\mu - 1)v_{op}^2 + c_{op}u_{op}^{(-)2} = c_{op}u_{\max}^2 \quad (4.31)$$

Izlanayotgan zarba kuchi $N = c_{op}u_{max}$,

shunda
$$mv_2^{(-)2} + m(\mu-1)v_{op}^2 + c_{op}u_{op}^{(-)2} = \frac{N^2}{c_{op}}$$

Tenglikning ikkala qismini m_Σ bo‘lamiz:

$$\frac{v_2^{(-)2}}{\mu} + \frac{\mu - 1}{\mu} v_{op}^2 + k^2 u_{op}^{(-)2} = \frac{N^2}{k^2 m_\Sigma^2}$$

Chiqarilgan tenglamaning chap tomonidagi eng keyingi xadi m_{pr}^2 ko‘paytiruvchisiga qadar aniq tayanchga to‘qnashuvgacha ta’sir etuvchi seysmik yuklanishning kvadrati, ya’ni $S_{op}^{(-)2}$ ekanligi yaqqol ko‘rinib turibdi.

Aytilganlarni hisobga olib quyidagini yozish mumkin:

$$N = km_\Sigma \sqrt{\chi^2 v_1^{(-)2} \mu^{-1} + (1 - \mu^{-1}) v_{op}^2 + \frac{S_{op}^{(-)2}}{m_{pr}^2 k_0^2}}, \quad (4.32)$$

bunda k_0 – tayanch tebranishlarining partsial chastotasi.

Ildiz ostidagi ifodaning dastlabki ikki xadini o‘zgartiramiz.

(4.25) hisobga olib quyidagini yozish mumkin:

$$\chi^2 v_1^{(+)2} \mu^{-1} = \chi^2 \left[\mu v_1^{(-)2} + \frac{[P]^2}{k^2 m^2} \mu^{-1} \right] \mu^{-1} = \chi^2 v_1^{(-)2} + \frac{[P]^2 \chi^2}{k^2 m^2 \mu^2}. \quad (4.33)$$

Keyingi o‘zgartirishlarni kiritish uchun rezonansli seysmik tebranishlarda

$$v \approx \frac{w}{k} = \frac{S}{mk}, \quad (4.34)$$

bunda v , w , m – tizim tezligi, tezlanishi va massasi; k – uning tebranishlari chastotasi; S – inersiyali seysmik yuklanish.

(4.34) hisobga olib quyidagini yozish mumkin:

$$\chi^2 v_1^{(-)^2} + \frac{[P]^2 \chi^2}{k^2 m^2 \mu^2} = \frac{\chi^2 S_1^{(-)^2}}{m_\Sigma^2 k^2} + \frac{[P]^2 \chi^2}{k^2 m^2 \mu^2} = \frac{\chi^2}{k^2 m^2 \mu^2} (S_1^{(-)^2} + [P]^2), \quad (4.35)$$

bunda $S_1^{(-)}$ – tayanch va oraliq qurilma qulashidan avval undagi inersiyali seysmik yuklanish.

Xuddi shunday

$$(1 - \mu^{-1}) v_{op}^2 = (1 - \mu^{-1}) \frac{S_{op}^2}{m_{op}^2 k_0^2}, \quad (4.36)$$

bunda S_{op} – tayanchga oraliq qurilmasiz inersiyali seysmik yuklanish.

(4.35, 4.36) hisobga olib, quyidagiga erishamiz:

$$\begin{aligned} N &= km_\Sigma \sqrt{\frac{\chi^2}{k^2 m^2 \mu^2} (S_1^{(-)^2} + [P]^2) + (1 - \mu^{-1}) \frac{S_{op}^2}{m_{op}^2 k_0^2} + \frac{S_{op}^2}{m_{op}^2 k_0^2}} = \\ &= km_\Sigma \sqrt{\frac{\chi^2}{k^2 m^2 \mu^2} (S_1^{(-)^2} + [P]^2) + (2 - \mu^{-1}) \frac{S_{op}^2}{m_{op}^2 k_0^2}} = \\ &= \sqrt{\chi^2 (S_1^{(-)^2} + [P]^2) + \frac{2\mu - 1}{\mu} \frac{S_{op}^2 k^2 m_\Sigma^2 \mu}{m_{op}^2 k_0^2}} = \\ &= \chi^2 (S_1^{(-)^2} + [P]^2) + \frac{\mu^2 (2\mu - 1)}{\mu - 1} S_{op}^2. \end{aligned} \quad (4.37)$$

χ kattalikni baholash uchun oraliq qurilma qulashdan keyin kichik ishqalanish $f_{tr} = 0.1$ bilan tayanch kalligidan sirpanib tushadi, deb hisoblaymiz. Haqiqatda, ishqalanish juda katta bo‘lishi mumkin ($f_{tr} = 0.3-0.5$), ammo bunda vertikal seysmik tebranishlar oqibatida ishqalanishning musbat ta’siri kamayadi. Shuning uchun, baholov hisoblashlarida ishqalanish kuchlarining foydali samarasini kamaytirgan ma’qul.

Oraliq qurilma kinetik energiyasini o‘zgarish qonunini yozib, quyidagini olamiz:

$$\frac{mv_1^{(+)^2}}{2} - \frac{mv_2^{(-)^2}}{2} = mgf_{tr}\Delta ,$$

bunda Δ – tirqish kattaligi (stoporgacha masofa) yoki $v_1^{(+)^2} (1-\chi^2) = 2gf_{tr}\Delta$,

$$1 - \chi^2 = \frac{2gf_{tr}\Delta}{v_1^2} = \frac{2gf_{tr}\Delta k}{S_1^{(-)^2} m^2}$$

yoki bundan

$$\chi = \sqrt{1 - \frac{2gf_{tr}k^2\Delta}{S_1^{(-)^2} m^2}} . \quad (4.38)$$

Topilgan χ qiymati bo‘yicha stoporga ta’sir etuvchi seysmik yuklanish (4.32) formula yordamida hisoblanadi.

4.7. Zilzilabardosh ko‘priklarning ko‘p pog‘onali loyihalashda friksion-boltli tutashmalardan foydalanish

Yuqorida keltirilgan dempifirovchi qurilmalarni ta’riflash jarayonida o‘tgan asrning 80-yillari o‘rtasida “Ko‘priklar” ITI taklif etgan va bir qator mualliflik guvohnomalari bilan himoyalangan [2] friksion-boltli tutashmalar (FBT) ko‘rib chiqilgan edi. Ko‘priksozlikda ulardan foydalanish istiqboli juda yuqori darajada. FBT bir vaqtning o‘zida ham stoporlovchi, ham dempifirovchi qurilma sifatida qo‘llanishi mumkin. FBT ko‘priklar loyihalovini ko‘p pog‘onali usulda bajarish imkonini beradi.

Bizda ko‘p pog‘onali loyihalash prinsipini amalga oshirish uchun,

mualliflar uch xil chegaraviy holatlar qo‘llashni taklif etadi:

1) nisbatan tez-tez har 50-100 yilda sodir bo‘ladigan zilzilalar vaqtida inshootlar qayishqoq bo‘lishi va shikastlanishlarga yo‘l qo‘ymasligi kerak. Bunday chekli holatlar Evrokod-8 da serviceability limit state yoki SLS deb ataladi;

2) OCP-97 xaritalarining A xaritasiga muvofiq 500 yilda bir marta qaytariladigan o‘rtacha kuchga ega zilzilalar vaqtida inshoot zilziladan so‘ng bir necha soat ichida tuzatish iloji bo‘lgan kichik shikastlanishlarga chalinishi mumkin;

3) OCP-97 xaritalarning B xaritasiga mos tarzda 1000 yilda bir marta sodir bo‘ladigan halokatli, o‘ta kuchli zilzilalar vaqtida inshoot zilziladan keyin bir necha hafta davomida tuzatiladigan juda katta shikastlanishlarga chalinishi mumkin. Bunday hollarda oraliq qurilmalarni tayanchlardan qulashiga va tayanch tanasi buzilishiga yo‘l qo‘ymaslik darkor. Bunday chegaraviy holat Evrokod-8 da ultimate limit state yoki ULS deb ataladi.

Uch xil chegaraviy holatdan foydalanishda uch bosqichli hisoblashlarni o‘tkazish talab etiladi.

Yuqorida ko‘rib chiqilgan va 50-100 yilda bir marta qaytariladigan chegaraviy holatlardan (SLS) birinchisi uchun LZ dagi kabi ortish ehtimoliga ega yuklanishlarning qo‘shimcha birikmalarini hisoblash maqsadida QMQ da belgilangan mustahkamlik va barqarorlik normativ mezonlaridan foydalanib, oddiy kuch bo‘yicha hisoblashlar olib boriladi.

Hisoblashning o‘zi QMQ dan farqli ularoq dempferlardan qo‘shimcha foydalangan holda chizg‘iy spektral uslubda (ChSU) ham, belgilangan qaytarishli zilzilalar akselerogrammalari bo‘yicha ham bajarilishi mumkin.

Ko‘rib chiqilgan chegaraviy holatlarning ikkinchisida tizimning ayrim elementlarida ko‘priknini uzoq muddatga ishdan chiqib qetishiga yo‘l qo‘ymaydigan mustahkamlik shartlarini buzilishiga ruxsat etiladi. Bunda

zilzilabardoshlik mezoni sifatida oraliq qurilmani tayanchga nisbatan chekli noelastik siljishlari xizmat qiladi. Bu siljishlarning miqdori ko'priki ustidagi YYuQ ni bir necha soatda tuzatiladigan buzilishlariga olib kelishi mumkin.

Shunda inshoot hisoblashlari 500 yilda bir marta qaytariluvchi zilzila akselerogrammasi (OCP-97 xaritalarning A xaritasi) da berilgan ta'siriga bajariladi.

Ko'rilgan chegaraviy holatlarning uchinchi (ULS) uchun tizim elementlarida tayanchlarni buzilishiga yoki ustidan oraliq qurilmalarni qulashiga olib kelmaydigan mustahkamlik shartlariga rioya qilmaslikka yo'l qo'yiladi. Bunda zilzilabardoshlik mezoni sifatida ikkinchi chegaraviy holatdagi kabi oraliq qurilmani tayanchga nisbatan chegaraviy siljishlari xizmat qiladi. Bu siljishlarning chegaraviy qiymati oraliq qurilmani tayanchlardan tushib ketishiga yo'l qo'ymasligi kerak. Shunda inshootni hisoblashlari 1000 yilda bir marta qaytariluvchi zilzila akselerogrammasi (OCP-97 xaritalarning B xaritasi)da ko'rsatilgan ta'sir uchun bajariladi.

FBT ushbu prinsipni amalga oshirishga juda ham yaraydi. FBT ishi yedirilish koeffitsienti k bilan tavsiflanadi. Bu koeffitsient yedirilish nazariyasining quyidagi asosiy tenglamasidan kelib chiqib, eksperimental yo'l bilan aniqlanadi:

$$\frac{d\Delta}{ds} = k \cdot N , \quad (4.39)$$

bunda Δ – siljish jarayonida paket listlarining yedirilishi;

s – siljish miqdori;

N – paket listlarini har tomonlama siqib qo'yish kuchi.

Bunda FBT paketi listlarini siljish jarayonida edirilishi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta = \left(1 - e^{-kas}\right) \times k \times N_0 \times a^{-l}, \quad (4.40)$$

bunda k – tutashtiriladigan listlarni siljish jarayonida edirilishi koeffitsienti,

$$a = \frac{EF}{l},$$

bunda l – bolt uzunligi; EF – uning bo‘ylama bikirligi;

N_0 – boltni dastlabki tortilishi.

Tutashmalarni siljish s dan keyingi yuk ko‘tarish qobiliyati quyidagi formuladan topiladi:

$$T = T_0 \times \left[1 - \left(1 - e^{-kas}\right) \times k \times a^{-l}\right], \quad (4.41)$$

bunda T_0 – yuk ko‘tarish qobiliyatini dastlabki miqdori.

A.M. Uzdin va I.O. Kuznetsovalarning rahbarligi va ishtirokida zilzilabardosh transport qurilishida FBTdan foydalanishga oid batafsil tavsiyalar ishlab chiqildi. Ushbu tavsiyalar A.Yu. Simkin tomonidan amalga oshirilgan “Ko‘priklar” ITI ning eksperimental tadqiqotlariga asoslangan [22].

4-bob materiallarini o‘zlashtirish bo‘yicha nazorat savollari

1. Ko‘priklarni antiseysmik kuchaytirish usullarini tushuntirib bering.
2. Ko‘priklar maxsus seysmohimoyalash usullarining tasniflanishini tushuntiring.
3. Adaptiv va statsionar usullarga qisqacha tushuntirish bering.
4. Ko‘priklarni kuchaytirishning maxsus usullariga misollar keltiring.
5. “Seysmoizolyasiya” tushunchasiga deganda nimani tushunasiz?

6. Seysmoso‘ndirish usullariga nimalar kiradi?
7. Dempfirlash qurilmalariga misollar keltiring.
8. Dunyo bozorida seysmohimoyaviy tayanch qismlar ishlab chiqaradigan qaysi firmalarning mahsuloti taniqli?
9. Seysmoizolyasiya va seysmoso‘ndirish usullarini solishtiring. Qaysi usul iqtisodiy jihatdan sarf-xarajati kam hisoblanadi?
10. Tebranishlarni dinamik so‘ndirgichlari haqida ma’lumot bering.
11. Zilzilabardosh ko‘priklarning ko‘p pog‘onali loyihalashda friksion-boltli tutashmalardan foydalanish.
12. Oraliq qurilmalar siljishlarini chegaralovchilari (stoporlar)ni hisoblashga tavsiyalar.
13. Seysmoizolyasiyani temir yo‘l ko‘priklarining ekspluatatsiya xarakteristikalariga ta’siri.

5-BOB. KO‘PRIKLARNI KO‘P POG‘ONALI LOYIHALASHNING ASOSIY TAMOYILLARI

5.1. Ikki pog‘onali loyihalash

Hozirgi vaqtda dunyo amaliyotidagi zilzilabardosh qurilishda zilzilabardosh konstruksiyalarni ko‘p pog‘onali loyihalash usuliga yondoshilmoqda. Bunda har bir qabul qilingan chegaraviy holatlar uchun inshoot seysmik ta’sirning bir necha pog‘onalariga hisoblanadi. 1994 yili Kaliforniyada, 1996 yili Kobada (Yaponiya) va 1999 yili Tayvanda sodir bo‘lgan halokatli zilzilalardan keyin ko‘plab ko‘priklar shikastlandi, bunday yondoshuv Evrokodda qabul qilinib, 2004 yili Dj. Barr tomonidan taqdim etilgan. Evrokodning tavsiyalariga ko‘ra ta’sirlarning kamida ikki pog‘onasini va normal foydalanish imkoniyatlarini izdan chiqishi

(serviceability limit state ili SLS) va konstruksiyani qulashi (ultimate limit state ili ULS) kabi ikki chegaraviy holatlar ko‘rib chiqiladi.

Rossiyada qo‘llaniladigan yo‘riqnomalar ishlab chiqilganiga 30 yildan ortiq vaqt o‘tgan. O‘zbekiston me‘yorlari Rossiya me‘yorlariga asoslangani uchun, maxsus texnik yo‘riqnomalarni tuzganda xorijiy tavsiyalarga tayanish kerak bo‘ladi. Xorijning tegishli hujjatlarini, ko‘p sonli ko‘rsatmalarini va ularga berilgan sharhlarni o‘rganish, ularni Rossiyaning tegishli hujjatlari bilan solishtirish natijasida Rossiyaning me‘yoriy hujjatlari yetarli darajada transport inshootlarini hisoblash va loyihalash sohasidagi ilm-fanning hozirgi zamon darajasiga mos kelmasligiga yana bir bor ishonch hosil qilish mumkin.

Hozirgi vaqtda Rossiyada СНиП II-7-81* ga asoslangan zilzilabardosh qurilishga doir yangi СНиП 22-03-2009 me‘yorlar muhokama qilindi. СНиП 22-03-2009 da turli inshootlarni seysmik ta’sirlarni e’tiborga olib hisoblashda ikki hisobiy tafsilotlarni – loyihaviy zilzila (LZ) va maksimal hisobiy zilzila (MHZ) larni olish tavsiya etiladi.

Ikki pog‘onali loyihalashlarda muhandis 200-500 yilda bir marta qaytariladigan loyihaviy zilzilalar (LZ) bilan, hamda 2000-5000 yilda qaytariladigan maksimal hisobiy zilzila (MHZ) lar bilan ishlaydi.

LZ ta’sirida inshootlar ekspluatatsiya xususiyatlarini yo‘qotmasligi, MHZ da esa insonlar hayotini hamda qimmatbaho konstruksiyalar va jihozlarni saqlanib qolishini ta’minlash kerak.

“Kuchli” va “kuchsiz” zilzila degan tushunchaning o‘zini shartli ravishda tushunish lozim: agar inshoot 7 balli zilzilaga mo‘ljallangan bo‘lmasa, bunday zilzila sodir bo‘lganda u buzilib ketishi mumkin, ya’ni bunday inshoot uchun uni yaroqsiz holatga keltiradigan hamma zilzilalar “kuchli” bo‘ladi. Shuning uchun hisobiy zilzila (*I* hisob) tushunchasidan, ya’ni inshoot amalda hisoblangan zilzila tushunchasidan foydalanish to‘g‘riroq bo‘ladi.

5.2. Ko‘p pog‘onali loyihalash

Ko‘p pog‘onali yondashuv seysmik ta‘sirning bir nechta hisoblash pog‘onalarini hamda ularga mos chegaraviy holatlarni nazarda tutadi. Bunda hisoblashlar aniq fizik mohiyatga ega bo‘ladi va inshoot uchun to buzilishigacha olib boradigan shikastlarni to‘planishining ssenariysi tuziladi.

Afsuski, yangi me‘yorlarda transport inshootlari, shu jumladan ko‘priklarning zilzilabardoshligiga doir bo‘lim qayta ishlab chiqilmagan.

Shuning uchun ko‘priklar uchun ikki pog‘onali yondashuv qo‘shimcha tavsiyalarni talab etadi.

Adabiyotlarda ko‘priklarni zilzilalar ta‘sirini e‘tiborga olib ko‘p pog‘onali loyihalashning asosiy tamoyillari haqida ma‘lumotlar juda kam.

Shu mavzuga doir Fardis, O.A. Saxarov, A.M. Uzdin, I.O. Kuznetsova, E.N. Bellendir, A.N. Birbraer va boshqalarning ishlari mavjud. Masalan, Turkmanistonda foydalanilayotgan ko‘priklarni hisoblash me‘yorlarida ko‘p pog‘onali hisoblash usuli qo‘llaniladi.

Ko‘priklarni loyihalash masalasida ko‘p pog‘onali yondashuvdan foydalanish – vaqtincha yuklanishlarni mavjudligi, mas‘uliyat darajasi, ko‘priklarni seysmoizolyasiyasi va seysmik so‘ndirishlarning o‘ziga xosligi kabi ko‘priklarning seysmik tebranishlarini o‘ziga xos xarakterini e‘tiborga olish imkonini beradi.

Ko‘rib chiqilayotgan sohada shu darajada orqada qolib ketildiki, hozirgi kunda ham Rossiyada metall oraliq qurilmalar kam qavatli g‘ishtli yashash binolari uchun qurilgan dinamiklik egri chizig‘ini qo‘llagan holda hisoblanadi. I.O. Kuznetsovaning maqolasida ko‘priklarni ko‘p pog‘onali loyihalash masalalari batafsil ko‘rib chiqilgan.

Ko‘rsatilgan muammolarni bartaraf etish uchun quyidagi masalalarni hal etish zarur:

- ko‘priklar tebranishlarining asosiy spetsifik o‘ziga xosliklarini aniqlash va tahlil qilish;
- hisobiy ta’sir miqdorini belgilash;
- uyg‘unlik koeffitsientlarini baholash;
- hisobiy sxemasini berish;
- chegaraviy holatlar usulini rivojlantirish, hisobiy ta’sir darajalari va inshootning kutiladigan chegaraviy holatlari orasidagi moslikni aniqlash;
- ko‘priklarni seysmik himoyalash tizimlarini loyihalash va hisoblashga doir texnik yechimlar va takliflarni ishlab chiqish.

Fuqaro inshootlaridan farqli o‘laroq ko‘priklar uchun nafaqat asosiy ko‘tarib turuvchi konstruksiyalarning mustahkamligi va turg‘unligi masalalari, balki yo‘l ustki qurilmasi (YUQ) ning ish qobiliyati, harakatdagi sostav turg‘unligini ta’minlash, tayanch qismlari yurishini chegaralash va boshqa o‘ziga xos masalalar ham muhim o‘rin egallaydi.

Ushbu masalalar ilmiy adabiyotlarda kam yoritilgan va me’yorlar bilan aniq belgilanmagan. Ko‘rinib turibdiki, eng muhim masalalardan biri bo‘lgan tayanchlardan oraliq qurilmalarni qulab ketishi masalasi ko‘priklarni hisoblash me’yorlarida umuman e’tiborga olinmagan. Ko‘priklarni vujudga kelishi mumkin bo‘lgan barcha chegaraviy holatlarini ko‘rib chiqish, ularni kelib chiqish sabablarini aniqlash va aniqlangan chegaraviy holatlarni vujudga kelish sharoitlarini rasmiylashtirish zarur.

Hozirgi vaqtda Rossiyada hamda xorijda ishlab chiqilgan seysmohimoyalovchi qurilmalar bo‘yicha ko‘plab takliflar mavjud.

Qaror samarasi past bo‘lgan an’anaviy kuchaytirish usullaridan foydalanishga yoki keng reklama qilinayotgan seysmohimoyalash vositalariga asoslangan holda qabul qilinadi.

Bunda seysmohimoyalash tayanch qismlari optimizatsiyalanmaydi, maxsus himoya tizimlar qo‘llanganda esa ular umuman hisoblanmaydi.

Xorijiy firmalar ishini har tomonlama tahlil qilmasdan o'z qurilmalarini reklama qiladilar, bu esa masalaning maqbul yechimini tanlashni mushkullashtiradi.

Taklif etilayotgan seysmohimoyalash vositalarini va ularning imkoniyatlarini kompleks tahlili hozirgi vaqtgacha mavjud emas. Shuning uchun ko'priklarning seysmohimoyalash tayanch qismlarini hisoblash hamda tahlil qilish masalalari o'ta jiddiy hisoblanadi. Yuqorida aytib o'tilganlardan quyidagi xulosaga kelish mumkin:

– o'ta ahamiyatli inshootlar hisoblangan ko'priklarni ko'p pog'onali loyihalashga o'tish masalalari hozirgi vaqtgacha loyihalovchilar uchun zarur bo'lgan darajagacha rivojlantirilmagan;

– ko'rsatilgan tadqiqotlar majmuasini bajarilishi seysmik hududlashtirish xaritalarni hisobga olib ko'priklarni ko'p pog'onali loyihalash usullariga o'tishga imkon yaratishi kerak.

Loyihalashning vazifasi to'sinli ko'priklar zilzilabardoshligini ta'minlash uchun seysmohimoyalovchi tayanch qismlarni to'g'ri tanlab, to'g'ri joylashtirishdan iborat.

5-bob materiallarini o'zlashtirish bo'yicha nazorat savollari

1. Ko'priklarni ko'p pog'onali loyihalashning maqsadi nimadan iborat?
2. Loyihaviy zilzila va maksimal hisobiy zilzila o'rtasidagi farq nimada?
3. Ko'priklarni loyihaviy zilzila bo'yicha hisob ishlari tartibini tushuntiring.
4. Ko'priklarni maksimal hisobiy zilzila bo'yicha hisob ishlari tartibini tushuntiring.

6-BOB. KO‘PRIK ORALIQ TAYANCHLARINING SAYOZ JOYLASHGAN POYDEVORLI ASOSLARINI ZILZILABARDOSHLIKKA HISOBLASH

6.1. Yuklanishlar va ta’sirlar

Yo‘l o‘tkazgich tayanchlari poydevorining zilzilabardoshligini baholash uchun tabiiy asosdagi poydevor tagi tekisligida seysmik kuchlanishlar hamda vaqtincha va doimiy yuklardan (eguvchi momentlari, gorizontal va vertikal kuchlar) tushadigan kuchlanishlarni aniqlash zarur.

Yo‘l o‘tkazgich o‘q chizig‘i va ko‘ndalang yo‘nalish bo‘yicha ta’sir etadigan seysmik yuklanishlarni alohida-alohida hisobga olish kerak. Quyida to‘sinli yo‘l o‘tkazgich o‘qi bo‘ylab yo‘nalgan seysmik yuklanishni aniqlash usuli keltirilgan.

Yo‘l o‘tkazgich o‘qi bo‘yicha ta’sir etuvchi seysmik yuklanishni aniqlashda harakatdagi temir yo‘l tarkibi massasi hisobga olinmaydi.

Temir yo‘l ko‘priklarini hisoblashda seysmik yuklanishlar transporterlardan hamda harakatdagi temir yo‘l tarkibini urilishlaridan tushadigan yuklanishlar bilan birgalikda hisobga olinmaydi.

Doimiy me’yoriy yuklanishlar va ta’sirlar harakatdagi tarkibning me’yoriy yuklanishlari, hamda yuklanishlar va ta’sirlar bo‘yicha ishonchlilik koeffitsientlari [1] dan olinadi. Ko‘priklar va yo‘lo‘tkazgichlarni seysmik ta’sirni e’tiborga olib hisoblashda harakatdagi temir yo‘l tarkibidan tushadigan vertikal yuklanishni, ko‘prik (yo‘l o‘tkazgich) dagi faqat bitta izni yuklagan holda, jamlangan yuklanish ΣCI_4 ko‘rinishida hisobga olinadi. Harakatdagi tarkibdan tushadigan yuklanishga beriladigan dinamik koeffitsient birga teng deb olinadi.

Temir yo‘l ko‘priklari (yo‘l o‘tkazgichlar) ni seysmik ta’sirni e’tiborga

olib hisoblashda moslik koeffitsientlari η ni quyidagilarga tenglab olinadi: doimiy yuklanishlar va ta'sirlar, o'zgarmas yuklanishlar bilan, hamda harakatlanuvchi tayanch qismlardagi doimiy yuklanishlar natijasida hosil bo'ladigan ishqalanishlar ta'siri bilan birga e'tiborga olinadigan seysmik yuklanishlar uchun - 1; temir va avtomobil yo'llari harakatdagi tarkibidan tushadigan yuklanishlar ta'siri bilan birga hisobga olinadigan seysmik yuklanishlar uchun - 0,8; temir yo'llar harakatdagi tarkibidan tushadigan yuklanishlar uchun - 0,7.

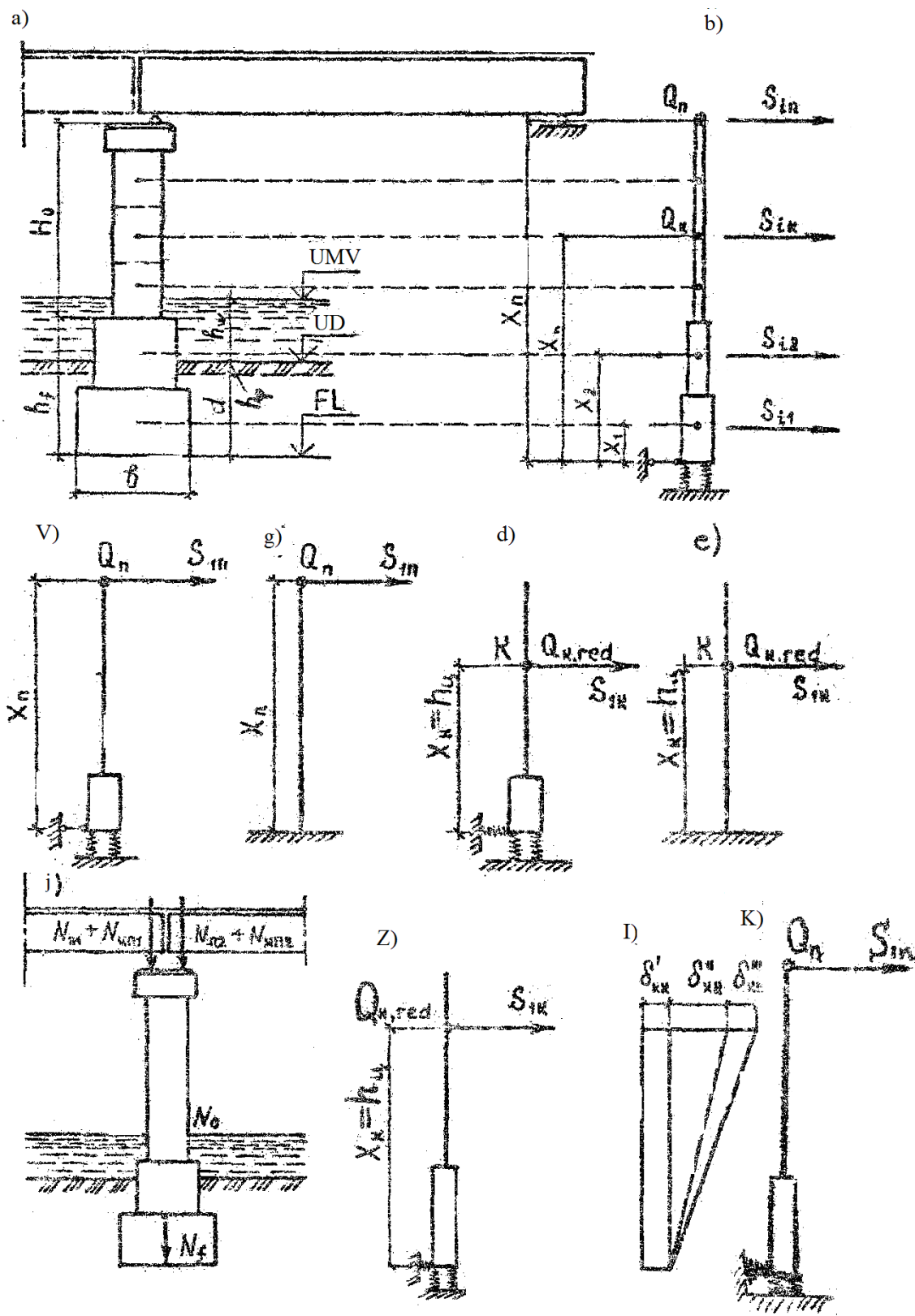
6.2. Sayoz joylashgan poydevorlardagi oraliq tayanchlarning dinamik hisoblash sxemalari

Ko'prik (yo'l o'tkazgich) seksiyasining dinamik hisoblash sxemasi balandligi 20m gacha bo'lgan ko'priklar tayanchlari hamda balandligi 10 m gacha bo'lgan viaduklar tayanchlari uchun qo'llaniladigan 4-5 ta yukga ega o'zgaruvchan kesimli qayishqoq konsol sterjeni ko'rinishida qabul qilinadi (6.1,b-rasm).

Ko'p sonli erkinlik bosqichlariga ega tayanchlarni hisoblash murakkab bo'lib, EHM dan foydalanishni talab etadi. Hisoblashda hisobga olinadigan o'z tebranishlar shakllari soni, agar birinchi (eng past) tonning o'z tebranishlari davri $T_1 > 0,4\text{sek}$ bo'lsa - uchtadan ortiq shaklni, va, agar $T_1 \leq 0,4\text{ sek}$ bo'lsa - faqat birinchi shaklni qabul qilish tavsiya etiladi.

Bir qator hollarda soddalashtirilgan sxemalar bo'yicha hisoblash nisbatan aniq sxemalar bo'yicha hisoblashdan deyarli farq qilmaydi. Masalan, oraliq qurilmalari katta bo'lmagan to'sinli ko'priklar (yo'l o'tkazgichlar) ni seysmik yuklanishlarga hisoblashda ko'pincha taqribiy sxemalardan foydalaniladi. Tayanchlarni uncha katta bo'lmagan balandligini hisobga olib, hisoblashlarda o'z tebranishlarning faqat birinchi shakli bilan chegaralanadi.

Tayanchning hisobiy sxemasi ko‘prik yoki yo‘l o‘tkazgich tekisligida tebranuvchi vaznsiz qayishqoq sterjen ko‘rinishida qabul qilinadi (6.1,b-, 6.2-rasm).



6.1-rasm. Oraliq tayanchlarning dinamik hisoblash sxemalari

QMQ 2.01.03–96 ga ko‘ra seysmik yuklanishni aniqlashda ko‘prik (yo‘l o‘tkazgich) konstruksiyasi va asosining qayishqoq deformatsiyalarini hisobga olish zarur.

Kichik oraliqli ko‘prik (yo‘l o‘tkazgich) larni hisoblashda harakatchan tayanch qismlarida ishqalanish kuchlari katta bo‘ladi va tebranish jarayonida yo‘q bo‘lmaydi.

Tayanch qismlari turidan qat’iy nazar har bir tayanchga unga tayangan ikkala oraliq qurilma ta’sir etadi deb hisoblanadi. Shuning uchun hisoblash sxemasining yuqorisida bir joyga jamlangan kuchga tayanchga tayanadigan ikkala oraliq qurilmalari vaznining yarmi qo‘shiladi.

Odatda, kichik oraliq va baquvvat tayanchlarga ega ko‘prik va yo‘l o‘tkazgichlarning bo‘ylama tebranishlari (asosiy tonligi) davri $T_1 < 0,4$ sek ga teng bo‘ladi.

Shunday qilib, kichik oraliqli ko‘prik va yo‘l o‘tkazgichlarni hisoblashda ko‘p hollarda o‘z tebranish va shakllarini katta aniqlik bilan topish talab etilmaydi. Bu hisoblash jarayonini juda ham osonlashtiradi.

Quyida taklif etilgan ko‘prik va yo‘l o‘tkazgichlar tayanchlarini seysmik ta’sirga hisoblash uslubi tayanch konstruksiyasining qayishqoq deformatsiyalarini, grunt bo‘ylab poydevorni siljishi va uni asosda qayishqoq buralishini hisobga oladi. Tayanchni poydevori bilan massasini, unga qo‘shilgan tayanchga tayanadigan oraliq qurilmalar massasini jamlangan massaga almashtiriladi.

Bitta erkinlik darajasiga ega tizimning o‘z tebranishlari davrini quyidagi formuladan aniqlash mumkin:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{Q_{k,red} \delta}{g}}, \quad (6.1)$$

bu yerda δ – yagona bir kuch keltirib chiqargan yuk $Q_{k,red}$ ning jami siljishlari

(6.1- va 6.2-rasmlar).

$$\delta = \delta^1_{kk} + \delta^{11}_{kk} + \delta^{111}_{kk} ,$$

bu yerda $g=9,8m/s^2$ – erkin tushish tezlanishi.

Bitta erkinlik darajali tizim uchun tegishli qayishqoq siljish δ'_{kk} tayanch poydevor tagidagi burilishi δ''_{kk} hamda tayanch konstruksiyasining qayishqoq deformatsiyasi δ'''_{kk} dan kelib chiqadigan yakka siljishlarni quyidagi formulalardan topiladi (6.2–rasm):

$$\delta'_{kk} = \frac{1}{C_x A_f}; \quad (6.2)$$

$$\delta''_{kk} = \frac{X_k^2}{C_\varphi J_f}; \quad (6.3)$$

$$\delta'''_{kk} = \frac{X_k^3}{3 E_0 J_0}, \quad (6.4)$$

bu yerda A_f – tayanch poydevori tagining maydoni;

J_f – tebranish tekisligiga perpendikulyar o‘qqa nisbatan tayanch poydevori tagining inersiya momenti;

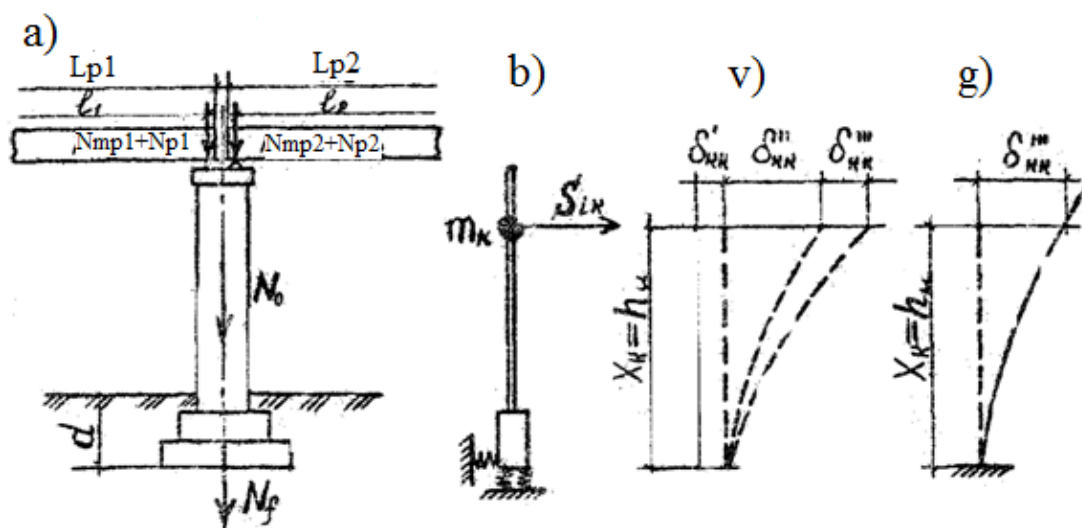
J_0 – shuning o‘zi, tayanch tanasiga oid;

E_0 – tayanch betonining qayishqoqlik moduli;

X_k – poydevor tagidan $Q_{k,red}$ yukning keltirilgan og‘irlik markazigacha masofa (6.1-va 6.2-rasm).

$$X_k = \frac{\sum m_i x_i}{m} = \frac{\sum N_i X_i}{N}. \quad (6.5)$$

Tajriba ma'lumotlari bo'lmagan hollarda asosni qayishqoq siljishining mutanosiblik koeffitsientlari c_x hamda asosning qayishqoq notekis siqilishini mutanosiblik koeffitsientlari c_φ quyidagilarga tenglab olinadi:



6.2--rasm. Ko'prik (yo'l o'tkazgich) o'qi bo'ylab yo'nalgan seysmik yuklanishni hisoblash sxemalari

$$c_x = 0,7C_z ; \quad (6.6)$$

$$C_\varphi = K_c C_z , \quad (6.7)$$

bu yerda c_z – asosni tekis siqilishida mutanosiblik koeffitsienti.

6.1-jadval

Koeffitsient K_c ni poydevorning katta va kichik o'lchamlari nisbati a/b ga bog'liqligi

a/b	1	2	4	6	8	10
K_s	2,5	3,15	3,85	4,4	4,65	4,85

Gruntni tekis siqilishida mutanosiblik koeffitsienti 6.2-jadvaldan olinishi mumkin.

Gruntning tekis siqilishining mutanosiblik koeffitsientlari C_z

R, kPa	100	200	300	400	500
C_z , kH/m ³	20000	40000	50000	60000	70000

6.2-jadvalda keltirilgan gruntning o‘q bo‘yicha siqilishga hisobiy qarshiligi quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

$$R = 1,7 \{ R_0 [1 + K_1 (b - 2)] + K_2 \gamma (d - 3) \},$$

bu yerda R_0 – gruntning shartli qarshiligi, kPa;

b – poydevor tagining kengligi (kichik tomoni yoki diametri), m; 6 m dan ortiq kenglikda $v=6$ m deb qabul qilinadi;

d – poydevor chuqurligi, m;

γ – poydevor ostidan teparoqda joylashgan gruntning solishtirma og‘irligini qatlamlar bo‘yicha suv zarrachalarni muallaq ushlab xususiyatini hisobga olmasdan topilgan hisobiy miqdori $\gamma=19,62$ kH/m³ ga tenglashtirib olinishi kerak;

K_1, K_2 – koeffitsientlar.

Ko‘p hollarda qoya toshli asos juda qattiq bo‘ladi va uning deformatsiyalari katta bo‘lmaydi. Shuning uchun poydevor tagi hisobiy qarshiligi 500 kPa dan ko‘proq qilib o‘rnatilganda, poydevorning asosda siljishi va buralishini hisobga olinmasligiga ruxsat etiladi.

Tajribaviy ma’lumotlar bo‘lmagan hollarda, C_z (kH/k³) qiymatini tagining maydoni $A_f=200\text{m}^2$ dan katta bo‘lmagan poydevorlar uchun quyidagi formula bo‘yicha ham aniqlash mumkin:

$$C_z = b_0 E \left(1 + \sqrt{A_0 / A_f} \right),$$

bu yerda b_0 - qumlar uchun 1, qumli loy va qumoq tuproqlar uchun 1.2, loy va yirik blokli gruntlar uchun 1.5 ga tenglab olinadigan koeffitsient, m^{-1} ;

E – QMQ 2.02.01-97 talablariga ko‘ra aniqlanadigan gruntning – deformatsiya moduli, kPa;

A_f – poydevor tagi maydoni, m^2 ; $A_0 = 10m^2$.

Taglik maydoni $A_f > 200m^2$ bo‘lgan poydevorlar uchun C_z koeffitsientining qiymati maydoni $A_f = 200m^2$ larniki kabi qabul qilinadi.

Dinamik hisoblash sxemalarning ko‘plab ko‘rinishlari (6.1,b-k-rasm) orasidagi 6.1,b-rasmda keltirilgan sxema bo‘yicha nisbatan baland yoki nisbatan qayishqoq tayanchlarni zilzilabardoshlikka hisoblash mumkin.

Hisoblash odatda EHM larni qo‘llagan holda amalga oshiriladi. Kichik va o‘rtacha ko‘prik hamda yo‘lo‘tkazgichlarning nisbatan baquvvat bikir tayanchlarini zilzilabardoshlikka hisoblashni erkinlikni bitta darajasiga ega tizimlar uchun hisoblash kabi EHM dan foydalanmasdan amalga oshirish mumkin.

MDH davlatlaridagi oraliq qurilmalari 30m gacha bo‘lgan kichik va o‘rta ko‘priklar, hamda yo‘l o‘tkazgichlar ularning umumiy sonining 96% ni, Chexiyada esa 95,7% ni tashkil etadi. GDR da 87,3 % ko‘priklarning oraliq qurilmalari 20m dan kichik. Shunday qilib, tayanchlarni zilzilabardoshlikka hisoblashlar ko‘pincha yagona erkinlik darajali dinamik hisoblash sxemalarni qo‘llab bajarilishi mumkin (6.1,v-k-rasm). Hozirgi vaqtda odatda 6.1,b,v,g-rasmda berilgan dinamik hisoblash sxemalaridan foydalaniladi.

Hisoblashlar tahlili shuni ko‘rsatdiki, asosga qistirilgan vaznsiz konsol sterjen ko‘rinishidagi hisoblash sxemasini (6.1,e-rasm) asos qoya toshli gruntlarda va juda ham ko‘p hollarda yirik siniq toshli (harsang tosh, shag‘al, chaqiq toshli) gruntlarda joylashganda, hamda qattqlik darajasi kuchli va o‘rtacha loysimon gruntlar uchun qabul qilish mumkin. Boshqa barcha hollarda 6.1,z-rasmda berilgan dinamik hisoblash sxemalaridan foydalanish

zarur.

6.3. Oraliq tayanchlardagi seysmik kuchlanishlarni aniqlash

Ko‘prik yoki yo‘l o‘tkazgichlarni hisoblashda hisobiy seysmik yuklanish S_{ik} quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$S_{ik} = \eta_{18} K_1 A K_{\psi} \beta_i \eta_{ik} Q_{k,red}, \quad (6.8)$$

bu yerda η_{18} – temir yo‘lining harakatdagi tarkiblaridan tushadigan 0,8 ga teng yuk bilan birga qabul qilinadigan seysmik yuklanishga qo‘shiladigan birikuv koeffitsienti;

K_i – ko‘prik yoki yo‘lo‘tkazgichning yo‘l qo‘yilgan shikastlanishlarini hisobga oluvchi koeffitsient, $K_i=0.25$;

K_{ψ} – konstruksiya tebranishlari so‘nishini hisobga oluvchi koeffitsient. Ko‘prik (yo‘l o‘tkazgich) larni ustunsimon tayanchlari uchun K_{ψ} koeffitsienti seysmik yuklanish ta’sir etuvchi yo‘nalishi tomonidagi ustunsimon tayanchlarni poydevor yuzasidan balandligini o‘lchamlariga nisbatiga ko‘ra $h/b \leq 25$ da 1.5, $h/b \leq 15$ da 1.0, h/b ning oraliq miqdorlarida interpolyasiya bo‘yicha qabul qilinadi. Qolgan hollarda $K_{\psi}=1$;

A – 7, 8, 9 balli hisobiy seysmiklik uchun tegishlicha 0,1; 0,2; 0,4 ga tenglab olinadigan koeffitsient;

$Q_{k,red}$ – k nuqtaga nisbatan olingan inshootning hisobiy vazni (6.1- va 6.2-rasm);

β_i, η_{ik} – 6.3-rasm bo‘yicha aniqlanadigan dinamiklik va tebranishlar shakli koeffitsientlari.

6.4. Dinamiklik koeffitsienti

Dinamiklik koeffitsienti quyidagi formuladan (6.3,b-rasm) topiladi:

$$\beta_i = \frac{1.1}{T_i}, \quad (6.9)$$

bu yerda T_i — ichi ton bo‘yicha ko‘prik (yo‘l o‘tkazgich) ning o‘z tebranishlari davri, sek.

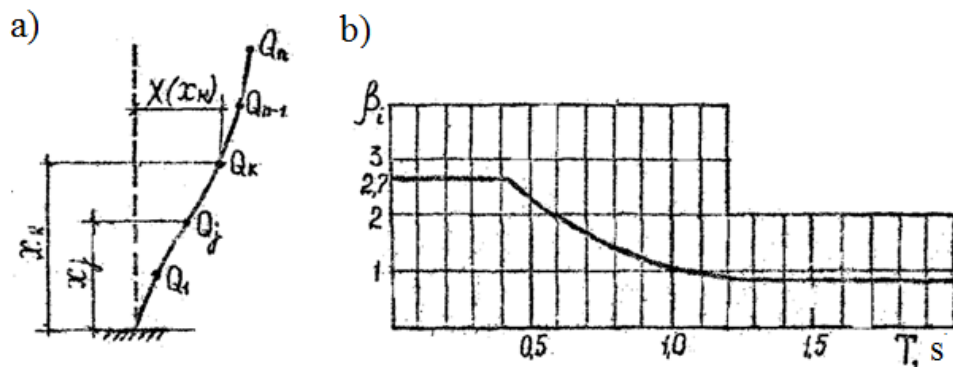
β_i koeffitsienti 0,8 dan kam va 2,5 dan katta bo‘lmasligi kerak.

$T_{i \leq 0,4}$ sek bo‘lganda, dinamiklik koeffitsienti $\beta_i = 2,7$ ga, $T_{i \geq 1,4}$ sek da esa $\beta_i = 0,8$ ga teng.

$T_i \leq 0,4$ sek da koeffitsient η_{ik} ni soddalashtirilgan formula bo‘yicha aniqlashga ruxsat etiladi (6.3,a–rasm).

$$\eta_{ik} = \frac{X_k \sum_{j=1}^n \varrho_j X_j}{\sum \varrho_j X_j^2}, \quad (6.10)$$

bu yerda X_k, X_j – bir joyga jamlangan Q_k yuklarni tayanch asosiga nisbatan mahkamlanish koordinatalari.



6.3-rasm. Tebranishlar shakli koeffitsienti η_k – (a) va dinamiklik koeffitsienti β_i larni aniqlash sxemalari – (b)

Asosning mustahkamlik zaxirasini taxminan $\eta_{ik} = 1$ deb olish mumkin.

G.N. Karsivadze barcha tayanchlarni yuqorida keltirilgan uslub bo'yicha hisoblashdan so'ng harakatlanuvchan tayangan oraliq qurilmalarni qo'shni tayanchlarni vaznidan kelib chiqadigan hisoblash sxemalari bo'yicha topilgan seysmik kuchlarning 25% ini faqat harakatlanadigan tayanch qismlarini ushlab turuvchi tayanchlarga qo'shimcha sifatida uzatib berishni tavsiya etgan.

Qurilish hududining ballarda hisoblanadigan seysmikligi 1 va 2-ilovalardan [1] olinadi, so'ng esa qurilish maydoni gruntleri kategoriyasiga ko'ra inshoot zilzilabardoshligi aniqlashtiriladi.

Oxirgi tayanchlarni old tomonidagi katta o'lchamlarida, hamda baquvvat oraliq tayanchlarini ko'prik o'qiga nisbatan ko'ndalang yo'nalish bo'yicha hisoblashda yuqorida keltirilgan yakka–yakka surilishlardan tashqari yana tayanch tanasini siljish deformatsiyasidan kelib chiqadigan yakka-yakka surilishlarni ham hisoblash zarur.

$$\delta_{kk}''' = \frac{1,2 X_k}{G_0 A_0}, \quad (6.11)$$

bu yerda G_0 – tayanch tanasi betonining surilish moduli;

A_0 – tayanch tanasi ko'ndalang kesim maydoni.

K nuqtada yukni jamlashda yakka–yakka jamlangan surilishlar quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi (6.3–rasm):

$$\delta = \delta'_{kk} + \delta''_{kk} + \delta'''_{kk}. \quad (6.12)$$

Tayanch konstruksiyasi qayishqoq deformatsiyasidan hosil bo'ladigan yakka-yakka surilishining yanada aniqroq miqdori quyidagi formuladan topilishi mumkin:

$$\delta_{kk}^{III} = \frac{(1 + \mu\lambda^3)h_\varepsilon^3}{3E_f I_f}; \quad (6.13)$$

$$\mu = \frac{E_f I_f}{E_0 I_0} - 1; \quad (6.14)$$

$$\lambda = \frac{h_\varepsilon - h_f}{h_\varepsilon}; \quad (6.15)$$

$$N_{MII}^I = A_v l_n \gamma_v, \quad (6.16)$$

bu yerda $A_v = 2,0 \text{ m}^2$, $\gamma_v = 20 \text{ kH/m}^3$, $\gamma_{f,pr,s} = \gamma_{fc} = \gamma_{ff} = 1,1$; $\gamma_{fmp} = 1,3$.

$$N_{III}^I = P_{III} l_n, \quad (6.17)$$

bu yerda $P_{III} = 5 \text{ kH/m}$ – panjarali trotuarlar vaznidan tushadigan yuklanish;
 l_n – oraliq qurilmalarning umumiy uzunligi.

Tayanch tanasi va poydevorning me'yoriy og'irligi quyidagicha aniqlanadi:

$$\begin{aligned} N_0^I &= V_0 \gamma_0; \\ N_f^I &= V_f \gamma_f, \end{aligned} \quad (6.18)$$

bu yerda V_0, V_f – tayanch tanasi va poydevorning hajmi;

γ_0, γ_f – tayanch tanasi va poydevorning solishtirma og'irliklari.

Beton tayanchlar uchun $\gamma_0 = \gamma_f = 23,5 \text{ kH/m}^3$ deb qabul qilish mumkin.

Hisobiy vaznlar me'yoriy vaznlarni yuklanish bo'yicha ishonchlilik va birikuv koeffitssientlari γ_f ga ko'paytmasidan topiladi.

6-bob materiallarini o‘zlashtirish bo‘yicha nazorat savollari

1. Ko‘prik (yo‘l o‘tkazgich)larning dinamik hisobiy sxemasini qaysi shaklda qabul qilinadi?
2. Ko‘prik tayanchiga qanday yuklanishlar ta’sir ko‘rsatadi?
3. Ko‘prik va yo‘l o‘tkazgichlarga hisobiy sxema qilishdan maqsad nima?
4. Ko‘priklarning zilzilabardoshligiga qaysi parametrlar ta’sir ko‘rsatadi?
5. O‘rta tayanchlarda seysmik yuklanishlar qanday aniqlanadi?
6. Dinamiklik koeffitsienti qanday aniqlanadi va unga qaysi parametrlar ta’sir ko‘rsatadi?

7-BOB. ZILZILABARDOSH INSHOOTLARNI LOYIHALASH TAMOYILLARI

Seysmik kuchlar inshoot alohida qismlarining bikirligi va massalarini taqsimlanishi bilan belgilanadigan inshootning dinamik parametrlari (tebranishlar davri, shakli) ga bog‘liq. Massa va bikirliklarni qayta taqsimlash bilan inshootda hosil bo‘ladigan seysmik kuch va kuchlanishlar miqdorini tartiblashtirib turish mumkin.

Zilzilabardosh inshootlarni loyihalashning eng umumiy tamoyillariga muqobil sxemani tanlashni nazarda tutadigan massa va bikirliklarni samarali taqsimlash tamoyili, seysmik tebranishlarni ijobiy ta’siri, seysmik kuchlanishlarni minimal miqdorlari kiradi.

Eng yaxshi yechimlardan quyidagilarni tavsiya etish mumkin:

- 1) konstruksiyalar og‘irligini kamaytirish va ularning og‘irlik markazlarini pasaytirishga, bu esa seysmiik kuchlanishlarni kamayishi va inshoot mustahkamligini ortishiga olib keladi;
- 2) inshoot yoki uning qismlarining massalari markazi va bikirlik

markazini bir-biriga to‘g‘ri kelishi.

Massalar markazi deb, inshootni hamma qismlarini bir-biriga parallel ravishda harakatlanishida teng ta‘sir etuvchi kuchlar qo‘yiladigan nuqtaga aytiladi. Bikirlik nuqtasi (qayishqoq markaz) – bu inshootni hamma qismlarini bir-biriga parallel ravishda siljishida uning ko‘taruvchi konstruksiyalar reaksiyalari (qarshilik kuchlari) ning teng ta‘sir etuvchisi qo‘yiladigan nuqta; bu ikkala nuqta bir-biriga to‘g‘ri keladigan hollarda zilzila vaqtida inshoot asosining hamma qismlarini bir-biriga parallel ravishda harakatlanishi inshootning hamma qismlarini faqat bir-biriga parallel ravishda siljishini keltirib chiqaradi. Shunday qilib, buralib tebranishlar hamda ular keltirib chiqaradigan qo‘shimcha seysmik kuchlanishlar yo‘qotiladi yoki kamaytiriladi.

Misol tariqasida asosiy qismlari bir-biriga parallel ravishda gorizontal siljiydigan o‘zgarmas kesimli konsolli egiluvchi vertikal sterjenni ko‘rib chiqamiz.

Loyihalashda konstruktiv elementlar, uzellar va birikmalarning bir xil mustahkamlik tamoyili muhimdir. Ko‘p hollarda, zilzila vaqtida ikkinchi darajali elementlar yoki birikmalar (masalan, tayanch qismlarning anker boltlari) ni ishdan chiqishi natijasida inshootlar buziladi. Bunday holatlar oldini olish inshoot xavfsizligiga kafolat bo‘la oladi. Bu shartni dinamik ta‘sir sharoitida haqiqiy teng mustahkamlik talabi deb qabul qilish kerak.

Nomaqbul mo‘rt birikmalar, inshoot yoki ayrim qismlarini monolitligi va bog‘lanishi talablari ham umumiy tamoyillarga kiradi. Inshoot monolitligi seysmik ta‘sirni kuchaytiruvchi uning qismlarini katta miqdorda mustaqil tebranishlarini rivojlanishiga yo‘l qo‘ymaydi. Seysmik hududlarda yig‘ma temirbeton konstruksiyalar uchun faqat ularni seysmik sharoitlarni hisobga olgan holda tegishli ravishda monolitlash talab etiladi.

Yo‘l inshootlari zilzilabardoshligi quyidagilarni amalga oshirish orqali

ta'minlanishi maqsadga muvofiq:

1) seysmik jihatdan inshootning noseysmik hududlarda qo'llaniladigan eng maqbul turlari, sxemalari va konstruktiv elementlarini tanlash;

2) andozaviy mahsulotlar va umumiy qabul qilingan konstruktiv yechimlarni tubdan o'zgartirish talab etilmaydigan qo'shimcha antiseysmik choralarni amalga oshirish.

Ko'rsatilgan antiseysmik choralar konstruktiv elementlarning industrialligi va texnologikligini o'zgartirmasligi yoki inshootni qurish ishlarini yanada murakkablashtirmasligi kerak. Bunday choralarni maksimal darajada samaradorligiga erishish zarur.

Yuqori seysmik 8...9 balli hududlar uchun qo'shimcha andozaviy mahsulotlarni ishlab chiqish yoki maxsus zilzilabardosh qurilish uchun andozaviy loyihalarni tuzish maqsadga muvofiq bo'lishi mumkin.

7.1. Sun'iy inshootlar o'rnini aniqlash

Inshootlarni qulay muhandis-geologik sharoitlarda joylashtirish ko'p hollarda qurilish maydonchasi seysmikligini jami hududning boshlang'ich seysmikligiga nisbatan 1...2 ballga kamayishiga olib keladi. Bunda kelib chiqadigan samara nafaqat seysmik yuklanishlarni katta miqdorda kamayishiga bog'liq bo'ladi. Inshoot quriladigan joyni seysmik sharoitlarini hisobga olib tanlash qurilish zilzilabardoshligini oshirishning eng samarali choralaridan biri. Ko'pincha bu choraning boshqa choralarning jamiga nisbatan ham roli kattaroqdir. Shuning uchun inshoot quriladigan joyni tanlashga katta e'tibor qaratish kerak.

Agar yirik ko'prik va tonnellar o'rni tanlash yo'l trassasini loyihalashga bog'liq bo'lmasa, kichik va o'rtacha sun'iy inshootlar joylanishi odatda to'liq yo'l trassasini joylanishiga bog'liq bo'ladi.

Afsuski, seysmik hududlarda yo‘l va sun‘iy inshootlarni loyihalash masalalari hozirgi vaqtda juda kam o‘rganilgan. Amaldagi me‘yoriy hujjatlarda ushbu masalalarga doir faqat umumiy ko‘rsatmalar berilgan.

Trassaning umumiy yo‘nalishini belgilaganda iloji boricha zilzilalar tez-tez qaytarilib turadigan yuqori seysmik hududlar, faol va yashirin o‘choqlari yaqinida joylashgan uchastkalarni tanlamaslik kerak.

9 ball va undan yuqori seysmiklikka ega hududlarda trassani istisno tariqasida faqat boshqa variantlar bo‘lmagan hollarda belgilash mumkin.

Bunday hududlarda trassa variantini ko‘rib chiqish zarurati tug‘ilganda, hech bo‘lmasa taxminan bo‘lsa ham variantlarni taqqoslash jarayonida tiklash ishlariga qo‘shimcha xarajatlarni va harakatlarni to‘xtab qolishidan kelib chiqadigan ziyonlarni hisoblash maqsadga muvofiqdir. Bu omillar trassa variantini tanlashda hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Yo‘lni trassalashda va inshootlarni loyihalashda bo‘sh, suv bilan to‘yingan, cho‘kuvchan yoki oquvchan gruntlarni, botqoq va loyqa joylarni, torflangan uchastkalarni, noturg‘un, qulash va surilish, sel xavfiga ega qiyaliklarni, qiyaligi 15° dan ortiq, karstli, tog‘ konlari mavjud joylarni aylanib o‘tish kerak.

Qoya toshli bo‘lmagan, yonbag‘ri nishabligi 1:1,5 dan ortiq qiyaliklarda va seysmikligi 8-9 balli hududlarda yo‘llarni trassalashga faqat mahsus muhandis-geologik qidiruvlari natijalari bo‘yicha ruxsat etiladi. Shunga o‘xshash nishabligi 1:1 ga teng qoya toshli bo‘lmagan uchastkalarda temir yo‘lni trassalashga yo‘l qo‘yilmaydi.

Yirik ko‘prik va tonnellarni buzilishi zilziladan so‘ng yo‘llarni ishdan chiqishi hamda tiklash muddatlarini uzoqligi nuqtai nazardan ayniqsa xavflidir.

Ko‘prik kechuvi joyini tanlashda daryo vodiylarining to‘g‘ri uchastkalari, hamda tuzilmasi bir jinsli va yonbag‘irlari tekisroq daralar afzalroq

hisoblanadi. Relefi o'ta notekis uchastkalar (burilish, vodiyni keskin kengayish va torayish joylari, ko'ndalang vodiylarni chiqish joylari), tikka va jarlikli qirg'oqli yonbag'irlar seysmik jihatdan noqulay bo'ladi.

Tektonik buzilishlarga ega uchastkalar yaqinida joylashgan devorlari tagidan yemirilgan, omonat (ko'chgan va o'pirilgan) yonbag'irli vodiylar qismidan o'tish man etiladi.

Ko'prik kechuvini o'tish joyini tanlashda daryo (jarlik, kanyon, soy) ning o'zani va qirg'oqlarini grunt–geologik tuzilishi asosiy omil hisoblanadi. Hal etuvchi omil – ko'prik tayanchlari fundamenti sifatida xizmat qilishi mumkin bo'lgan qoya toshli va yarim qoya toshli tog' jinslari ustki qatlamini yuqorida joylanishi hisoblanadi.

Kechuv joyi uchun changsimon va suv bilan to'yingan mayda qumlar, qumli loy, oquvchan loy va qumoq tuproqlardan iborat o'zan uchastkalari eng noqulaydir. Qirg'oq zonalaridagi qiyaligi katta, osti kesilgan (ko'chgan va o'pirilgan) yoki buzilgan qatlamlarni joylanishi ham nobop hisoblanadi.

Hududning yuqori seysmikligi (8...9 ball) sharoitida ko'prik kechuvi o'rnini tanlashda yuqorida keltirilgan tavsiyalarga ko'proq amal qilish zarur. Tonnellar trassasini tanlashda tektonik buzilishlarga ega, ser yoriqli va litologik tarkibi keskin o'zgarib turadigan tog' massivlarini, ko'chish va o'pirilishlarga moyil hududlarni hamda tonnellar chuqurligi kichik bo'lgan uchastkalarni aylanib o'tish kerak.

Tonnel ustidagi relief kam o'zgaruvchan va tog' jinslari mustahkamroq variantlarni tanlash afzalroq. Tog' massivlarida tektonik buzilishlarni aylanib o'tishning iloji bo'lmasa, ularni to'ppa-to'g'ri kesib o'tgan ma'qul.

7.2. Ko'priklar seysmik tebranishlarining asosiy xususiyatlari

Ko'rib chiqilayotgan masalaga oid texnik takliflar va ilmiy nashrlarning

bisyorligiga qaramasdan, ekspluatatsiyadagi va yangi qurilayotgan ko‘priklarni hisoblash usullarini belgilovchi Rossiya va O‘zbekiston normativ hujjatlari ularni zilzilabardoshligini ta‘minlash masalasini oxirigacha hal eta olmaydi. Bu, birinchi navbatda, fuqaro va sanoat inshootlaridan farqli ularoq, ko‘priklar ularni seysmik tebranishlarini belgilovchi bir qator xususiyatlarga egaligi bilan bog‘liq.

Bu xususiyatlarga quyidagilar kiradi:

- qo‘zg‘aluvchan tayanch qismlarida va YYuQ elementlaridagi ishqalanish hisobiga oraliq qurilmalar bilan tayanchlarni o‘zaro friksion uyg‘unlashishi;

- ko‘prik konstruksiyasini bir xilda dempfirlanmasligi; metall oraliq qurilmalarida kam dempfirlanish va asos gruntlarida ortiqcha dempfirlanish;

- ayrim tayanchlarda nosinxron tebranishlarini keltirib chiqaruvchi ko‘prik inshootlarining uzunligi. Katta oraliqli ko‘priklarda tayanchlar turli xil sharoitlarda joylanishi va har xil hisobiy ball darajasiga ega bo‘lishi mumkin;

- vaqtincha harakat yuklanishni mavjudligi;

- chuqur joylashgan poydevorlardan keng ko‘lamda foydalanish;

- tayanchlarni suv yoki suyuq gruntlar bilan uyg‘unlashishi;

- ko‘prik qirg‘oq tayanchlarini yaqinlashish yo‘llari to‘kilmalari bilan uyg‘unlashishi;

- kengligi, balandligi va yo‘g‘onligi bo‘yicha o‘lchamlari teng bo‘lgan og‘ir tayanchlar mavjudligi;

- ko‘priklarning maxsus seysmohimoyalash tizimlaridan foydalanish.

7-bob materiallarini o‘zlashtirish bo‘yicha nazorat savollari

1. Ko‘priklar seysmik tebranishlarining asosiy xususiyatlariga nimalar

kiradi?

2. Zilzilabardosh inshootlarni loyihalash tamoyillariga nimalar kiradi?

3. Qurilishda sun'iy inshootlarning joylashish o'rnini qaysi parametrlar orqali aniqlanadi?

8-BOB. YUQORI TEZLIK MAGISTRALLARIDA KO'PRIKLAR ZILZILABARDOSHLIGINI TA'MINLASHGA DOIR ASOSIY TALABLAR VA CHORALAR

8.1. Umumiy qoidalar

Yuqori tezlik temir yo'llari inshootlari nafaqat zilzilabardosh qurilishga qo'yiladigan umumiy talablarga, balki YuTM lardan foydalanishning o'ziga xosliklari bilan bog'liq boshqa talablarga ham javob berishi kerak. Umumiy talablar seysmik ta'sirlar ostidagi barcha davlatlarning me'yoriy-texnik hujjatlariga kiritilgan. Ushbu asos hujjatlarni takomillashtirish maqsadida turli xil maxsus inshootlarni, shu jumladan transport ob'ektlarini loyihalashga oid tavsiyalar ishlab chiqilgan [25,26].

Shuning uchun ko'rilayotgan inshootlar to'siq-ob'ektlar (барьерный) qatoriga kiritilgan, va ularning zilzilabardoshlik nuqtai nazardan kuchaytirilishi birinchi darajali ahamiyatga ega. Ko'priklar va tonnellarning zilzilabardoshligiga qo'yiladigan talablar seysmik ta'sirlar ostidagi barcha davlatlarning joriy me'yorlarida ko'rsatilgan.

YuTM larda harakatni uzilib qolish holatlari natijasida vujudga keladigan moddiy zarar (temir yo'l kompaniyasi, davlat va yo'lovchilarga yetkaziladigan iqtisodiy talafotlar, aholining katta qismi uchun ijtimoiy noqulayliklar) oddiy temir yo'llardagi noxush hodisalardagiga nisbatan ancha katta.

Shu bois, YuTM yo‘l konstruksiyasi va boshqa inshootlariga yuqori talablar qo‘yiladi. Masalan, Yaponiyaning YuTM da yer polotnosi kuchaytiriladi; liniyalarning ancha uzun qismlari estakadalarda joylashtirilgan; ko‘prik va estakadalarda yo‘lning ustki qismi rels izlarini o‘ta mahkamlangan plitalarga yotqiziladi. Bunday choralar qurilish narxini oshirib yuborishga qaramasdan, zilzilalardan so‘ng tiklash ishlariga sarflanadigan vaqtni ancha qisqartiradi.

Xonsyu orolining (Yaponiya) g‘arbiy qirg‘oqlarida 2004 yil oktabr oyida sodir bo‘lgan 5.2 magnitudali zilzila vaqtida vujudga kelgan YuTM ob’ektlarini o‘ziga xos buzilishlari hamda oqibatlari 8.1, 8.2-rasmlarda tasvirlangan. Epitsentrga yaqin joydan “Dzyoesu–Sinkansen” liniyasi o‘tadi.

Zilzila vaqtida to‘rt xil seysmik to‘lqinlar vujudga keladi (8.3, 8.4-rasmlar): bo‘ylama, gohida “birlamchi” yoki “*r*-to‘lqinlar” (angl.: primary) deb nomlanadigan; ko‘ndalang, “ikkilamchi”, yoki “*s*-to‘lqinlar” (angl.: secondary) deb nomlanadigan, hamda Reley yuza to‘lqinlari va Lyav to‘lqinlari.



8.1-rasm. 2004 yil 31 oktabr zilzilasi vaqtida estakadada to‘xtagan “Dzyoesu–Sinkansen” poyezdi, seysmik zarba natijasida relslardan chiqib ketgan vagon

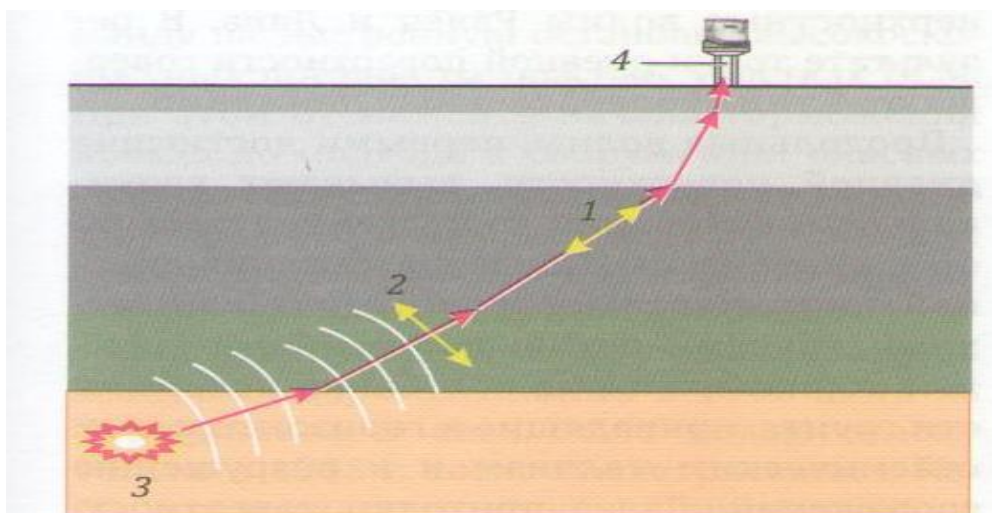
Bo‘ylama va ko‘ndalang to‘lqinlar bevosita zilzila o‘chog‘idan tarqaladilar. Bo‘ylama to‘lqinlar tezligi ko‘ndalanglar tezligiga nisbatan taxminan 1,5 barobar katta, shuning uchun ular yer yuziga tezroq yetib boradilar. Grunt qatlamining bir xil jinsli bo‘lmaganligi sababli seysmik to‘lqinlarning oldi qismi yuzasi sinadi va ular yer yuzasiga deyarli perpendikulyar holatda yetib boradi (8.3-rasmlar). Bo‘ylama va ko‘ndalang to‘lqinlar yer yuzasidan akslanib, Reley va Lyav yuzaki to‘lqinlarni keltirib chiqaradi. Natijada, yer yuzidagi nuqtalar 4 xilda tebranadilar [27-31].



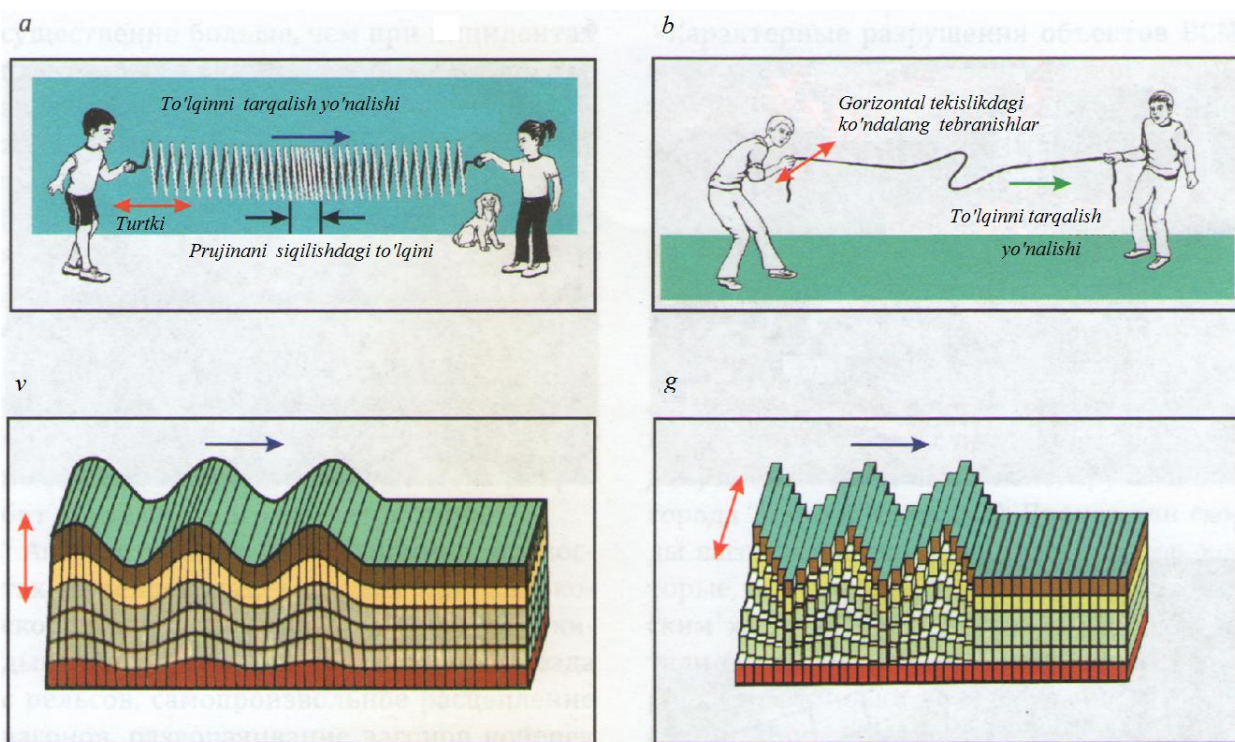
8.2-rasm. 2004 yil 31 oktabr zilzilasi oqibatlarini: a – uzilib ketgan rels mahkamlagichlari; b – estakadada plitali asosga yotqizilgan va zilzila vaqtida qiyshayib ketgan va buzilgan relslar

Birinchi bo‘lib yer yuziga yetib kelgan bo‘ylama to‘lqinlar inshootni vertikal tebranishlarini keltirib chiqarib, katta xavf tug‘dirmaydilar. Ko‘ndalang to‘lqinlar yer yuziga yetib kelishi bilan gruntda eng xavfli bo‘lgan gorizontalar tebranishlar hosil bo‘ladi, va ular gorizontalar seysmik silkinishlarga va inshootlarni buzilishiga olib keladi. Bundan so‘ng Reley va Lyav yuzaki to‘lqinlar kelib, ko‘ndalang to‘lqinlar hosil qilgan vayronagarchilikni yanada ko‘paytiradilar. Ko‘rsatib o‘tilgan turlardagi seysmik to‘lqinlarni inshootga yetib kelish lahzalari orasidagi vaqt oralig‘i o‘choqning joylashish chuqurligiga va epitsentral masofaga bog‘liq, va

odatda 15 dan 30 sekundgacha bo'lishi mumkin.



8.3-rasm. Seysmik to'liqlarni tarqalish xususiyatlari: 1,2 – zarrachalarni tegishli bo'ylama va ko'ndalang to'liqlarda harakatlanish yo'nalishlari; 3–zilzila o'chog'i; 4 – yer yuzidagi inshoot

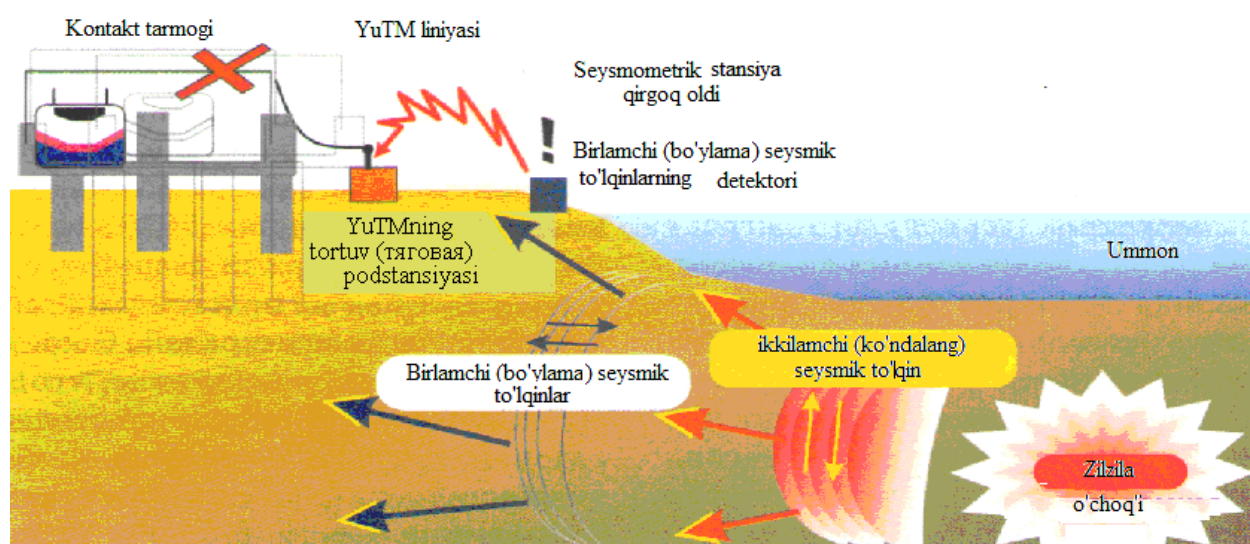


8.4-rasm. To'liqlanish hodisalarini yorituvchi sxematik tasvirlar: a, b– bo'ylama va ko'ndalang to'liqlar; v – Reley to'liqlari; g – Lyav to'liqlari

Yaponiyaning YuTM larida zilzilalarni xabarlovchi tizimlarni (8.5-rasm) ishlash tamoyili markazlashtirilgan datchiklar tizimi (seysmograflar,

akselerometrlar va h.k.) zilzila o‘chog‘idan keladigan kam xavfli vertikal silkinishlar haqida signalni qayd qilishi va boshqaruv postlariga uzatishiga, silkinishlar kuchini tahlil qilishi, zilzila o‘chog‘ining joyini aniqlashiga va favqulodda holatlarda bloklash tizimini yoqib, YuTM ning xavfli uchastkalarida yuqori tezlik poyezdlarini shoshilinch to‘xtatishga buyruq berishiga asoslangan.

Shunda poyezd tormozlash momentini boshidan to inshootga xavfli seysmik to‘lqinlarni yaqinlashishiga qadar 15 dan 50 sekundgacha vaqt o‘tadi. Poyezd tezligini kamaytirishga yoki uni butunlay to‘xtashi uchun bu vaqtning o‘zi yetarli bo‘lar ekan.



8.5-rasm. Yaponiya temir yo‘llarini zilzilalar haqida xabar berish tizimini soddalashtirilgan tasviriy sxemasi

Yaponiya yo‘llarida seysmodatchiklar 1992 yilda o‘rnatila boshlandi, ammo faqat Koba shahrida bo‘lib o‘tgan va “Sanyo” liniyasiga shikast yetkazgan zilziladan so‘ng ular 1995 yilda yagona tarmoqqa birlashtirildi. Bu zilziladan so‘ng zilzilabardoshligini baholashga oid shoshilinch choralar amalga oshirildi va yuqori tezlik liniyalarida turli muhandislik inshootlarida zilzilaga qarshi mustahkamlash ishlari bajarildi. Yaponiyaning Transport

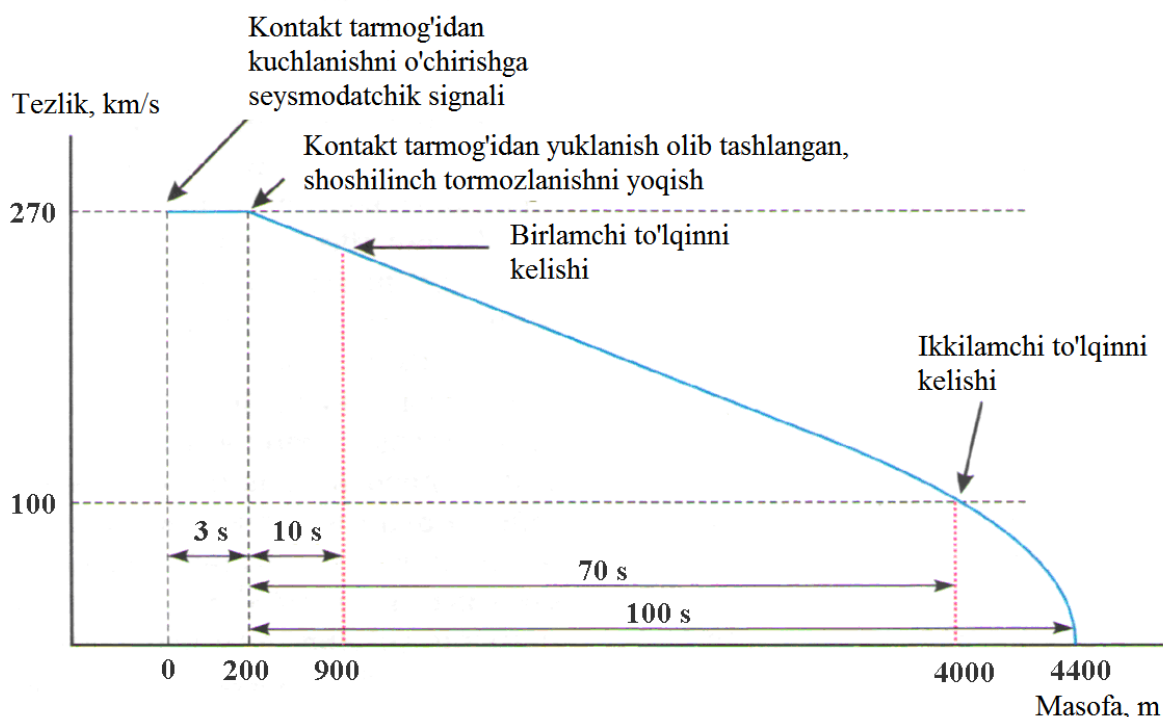
vazirligining buyrug'iga binoan 1995 yil G'arbiy temir yo'l kompaniyasi "Sanyo" yuqori tezlik liniyasida temir yo'l viaduklarining 15 ming tayanchlarini mustahkamlash ishlarini boshladi. Tayanchlar atrofida metallardan yoki temirbetondan "rubashka" (ko'ylak)lar hosil qilindi, "rubashka" va tayanch orasidagi bo'shliq maxsus sement qorishma bilan to'ldirilgan. Bundan tashqari, oraliq qurilmalarni tayanchlardan tushib ketishiga qarshi maxsus choralar (stoporlarni, dempfirmovchi qurilmalarni o'rnatish, ayrim tayanch qismlarni yanada mustahkamroqqa almashtirish va h.k.) ko'rildi [28-30].

Yaponiyaning yuqori tezlik temir yo'llari mamlakatda 2011 yil 11 martda bo'lib o'tgan eng kuchli Rixter shkalasi bo'yicha magnitudasi 9 balli zilzila sinovidan o'tdi. Bugungi kunda ma'lum bo'ldiki, Xonsyu o. Shimoliy g'arbida bo'lib o'tgan zilzila va undan so'ng kelgan sunami to'lqinidan oddiy temir yo'llarining ko'plab yo'lovchilari shikastlangan va hatto halok bo'lgan. Shunda zilzila vaqtida liniyada bo'lgan YuTM lari poyezdlarida hech kim halok bo'lmagan va deyarli og'ir jarohatlar olmagan.

2011 yil 11 mart kuni YuTM zilzilalarni xabarlash tizimlari datchiklari r -to'lqinlarni qayd etishidan 3 sekund o'tgandan so'ng barcha YuTM tortish podstansiyalarida avariya o'chirgichlari ishlab ketgan. Kontakt tarmog'idan kuchlanish o'chirilgan, va bu poyezdlarni avtomatik boshqarishga, avariya to'xtashga signal bo'lgan va mashinist ishtirokisiz shoshilinch tormozlash tizimi yoqilgan. Zilzila epitsentriga eng yaqin joylashgan Yaponiya sharqiy temir yo'l kompaniyasining poyezdlari shu vaqtda taxminan 270 km/s tezlik bilan harakatlanayotgan edilar. Seysmik r -to'lqin (8.6-rasm) epitsentriga eng yaqin joylashgan poyezdga seysmodatchik signalidan 13 sekund o'tgandan so'ng yetib borgan (shu onda poyezd tezligi taxminan 250 km/s gacha pasaygan) va poyezdga hech qanday ta'sir ko'rsatmagan. S -to'lqin poyezdga seysmodatchik signalidan 70 sek o'tgandan so'ng yetgan, bungacha

shoshilinch tormozlash tizimi tezlikni 100 km/s pasaytirib bo‘lgan, va yo‘llar buzilmagan, poyezd rels ustida turgan holda 400 m yurib to‘xtagan (seysmodatchik signalidan 0,01 sek o‘tgandan so‘ng).

Yaponiya YuTM larini loyihalash va qurish sifati talab darajasida bo‘lgani uchun 2011 yil zilzilasi natijasida inshoot va qurilmalarning aksariyati qattiq shikastlanmagan. Shunga qaramay, YuTM lar uchun bu zilzila oqibatlari batafsil o‘rganib chiqilgan edi. O‘tkazilgan tahlillarni hisobga olgan holda Yaponiyada hozirgi kunga kelib YuTM ob‘ektlarini loyihalash va qurishga doir yangi, yanada qat’iy me’yorlar ishlab chiqildi.



8.6-rasm. №27chi yuqori tezlik “Xayyat” poyezdining shoshilinch tormozlash diagrammasi. 2011 yil, mart. Yaponiya sharqiy temir yo‘l kompaniyasi (diagrammada ma’lumotlarning taxminiy qiymatlari keltirilgan)

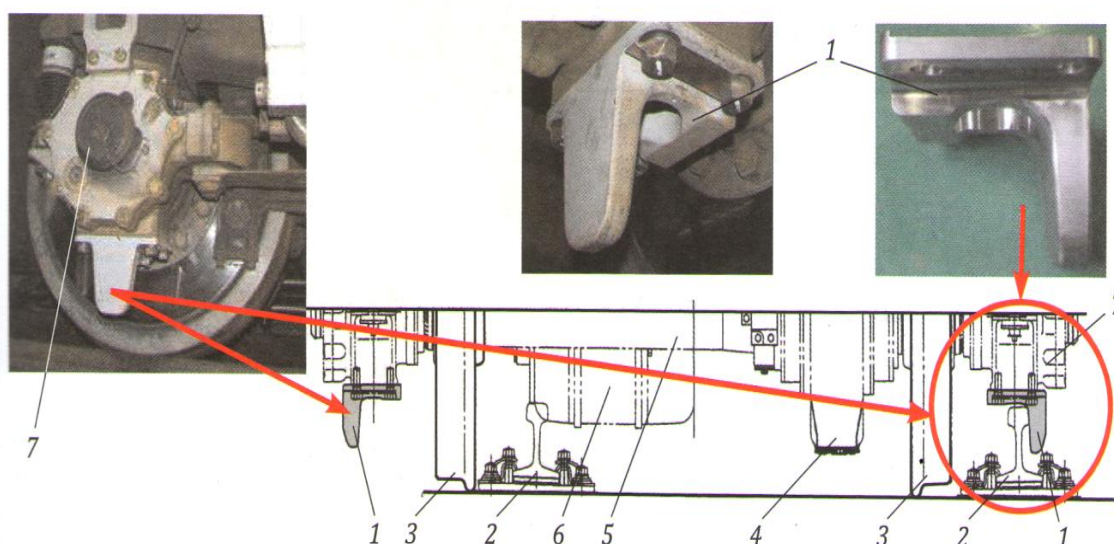
8.2. Tezyurar va yuqori tezlik liniyalaridagi temir yo‘l ko‘priklari zilzilabardoshligini ta’minlashning o‘ziga xos xususiyatlari

Loyihalash me’yorlarini qat’iylashtirish va qurish sifatini oshirish bilan bir qatorda Yaponiyada keyingi yillar davomida seysmik zarbalar yoki

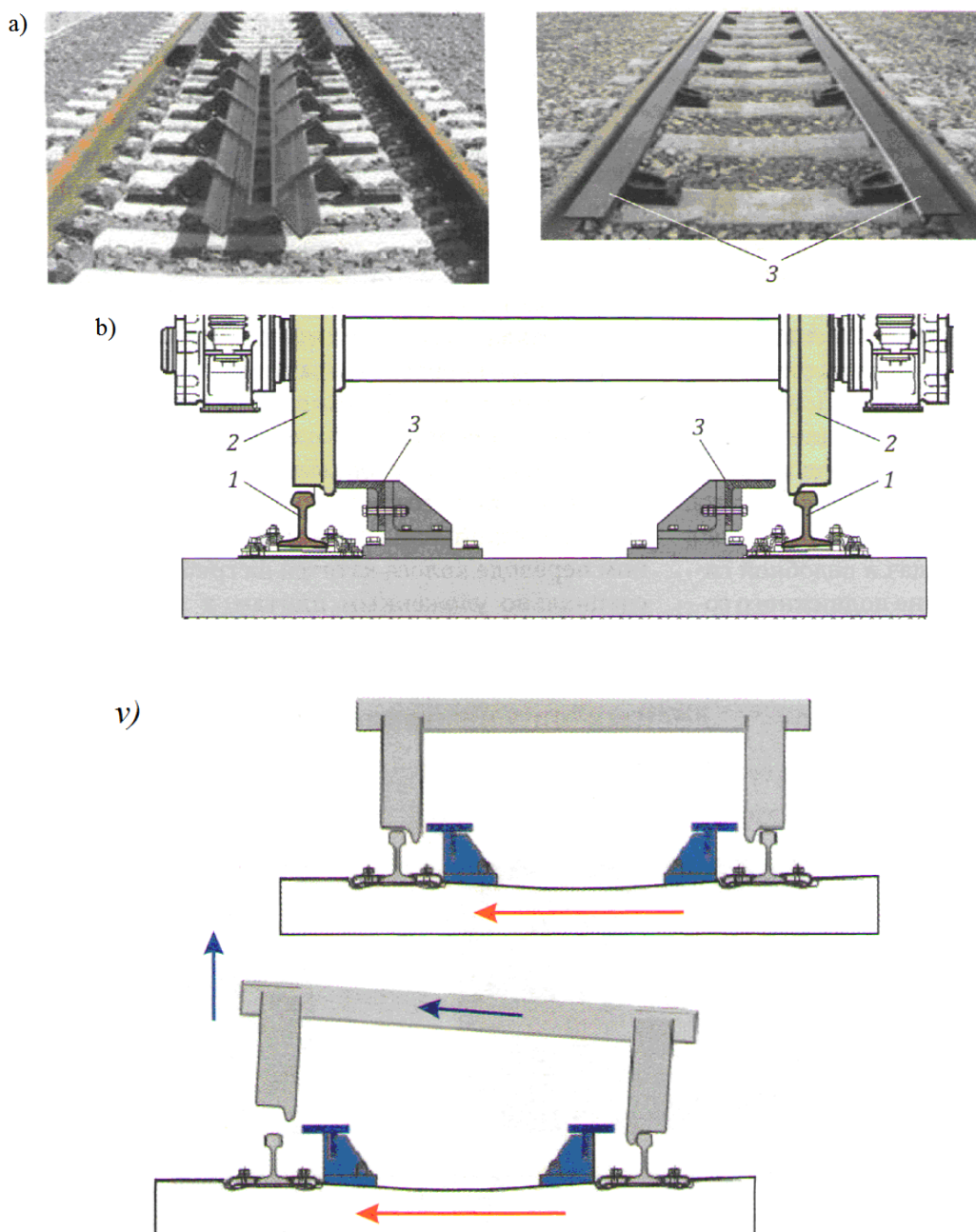
boshqa sabablar natijasida vagonlarni relsdan chiqib ketishining salbiy oqibatlarini kamaytirish uchun mo'ljallangan YuTM yuqori tezlik tarkiblarini va yo'l majmualarini jihozlashga qaratilgan chora-tadbirlar amalga oshirilgan.

Bunday holatlarda eng muhim masalalardan biri – harakat tarkibini rels koleyasi chegarasida ushlab qolish, uni qarama-qarshi yo'lga chiqib ketishiga va ag'darilishiga yo'l qo'ymaslikdadir. Hozirgi kunda Yaponiyada shunga mo'ljallangan konstruksiyalarning bir nechta turi keng qo'llanilmoqda. Bularning biri bo'yicha vagon aravachalarining buksalarida po'lat saqlovchi, cheklovchi burchakliklarni (8.7-rasm) o'rnatish nazarda tutiladi. Burchakliklar (уголки) g'ildirak juftliklari relsdan chiqib ketganida relsga tiralib qolib, ularni shpala (plita) dan chetga chiqib ketishiga yo'l qo'ymaydi.

Ayrim hollarda relslar orasiga dunyoda hammaga yaxshi ma'lum bo'lgan burchakli profildan iborat va g'ildirakni rels kallagiga chiqib ketishiga to'sqinlik qiluvchi bo'ylama konstruksiya ko'rinishidagi kontrrelslar o'rnatiladi (8.8-rasm).



8.7-rasm. Yaponiyaning yuqori tezlik poyezdlarining vagon aravachalari buksalarida saqlovchi, cheklovchi burchakliklar: 1 – cheklovchi burchaklik; 2 – rels; 3 – g'ildirak; 4 – g'ildirak juftligi o'qidagi tortuv reduktori; 5 – g'ildirak juftligi o'qi; 6 – tortuv dvigateli; 7 – buksa

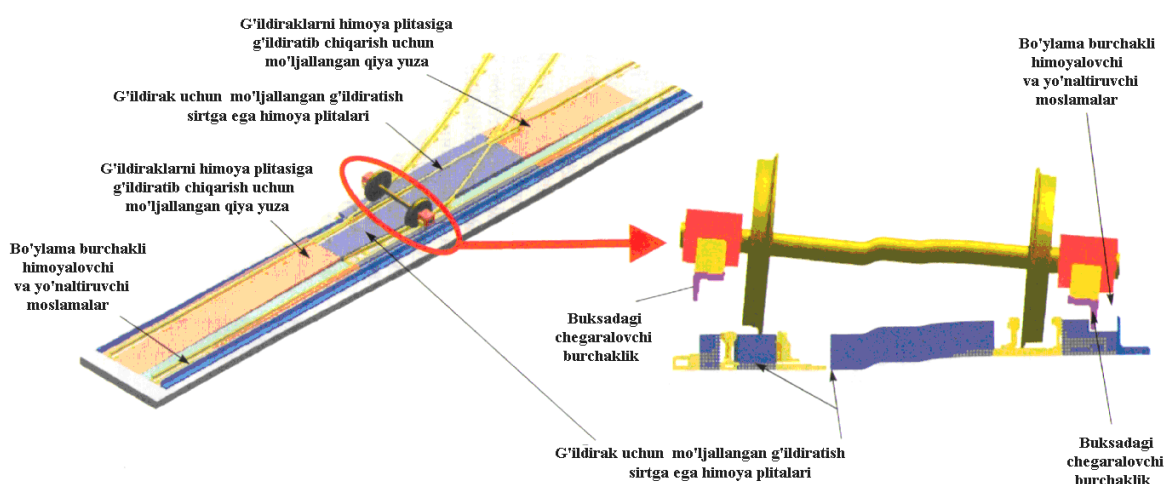


8.8-rasm. Yaponiya YuTM da burchakliliklar (yozolku) ko'rinishidagi kontrreklar:
a – yo'lning umumiy ko'rinishi; *b* – ko'ndalang kesim: 1 – relslar; 2 – g'ildirak juftligi;
 3 – yo'lga xizmat ko'rsatish ishlarini bajarish jarayonida markaz tomon ko'tarib
 qo'yiladigan burchakliliklar ko'rinishidagi kontrreklar; *v* – zilzila vaqtida ta'sirni yoritib
 beruvchi sxema. Yaponiya

Harakat tarkibini relsdan chiqib ketishi, uni qarama-qarshi yo'lga chiqib ketishi seysmik zarbaning juda xavfli oqibatlaridan bo'lishi mumkin. Yaponiya temiryo'lchilari harakat tarkibi va yo'l qurilmalarini jihozlash, xususan, zilzila vaqtida tarkibni relsdan chiqib ketishi yoki shunda sodir

bo‘ladigan shikastlanishlar sonini kamaytiruvchi maxsus mexanik qurilmalar bilan jihozlashga tegishli choralar ko‘radilar (8.9-rasm).

G‘ildirak juftliklari milli o‘tkazgichda relsdan chiqib ketish hollarida g‘ildiraklar qirralarda maxsus yotqizilgan plitalar bo‘yicha yuradi, bo‘ylama burchaklikli himoyalovchi yo‘naltiruvchi qurilmalar g‘ildirak juftliklariga milli o‘tkazgichdan chiqib ketishiga yo‘l qo‘ymadi [27].



8.9-rasm. Milli o‘tkazgichlarda harakat tarkibini relslardan chiqib ketishini oldini olish uchun texnik qurilmalar majmuasi. Yaponiya

8-bob materiallarini o‘zlashtirish bo‘yicha nazorat savollari

1. Seysmik hududlarda joylashgan tezyurar va yuqori tezlik liniyalari uchastkalaridagi ko‘priklarning temirbeton elementlarini kuchaytirish usullarini tushuntiring.

2. Tezyurar va yuqori tezlik liniyalari uchastkalaridagi temir yo‘l ko‘priklarini zilzilabardoshligini ta‘minlashning o‘ziga xos xususiyatlarini tushuntiring.

3. Tezyurar va yuqori tezlik liniyalari uchastkalaridagi temir yo‘l ko‘priklarida seysmohimoya usullarini qo‘llashning o‘ziga xos xususiyatlarini tushuntiring.

4. Ko‘priklarda maxsus seysmohimoya usullarini aytib bering.
5. Seysmik aktiv hududlardagi YuTM temir yo‘llarining rivojlanish bosqichlari.
6. Temir yo‘l ko‘priklari uchun seysmohimoyani qo‘llashning cheklovlari.
7. Yaponiya temir yo‘llarini zilzilalar haqida xabar berish tizimi haqida ma’lumot bering.

Glossariy (izohli lug‘at)

Akveduk – suv o‘tkazuvchining bir qismi (kanal yoki gaz, suv quvuri), arkali ko‘prik ko‘rinishidagi suv o‘tkazuvchi (unda qayiqning devor va tagi yuk ko‘taruvchi konstruksiyalar vazifasini o‘taydi) hisoblangan daryo, suvsiz vodiy, quruqlikdagi transport yo‘li va sh.o‘. lar orqali kechuvlardagi ko‘prik inshooti, hamda suv o‘tkazish novli ko‘priklari kiradi, u sug‘orish arig‘i yoki suv o‘tkazgich bo‘lsin, bari-bir akveduk deb nomlanadi.

Antikorroziyali qatlam – korroziyadan himoya qilish uchun mo‘ljallangan metall ko‘prikning qatnov qismi to‘shamasining ostki elementi.

Arka – devor oralig‘i (bo‘shlig‘i) yoki tayanchlar oralig‘ini yopuvchi egri chiziqli qurilma.

Armatura – temirbeton konstruksiyaning cho‘ziluvchi zo‘riqishlarini qabul qilishga mo‘ljallangan asosiy tarkibiy qismi. Odatda po‘lat armatura ishlatiladi, ayrim hollarda nometall armatura ishlatilishi mumkin.

Asosiy to‘sin – to‘sinli ko‘prik oraliq qurilmasining asosiy bo‘ylama yuk ko‘taruvchi elementi.

Beton – bog‘lovchi modda, suv, yirik va mayda to‘ldiruvchilar va maxsus qo‘shimchalardan iborat ratsional tanlangan beton qorishmasining qotishi va shakl berilishi natijasida hosil bo‘ladigan sun‘iy tosh materiali. Vazifasi

bo'yicha beton konstruksion va maxsus turlarga bo'linadi.

Beton qorishmasi – bog'lovchi, to'ldiruvchi, qotiruvchi va, zaruratda, yotqizishgacha qo'shimchalar qorishmasi.

Beton sinfi – betonning 0,95 ta'minlanganlik darajasida siqilishga bo'lgan kubik mustahkamligi. Betonning siqilish va cho'zilish bo'yicha sinflari mavjud.

Bog'lamlar – tirgakli kuchlanishlar paydo bo'ladigan hamda gumbaz, ravoq va boshqa qurilish konstruksiyalarining tayanchlarini tortib turadigan yog'och, metall yoki temirbeton elementlar. Bog'lanishlar inshootlarning ustun va devorlariga uzatiladigan bosimni so'ndiradilar.

Burg'ilab qoqiladigan qoziq – burg'ilab qazilgan quduqni quyma beton qorishma bilan to'ldirish yo'li bilan yasaladi. Bu holda beton to'ldirma qazilgan quduq devorlariga bevosita tutashadi.

Bo'ylama to'sin – o'qi ko'prik o'qi bo'ylab yo'nalgan qatnov qismi konstruksiyasi yoki oraliq qurilmaning yuk ko'taruvchi elementi.

Vaqtinchalik tayanch – qurilish mobaynida, ya'ni, ta'mirlash yoki qayta tiklashda foydalanish uchun chegaralangan xizmat muddatiga mo'ljallangan tayanch.

Vanta – bir yoki ikki uchi bilan bikirlik to'siniga tutashuvchi va kuchni pilon (ustun) ga uzatuvchi vantli ko'prikning qiya joylashgan cho'zilgan yuk ko'taruvchi elementi.

Viaduk – suvsiz to'siqlar (daralar, jarliklar, yo'llar, temir yo'llar) ni oshib o'tish uchun mo'ljallangan harakat sathi to'siq tubidan ancha baland joylashgan ko'prik turidagi inshoot.

Gabarit – arxitekturada arxitekturaviy inshoot yoki uning qismining umumlashgan eng katta tashqi o'lchamlari. Temir yo'l izi bilan unga eng yaqin binolar oralig'i.

Davriy profilli po'lat armatura – beton bilan tishlashishini yaxshilash

uchun uning yuzasida sterjen bo‘ylama o‘qiga nisbatan burchak ostida bir xil joylashgan ko‘ndalang chiqiqli (taram-taramli) po‘lat sterjenlar.

Daryodagi (o‘zandagi) tayanch – o‘rta suv sathida, ya’ni daryo o‘zanida joylashgan oraliq tayanch.

Deformatsion chok – oraliq qurilmalar orasidagi, oraliq qurilma cheti (yon tomoni) va ustunning shkaf devori yoki tayanchning bosh qismi orasidagi tirqish (zazor). Ular quyidagicha farqlanadi: yopiq – unda tirqish uzilishsiz yotqizilgan qoplama bilan yopilgan; to‘ldirilgan – unda tirqish oraliq qurilmalar siljiganida deformatsiyalanadigan germetik material (masalan, rezinali vkladish –kompensator) bilan to‘ldirilgan (qoplama uzilishli qilib bajarilgan); ochiq – unda tirqish ochiq va qoplama uzilishga ega; berkitilgan – unda tutashadigan elementlar orasidagi tirqish qatnov qismi sathida sirpanadigan list bilan yopilgan.

Dinamik yuk – yuklarni tashish jarayonida vagonlarning bosgan yo‘li masofasini hisobga olib, yuk ko‘taruvchanligidan foydalanishni tavsiflaydi. O‘rtacha dinamik yuk 1 ta vagon-kilometrga to‘g‘ri keladigan ekspluatatsion tonna-kilometrlarning sonini ko‘rsatadi.

Doimiy ko‘prik – ish muddati konstruksiya materialini uzoqqa chidamliligidan kelib chiqadigan, ya’ni davomiy foydalanishga mo‘ljallangan ko‘prik.

Yengil betonli ko‘prik – oraliq qurilmasi engil betonli to‘ldirgich (keramzit, shungizet)dan iborat ko‘prik.

Yoriqbardoshlik (darzbardoshlik) – (birinchi navbatda beton va temirbeton konstruksiyalar uchun) yoriqlar yo umuman paydo bo‘lmasligi yoki ularning ochilishi, nam o‘tkazmaslik qobiliyatining yo‘qolishi, korroziyaning rivojlanishi va h.k. Oqibatida foydalanishning tugatilishi yoki qiyinlashishiga olib kelmasligi kerak; yoriqbardoshlilikni aniqlash jarayonida yuklarning ekspluatatsion shartlariga ko‘ra ruhsat etiluvchi yoriqlar vujudga

keladigan qiymatlari ham aniqlanadi.

Ish sharoitlari koeffitsienti – materiallar, konstruksiya elementlari, ularning birikmalari, shuningdek konstruksiyalar, boshqa transport inshootlari haqiqiy ishining tizimli ko‘rinishdagi, ammo hisob-kitobda bevosita aks ettirilmaydigan yoki maqbul analitik bayoniga ega bo‘lmagan xususiyatlari ish sharoitlari koeffitsienti γ_a orqali hisobga olinadi.

Yig‘ma tayanch – u yoki bu usullar bilan birlashtirilgan, oldindan tayyorlangan temirbeton yoki beton elementlardan yig‘ilgan tayanch.

Yig‘ma-monolit tayanch – oldindan tayyorlangan temirbeton yoki beton elementlarini qurilish maydonida, odatda, to‘ldirgich vazifasini bajaradigan beton bilan birlashtirish natijasida qurilgan tayanch.

Yo‘l o‘tkazgich – avtomobil, temir yo‘l yoki ko‘cha ustidan o‘tgan ko‘prik inshooti. Transport kommunikatsiyalari kesib o‘tadigan joylarda harakatni uzluksiz tashkil qilish uchun xizmat qiladigan ko‘prik, estakada o‘xshatmasi (analogi).

Kamuflet kengaytirishli qoziq – burg‘ilab qoqiladigan uchi kengaytirilgan qoziq. Oldindan portlatilgan quduqlarning bo‘shliqlarini beton bilan to‘ldirish yo‘li bilan tayyorlanadi.

Qatnov qismi – ko‘prikda transport vositalari yurishi uchun mo‘ljallangan, harakatlanish qismi tasmalari yig‘indisiga teng bo‘lgan tasma eni.

Kirish yo‘li bilan birikish – chetki tayanch ortidagi kirish ko‘tarmasiga ko‘prik tutashtirish tugunining konstruktiv echimi.

Qobiqli qoziq – katta diametrli kavak, ichi bo‘sh tsilindr shaklidagi qozik bo‘lib, gruntga vibrotitratib (vibrotebratib) cho‘ktiriladi.

Qovurg‘ali oraliq qurilma – to‘g‘ri burchakli, tavr yoki qo‘sh-tavr qirqimli to‘sinlardan tuzilgan temirbeton oraliq qurilma.

Qoziqli rostverk – zamindagi qoziqli tayanch poydevori. Turlari: baland

– agar poydevor tagi grunt tekisligidan qandaydir balandlikda joylashgan bo‘lsa, past – agar poydevor tagi grunt bilan tutashganda. Qoziqli rostverk zaminga yuklarni taqsimlaydi.

Konsolli ko‘prik – oraliq qurilmasi bir yoki ikki tomonlama konsolga ega bo‘lgan ko‘prik.

Qurilish konstruksiyalari – o‘lchamlari mustahkamlikka, ustivorlikka, chidamlilikka, yoriqbardoshlikka va deformatsiyaga hisoblash yo‘li bilan topiladigan, hamda har xil yuk va ta’sirlarni qabul qilishga mo‘ljallangan bino va inshootlar va ularning (qo‘zg‘aladigan va qo‘zg‘almaydigan) qismlari.

Qurilish materiallari – bino va inshootlarning qurilish konstruksiyalarini yasash, hamda qurilish buyumlarini ishlab chiqarish uchun mo‘ljallangan materiallar.

Qutisimon oraliq qurilma – ko‘ndalang konsolli yoki ularsiz, qutisimon kesimli to‘sinlarni ko‘ndalang yo‘nalishda bitta yoki bir nechtasini birlashtiradigan oraliq qurilma.

Qo‘zg‘almas tayanch qism – oraliq qurilmaning faqat burchakli siljishini ta‘minlaydigan tayanch qismi.

Qo‘zg‘aluvchan tayanch qism – oraliq qurilmaning chiziqli va burchakli siljishlarini ta‘minlaydigan tayanch qismi. Ustki va ostki tayanch plitalari orasida joylashgan, bir yoki bir nechta qo‘zg‘atuvchilar (katoklar) orqali tayanch bosimini etkazib beruvchi qo‘zg‘aluvchan tayanch qismi.

Ko‘ndalang to‘sin – ko‘prikka ko‘ndalang joylashgan va qatnov qismining bo‘ylama va asosiy to‘sinlari bilan biki mahkamlangan va yukni ular orasida taqsimlash uchun mo‘ljallangan oraliq qurilmaning yuk ko‘taruvchi elementi.

Ko‘prik kechuvi – ochiq suv oqimidan o‘tish joyi, ko‘prik, unga yaqinlashuv ko‘tarmasi, istehkomlar va suv yo‘naltiruvchi (regulyasion)

inshootlar majmuasidan tashkil topgan.

Ko‘prik oralig‘i – qo‘shni tayanchlar orasidagi bo‘shliq (oralig‘).

Ko‘prik osti gabariti – ko‘prik oralig‘ida oqim yo‘nalishiga perpendikulyar bo‘shliqning eng katta o‘lchamlari, uning ichki qismiga ko‘prik konstruksiyasi yoki uning ostida joylashgan boshqa qurilmalarning elementlari kirmasligi kerak.

Ko‘prik sxemasi – ko‘prikning asosiy o‘lchamlari, geologik ma’lumotlari, texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlari ko‘rsatilgan grafik tasviri (chizmasi).

Ko‘prik tayanchi – ko‘prik inshootining oraliq qurilma va undan tushadigan yuklarni zaminga o‘tkazib beradigan ko‘taruvchi elementi.

Ko‘prik trotuari – piyodalar harakatlanishi uchun mo‘ljallangan ko‘prik polotnosining qismi. Ular agar qatnov qismi sathidan baland joylashgan bo‘lsa, ko‘tarilgan trotuar yoki, agar qatnov qismi sathida joylashgan bo‘lsa, pasaytirilgan trotuarga farqlanadi.

Ko‘prik to‘shamasi – qatnov polotnosi va trotuar (yo‘lak) qoplamasining ustki konstruktiv qatlami.

Ko‘prik uzunligi – o‘qi bo‘ylab o‘lchangan, ko‘prikning boshlanishi va tugashi orasidagi masofa.

Ko‘prikning hisobiy oralig‘i – tayanch qismlar orasidagi gorizontaal masofa, ular bo‘lmaganda esa tayanch o‘qlari yoki oraliq qurilmaning tayanadigan shartli nuqtalari orasidagi masofa.

Ko‘prikning eni – to‘siqlar (zina, ko‘prik kabilarning yonidagi) orasidagi sof masofa.

Ko‘tarma (uyib yasalgan balandlik) – odatda chuqurlikni qazishda yoki karer (ochiq, sayoz kon) va rezervlardan olib kelib barpo etiladigan ko‘tarma gruntidan tashkil topgan inshoot. Ko‘tarma – bu temir yo‘l tuproq polotnosining asosiy turi. Ko‘tarmaning markaziy qismi temir yo‘l izi

yotqiziladigan, ko‘tarmaning yadrosi deb nomlanadigan, yon bag‘irlari qiyaliklar bilan cheklangan bo‘ladi.

Maxsus yuklar – ularga avariya vaziyatlarida paydo bo‘ladigan, hamda seysmik, portlash ta’sirlari, grunt strukturasi negizidan o‘zgarishi jarayonidagi zaminlarning notekis cho‘kislari va h.k. Yuklar kiritiladi.

Metall (po‘lat) ko‘prik – oraliq qurilmasi butunlay metall (po‘lat)dan yoki qatnov qismi plitasi temirbetonli ko‘prik.

Metropoliten – yo‘lovchilarni ommaviy tezkorlik usulda tashish uchun shahar ko‘chasidan tashqaridagi (yer osti) temir yo‘li.

Muvaqqat (vaqtinchalik) yuklar birikmalarining koeffitsienti – korrelyasiya qilinmaydigan yuklarni (masalan, vertikal yuk va shamoldan tushadigan yuk) vaqt bo‘yicha mos tushishining sezilarli ehtimolini (5% dan ortiq) determinatsiyalangan shaklda aks ettiradi.

Mustahkamlik – materialning tashqi kuch yoki boshqa omil (siqqlik kirishishi, notekis isitilishi va sh.o‘.) Lardan kelib chiqqan ichki kuchlanish ta’siri ostida sinishga qarshilik ko‘rsatish xossasi. Qattiq jismlar mustahkamligining fizik mohiyati yakuniy hisobda jismni tashkil qiladigan atom va ionlar orasidagi o‘zaro ta’sir kuchlari bilan bog‘liq. Mustahkamlik chegarasi – material sinishini sodir qiladigan yuk bilan baholanadi. R bilan belgilanadi va mpa da o‘lchanadi.

Nurash – turli atmosfera hodisalari: shamol, yomg‘ir, qor erishi, quyosh radiatsiyasi va boshqalar ta’sirida tog‘ jinlarining emirilishi.

Og‘ir beton – bu zich strukturali beton bo‘lib, sementli bog‘lovchi, katta va mayda zich to‘ldiruvchilardan tashkil topgan. U qurilishda eng ko‘p tarqalgan beton turi bo‘lib, asosan yuk ko‘taruvchi konstruksiyalarda ishlatiladi.

Oldindan zo‘riqtirilgan konstruksiyalar – betonda yoriq paydo bo‘lishining oldini olish uchun uni cho‘zilgan armatura yordamida siqiladi.

Tayyorlash jarayonida sun'iy ravishda (oldindan) betonda siqilish va armaturada cho'zilish kuchlanishlari uyg'otilgan temirbeton konstruksiyalar oldindan zo'riqitirilgan konstruksiyalar deb ataladi.

Oraliq qurilma – ikki va undan ko'p tayanchlarni yoki hamma bo'shliqlarni yopuvchi ko'prik polotnosi elementlari, transport vositalari va yo'lovchilardan tushayotgan yuklarni qabul qiluvchi va tayanchlarga uzatuvchi, ko'prik inshootining yuk ko'taruvchi konstruksiyasi.

Oraliq tayanch – ko'p oraliqli ko'priklarda chetki tayanchlar orasida joylashgan tayanch.

Osma qoziq – yuk ko'tarish qobiliyati asosan tuproqning yon sirtiga ishqalanishi bo'yicha aniqlanadi.

Osma oraliq qurilma – qo'shni oraliq qurilma konsoliga juda bo'lmaganda bir tomoni bilan tayanadigan uzlukli temirbeton oraliq qurilma.

Piyodalar ko'prigi – piyodalar o'tishi uchun mo'ljallangan ko'prik.

Pilon – konstruksiyaning ko'tarib turuvchi elementi, vantlar tizimi yoki zanjirlar, kabellarni tayanishiga xizmat qiladigan, minora tirgagi yoki peshtoq shakldagi, vantli yoki osma ko'prikning qudratli tayanchi. Mahkam va tebranadigan pilonlarga bo'linadi.

Plitali ko'prik – oraliq qurilmasi yaxlit yoki yig'ma – ichi bo'sh plitalardan ishlangan ko'prik. Turlari: konsolli, plita bilan yopilgan orasi keng ikkita to'sindan iborat konstruksiya ko'rinishidagi temirbeton oraliq qurilmali qovurg'asimon plitali ko'prik.

Plitali oraliq qurilma – bitta yoki bir-biri bilan birlashtirilgan yaxlit yoki bir nechta ko'p g'ovakli plitalardan tayyorlangan oraliq qurilma.

Poydevor – bu yuklarni bino yoki inshootdan uni asosiga, ya'ni gruntga uzatish va tarqatish uchun mo'ljallangan bino yoki inshootning yer yuzidan pastga joylashgan qismidir.

Portal (ravoq) – tunnel yoki quvur (boshi) ga o'ralgan kirish

konstruksiyasi.

Portlandsement – klinker (toshkol) va gips (ganch) ni yupqa tuyishda olinadigan, tarkibining ko‘pini silikat, alyuminat va kalsiy alyumiferritlar tashkil qilgan gidravlik modda. Tarkibida har xil turdagi qo‘shimchalar mavjud. Unga patent Angliyada 1824 yilda D. S. Aspdin tomonidan olingan.

Po‘lattemirbetonli ko‘prik – oraliq qurilmasi metall bosh to‘sinlardan va ular bilan birgalikda ishlaydigan temirbeton plitali qatnov qismiga ega ko‘prik.

Regulyasion (yunaltiruvchi) inshootlar – ko‘prikka kirish va chiqish joylarida suv oqimining o‘tishini boshqarish uchun mo‘ljallangan ochiq suv oqimlarining o‘tish tizimidagi muhandislik inshooti.

Rezinali tayanch qism – rezina qatlamlari va po‘lat listlarni navbatma-navbat oralatib, o‘zaro biriktirilgan, oraliq qurilmani rezinaning qayishqoq siljishi hisobiga, burchakligi esa nomarkaziy zichlanish hisobiga chiziqli ko‘chishini ta‘minlaydigan qo‘zg‘aluvchan tayanch qism.

Sarrov (nasadka) – temirbeton yoki yog‘och tirgak yoki qoziq tayanchning elementi, tirgak yoki qoziqlar boshlari yuqori qismini birlashtiruvchi element.

Sektorli tayanch qism – oraliq qurilmada balansir yordamida bir uchi mahkamlangan, siljish yuzasi yumaloq bo‘lgan ponasimon elementni dumalashi hisobiga oraliq qurilmani bo‘ylama ko‘chishini ta‘minlaydigan metallardan yasalgan qo‘zg‘aluvchan tayanch qism.

Sirpanma tayanch qism – tayanch bosimini uzatish tekisligida sirpanish hisobiga oraliq qurilmani bo‘ylama ko‘chishini ta‘minlaydigan qo‘zg‘aluvchan tayanch qism.

Statik yuk – bitta vagonga o‘rtacha to‘g‘ri keladigan yuklangan yukning tonnalardagi miqdori.

Suv qochirgich quvurchalari – qatnov qismi va trotuarlardan, hamda

izolyasiya qatlami bo‘ylab oqib keladigan yuza suvlarini tushirish uchun suv qochirgichning konstruktiv elementi. Ular ko‘prik ko‘ndalang kesimining pasaytirilgan joylarida joylashtiriladi.

Tangensial tayanch qism – egri chiziqqa urinma chiziq bo‘yicha yo‘nalgan elementlar yuzasining kontaktlari chizig‘i bo‘ylab bosimni uzatuvchi, hamda bo‘ylama siljishlarni sirpanish hisobiga, burchak bo‘yicha siljishlarni esa yuqori tayanch plitasini og‘ishi hisobiga yoki faqat burchakli siljishlarni ta‘minlaydigan, hamda yuqorigi yassi pastki silindrsimon yuzali tayanch plitalardan iborat metalli tayanch qism.

Tayanch asosi – tabiiy grunt yoki ko‘prik tayanch poydevori ostini sun‘iy tayyorlanishi.

Tayanch kallagi – tayanch qismlarini o‘rnatishga xizmat qiladigan va bevosita oraliq qurilmalarning tayanch bosimini qabul qiladigan eng yuqori kengaytirilgan, qoidaga ko‘ra, ko‘prik tayanchining armaturalangan qismi.

Tayanch qismi – oraliq qurilmaning tayanch bosimlarini tayanchga o‘tkazib beruvchi, hamda oraliq qurilmani burchakli va chizikli yoki faqat burchakli siljishlarini ta‘minlaydigan ko‘prik elementi.

Tayanch poydevori – oraliq qurilma va tayanch jismidan tushadigan yukni zaminga uzatadigan tayanchning ostki qismi.

Tayanch rigeli – ustunsimon tayanch (hamda, massivli tayanch) ning temirbeton kallagi.

Temir yo‘l – relsli yo‘l, odatda po‘latli rels bo‘ylab lokomotivlar bilan ko‘chiriladigan ixtisoslashtirilgan vagonlarda yuk, yo‘lovchilar, pochmani tashish uchun texnik vositalar va inshootlar (qo‘zg‘aluvchi eshelon, bekatlar, avtomatika va telemexanika qurilmalari, dispetcherlik markazlashtirish va sh.o‘.) Ning majmuasi bilan transport korxonasi.

Temir yo‘l izi – tarmoq yo‘lida joylashgan, chizikli va bir erga to‘plangan, temir yo‘l ko‘chma (ko‘zg‘aluvchi) eshelonining harakati uchun

yo'naltiruvchi temir yo'l izi bilan yo'l hosil qiluvchi muhandis inshoot va qurilmalarning murakkab majmuasi. Temir yo'l izi yo'lning ostki va ustki qurilmalaridan tashkil topgan.

Temir yo'l ko'prigi – biror-bir to'siq (ochiq suv oqimlari, jarlik va b.) lardan temir yo'l izini o'tkazish uchun xizmat qiladi.

Temir yo'l tonneli – baland yoki konturli to'siq (tog' cho'qqilari, ko'chish uchastkalari, ochiq suv oqimlari va b.)larni bartaraf etish uchun xizmat qiladigan temir yo'ldagi tonnel.

Temirbeton – beton va po'latning ishchi hususiyatlarini konstruktiv ravishda birlashtiruvchi va betonga joylashtirilgan po'lat armaturali karkasdan iborat sun'iy qurilish material. Bunda armatura cho'zilishga, beton esa siqilishga ishlaydi.

Temirbeton konstruksiyalar – birgalikda ishlovchi beton va po'lat karkasdan ishlangan yaxlit yoki yig'ma konstruksiyalar.

Temirbeton ko'prik – temirbeton oraliq qurilmali ko'prik; oldindan zo'riqtirilgan temirbetonli ko'prik – armaturani cho'zish hisobida yuk ko'taruvchi konstruksiyalarning siqilishini hosil qiluvchi zo'riqtirilgan (tutam ko'rinishidagi kanat, simli arqon, alohida sterjenli) armaturaga ega temirbeton oraliq qurilmali ko'prik.

Tonnel – bu transport vositalarining harakatlanishi, suv o'tishi, kommunikatsiyalar joylashishi va boshqa maqsadlarga mo'ljallangan, yotiq yoki yoki qiya joylashgan, yer osti yoki suv osti sun'iy inshooti bo'lib, uning uzunligi ko'ndalang o'lchamlaridan birmuncha katta bo'ladi.

Tonnel qoplamasi – tonnelni yer osti suvlaridan himoya qilish uchun tonnel ishlovi (qazilgan joy) o'rnini to'ldiradigan konstruksiya. Tonnel qoplamasi gumbaz, devorlar (to'g'ri yoki tog' massivi tomonga qavariq), lotok yoki tonnelning teskari gumbazidan tashkil topgan.

Torkret-beton (torkretlash) – betonlash usuli, unda betonli qorishma

qatlam-qatlam qilib betonlanayotgan yuzaga siqilgan havo bosimi ostida “sement-pushka” asbobi yordamida yotqiziladi.

Trotuar bloki – oldindan tayyorlangan temirbeton element bo‘lib, ko‘prikda trotuar o‘rnatish uchun mo‘ljallangan.

Uzel (tugun) – fermaning bo‘ylama o‘qi kesishadigan ikkita yoki bir nechta elementlarini birlashtiradigan joy.

Uzluqli (qirqilgan) ko‘prik – har bir oraliq alohida oraliq qurilmalar bilan yopiladigan to‘sinli ko‘prik.

Uzluksiz (qirqilmagan) ko‘prik – ikki yoki undan ortiq oraliqni yopadigan oraliq qurilmali ko‘prik

Uzoq muddatli ta’sir qiluvchi vaqtinchalik yuklar – ularga statsionar texnologik dastgohlarning og‘irligi, saqlash uchun idishlar ichidagi suyuqliklar, gazlar, to‘kma materiallarning bosimi, uzoq muddatli harorat ta’siri, kran hamda qor yuklarining ma’lum qismlari va h.k. lar kiradi.

Ustoy (qirg‘oq tayanchi) – oraliq qurilma va ko‘tarma grunti bosimini qabul qiladigan, kirish ko‘tarmasi bilan ulanadigan ko‘prikning oxirgi tayanchi

O‘tish plitasi – bir uchi bilan ustun shkaf devori yoki oraliq qurilma konsoli, ikkinchi uchi bilan esa yo‘l ko‘tarmasining ko‘ndalang qo‘yilgan to‘siniga tayangan temirbeton plita ko‘rinishidagi ko‘prikning yo‘l ko‘tarmasi bilan biriktirish elementi.

Ferma belbog‘i – ferma konturini yuqori va pastdan chegaralab turuvchi oraliq qurilma fermasi elementlarining majmui.

Harakatlanuvchi eshelon (sostav) – temir va atomobil yo‘llari harakatlanuvchi sostavi, temir yo‘l izi yoki avtomobil yo‘li bo‘ylab harakatlanishi uchun har qanday toifali transport vositalari; tarmoq, iqtisodiy tuman, mamlakat va sh.o‘. lar doirasida aniqlanadi.

Himoya qatlami – qatnov qismi qoplamasining elementi bo‘lib,

namto'sgich ustiga shikastlanishdan himoya qilish uchun turli material (sementbeton, asfaltbeton va boshqa) lardan yotqiziladi.

Hisobiy qarshilik – me'yoriy qarshilikni R_n materiallar bo'yicha ishonchlilik γ_m koeffitsientiga ko'paytirish yo'li bilan olinadigan tavsifga materialning hisobiy qarshiligi deyiladi.

Sement – gidravlik xususiyatlarga ega bo'lgan, klinker (toshqol) va, zaruratda, gips yoki uning hosilasi va qo'shimchalardan tashkil topgan kukunsimon qurilish bog'lovchi material. Suv va boshqa suyuqliklar bilan o'zaro bog'lanishi oqibatida plastik massani hosil qiladi va qotib, toshga o'xshash jismga aylanadi. U tarkibi, klinker turi, qotishdagi mustahkamligi, qotish muddati va sh.o'. Bo'yicha bo'linadi. Egilish va siqilishdagi mustahkamligi bo'yicha 200, 300, 400, 500, 550 va 600 markalarga ajratiladi.

Chegaraviy holat – konstruksiya elementlari tashqi kuchlarga qarshilik ko'rsata olmay qoladigan holat chegaraviy holat deb ataladi. Xavfsizlik talablarini bartaraf etib bo'lmaydigan tarzda buzilishi yoki berilgan parametrlarni me'yorlarda belgilangan chegaradan tiklab bo'lmas darajada chiqib ketishi, yo foydalanish samaradorligining ruxsat etilgan quyiroq bartaraf etib bo'lmas darajaga tushishi yoki o'rtacha yo kapital ta'mir o'tkazish zarurati tufayli ob'ektdan bundan keyingi foydalanishning to'xtatiladigan holati. Chegaraviy holat belgi (mezon) lari mazkur ob'ektning me'yoriy-texnik hujjatlarida belgilanadi. Ular ikki guruhga bo'linadi. Birinchi guruh bo'yicha elementlar mustahkamlik, ustivorlik, chidamlilik, sovuqbardoshlilik va hokazolarga hisoblanadi. Ikkinchi guruh bo'yicha konstruksiyalar bikrlilik va yoriqbardoshlilikka hisoblanadi.

Shag'al – diametri 5...70 mm ni tashkil etuvchi silliqlangan toshlardan iborat tabiiy cho'kindili tog' jinsi. Betonlarda yirik to'ldiruvchi sifatida ishlatiladi.

Sharsimon tayanch qism – oraliq qurilmani faqat burchakli ko‘chishini har qanday yo‘nalishda ta’minlaydigan va tayanch bosimini nuqtaga etkazib beruvchi tayanch qism.

Shikastlanish – jiddiy bo‘lmagan hodisa, konstruksiya butunligining buzilishidan iborat bo‘lib, bunda uning ishlash qobiliyati saqlanib qoladi.

Shkaf devori – kirish ko‘tarmasi gruntidan oraliq qurilma yon yuzasi va tayanch qismlari joylashgan zonani ajratib turadigan chetki tayanch bosh qismining yuqorisida joylashgan elementi.

Egilish – tashqi yuklar yoki harorat o‘zgarishi ta’siri ostida orayopmalarda, to‘sinlarda va to‘siq konstruksiyalarida hosil bo‘ladigan deformatsiya.

Estakadali ko‘prik – ko‘tarma o‘rniga, hamda estakada osti bo‘shlig‘i turli maqsadlarda ishlatilishi zarurligida qurilgan ko‘p oraliqli ko‘prik inshooti.

Yuk bo‘yicha ishonchlilik γ_f koeffitsienti – yuklarning me‘yoriy qiymatdan o‘zgaruvchanlik yoki normal foydalanish shartlaridan noxush (katta yo kichik) tarafga chetlashishi tufayli ehtimol tutilgan og‘ishi xuddi ana shu me‘yoriy hujjatlar bo‘yicha yuk turiga bog‘liq ravishda qabul qilinadigan yuk bo‘yicha ishonchlilik γ_f koeffitsienti bilan hisobga olinadi.

Yuk ko‘tarish qobiliyati – qurilish konstruksiyalari, ularning elementlari, hamda zamin gruntlari funksional sifatlarini yo‘qotmagan holda ko‘tara oladigan maksimal yuk. Sinov ob’ektining mustahkamligi yoki ustivorligining yo‘qolishi vujudga keladigan yuk bilan tavsiflanadi.

Yuk ko‘taruvchi konstruksiyalar – bino va inshootlarning mustahkamlik, qattqlik va ustivorligini ta’minlaydigan va ularga tushayotgan asosiy yuklarni o‘ziga qabul qiluvchi konstruksiyalar.

Yuklarning asosiy uyg‘unliklari – hisobga olinadigan yuklar tarkibiga bog‘liq ravishda doimiy, uzoq muddatli va qisqa muddatli yuklardan iborat

bo'ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. КМК 2.01.03-96. Строительство в сейсмических районах. – Ташкент, 1997. – 127 с.

2. А.М. Уздин, И.О. Кузнецова. Сейсмостойкость мостов. Книга. Palmarium Academic Publishing. 2014. – 456 с.

3. Barr J. The seismic safety of bridges: A view from the design office // 12th European Conference on Earthquake Engineering, Elsevier Science Ltd, Oxford, UK. – 2002. – pp. 840-845.

4. Азаев Т.М., Кузнецова И.О., Уздин А.М. Оценка сейсмостойкости мостов по условию сброса пролетных строений с опор. // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2003, №1, – с.38-42.

5. Дмитровская Л.Н., Уздин А.М. Развитие линейно-спектральной теории сейсмостойкости на основе принципов, сформулированных О.А.Савиновым. В сб. Избранные статьи профессора О.А.Савинова и ключевые доклады, представленные на шестые савиновские чтения. – СПб. – 2010. – С. 45 – 57.

6. Уздин А.М., Сандович Т.А., Аль-Насер-Мохомад Самих Амин. Основы теории сейсмостойкости и сейсмостойкого строительства зданий и сооружений. – С.Петербург: Изд.ВНИИГ, 1993. – 175с.

7. Елисеев О.Н., Уздин А.М. Сейсмостойкое строительство. Учебник. – СПб.: Изд. ПБВИСУ, 1997. – 371с.

8. Skinner R.I., Robinson / W.H., McVerry G.H. An introduction to seismic isolation. New Zealand. John Wiley & Sons. – 1993. – 353p.

9. Верхолин В.А. Оценка сейсмостойкости подвижного состава. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2002, №2, с.9-

10. Seismic isolation of railway structures in Japan and strong earthquake response simulator test / Hirokazu Iemura, Shuji Iwata, Kiyomitsu Murata, Hiroshi Inaguma. // Proc. of 12-th European Conference on Earthquake Engineering, Elsevier Science Ltd, Oxford, UK, 2002, Paper Reference 563.

11. Инструкция по оценке сейсмостойкости эксплуатируемых мостов на сети железных и автомобильных дорог (на территории Туркменской ССР). – Ашхабад: Ылым, 1988. – 106 с.

12. Белаш Т.А., Беляев В.С., Уздин А.М., Ермошин А.А., Кузнецова И.О. Сейсмоизоляция. Современное состояние. В сб. «Избранные статьи профессора О.А.Савинова и ключевые доклады, представленные на четвертые Савиновские чтения», СПб., Изд. ЗАО «Ленинградский Промстройпроект», 2004, с.95-128.

13. Huber, Peter. Realized projects of Isolation Systems for Railway Bridges in Spain, Hungary and Greece / Peter Huber // PROCEEDINGS OF WORKSHOP “Bridges seismic isolation and large-scale modeling” Saint-Petersburg 29.06 - 03.07.2010. - pp. 37 – 50.

14. Infanti Samuele. The Behavior of Rion – Antirion Bridge Seismic Protection System During the Earthquake of “Achaia-Ilia” on June 8, 2008 / Samuele Infanti, Papanikolas Panayotis // PROCEEDINGS OF WORKSHOP “Bridges seismic isolation and large-scale modeling” Saint-Petersburg 29.06 - 03.07.2010. - pp. 7 – 15

15. Kostarev V.V., Pavlov L.Yu., Schukin A.Yu., Berkovsky A.M. Prosiding the Earthquake Stability and Increasing the Reliability and Resources Using Viscous Dampers // PROCEEDINGS OF WORKSHOP “Bridges seismic isolation and large-scale modeling” Saint-Petersburg 29.06 - 03.07.2010. – pp. 59 – 69.

16. Уздин А.М., Елизаров С.В., Белаш Т.А. Сейсмостойкие

конструкции транспортных зданий и сооружений. Учебное пособие. ФГОУ “Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте”, 2012. – 500 с.

17. Robinson W.N., Greenbank L. R. An extrusion energy absorber suitable for the protection of structures during an earthquake. Earthquake engineering and structural dynamics. – 1976. – vol. 4–3. – P. 251 – 259.

18. Долгая А.А., Индейкин А.В., Уздин А.М. Теория диссипативных систем. СПб, ПГУПС, 1999. – 99с.

19. Окамото Ш. Сейсмостойкость инженерных сооружений. – М.: Стройиздат, 1980. – 321с.

20. Шестоперов Г.С. Сейсмостойкость мостов. – М.: Транспорт, 1994. – 143с.

21. Уздин А.М., Федорова М.Ю., Дурсенева Н.В. Оценка сейсмостойкости специальных демпфированных систем. VI Поляховские чтения. Международная конференция по механике, посвященная 95-летию со дня рождения С.В. Валландера. Избранные труды. СПб, 2012. – с. 52-53.

22. Уздин А.М., Елисеев О.Н., Кузнецова И.О., Никитин А.А., Павлов В.Е., Симкин А.Ю. Элементы теории трения, расчет и технология применения фрикционно-подвижных соединений. С-Петербург, ВИТУ, 2001. – 75 с.

23. Di Sarno Luigi, Del Principe Balduino. Base isolation system for railway bridges: beneficial or detrimental?//PROCEEDINGS OF WORKSHOP “Bridges seismic isolation and large-scale modeling” Saint-Petersburg 29.06 - 03.07.2010. – pp. 16 – 27.

24. Сейсмозащита железнодорожных мостов в Сочи / И. О. Кузнецова, А.М. Уздин, Т. В. Жгутова // Сейсмоизоляция мостов и крупномасштабное моделирование. Труды международного семинара

ASSISI– 2011. – с. 119 – 131.

25.Киселев И.П. и др. Высокоскоростной железнодорожный транспорт. Общий курс: учеб.пособие в 2 т. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», Том 1, 2014. – 308 с.

26.Киселев И.П. и др. Высокоскоростной железнодорожный транспорт. Общий курс: учеб.пособие в 2 т. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», Том 2, 2014. – 372 с.

27.Кузнецова И.О. Многоуровневое проектирование мостов для сейсмических районов. 125 лет в мостостроении. Сборник трудов. СПб.:ПГУПС, 2008. – с. 74-83.

28.Bridge Engineering Handbook, Second Edition: Fundamentals. © 2014 by Taylor & Francis Group, LLC CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business. ISBN-13: 978-1-4398-5234-7. - 574 pp.

29.Bridge Engineering Handbook, Second Edition: Superstructure Design. Edited by Wai-Fah Chen and Lian Duan. © 2014 by Taylor & Francis Group, LLC CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business. International Standard Book Number-13: 978-1-4398-5229-3 (eBook - PDF). – 734 pp.

30.Bridge Engineering Handbook, Second Edition: Construction and Maintenance. Edited by Wai-Fah Chen and Lian Duan. © 2014 by Taylor & Francis Group, LLC CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business. International Standard Book Number-13: 978-1-4398-5233-0 (eBook - PDF). – 646 pp.

31.Bridge Engineering Handbook, Second Edition: Seismic Design. Edited by Wai-Fah Chen and Lian Duan. © 2014 by Taylor & Francis Group, LLC CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa

business. International Standard Book Number-13: 978-1-4398-5232-3 (eBook - PDF). Visit the Taylor & Francis 722 pp.

32. СНиП 22-03-2009. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*. Москва 2010. – 68 с.

33. Уздин А.М., Долгая А.А. Расчет элементов и оптимизация параметров сейсмоизолирующих фундаментов.-М.: ВНИИТПИ, 1997. – 76 с.

34. Шермухамедов У.З., Кузнецова И.О. Проблемы сейсмостойкости мостов в республике Узбекистан // Научные проблемы техники. – Джизак. – 2008. – с. 108-114.

35. ШНК 2.05.03–12. Кўприklar ва кувурлар. –Т.: ЎЗР Давархқурилишқўм, 2012. – 452 б.

36. КМК 2.01.07–97. Нагрузки и воздействия. Утвержден Госархитектуром РУз от (13.08.96) (изменение) от 30.12.2003.

Foydalanilgan electron saytlar:

<http://www.lex.uz>

<http://www.ziyonet.uz>

<http://www.uza.uz>

<http://www.fip-group.it>

<http://kitai-art.ru/source/drevnjaja-arkhitektura/foto/6.jpg>

<http://bestbridge.net/>

<http://www.maurer-soehne.com>.

MUNDARIJA

№	Bo‘limlar nomi	Beti
	Kirish	3
1.	1-bob. Zilzilalar sabablari	6
1.1.	Antiseysmik choralar	6
1.2.	Zilzilabardosh ko‘priksizlik tarixi haqida qisqacha ma’lumot	8
1.3.	Seysmik shkalalar	14
1.4.	Zilzilaning intensivligi va magnitudasi	17
1.5.	MDH davlatlari hududining seysmikligi	19
1.6.	Zilzilalar o‘choqlari mintaqasi	22
1.7.	Qurilish maydonchalarini seysmikligi, hamda ko‘priklar va tonnellarning hisobiy seysmikligi	25
1.8.	Gruntning seysmik tebranishlarini son miqdori bo‘yicha baholash	31
2.	2-bob. Kuchli zilzilalarda transport inshootlarini shikastlanishi	33
2.1.	Kuchli zilzilalarda ko‘priklarni shikastlanishi	33
2.2.	Zilzilalar natijasida to‘kilmalar ostidagi quvurlar, tonnellar va tirkama devorlarini o‘ziga xos shikastlanishlari	45
2.3.	Sun’iy inshootlarni seysmik shikastlanish sabablari	50
3.	3-bob. Seysmik hududlarda ko‘priklarni hisoblash va loyihalash usullari rivojlanishini tahlili	53
3.1.	Statik nazariya	55
3.2.	Dinamik nazariya	56
3.3.	Spektral nazariya	57
4.	4-bob. Ko‘priklarni zilzilabardoshligini kuchaytirish	

	usullari	63
4.1.	Ko‘priklarni mavjud seysmoizolyasiyalash tizimlari tahlili	63
4.2.	Ko‘priklarni maxsus seysmohimoyalash tizimlarini loyihalash va hisoblash usullari	67
4.3.	Ko‘priklarni seysmohimoyalashda qo‘llanadigan dempfirmovchi qurilmalar	80
4.4.	Tebranishlarni dinamik so‘ndirgichlari	101
4.5.	Seysmoizolyasiyani temir yo‘l ko‘priklarining ekspluatatsiya xarakteristikalariga ta’siri	105
4.6.	Oraliq qurilmalar siljishlarini chegaralovchilari (stoporlar)ni hisoblashga tavsiyalar	112
4.7.	Zilzilabardosh ko‘priklarning ko‘p pog‘onali loyihalashda friksion-boltli tutashmalardan foydalanish	117
5.	5-bob. Ko‘priklarni ko‘p pog‘onali loyihalashning asosiy tamoyillari	121
5.1.	Ikki pog‘onali loyihalash	121
5.2.	Ko‘p pog‘onali loyihalash	123
6.	6-bob. Ko‘prik oraliq tayanchlarining sayoz joylashgan poydevorli asoslarini zilzilabardoshlikka hisoblash	126
6.1.	Yuklanishlar va ta’sirlar	126
6.2.	Sayoz joylashgan poydevorlardagi oraliq tayanchlarning dinamik hisoblash sxemalari	127
6.3.	Oraliq tayanchlardagi seysmik kuchlanishlarni aniqlash	134
6.4.	Dinamiklik koeffitsienti	135
7.	7-bob. Zilzilabardosh inshootlarni loyihalash tamoyillari	138
7.1.	Sun’iy inshootlar o‘rmini aniqlash	140
7.2.	Ko‘priklar seysmik tebranishlarining asosiy xususiyatlari	142

8.	8-bob. Yuqori tezlik magistrallarida ko‘priklar zilzilabardoshligini ta’minlashga doir asosiy talablar va choralar	144
8.1.	Umumiy qoidalar	144
8.2.	Tezyurar va yuqori tezlik liniyalaridagi temir yo‘l ko‘priklarini zilzilabardoshligini ta’minlashning o‘ziga xos xususiyatlari	150
	Glossariy (izohli lug‘at)	154
	Foydalanilgan adabiyotlar	168

СОДЕРЖАНИЕ

№	Наименование разделов	Стр.
	Введение	3
1.	Глава 1. Причины землетрясений	6
1.1.	Антисейсмические мероприятия	6
1.2.	Краткий обзор истории сейсмостойкого мостостроения	8
1.3.	Сейсмические шкалы	14
1.4.	Интенсивность и магнитуда землетрясения	17
1.5.	Сейсмичность территории стран СНГ	19
1.6.	Зоны очагов землетрясений	22
1.7.	Сейсмичность площадок строительства и расчетная сейсмичность мостов и тоннелей	25
1.8.	Количественная оценка сейсмических колебаний грунта	31
2.	Глава 2. Повреждения транспортных сооружений при сильных землетрясениях	33
2.1.	Характерные повреждения мостов при землетрясениях	33
2.2.	Характерные повреждения труб под насыпями, тоннелей и подпорных стен при землетрясениях	45
2.3.	Причины сейсмических повреждений искусственных сооружений	50
3.	Глава 3. Анализ развития методов расчета и проектирования мостов в сейсмических районах	53
3.1.	Статическая теория	55
3.2.	Динамическая теория	56
3.3.	Спектральная теория	57
4.	Глава 4. Методы антисейсмического усиления мостов	63
4.1.	Анализ существующих систем сейсмоизоляции мостов	63

4.2.	Методы расчета и проектирование специальных систем сейсмозащиты мостов	67
4.3.	Демпфирующие устройства, применяемые при сейсмозащите мостов	80
4.4.	Динамические гасители колебаний	101
4.5.	Влияние сейсмоизоляции на эксплуатационные характеристики железнодорожных мостов	105
4.6.	Рекомендации по расчету ограничителей перемещений пролетных строений (стопоров)	112
4.7.	Использование фрикционно-подвижных болтовых соединений для многоуровневого проектирования сейсмостойких мостов	117
5.	Глава 5. Основные принципы многоуровневого проектирования мостов	121
5.1.	Двухуровневое проектирование	121
5.2.	Многоуровневый подход к проектированию	123
6.	Глава 6. Расчет оснований фундаментов мелкого заложения промежуточных опор мостов на сейсмостойкость	126
6.1.	Нагрузки и воздействия	126
6.2.	Динамические расчетные схемы промежуточных опор на естественном основании	127
6.3.	Определение сейсмических усилий в промежуточных опорах	134
6.4.	Динамический коэффициент	135
7.	Глава 7. Принципы проектирования сейсмостойких сооружений	138

7.1.	Выбор местоположения искусственных сооружений	140
7.2.	Основные особенности сейсмических колебаний мостов	142
8.	Глава 8. Основные требования и мероприятия по обеспечению сейсмостойкости мостов в высокоскоростных магистралях	144
8.1.	Общие требования	144
8.2.	Особенности обеспечения сейсмостойкости железнодорожных мостов на скоростных и высокоскоростных линиях	150
	Глоссарий	154
	Использованные литературы	168

CONTENT

№	Name of sections	Pg.
	Introduction	3
1.	Chapter 1. Causes of earthquakes	6
1.1.	Anti-Seismic events	6
1.2.	A brief overview of the history of earthquake-resistant bridge construction	8
1.3.	Seismic scales	14
1.4.	Intensity and magnitude of earthquake	17
1.5.	Seismicity of the territory of the CIS countries	19
1.6.	Zones of earthquake foci	22
1.7.	Seismicity of construction sites and estimated seismicity of bridges and tunnels	25
1.8.	Quantitative assessment of seismic vibrations of soil	31
2.	Chapter 2. Damage to transport facilities during strong earthquakes	33
2.1.	Typical damage to bridges during earthquakes	33
2.2.	Typical damages of pipes under embankments, tunnels and retaining walls during earthquakes	45
2.3.	The reasons of seismic damage of engineering structures	50
3.	Chapter 3. Analysis of the development of methods of calculation and design of bridges in seismic areas	53
3.1.	Static theory	55
3.2.	Dynamic theory	56
3.3.	Spectral theory	57
4.	Chapter 4. Methods of antiseismic reinforcement of bridges	63

4.1.	Analysis of existing bridge seismic isolation systems	63
4.2.	Methods of calculation and design of special seismic protection systems of bridges	67
4.3.	Damping devices used in seismic protection of bridges	80
4.4.	Dynamic extinguisher of vibrations	101
4.5.	The impact of seismic isolation on the performance of railway bridges	105
4.6.	Recommendations for the calculation of movement of superstructures (stoppers)	112
4.7.	The use of friction-moving bolt connections for multi-level design of earthquake-resistant bridges	117
5.	Chapter 5. Basic principles of multi-level bridge design	121
5.1.	Two-level design	121
5.2.	Multi-level approach to design	123
6.	Chapter 6. Calculation of intermediate supports of bridges to earthquake resistance on shallow foundation	126
6.1.	Loads and impacts	126
6.2.	The dynamic design scheme of intermediate supports on a natural basis	127
6.3.	The determination of seismic effort in the intermediate supports	134
6.4.	Dynamic coefficient	135
7.	Chapter 7. Design principles of earthquake-resistant structures	138
7.1.	Selecting the location of artificial structures	140
7.2.	The main features of seismic vibrations of bridges	142
8.	Chapter 8. Basic requirements and measures to ensure the	

	seismic resistance of bridges in high-speed highways	144
8.1.	General requirements	144
8.2.	Features of ensuring seismic resistance of railway bridges on high-speed and high-speed lines	150
	Glossary	154
	Used literature	168

Ulug'bek Zabixullaevich Shermuxamedov

**TRANSPORT INSHOOTLARINING
ZILZILABARDOSHLILIGI**

O'quv qo'llanma

Muharrir: Qayumova H.T.

Texnik muharrir va sahifalovchi:

Nashrga ruxsat etildi 2019 y.

Qog'oz bichimi 60×84/16. Hajmi b.t.

Adadi __ nusxa. Buyurtma №