



RAUPOV Ch.S.
TRANSPORT INSHOOTLARINING EKSPLOATATSIYASI, SINOVI
VA REABILITATSIYASI
II tom





Raupov Chorikul Salixovich – texnika fanlari nomzodi, dotsent, transport inshootlarining ekspluatatsiyasi, sinovi, rehabilitatsiyasi va ishonchliligi sohalarida taniqli olim, 60 dan ortiq ilmiy maqolalar, darslik va 15 dan ortiq o'quv qo'llanmalar muallifi. Toshkent temir yo'l muhandislari institutida ishlaydi.

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

RAUPOV Ch.S.

**TRANSPORT INSHOOTLARINING EKSPLUATATSIYASI, SINOVI
VA REABILITATSIYASI**

DARSLIK

2-tom

*O‘zbekiston Respublikasi oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi
tomonidan transport inshootlarining ekspluatatsiyasi, sinovi,
reabilitatsiyasi va rekonstruksiya masalalari bilan
shug‘ullanadigan, qurilish sohasiga ixtisoslashgan oliy o‘quv yurtlari
va fakultetlarining talabalari uchun darslik sifatida tavsiya etiladi*

Toshkent – 2017

UDK 624.21:625.1(075.8) + 621.21/.8.001.4

Darslikning 2-tomida transport inshootlarining sinovi, o'ldiruv vositalarining metrologik xossalari va eksperimentni rejalashtirish, konstruksiyalarning statik va dinamik sinovlari, jumladan kompozit materiallar (KM) bilan kuchaytirilgan, sinov natijalarini qayta ishlash, yuk ko'taruvchanligi bo'yicha oraliq qurilmalarning sinflanishi, sinovlarni sindirmaydigan va optik usullari, sinov natijalarini baholash va tahlil qilish, sinov va diagnostika uchun asbob-uskunalarining amaliy qo'llanishi, ularning yangi avlodlari keng yoritilgan.

Transport inshootlarini kapital ta'miri va elementlarini kuchaytirishning turli xil zamonaviy ilg'or usullari va jahon amaliyoti, KM bilan kuchaytirilgan egilgan, siqilgan va nomarkaziy siqilgan elementlarni hisoblash metodikasi to'liq bayon qilingan. Undan tashqari, optimal ta'mirlash-tiklash ishlarini olib borish, hamda o'rnatilgan tezlikda poyezdlarni xavfsiz o'tkazishni ta'minlash maqsadida ular ekspluatatsiyasining eng ratsional strategiyasini o'rnatish bo'yicha ishni tashkil qilish va o'tkazish bo'yicha masalalar yechimi keng yoritilgan.

Darslik transport inshootlarining ekspluatatsiyasi, sinovi, rehabilitatsiyasi va rekonstruksiyasi masalalari bilan shug'ullanadigan, qurilish sohasiga ixtisoslashgan oliy o'quv yurtlari va fakultetlarining talabalari uchun mo'ljallangan, shuningdek qurilish tashkilotlarining muhandis-texnik xodimlari va ilmiy amaliyot olib boradigan mutaxassislar tomonidan foydalanilishi mumkin.

Rasmlar – 1123; jadvallar – 9; adabiyotlar – 48.

Tuzuvchi: t.f.n., dotsent Ch.S. Raupov.

Taqrizchilar: A.A. Ishanxodjaev – t. f. d., prof., TAYI ning
«Ko'priklar va transport tonnelliari» kafedrasi;
S.S. Salixanov – t.f.n., ToshTYMI ning
«Ko'priklar va tonnelliari» kafedrasi dotsenti.

Darslik «Ko'priklar va tonnelliari» kafedrasi majlisida ma'qullangan va institut Ilmiy Kengashi tomonidan tasdiqlangan.

Toshkent temir yo'l muhandislari instituti, 2017 y.

*Odamlar shunday yolg'izki, chunki ular ko'prik emas,
devor qurishad. (Dj.F. Nyuton).*

KIRISH

Respublikada transport infrastrukturasini, birinchi navbatda avtomobil va temir yo'llarning rivojlantirishga alohida e'tibor qaratilayapti [1]. Ular qo'shni davlatlar territoriyasini kesib o'tmasdan, beto'xtov yuk va yo'lovchilarni tashishga sharoit yaratib berayapti, mamlakatimiz orqali yuklar tranzitini anchagina oshirayapti.

O'zbekiston transport logistikasi taraqqiyotida xalqaro tashkilotlarning qatnashishi. Janubiy-Sharqiy Osiyo davlatlari va Xitoy xalq respublikasi iqtisodiyoti (xalq xo'jaligi va uning ayrim tarmoqlarining strukturasi) ning jadal rivojlanishi tegishli Osiyo–Ovropa–Osiyo yo'nalishlarida yuk oqimlarining o'sishi Markaziy Osiyo davlatlarida savdo va transportda yuk tashishni osonlashtirishga yo'naltirilgan xalqaro tashkilotlarni va transmilliy koridorlarni yaratishni faollashtirishning asosiy omili bo'lib qoldi.

Ma'lumot uchun shuni keltiramizki, O'zbekiston Respublikasi quyidagi *Xalqaro koridorlarni* yaratishda o'z hissasini qo'shib kelmoqda:

1. *Transafg'on xalqaro transport koridori:* Termiz (O'zbekiston)–Mozori Sharif–Xirotda (Afg'oniston)–Bandar-Abbos (port) va Chobahor (port) (Eron).

2. *Transport koridori:* Andijon–Osh–Saritosh–Erkeshtam–Qashgar O'zbekiston va Xitoy orasidagi yer usti kommunikatsiyalarini bog'laydigan eng qisqa yo'l hisoblanadi (XXR, Qirg'iziston Respublikasi va O'zbekiston Respublikasi orasida xalqaro avtomobil harakati to'g'risidagi uch tomonlama kelishuv 1998 yil fevralida imzolangan).

3. *Xalqaro transport koridori:* O'zbekiston–Turkmaniston–Eron–Oman–Qatar (geoiqtisodiy hamkorlik taraqqiyotida yangi sahifani ochadigan mazkur transport koridori, O'zbekistondan Farob orqali Turkmanistonga va Seraxs orqali Eronga, undan Fors bo'g'oziga yetib, Oman va Qatar portiga chiqadi).

O'zbekiston Respublikasi temir yo'l tarmog'ining, bevosita xalq xo'jaligining rivojlanishi bilan bog'liq asosiy vazifalaridan biri temir yo'l va undagi inshootlar holatini tubdan yaxshilash hisoblanadi.

Har xil tadqiqotchilar tomonidan qoniqarsiz holatga ega bo'lgan inshootlar sonining oshishini yuk tashish hajmining o'sishi, kuchli elektrovoz va sakkiz o'qli vagonlarning paydo bo'lishi bilan bog'liq o'qqa tushadigan yukning oshishi bilan tushuntiriladi.

Ko'priklarni qanday qilib saqlab qolish mumkin? Dastavval, ko'priklar texnik diagnostikasiga yangicha yondashish lozim. Faqat o'z ichiga 20 ga yaqin testni olgan har tomonlama tadqiqotlar asosida ko'prik inshootini rekonstruksiya qilish yoki ta'mirlash yuzasidan to'g'ri qaror qabul qilish mumkin [27]. Bunday tadqiqotni amalga oshirish uchun zamonaviy uskunalar va yuqori malakali mutaxassislar xizmatidan foydalanish talab etiladi. Afsuski, bugungi kunda temir yo'llar qurilishi sohasida ana shunday uskunaga ega bo'lgan bironta ham ko'priknı sinash tashkiloti yo'q, chunki uning narxi juda qimmat. Shuningdek, ko'priklarni rekonstruksiya qilish va ta'mirlash loyihalari ko'pincha zamonaviy talablarga javob bermaydi. Ko'p jihatdan buning sababi eskirib qolgan me'yoriy bazada bo'lib, u zamonaviy texnologiyalar, materiallar va konstruksiyalarning (geoto'qimalar, geopanjaralar, gofrlangan metall konstruksiyalar, polimer va sintetik materiallar, betonga qo'shimchalar) joriy etilishiga yo'l qo'ymayayotganligiga ham e'tibor qaratish kerak. Bundan tashqari, loyiha tashkilotlari ko'priklarni ta'mirlash loyihalarini ishlab chiqish tajribasiga ega emaslar, chunki shu paytgacha yangi inshootlarni loyihalashtirish, namunaviy loyihalarni moslashtirish bilan shug'ullanib kelganlar. Ko'priklarni ta'mirlashni loyihalashtirishda esa har bir inshootga alohida yondashish, konstruksiyalarni zamonaviylashtirish,

yangi materiallarni qo'llash, oqibatda, ishlarni an'anaviy qiymatini oshirish talab etiladi. Zamonaviy texnologiyalarni tezkor tatbiq etish zaruratini hisobga olgan holda tegishli vazirliklarga amaldagi me'yorlar bilan muvofiqlashtirilmagan masalalar yuzasidan muvaqqat me'yoriy hujjatlarni tasdiqlashni topshirish maqsadga muvofiq bo'lar edi. Bunda quyidagi muammolar eng yaqin vaqt ichida hal etilishi lozim: me'yoriy bazani zamonaviy talablar darajasiga yetkazish; ko'priklar yuk tushadigan elementlarining, ayniqsa qo'shimcha yangi konstruksiyalar qurib rekonstruksiya qilishda qoldiq resursini yuksaltirish; ko'priklar eski va yangi elementlarining birgalikda ishonchli ishlashini ta'minlash; temirbeton konstruksiyalarning yoriqbardoshligini kuchaytirish; rezina tayanch qismlarining uzoq muddat xizmat qilish va ularni almashtirish texnologiyasi muammosini hal qilish; suv toshqinlari tufayli yuzaga kelgan, tayanchlar poydevorlari ishonchliligi va qirg'oqlarni mustahkamlashga oid muammolarni hal qilish; ko'priklarni ta'mirlash va rekonstruksiya qilishga oid iqtisodiy muammolarni hal qilish.

Birinchi navbatdagi masalalar quyidagilardir: ko'priklardan foydalanish ishonchliligini nazorat qilib boradigan mustaqil inspeksiyanı yaratib, unga hukumat darajasida vakolatlar taqdim etish; ko'priklar qurilishida O'zbekistonda sertifikatsiyadan o'tmagan materiallar qo'llanishini taqiqlash.

Bugungi kunda rekonstruksiya qilish va kuchaytirish ulkan vaqt va moliyaviy sarfni talab qilgani sababli, ko'priklar bo'ylab harakatni cheklamagan holda ishlarni bajarish imkonini beradigan maxsus zamonaviy materiallar birinchi o'ringa chiqadi.

Akustik emissiya uslubini qo'llagan holda ko'priklarni texnik diagnostika qilish ko'priklarning temirbeton qismlarida nuqsonlar paydo

bo'lishiga ta'sir ko'rsatadigan omillarni tadqiq etish maqsadida ko'p mamlakatlarda faol joriy etilmoqda, chunki bu diagnostikaning ma'lum usullari orasida eng ko'p ma'lumot beradigan turidir [12]. Shikastlanishsiz nazoratning an'anaviy turlaridan farqli ravishda akustik emissiya usulida qayd etilayotgan maydon ob'ektning o'zi tomonidan hosil qilinadi va ushbu vaqtda ro'y berayotgan hamda kelgusida kutilayotgan jarayonlar to'g'risida to'liq hajmli axborotga ega bo'ladi. Olingan natijalar jiddiy mulohazalarga sabab bo'ladi. Ko'priklarning asosiy qismi 40÷60 yil ilgari qurilgan. Ularning o'rtacha xizmat muddati 50 yil, maksimal muddati esa 105 yilga teng [12].

7-BOB. SUN'IY INSHOOTLARNING SINOVI, O'LCHOV VOSITALARINING METROLOGIK XOSSALARI VA EKSPERIMENTNI REJALASHTIRISH

7.1. Sun'iy inshootlarni sinashning maqsad va vazifalari hamda rivojlanish tarixi

Har qanday inshootni tekshirish va sinashning maqsad va vazifasi – bu konstruktiv va ekspluatatsion xossalarni va ishlaydigan ob'ektlarni, ularning elementlari va materiallarining holatini tavsiflaydigan ko'rsatkichlarni sifatli va miqdoriy baholashga mo'ljallangan usul va vositalarni ishlab chiqish va ulardan keyinchalik texnik talablarga muvofiq foydalanish bo'yicha tavsiyanomalar tuzishdir.

Sinov maqsadlari. Konstruksiyalarni sinash jarayonida ob'ekt va sinov maqsadlariga bog'liq tarzda quyidagilar aniqlanadi [12, 34, 45, 48]:

1) *yuk ko'tarish qobiliyati* – sinov ob'ektining mustahkamligi yoki ustivorligining yo'qolishi vujudga keladigan yuk bilan tavsiflanadi;

2) *bikrlik* – ko'chishlarning, ob'ektning me'yoriy ekspluatatsion imkoniyati nuqtai nazaridan chegaraviy bo'lgan qiymatlari bilan tavsiflanadi;

3) *yoriqbardoshlik* (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 ruxsat etiluvchi yoriqlar vujudga keladigan qiymatlari ham aniqlanadi.

Sinovlarning to'rt xili mavjud: qabul qiluv sinovlari, foydalanishdagi ob'ektlarning sinovlari, konstruksiyalar va detallarning seriyalab ishlab chiqarilishidagi sinovlari, ilmiy-tadqiqot sinovlari.

1. *Qabul qiluv sinovlari* jarayonida (tugallangan inshootlarni foydalanishga

topshirish va qurilish jarayonidagi oraliq qabul qiluvlar jarayonida) ob'ektning ahvoli hamda uning ishlash qobiliyati ko'rsatkichlarining loyihaviy va me'yoriy talablarga mosligi tekshiriladi.

2. *Foydalanishdagi inshootlarning sinovlari* quyidagi hollarda o'tkaziladi: ob'ektning ekspluatatsion yuklar ostida me'yoriy hizmat qila olish imkoniyatini tekshirish uchun; sezilarli shikastlanishlar paydo bo'lganida, masalan, yong'indan so'ng, inshootning ishlash qobiliyatini shubha ostiga qo'yadigan, shunga o'xshash bo'lak hollarda ob'ektning ekspluatatsion ishonchliligini tekshirish uchun; ob'ektni rekonstruksiya jarayonida yoki undan foydalanish xususiyati o'zgarganida ekspluatatsion yukni oshirish imkoniyatini aniqlash uchun.

3. *Konstruksiya va detallarning seriyalab ishlab chiqarilishidagi sinovlari* ayrim namunalarning (mahsulotning) buzilishgacha yetkazib, ularni saylanma sinovlari yo'li bilan bajariladi. Mazkur holatda sinovlarning vazifasi sinalayotgan namunalarni yoki mahsulotning amaldagi yuk ko'tarish qobiliyatini yoki boshqa tavsiflarini aniqlash bo'yicha olingan natijalarni yasalgan partiyaga tadbiq qilib aniqlashdir.

4. *Ilmiy-tadqiqot sinovlari* hamda tajribaga oid ob'ektlarning sinovlari quyidagi hollarda o'tkaziladi: yangi konstruktiv yechimlarni qo'llashda va hisob-kitoblarning yangi usullarini sinashda (aprobatsiya qilishda); yuk ostida tekshirish talab qilinadigan, tavsiflarga ega bo'lgan yangi qurilish materiallaridan foydalanishda; mahsus foydalanish rejim (yo'sin) larida. Bunday sinovlar bevosita tabiiy sharoitlarda yoki talab qilinayotgan yo'sinni ta'minlab, laboratoriyaviy yo'l bilan amalga oshirilishi mumkin.

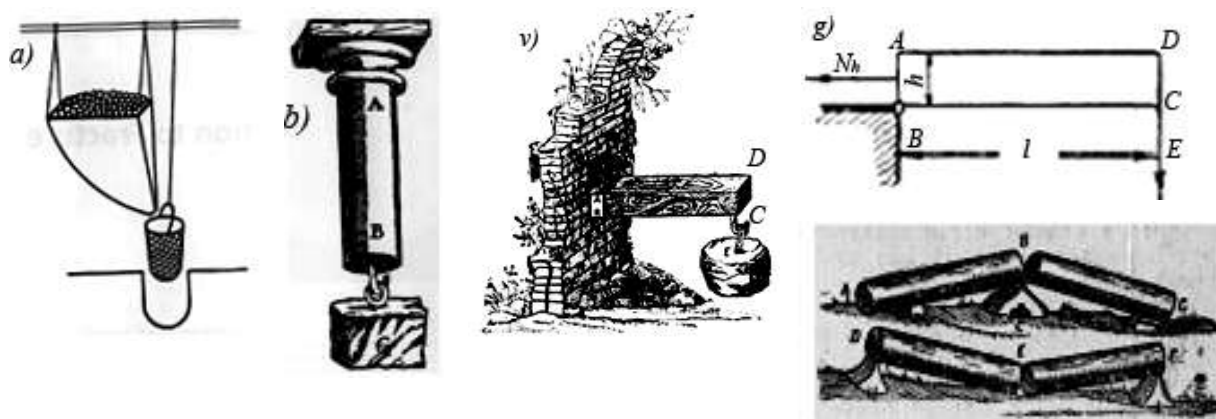
Sinovning asosiy vazifasi – qurilish konstruksiyasining haqiqiy holatini uning hisobiy sxemasiga to'g'ri kelishini aniqlashdan iborat. Muhandislik inshootlari murakkab kuchlanish–deformatsiya holati sharoitida ishlaydigan va fazoviy konstruksiya tashkil qiladigan ko'p sonli elementlardan tashkil topgan yetarlicha murakkab mexanik tizimlarni o'z ichiga oladi. Keng ko'lamda

zamonaviy texnika hisoblash tizimini qurilish texnikalariga jalb qilinishiga qaramasdan, aniq bir ob'ektni, jumladan qurilish konstruksiyalarini ko'rib chiqishda asosiy bosh tarkibni inobatga oluvchi hisoblash sxemalarini takomillashtirish talab etilmoqda. Bundan tashqari, qurilish konstruksiyalarining holati unga ta'sir etuvchi tasodifiy omillarga ham bog'liq. Masalan, jinsi bir xil bo'lgan po'lat ham xattoki kengayganda shikastlanadi. N. S. Streletskiy tomonidan aniqlangan St3 po'latning oquvchanlik chegarasi 200 dan 320MPa gacha o'zgarishi mumkinligini ko'rsatdi. Yana yog'och va beton mustahkamligining o'zgaruvchanligi ham katta. Sezilarli o'zgarish bino, inshoot va qurilish konstruksiyalarga tushadigan yuk – o'z og'irligi, qor va shamol, kran va b. natijasida yuzaga keladi [12, 34, 45, 48].

Sinash laboratoriya usullarida yoki ob'ektlarning o'zida olib boriladi. Foydalanilayotgan ko'prik va sun'iy inshootni sinashdan maqsad – ularni kelajakda saqlashda vujudga keladigan masalalarni hal qilish uchun hozirgi holatini aniqlashdan iborat.

Sun'iy inshootlar sinovining rivojlanish tarixi. Qadim zamonlardan qurilish fani va texnikasining vujudga kelishi va rivojlanishi asta-sekin, yangi-yangi ma'lumotlarning to'planishi bilan kechdi. Qurilish fani sohasidagi eng birinchi olimlardan biri eramizdan avvalgi II–III asrlarda Qadimgi Yunonistonda yashab o'tgan Germogen hisoblanadi. Eramizdan avvalgi II asrda Arximed materiallar mexanikasining asosi bo'lmish statikani yaratdi. U shuningdek materiallarning tavsiflarini ham o'rgandi. Materiallarni eksperimental yo'sinda tadqiq qilishning dastlabki urug'larini Leonardo da Vinchi (1452–1519) soldi. “Turli uzunlikdagi temir simlarning qarshiligini sinash” maqolasida u qayta aloqaga ega bo'lgan moslamaning eskizini berdi. Unda cho'zilgan simga qum bilan to'ldirilib boruvchi idish ulangan edi (7.1,a-rasm). Sim uzilgan taqdirda qumni solib turuvchi qurilma to'xtar edi. Simlarning uzunligi turlicha bo'lgan holatda ularni uzishga ko'p marotabalik sinovlarni o'tkazish taklif etildi. Leonardo da Vinchi shuningdek egiluvchi to'sinlar oraliqlari ularning yuk

ko‘tarish qobiliyatiga ta‘sirini ham tadqiq qildi.



7.1-rasm. Leonardo da Vinchi (a) va Galileo Galiley (b, v, g) tajribalariga illyustratsiya

Qurilish mexanikasining dastlabki asoslari Galileo Galiley ishlarida solingan bo‘lib, u 1638 yilda “Fanning, mexanika va mahalliy harakatga tegishli bo‘lgan, yangi ikkita sohalariga taalluqli suhbatlar va matematik isbotlar” kitobini nashr qildi. Ushbu kitobda aytilishicha, mazkur fanlardan biri “qattiq jismlar tomonidan ularni sindirishga intiluvchi kuchga ko‘rsatadigan qarshiligiga taalluqlidir” yoki, boshqacha qilib aytganda, bu materiallar qarshiligi, yoki qurilish mexanikasidir. Ushbu ishda Galileo Galiley tomonidan qilingan ba‘zi kuzatuvlarga ishoratlar bor. U chorqirra g‘o‘laning oddiy cho‘zilishdagi sinovlarini o‘tkazib, chorqirra g‘o‘laning mustahkamligi uning ko‘ndalang kesimi yuzasiga mutanosib ekanligini, hamda uning uzunligiga bog‘liq emasligini aniqladi. Galiley shuningdek bir uchi qistirib mahkamlangan chorqirra g‘o‘laning egilishga sinovlarini o‘tkazadi, hamda muayyan miqdoriy bog‘liqliklarni aniqlaydi, qaysilarki egilayotgan chorqirra g‘o‘laning yuk ko‘tarish qobiliyatini fizik jihatdan tushunishga sezilarli ta‘sir o‘tkazar edi. Qurilish mexanikasining Galiley hal qilgan asosiy masalasi chorqirra g‘o‘lani egilishda sindiradigan yukni aniqlashdan iborat. Bunda u shuni uqtiradiki, geometrik jihatdan bir-biriga o‘xshash inshootlarni bunyod qilishda mutlaq o‘lchamlari ortib borgani sari ular bora-bora kuchsizroq bo‘lib qoladilar. Egilishga o‘tib, Galiley shunday deb yozadi: “ – shisha, po‘lat, yog‘och yoki

bo‘lak sinuvchan materiallardan qilingan qattiq silindrlar yoki prizmalar vertikal tarzda osilganida judayam katta yukni ko‘targani bilan, huddi shu vaqtning o‘zida gorizontal holatda ular kichik yuk bilan sinishi mumkin. Bunda silindr yoki prizmaning uzunligi qalinligiga qaraganda qanchalar yirik bo‘lsa, yukning kattaligi shunchalar kam bo‘lishi yetarli ekanligining sababini tushunish qiyin bo‘lmaydi”.

Materiallar qarshiligi faniga sezilarli ulushni ingliz olimi R.Guk (1635÷1703 yy.) qo‘shdi. Materialning ishi jarayonidagi kuch va ko‘chishning bog‘liqlilik qonuni uning tomonidan birinchi bor aniq-ravshan ifodalab berildi, u konsolli to‘sinning uchiga pastga qarab yo‘nalgan mujassamlangan kuch ta’sir etganida to‘sinning tepa tolalari cho‘zilib, pastkilari esa siqilishini aniqladi. Uning tomonidan elastik tanalar ustidan yuk olib tashlanganida, dastlabki holatiga qaytishi aniqlandi. E. Mariott (1620÷1684 gg.) ham juda qiziq tadqiqotlar o‘tkazib, zarba hodisasini, to‘sinlarning egilishdagi ahvolini o‘rgandi, ballistik mayatnikni **ix**tiro qildi, materiallarni cho‘zilishga sinash uchun dastlabki moslamalarni yaratdi. O‘tkazilgan tadqiqotlar asosida E. Mariott G. Galiley mulohazalariga aniqlik kiritadi, biroq, analitik yechimda xatoga yo‘l qo‘yadi. Egilayotgan elementlardagi tolalarning qisqarishi va uzayishi Moren tomonidan XIX asrning 40-yillarida eksperimental tarzda isbotlandi.

T. Yung (1773÷1829 y.y.) birinchi bora tajriba yo‘li bilan materialning siqilishida namunalarning ko‘ndalang o‘lchamlari o‘zgarishini aniqladi, Guk qonunini qo‘llanishining cheklanganligiga e’tibor berdi, siqilgan kolonnalarning ko‘ndalang yo‘nalishda ko‘pirishidagi katta sochilishlarni aniqladi va buni o‘qqa oid kuchning element geometrik o‘qidan chetlanishi bilan tushuntirdi. U zarba bo‘yicha tajribalar ham qo‘ydi. G. Lam’e (1795÷1870 y.y.) yukni vujudga keltirish uchun birinchi **bor** gidravlik nasosdan foydalanib, sinov mashinasini yaratdi.

Temir yo‘l transportining rivojlanishi hamda temir yo‘l ko‘priklarini qurish zarurati tufayli qo‘llanilayotgan materiallarning mexanik tavsiflarini aniqlash

ehtiyoji tug'ildi. Shu tufayli keng miqyosdagi yanada izchilroq tadqiqotlarni o'tkazish imkonini beradigan, sinov mashinalari va asbob-anjomlari majmui bilan jihozlangan, mexanik laboratoriyalar barpo qilindi. Bunday dastlabki laboratoriyalar oliy o'quv muassasalari qoshida paydo bo'ldi. Biroq, XIX asrning 60÷70-yillarida shunday laboratoriyalar zavodlar qoshida ham barpo qilina boshladi. Ular zavodlarda qo'llanilayotgan materiallar sifatini nazorat qilar edi. Xuddi shu xildagi mexanik laboratoriya 1847 yilda London universitetida tashkil etilgan edi. 1852 yilda Berlin Sanoat akademiyasida metallarni qayta yuklash jarayonida sinash bo'yicha stansiya yaratildi. Rossiyada dastlabki mexanik laboratoriya prof. Sobko tomonidan Peterburg aloqa yo'llari muhandislari instituti qoshida tashkil etildi. Qisqa vaqt ichida prof. N.A. Belolyubskiy mazkur laboratoriyaning rahbari bo'ldi. 1875÷76 yillar ichida uni qurilish materiallari bo'yicha sinov stansiyasiga o'zgartirdi. N.A. Belolyubskiy dunyoda birinchi bo'lib ko'prik qurilishi uchun quyma temirni qo'lladi. Uning tashabbusi bilan hamda uning ishtirokida prokat temirining dastlabki metrik sortamenti yaratildi. U temirbeton konstruksiyalarning bir qator sinovlarini o'tkazdiki, bu Rossiyada temirbetonning ommaviy tarzda qo'llanishiga yordam berdi.

Rostmana konstruksiyalarni sinash istalgan to'liqlikdagi axborotni har doim ham beravermaydi. Ular, qoidaga ko'ra, juda murakkab bo'lib, vaqt va mablag'ning yirik sarf-xarajatlariga olib keladi. Ko'pchilik hollarda, ayniqsa ilmiy maqsadlardagi sinovlarda modellar qo'llaniladi. Modellar ustidagi sinovlar konstruksiyalarning haqiqiy kuchlanishli-deformatsion holati hamda ishonchliligini nazariy hisob-kitoblarni amalga oshirmay aniqlash, qabul qilingan hisobiy sxemani yanada sayqallash yoki yangi qonuniyatlarni topish imkonini beradi. Chamasi, modellar ustida dastlabki sinovlar 1732 yilda fransuz olimi Danizi tomonidan bajarilgan bo'lib, u arkalarning unchalik katta bo'lmagan modellarida tajribalar o'tkazdi, hamda ularning buzilishi haqiqiy tafsilotini aniqladi. I.P. Kulibin 1772÷1776 yillarda Neva daryosi ustidan o'tgan

oralig'i 298 m bo'lgan ko'priknig 0,1 natural kattaligida bajarilgan modeli sinovini o'tkazdi. Shu o'rindagi Kulibinning hizmati shundan iboratki, u birinchi bo'lib konstruksiya modelini sinashni qo'lladi va, shunday qilib, inshootlar mustahkamligini modellarni sinash bo'yicha tajribaviy tekshirishning katta imkoniyatlari borligini uqtirdi. Modellashtirishda deformatsiyalarni o'lchash uchun polyarizatsion-optik usulni, tenzometrlar usulini, stereofotogrammetrik usulni va h.k. lardan foydalaniladi. Ham mamlakatimizdagi, ham chet eldagi ko'pchilik ilmiy-tadqiqot institutlari konstruksiyalarni loyihalashda va tadqiq qilishda modellashtirishni keng qo'llaydilar. Italiya, AQSh, Angliya, Fransiya, Germaniya, Yaponiya va boshqa mamlakatlarda turli-tuman murakkab konstruksiyalarni, jumladan, noyob inshootlar, ko'priklar, to'g'onlar, haybatli binolar va minoralarni loyihalashda modellashtirish keng ishlatiladi. Modellardagi tadqiqotlarning ochiq-oydin afzalliklariga qaramay, amaliyotda rostmana konstruksiyalarni tatima (sinov-пробный) yuklar bilan sinashni tez-tez o'tkazib turishga to'g'ri keladi. Gap shundaki, qurilish konstruksiyasiga o'xshash modelni yasash imkoniyati har doim ham mavjud bo'lavermaydi.

Eksperimental tadqiqotlar doimo sayqallanib boraveradi. Ularni o'tkazish uchun yanada aniqroq va sezgirroq asbob-anjomlar talab qilinadi. MDH mamlakatlarida o'lchov apparaturasini konstruksiyalash va yasash zamonaviy industrial darajada yoyilgan edi. Original o'lchov va sinov asboblari bilan ta'minlanishga N.N. Aistov, A.G. Gagarin, N.N. Davidenkov, L.M. Yemelyanov, K.P. Kashkarov, N.N. Maksimov, G.Y. Pochtovik, I.A. Fizdel, G.L. Xesin va boshqa ko'pchilik olimlar o'zining katta xissasini qo'shdi.

Hozirgi kunda sinov ishlarining texnikasi shunchalar darajada rivojlanganki, u yirik o'lchamli murakkab konstruksiyalarning rostmana sinovlarini o'tkazish imkonini beradi. Temirbeton konstruksiyalar zavodlarida seriyalab ishlab chiqariladigan, konstruksiyalarning nazorat sinovlari texnologik jarayonning majburiy tarkibiy qismidir. Shunday qilib, tadqiqotning eksperimental usullari zamonaviy fan va amaliyotning ishonchli material negizini tashkil etadi.

7.2. Qurilishda metrologiya va standartizatsiya asoslari

Ilmiy-texnika taraqqiyoti va qurilishning jadallashuvi sharoitlarida qurilish konstruksiyalarini sinash usullari, detal va tugunlarni unifikatsiyalash, qurilish konstruksiyalarini yasash va montajining sifatini oshirish muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu vazifalarni hal qilish qurilishdagi metrologiya va standartizatsiya o'rnini sezilarli oshirishni talab qiladi [12].

Metrologiya – o'lchashlar, ularning yagonaligini ta'minlash uslublari va vositalari, hamda talab qilinadigan aniqlikka erishish usullari to'g'risidagi fandir. Metrologiyada: o'lchashlarning umumiy nazariyasi, fizik kattaliklarning birliklari va ularning tizimlari, o'lchash uslublari va vositalari, o'lchash aniqligini aniqlash uslublari, o'lchashlarning yagonaligi hamda o'lchash vositalarining bir xilligini ta'minlash asoslari, birliklarning o'lchamlarini etalonlardan yoki namunaviy o'lchov vositalaridan ishchi o'lchov vositalariga o'tkazish uslublari ko'rib chiqiladi. Metrologiya metrologik ta'minlashning ilmiy asosidir, uning ostida, o'lchashlarning yagonaligi va talab qilinuvchi aniqligiga erishish uchun zarur bo'lgan, ilmiy va tashkiliy asoslarni, texnik vositalarni, qoida va me'yorlarni o'rnatish va qo'llash tushuniladi. Metrologik ta'minlov quyidagi tizimlarni kiritadi:

1) fizik kattaliklar birliklarini, birliklarni o'ta yuqori darajada qayta tiklashni ta'minlaydigan *davlat etalonlarini*;

2) o'lchashlarning namunaviy vositalari va tekshiruvning bo'lak vositalari yordamida fizik kattaliklarning *birlik o'lchamlarini* etalonlardan barcha o'lchov vositalariga o'tkazishni;

3) mahsulot, texnologik jarayonlar va moddiy ishlab chiqarish, ilmiy tadqiqot va faoliyatning bo'lak turlari sohasidagi boshqa ob'ektlarning xossalarini talab qilinuvchi aniqlik bilan aniqlashni ta'minlaydigan *ishchi o'lchov vositalarini* ishlab chiqish, ishlab chiqarishga qo'yish hamda hayotda ishlatishga tadbiq qilishni;

4) ilmiy tadqiqotlarni, yangi material va konstruksiyalar olish hamda ulardan foydalanish texnologik jarayonlarini ishlab chiqishni ishonchli ma'lumotlar bilan ta'minlaydigan fizik konstantalar va moddalar hamda materiallarning xossalari to'g'risida standart ma'lumotlarni ishlab chiqishni.

Undan tashqari, metrologik ta'minotga quyidagi chora-tadbirlar ham kiradi:

- ularni ishlab chiqish va foydalanishda o'lchashlarning yagonaligini ta'minlaydigan, seriyalab yoki ommaviy ishlab chiqarishga va chet eldan olib keltirishga mo'ljallangan o'lchov vositalarining *davlat sinovlari* yoki *metrologik shahodatlovi*;

- yasash, foydalanish va ta'mirlash jarayonida o'lchov vositalarining yagonaligini, shuningdek moddalar va materiallarning tarkibi va xossalarini tavsiflaydigan, kattaliklarning birligini qayta tiklanishini ta'minlaydigan, moddalar va materiallar tarkibi va xossalarining standart namunalarini o'rnatishni ta'minlaydigan o'lchov vositalarining *majburiy davlat va muassasaviy tekshiruvlari*.

O'lchov vositalarini tekshirish bilan bog'liq bo'lgan asosiy tushunchalarni aniqlab olamiz.

O'lchov vositalarini tekshirish – bu metrologiya idoralari tomonidan o'lchov vositalarining xatoliklari va ularning qo'llanishga yaroqliligini aniqlash. O'lchov vositalarining davlat (davlat metrologiya xizmatlari tomonidan bajariladi) va muassasaviy (muassasaviy metrologiya xizmatlari tomonidan bajariladi) tekshiruvlari mavjud.

O'lchov vositalarining ***metrologik shahodatlovi*** – o'lchov vositalari va ularning metrologik xossalarini aniqlash uchun metrologiya idoralari tomonidan bajariladigan tadqiqi, hamda olingan ma'lumotlar uqtirib o'tilgan hujjatni berish.

Tekshiruv sxemasi – fizik kattalikning birlik o'lchamini etalondan ishchi o'lchov vositasiga o'tkazish vositasi, uslubi va aniqligini belgilaydigan, ma'lum tartibda tasdiqlangan hujjat. Umumdavlat va lokal (metrologik xizmatning ayrim idoralari uchun) tekshiruv sxemalari farqlanadi.

Tekshiruv vositalari – bu o‘lchov vositalarini me’yoriy-texnik hujjatlarni tekshiruv uslublari va vositalariga qo‘yiladigan, talablariga muvofiq tekshiriluvini amalga oshirish uchun zarur bo‘lgan texnik vositalardir. Tekshiruv vositalari o‘z ichiga ishchi etalonlarni, namunaviy o‘lchov vositalarini, shu jumladan, standart namunalar va namunaviy o‘lchamlar, yordamchi asboblari, qurilmalar va materiallar, tekshiruv moslamalarini kiritadi.

O‘lchov vositalari – bu o‘lchashlarda ishlatiladigan hamda me’yorlangan metrologik xossalarga ega bo‘lgan texnik vositalardir. Ular o‘lchamlar, o‘lchov asboblari va o‘zgartirgichlar, shuningdek o‘lchash moslamalari va tizimlaridan iborat.

O‘lchov asbobi deganda, kuzatuvchining bevosita idrok qila olishi uchun yetishish imkoni bo‘lgan, shakldagi o‘lchanish axborotining signalini ishlab chiqish uchun mo‘ljallangan o‘lchov vositasi tushuniladi.

O‘lchov o‘zgartirgich – o‘lchanish axborotining, uzatish, undan keyingi qayta shakllash, qayta ishlash va saqlash uchun qulay bo‘lgan shakldagi, biroq, kuzatuv yordamida bevosita idrok qila olishga moil bo‘lmagan signalini ishlab chiqish uchun mo‘ljallangan o‘lchov vositasi.

O‘lchash – texnik vositalar yordamida qandaydir fizik kattalikni topish va uni etalon bilan taqqoslash jarayonidir. O‘lchash quyidagi elementlarni o‘z ichiga kiritadi [12, 34, 45, 47]:

- uning xossalarini o‘lchanayotgan kattalik tavsiflaydigan, o‘lchash ob’ekti;
- o‘lchov birligi;
- tanlangan birliklarda darajalangan texnik o‘lchov vositasi;
- o‘lchash uslubi;
- o‘lchash natijasini sezuvchi qayd qilish qurilmasi;
- o‘lchashning yakuniy natijasi.

O‘lchashlar bir qator ko‘rsatkichlar bilan tavsiflanadi:

- o‘lchash xatoligi* – kattaliklarning haqiqiy va o‘lchab olingan qiymatlari orasidagi farq;

- *o'lchash aniqligi*, ya'ni o'lchash natijalarining haqiqiy qiymatga yaqinlashuv darajasi;

- *o'lchashning haqqoniyligi* – o'lchashning haqiqiy qiymatdan og'ish ehtimolligi;

- *o'lchash diapazoni* – o'lchov vositalarining ruxsat etilgan xatoliklari me'yorlanib o'lchanayotgan kattalikning qiymatlari sohasi;

- *shkalasining darajalanish bahosi* – kattalikning, shkalaning ikki qo'shni belgilariga mos keladigan qiymatlari farqi;

- *o'lchash chegarasi* – o'lchashlar diapazonining eng katta va eng kichik qiymatlari;

- *o'lchov asbobining sezgirligi* – o'lchov asbobi chiqaradigan signal o'zgarishini uni keltirib chiqargan o'lchanayotgan kattalikning o'zgarishiga nisbati.

O'lchashlarning uchta sinfi farqlanadi:

- *o'ta aniqlari* – etalonni tayinlash bilan bog'liq;

- *yuqori aniqlikdagi* o'lchashlar o'lchov tizimlarini darajalashda, shuningdek o'ta mas'uliyatli sinovlardagi o'lchashlarni o'tkazishda bajariladi;

- *texnik* – qurilish konstruksiyalarini sinash amaliyotida qo'llaniladi.

Har qanday o'lchash noilojlikdan o'lchashlardagi **xatoliklar** bilan bog'liqdir. O'lchashlarning uslublari, apparaturani noaniq darajalash hamda noto'g'ri o'rnatishdan kelib chiqadigan xatoliklar **sistematik (muntazam)** xatolar deb nomlanadi. Sistematik xatolar eksperimental yo'l bilan topilgan tuzatmalar kiritish orqali bartaraf qilinadi. Hozirgi paytda sistematik xatolarni bartaraf etish uchun mikroprotsessori texnika qo'llaniladi

Tasodifiy xatoliklar o'lchash natijalariga nazorat qilib bo'lmaydigan omillarning (haroratning tasodifiy ko'tarilib-tushishlari, vibratsiya va h.k.) ta'siri bilan bog'liq. Bunday xatoliklar ko'pkarra o'lchashlarning ma'lumotlariga ko'ra matematik statistika uslublari bilan baholanadi.

O'lchashlar jarayonida, o'lchov tizimlarining nosozligi, qayd qilgichning (registrator) xatolari va h.k. lar keltirib chiqargan *qo'pol xatolar* ham paydo bo'lishi mumkin. Ushbu xatolar ham matematik statistika uslublari bilan oshkor qilinishi mumkin. O'lchashlarni metrologik ta'minoti muammolari standartizatsiya oldida turgan vazifalar bilan uzviy bog'liqdir.

Standartizatsiya – bu barcha manfaatdor taraflarning foydasiga va ularning ishtirokida ma'lum sohadagi faoliyatni tartiblash uchun, chunonchi funksional shart-sharoitlar hamda xavfsizlik texnikasiga rioya qilingan taqdirda eng muqobil tejamkorlikka erishish uchun qoidalarni tayinlash va qo'llashdir. Ko'pkarra qo'llanish istiqboliga ega fan, texnika, qurilishda foydalaniladigan muayyan mahsulot, me'yori, talab, uslub, atama, belgi va h.k. lar standartizatsiya ob'ektlaridir. Qurilish sohasida konstruksiya va inshootlarni hisob-kitob qilish va loyihalash uslublari, materiallar va mahsulotlarga qo'yiladigan talablar, binolar va inshootlarning konstruksiyalariga montaj qilish va qurish bosqichidagi qo'yimlar, sinov va o'lchashlarni o'tkazish uslublari, olinayotgan o'lchash natijalarini aks ettirish va qayta ishlash uslublari qo'yiladigan talablar standartizatsiya qilinadi.

Amal qilish sohasiga bog'liq holda standartlar *to'rt toifaga* bo'linadi: xalqaro standartlar, Davlat standartlari (O'zRST), tarmoq standartlari (TST) va korxonalar standartlari (KST). Qurilish va qurilish materiallari sohasidagi Davlat standartlari O'zR Davarxitekqurilishqo'm tomonidan tasdiqlanadi. Hozirgi vaqtda vatanimiz standartlarini xalqaro talablar va xalqaro standartlar bilan muvofiqlashtirish bo'yicha katta ishlar olib borilmoqda. Qurilish sohasida standartlar bilan bir qatorda qurilish me'yorlari va qoidalari (QMQ) amal qiladi. Ushbu hujjatlar ayrim umumiy elementlarga ega bo'lishiga qaramay, umuman olganda, sezilarli farq qiladi. QMQ lar butkul qurilish mahsulotlariga qo'yiladigan talablarni belgilaydi va qurilish loyihalovining me'yorlarini qamraydi, shu vaqtning o'zida RST lar qurilish materiallariga va ommaviy ishlab chiqariluvchi buyumlarga, materiallar va konstruksiyalarni sinash,

o'lchash, qayta ishlash va natijalarni taqdim etish uslublariga qo'yiladigan talablardan iboratdir.

Mazmuniga ko'ra standartlar bir qator alohida-alohida turlarga bo'linadi. Konstruksiyalar va inshootlarni qaydlash va sinash nuqtai nazaridan quyidagilar eng katta qiziqish tug'diradi [12, 34, 45, 47]:

1)*texnik shartlarning standartlari*, ular, hususan, mahsulotni yasash, yetkazib berish va undan foydalanish jarayonida unga qo'yiladigan har tomonlama talablardan iborat bo'lib, sinov uslublari, qabul qilish qoidalarini reglamentlaydi;

2)*texnik talablarning standartlari*, ular mahsulotning sifati, ishonchliligi va umrboqiyligi ko'rsatkichlarini me'yorlaydi, xizmat muddatini tayinlaydi va h.k.;

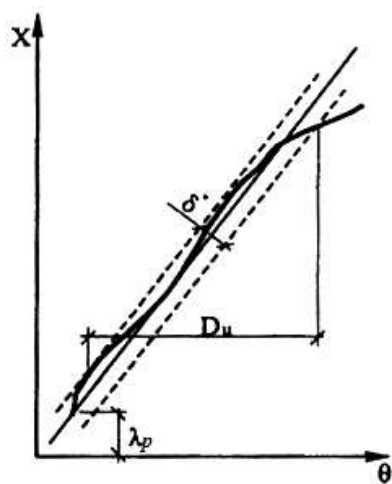
3)*sinov uslublarining standartlari*, ular o'z ichiga tatim yoki namunalarni ajratib olish tartibi to'g'risidagi talablarni, mahsulot sifatini baholash uchun foydalaniladigan materiallar va buyumlarni sinash uslublarini kiritadi; ushbu standartlar sinovlar uslublari va vositalarining yagonaligini ta'minlaydi; sinash uslublariga standartlarda, shuningdek, buyumlarning sifat ko'rsatkichlarini nazorat qilish uchun foydalaniladigan o'lchov asbob-anjomlari va qurilmalariga qo'yiladigan talablar kiradi;

4)*qabul qiluv, rusumlov, o'rab-qadoqlov, transportlov va saqlov qoidalariga standartlar* – ular, hususan, buyumlarni qabul qilish qoidalarini, qabul qiluvdagi sinovlarning turi va dasturini reglamentlaydi.

Ko'pchilik qurilish standartlarida bir necha turdagi standartlarga xos bo'lgan o'rindosh ma'lumotlar berilgan. Standartlar ishlab chiqarishning rivojlanish jadalligiga va darajasiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Ilm-fan, texnika va amaliy tajribaning so'nggi yutuqlariga tayanib, standartizatsiya ishlab chiqarishning erishilgan salohiyatini qayd qiluvchigina emas, balki ilm-fan va texnika taraqqiyotining dastaklaridan biridir.

7.3. O'lchov vositalarining asosiy metrologik xossalari

Inshootlar va ulaning modellarini sinash jarayonida o'rganilayotgan tizimning ishi to'g'risidagi axborotni olish fizik kattaliklarni texnik vositalar yordamida o'lchashga asoslangan. Olingan eksperimental ma'lumotlarning haqqoniyligi o'lchov vositalarining tanlab olingan ko'rsatkichlariga, o'lchov vositalarining metrologik xossalari o'tkazilayotgan eksperiment talablariga qanchalik javob berishiga bog'liq. O'lchov vositalarini tavsiflaydigan asosiy ko'rsatkichlarga quyidagilar kiradi: o'lchov vositasi (o'zgartirgich)ning statik darajalanish xossasi, sezgirligi, o'zgartirish koeffitsienti, sezgirlik chegarasi, o'lchashlar diapazoni, boaxborotliligi, dinamik xossalari – amplituda va fazachastotaviy o'tish, shuningdek ko'rsatmalarning aniqlanish vaqti. O'lchov vositasining o'zgartiruv funksiyasining turini kattalikning kirish va chiqishdagi qiymatlari aro bog'lanishini aniqlaydigan darajalanish xossasi aniqlaydi. Bunday bog'lanish jadval, formula yoki grafik ko'rinishida aks ettiriladi (7.2-rasm) [12].



7.2-rasm. Statik darajalanish xossasi

O'lchov asbobi chiqaverishidagi signalning $\Delta\theta$ uni keltirib chiqarayotgan chiqaverishdagi o'zgarishga ΔX nisbati – *asbobning sezgirligi* S deb nomlanadi. Agarda o'zgartirgichning darajalanish xossasi chiziqli bo'lsa, u holda uning sezgirligi *o'zgartirish koeffitsienti* $K_p = \theta/X$ bilan aniqlanishi mumkin.

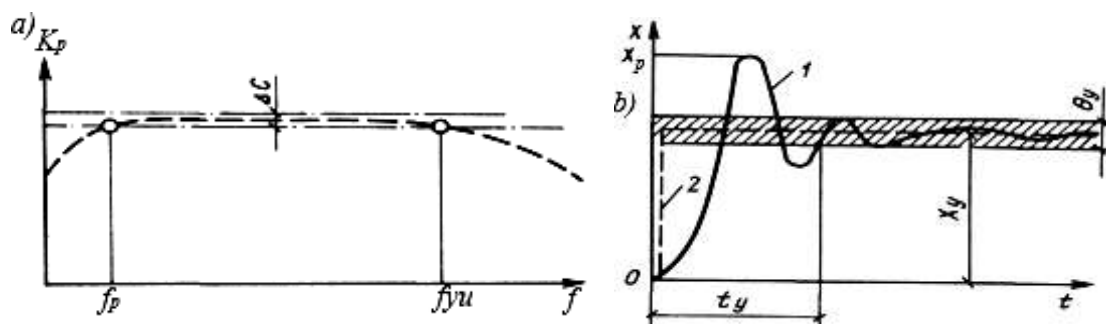
Chiziqli shohobchaning uzunligi – *o'lchashlar diapazoni*, D_i – o'lchov asbobining xossalari va ruxsat etilgan, ya'ni mazkur o'lchov vositasi uchun me'yorlangan δ xatolikka bog'liqdir (7.2-rasm). O'lchashlarning yuqori va pastki girralari o'lchashlarning qabul qilingan xatolik pog'onasi bilan

aniqlanadi. Pastki pogʻona – sezgirlik chegarasi λ_p sifatida oʻlchanayogan kattalikning – asbobning chiqaverishidagi signalini biladigan minimal qiymati qabul qilinadi. Oʻlchashlar diapazoni va sezgirlik chegarasi oʻlchov vositasining umumlashgan xossasi – uning boaxborotchanligi yoki ravshanlashtiruv qobiliyatini Ω aniqlash imkonini beradi [12, 34, 45, 47].

$$\Omega = l_n \frac{D_n}{2\lambda_p} \quad (7.1)$$

Bunda foydalanilayotgan oʻlchov vositalari majmuasining diapazoni qanchalik keng va jamlanma xatolik pogʻonasi qanchalik past boʻlsa, Ω shunchalik katta boʻladi.

Oʻlchov oʻzgartirgichlarining dinamik darajalanganligida turli chastotali garmonik tebranishlar yoki impulsli taʼsirlar koʻrinishidagi etalon signallarga uning reaksiyasi (akstaʼsiri) qayd qilinadi. Qaror topgan garmonik tebranishlar sharoitida amplituda-chastotaviy xossa olinadi va amplitudaviy xossaning nochiziqlilik darajasi aniqlanadi. **Amplituda-chastotaviy xossa** darajalanayotgan oʻlchov vositasining sezgirligini tebranishlar chastotasiga bogʻliqligini, nochiziqlilik darajasi esa sezgirlikning qayd qilingan chastotadagi signalning amplitudasiga bogʻliqliligini namoyon qiladi. 7.3,a-rasmda oʻlchov asbobining amplituda-chastotaviy xossasi koʻrsatilgan. Egrining ordinatalari qaralayotgan chastotadagi sezgirlikning statik darajalashda olingan K_p ga nisbatini aks ettiradi. Diapazonning pastki chegarasi f_n , xuddi chastotaviy xossaning yuqori chegarasidagidek f_n tegishli diapazonlar oʻrtacha chastotasiga nisbatan meʼyorlangan xatolikning berilgan qoʻyimi Δ_s bilan aniqlanadi.



7.3-rasm. Oʻlchov oʻzgartirgichlarining xossalari

Asboblarning ***o'tish xossalari*** vaqt jarayonida irg'ib o'zgaradigan, berilgan chiqaverishdagi signal va uning oniy qiymati orasidagi bog'lanishni o'rnatadi. 7.2,b-rasmda akselometrning o'tish xossasi keltirilgan. 1 egrisining ordinatalari o'zida chiqaverishdagi signalning uning qaror topgan qiymati X_y ga nisbatini namoyon qiladi. Kiraverishdagi signal taxminan to'g'ri burchakli impuls 2 ko'rinishida aks ettirilgan. Impuls frontining burishganligi ko'rsatkichlarni aniqlashni vaqti hamda o'tish xossasining cho'qqisidagi qiymati X_p bilan tavsiflanadi. Ko'rsatkichlarni aniqlash vaqti sifatida o'lchanayotgan kattalikning irg'ib o'zgarishi paytidan chiqaverishdagi signal qiymatining (berilgan kenglikdagi θ_u) barqaror holat sohasiga kirganidagi paytgacha bo'lgan vaqt oralig'i t_y qabul qilinadi.

Asbobga oid xatolik o'lchov o'zgartirgichining konstruksiyaga oid xususiyatlarini aks ettiradi va o'z ichiga uning darajalanish xatoliklarini kiritadi [12, 34, 45, 47].

Uslubiy xatoliklar birlamchi o'zgartirgich o'lchanayotgan kattalikni noto'g'ri qabul qilgani yoki buzib ko'rsatgani uchun vujudga keladi.

Ushbu xatoliklar, masalan, tenzometr negizi o'lchami va o'lchanayotgan deformatsiya gradienti nomutanosiblik, shuningdek, asbobning ob'ektini tadqiq qilinayotgan xossalarga ta'siri bilan belgilanadi. Tenzometr chiziqlilik va sezgirlik nuqtai nazaridan qanchalik mukammal bo'lmasin, baribir qattiq jism ichiga o'rnatilganida u tadqiq qilinayotgan kuchlanishli holatga qandaydir darajada xatolik olib kiradi. Bunday tenzometrning chiqaverishdagi signali tadqiq qilinayotgan sohada tenzometr yo'q bo'lganida mavjud bo'lishi mumkin bo'lgan deformatsion holatni emas, balki o'zi buzayotgan holatni aks ettiradi. Keltirilgan misollarda olingan natijalardagi xatoliklarning sababi o'lchash uslubining o'zidadir. Uslubiy xatoliklarni tahlili uchun nazariy tadqiqotlarni o'tkazish, shuningdek, mazkur o'lchashlarning barcha shart-sharoitlari va xususiyatlarini qayta takrorlay oladigan mahsus metrologik usullar, hamda namunaviy qurilmalarni ishlab chiqish talab qilinadi.

O'lchov asboblarning ishiga tashqi omillar – atmosfera, harorat, elektr tokining o'zgarishi (xalaqiti) va h.k. lar ta'sir ko'rsatadi. Laboratoriya sharoitlarida ushbu omillarning ta'sirini ruxsat etilgan chegaralargacha pasaytirish mumkin. O'lchov vositasini, asbobni shahodatlashning me'yoriy shart-sharoitlarida (havo harorati 20°C, namlik 60% va h.k.) paydo bo'ladigan jamlanma xatoliklari **asosiy xatolik** deb nomlanadi. O'zgartirgich xatoliklarini xalaqitlar keltirib chiqargan o'zgarishiga qo'shimcha xatolik kabi qaraladi. **Qo'shimcha xatoliklar**, odatda, har bir ta'sir etuvchi omil: harorat, namlik va h.k. uchun alohida-alohida me'yorlanadigan koeffitsientlar yoki ta'sir funksiyalari $\psi(\xi)$ ko'rinishida keltiriladi. Asosiy va qo'shimcha xatoliklar tasodifiy va muntazam tarkibiy qismlarni o'z ichiga oladi.

O'lchashlarning tasodifiy tarkibiy qismi noma'lum sabablarga ko'ra paydo bo'ladi va doimiy kattalikning qayta o'lchashlarida uning turli qiymatlarini olinishida namoyon bo'ladi, ya'ni o'lchashlar natijalarining qiymatlarida qandaydir sochilish o'rin oladi. Xatolikning tasodifiy tarkibiy qismini kamaytirish uchun qayta o'lchashlarning soni orttiriladi, ularning statistik qayta ishlovi olingan natijalarni o'rtacha qiymatini aniqlash va tasodifiy og'ishlarning o'rtacha qiymatini ajratish imkonini beradi. Xatolikning tasodifiy tarkibiy qismini kvadratli o'rtacha xato muntazam xatolik kattaligidan sezilarli darajada kichik bo'lib qolmagunigacha kamaytirish maqsadga muvofiqdir. Qayta o'lchab ko'rishlar sonini faqat o'lchov vositalarining muntazam xatoliklari jamlanmasini baholashdan so'nggina belgilash mumkin.

Muntazam xatolikni sezgirlikni noto'g'ri aniqlanishi, to'ppa-to'g'ri va qaytarma yurishdagi darajalanish xossalarining ustma-ust tushmasligi (gisterezis) va h.k. lar keltirib chiqaradi. Muntazam xatoliklarni shuningdek doim ta'sir etib turuvchi omillar ham keltirib chiqaradi. Metrologiyada o'lchashlar natijasidan bir qator muntazam xatoliklarni kamaytirish yoki umuman istisno qilishga imkon bo'ladigan mahsus usullar ishlab chiqilgan. Bunday usullarga quyidagilar tegishlidir [12, 34, 45, 47]:

1) o'lchov vositalarining *ko'rsatkichlarini barqarorlashtirish*, ya'ni ishning barqaror yo'sinlarini tanlash, barqaror bo'lmagan elementlarni avvalambor eskirtirish va h.k.;

2) ta'sir etuvchi kattaliklar ta'siridan *asbobni himoyalash* yoki ta'sir etuvchi kattaliklarning qiymatlarini barqarorlash: gidroizolyasiya, magnit maydonlarini ekranlash, ta'minlov manbalarining ishonchliligi va h.k.;

3) xatoliklarni ishorasiga ko'ra *avtokompensatsiyalash*, bu tabiatiga ko'ra avvaldan ma'lum bo'lgan xatolikni o'lchash natijalariga ikki bora, faqat turli ishoralar bilan kiritish imkonini beradi;

4) ta'sir etuvchi kattaliklarning *ko'makchi o'lchashlarini* o'tkazish – bu ta'sir funkssiyasi avvaldan ma'lum bo'lganida, o'lchashlar natijasiga tuzatishlar kiritish imkonini beradi.

Eksperiment jarayonida o'lchanayotgan kattalik o'rniga namunaviy o'lchamni davriy tarzda o'lchash amalga oshirilishidan iborat bo'lgan, *o'rindoshlik* deb nomlanuvchi uslub ham keng qo'llanilmoqda. Bunda olinadigan o'lchamning haqiqiy kattaligidan uning o'lchangan qiymatlarini og'ishlari o'zgarish masshtabini tavsiflaydi va o'lchashlar natijalariga tuzatish kiritish uchun foydalaniladi. Muntazam xatoliklarni istisno qilishning uqtirilgan usullari muayyan o'lchov vositalarini ko'rib chiqishda tasvirlanadi.

Sinovlarni o'tkazishda quyidagi fizik kattaliklar bevosita o'lchanadi: ko'chish, ko'chishning tezligi, tezlanish, deformatsiya va h.k. Shu bilan birgalikda, mexanik kuchlanish σ_x , kesimdagi ichki zo'riqishlar (eguvchi momentlar M_x , ko'ndalang kuch Q_x) bevosita o'lchanishi mumkin emas va ularni eksperimentda aniqlash uchun σ_x , M_x , K_x va o'lchanayotgan fizik kattaliklar orasidagi bog'lanishni aniqlaydigan analitik ifodalardan foydalanish zarur. Bilvosita o'lchashlar yordamida eguvchi elementlarning haqiqiy EI_x bikrligi, tugunlarning bikrligi, tayanish qotirmalarining qayishqoqligi va konstruksiyalarning haqiqiy ishini tavsiflaydigan boshqa ko'rsatkichlar aniqlanadi. Modomiki, bilvosita o'lchashlarni o'tkazishda qidirilayotgan u

kattalikning bevosita o'lganayotganlariga $x_1, x_2, \dots, x_n$ bog'lanishi ishlatilar ekan, ya'ni

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (7.2)$$

u holda natijaning haqqoniyliga $x_1, x_2, \dots, x_n$ kattaliklarning asbobga oid xatoligigina emas, balki (7.2) ifoda konstruksiya elementining haqiqiy sharoitlariga qay darajada mos ekanligiga, ya'ni uslubiy xatoliklarga bog'liq bo'ladi. Bilvosita aniqlanayotgan kattalikning asbobga oid xatoligini quyidagi formulaga ko'ra hisoblash mumkin:

$$\frac{\Delta y}{y} = \sqrt{\sum_1^n [(\partial \ln y / \partial x_i) \Delta x_i]^2}, \quad (7.3)$$

bunda $\Delta x_1, \Delta x_2, \dots, \Delta x_n$ (7.2) ifodaning $x_1, x_2, \dots, x_n$ kattaliklarini o'lchashning mutloq xatoliklari.

7.4. Eksperimentni rejalashtirishning asosiy nazariyalari

Eksperimentni rejalashtirishning birinchi bosqichi tadqiq qilinayotgan hodisaning matematik modelini qurishdir. Buning uchun o'rganilayotgan ko'rsatkichlar va o'lganayotgan kattaliklar aro mutanosibliklarni aniqlash zarur, bu esa o'lchov vositalarini, ruxsat etilgan xatoliklarning darajasini asoslangan tarzda saylab olish, tajribaviy ma'lumotlarni qayta ishlash usullarini va tadqiqot natijalarini aks ettirish shaklini tanlash imkonini beradi. Matematik modelni qurish muolajasi eksperimentning vazifasiga bog'liq va tadqiq qilinayotgan hodisa to'g'risida aprior (tajribaga asoslanmagan-априорный) axborotni tahliliga asoslanadi. Agarda tadqiq qilinayotgan hodisani ta'riflaydigan tegishli tenglamalar hali olinmagan bo'lsa, u holda aprior axborot asosida qaralayotgan hodisa uchun muhim bo'lgan barcha ehtimoliy kattaliklar ro'yxati tuziladi va matematik model (7.2) ifoda ko'rinishida yoziladi, unda o'lganayotgan $x_1, x_2, \dots, x_n$ mustaqil o'zgaruvchilarning eksperimentni

rejalashtirish nazariyasi atamalaridagi omillar, eksperiment natijalari u – optimizatsiya ko‘rsatkichlari (aks-sado), f esa – aks-sadoning funksiyasi deb nomlanadi [12].

Tadqiqot vazifalarini shakllantirishda tadqiq qilinayotgan hodisaning modeli tuzib bo‘linganidan so‘ng quyidagilar aniqlanishi kerak: *omillarning aniqlanish sohasi; ularni o‘lchash usullari; har bir omilning variatsiyalanuv intervalining qiymatlari*. Omillarni aniqlanish sohasi, qoidaga ko‘ra, cheklangandir. Yuqori chegaraning cheklanishi, masalan, ehtimoliy deformatsiyalarning (ko‘chishlarning) qandaydir chegaraviy sathi, pastki chegaraniki esa – o‘lchash aniqligidir. O‘lchashlarning aniqligi qanchalik past bo‘lsa, diskret qiymatlarning yoki omillar sathlarining ehtimoliy soni shunchalik kamdir [12, 34, 45, 47].

Omillar sathlari sonini belgilash aks-sado fuksiyasi xususiyatiga ham bog‘liqdir. Aks-sado funksiyasi ma‘lum bo‘lgan hollarda sathlar shunday tanlanadiki, bunda xos nuqtalar yaqinidagi eksperimental ma‘lumotlarning qiymatlari (masalan, deformatsiyalanishning plastik sohasiga kutilayotgan o‘tish, mikroyoriqlar paydo bo‘lish, ustivorlikning yo‘qolishi holati sohasida va h.k.) olinadigan qilib tanlanadi. Agarda tadqiq qilinayotgan hodisani ta’riflash uchun chiziqli model qabul qilinsa, u holda faqatgina ikkita sathni: variatsiyalash intervalining tepa va pastki chegarasini o‘rnatish kifoya. Omillarni variatsiyalash intervalining qiymatiga ko‘chirilgan nisbiy koordinatalarda ushbu sathlar $+1$ va -1 (yoki oddiygina « $+$ » va « $-$ ») deb belgilanadi. Bunday belgilanishlarda yozilgan sathlar me’yoriy deb nomlanadi. Shunday qilib, omillarning aniqlanish sohasi va sathlarning qabul qilingan soni tarhning omilga oid fazosini belgilash imkonini beradi. Omillar fazosining har bir o‘qi bitta omilga mos keladi, birgalikdagi aniqlanish sohasi esa k – o‘lchovli hajmni hosil qiladi (k – mustaqil omillar soni).

Bir omilli eksperimentni o‘tkazish rejasini tuzamiz, unda variatsiyalanadigan bitta o‘zgaruvchi x hamda bir dona bog‘liq bo‘lgan (sinovlar jarayonida o‘lchanadigan) o‘zgaruvchi u bo‘lsin. Masalan, namunani

choʻzishdagi poʻlatning elastiklik modulini aniqlaylik. Bu yerda namunaga taʼsir oʻtkazayotgan yuk yoki kuchlanish σ variatsiyalanadigan oʻzgaruvchi, yuklantirish jarayonida oʻlchanadigan, bogʻliq oʻzgaruvchi esa ε – deformatsiyadir. Modomiki, elastiklik moduli tushunchasining oʻzi $\sigma - \varepsilon$ chiziqli bogʻlanishni tahmin qilar ekan, u holda tajriba natijasining matematik modelini quyidagi koʻrinishda tasvirlash mumkin [12, 34, 45, 47]:

$$y = a_0 + bx. \quad (7.4)$$

x oʻzgaruvchini ikki sathda (+1 va -1) variatsiyalash yetarlidir. Biroq, umumiy holda, qachonki modelning yaroqliligini tekshirish zarur boʻlganida, sathlar sonini uchta, toʻrttagacha orttiriladi. x ni variatsiyalash intervalining pastki chegarasi, taʼkidlab oʻtilganidek, u bogʻliq oʻzgaruvchini oʻlchash xatoligi bilan aniqlanadi, mazkur tajribadagi yuqori sath esa muayyan fizik maʼnoga ega: u sinalayotgan materialning tahmin qilinayotgan σ_{ps} mutanosiblik chegarasidir.

Qaralayotgan eksperiment tiklanuvchan toifaga tegishlidir, yaʼni xuddi bitta namunaning oʻziniyoq uning birlamchi holatiga koʻpkarra qaytalab yuklantirish mumkin. Tadqiq qilinayotgan hodisaning qabul qilingan (7.2) modelga muvofiq tajribalar natijalarini qandaydir toʻgʻri chiziq bilan approksimatsiyalanishida quyidagi shart bajarilishi kerak:

$$y_i - a_0 - bx_i = 0. \quad (7.5)$$

Biroq, mazkur tenglamaga u va x haqiqiy qiymatlarini qoʻyilganida, natijalarning sochilishi evaziga ushbu shart quyidagi koʻrinishni oladi:

$$y_i - a_0 - bx_i = \delta_i; \quad i = 1, 2, 3, \dots p, \quad (7.6)$$

bunda δ_i – taqsimlanish markazidan ogʻish; i – tajribaning tartib raqami; p – tajribalar soni

Koʻpchilik eksperimental nuqtalarning yaqinidan oʻtuvchi toʻgʻri chiziq, ushbu chiziqdan ogʻishlar kvadratlarining yigʻindisi minimal boʻladigan holatni egallashi kerak:

$$\sum \delta_i^2 = \min. \quad (7.7)$$

Tenglamalar tizimini o'zgartirish va yechish (2) ifodaning qidirilayotgan koeffitsientlari uchun quyidagi hisobiy formulalarni beradi:

$$a_0 = \frac{\sum y_i \sum x_i^2 - \sum y_i x_i \sum x_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} ; \quad (7.8)$$

$$a_0 = \frac{n \sum y_i x_i - \sum y_i \sum x_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} . \quad (7.9)$$

Eng kichik kvadratlar uslubi nochiziqli bog'liqliklarni approksimatsiyalash hollarida ham muvaffaqiyat bilan qo'llanishi mumkin, qachonki u kattalikning x ga o'rtachalashtirilgan bog'lanishini aks ettiradigan funksiyani qidirib topish vazifasi qo'yiladi. Bunday funksiya regressiya deb nomlanadi, ushbu uslub bilan bog'liq bo'lgan regression tahlil eksperimentni rejalashtirishda ma'lumotlarni qayta ishlashning asosiy asbobidir.

Ko'rib chiqilgan tarhlarda faqat bitta u o'zgaruvchini o'lchashning xatolari e'tiborga olinib, x mustaqil o'zgaruvchining qiymatlari esa qat'iy tarzda qayd qilingan deb qabul qilingan edi. Haqiqatda esa, masalan, yuklarni variatsiyalashda dinamometrning ko'rsatmalari berilgan zo'riqish uzluksiz yoki pog'ona-pog'onalar yuklantirishdagi yukning ortib borishi yoki kamayib borishi jarayonlaridan qaysi birida olinganligiga bog'liq bo'lishi mumkin. Bunday omillarni kompensatsiyalash uchun, yuklantirish ketma-ketligini qayta sinovlarda yuklantirishlar sathi ixtiyoriy ketma-ketlikda belgilanishidan iborat bo'lgan randomizatsiyalash usulidan foydalaniladi.

Agarda eksperiment xuddi materialning deformatsiyalanish diagrammasini olish holidagidek qayta tiklanmaydigan bo'lsa ham, yuklantirish ketma-ketligining o'zi esa ixtiyoriy tarzda tayinlanishi mumkin emas, shuning uchun bunday eksperimentda faqatgina ketma-ket tarh qo'llanishi mumkin. Biroq, bu yerda ham qayta tajribalarni o'tkazishda nazorat qilinmaydigan tashqi omillarning yoki tadqiq qilinayotgan hodisaning qabul qilingan matematik modeli tomonidan e'tiborga olinmaydigan omillarning ta'sirini o'rtalashtirish maqsadida eksperiment shart-sharoitlarini randomizatsiyalash imkoni bor.

Masalan, betonni deformatsiyalanishi diagrammasini olish uchun, namunalarni sinashda tajribachi to'rt xildagi o'lchamli kubchalarga ega. Eksperimentni o'tkazish vaqtini qisqartirish uchun, kubchalarni turli quvvatga ega to'rtta press ostida sinash taxmin qilinmoqda. Shu o'rinda ma'lumki, masshtab omili ham «namuna-mashina» tizimida to'planib qolgan elastik energiyaning farqliligi sinov natijalariga ta'sir etadi. Biroq, ushbu omillarning ta'sirini e'tiborga olishning iloji yo'q: eksperiment hali ham bir omilli va tashqi o'zgaruvchilarni kompensatsiyalamoq zarur. Bunday eksperimentning randomizatsiyalangan rejasi sinov pressi rusumi, deformometrlar xili va namunalarning o'lcham xillariga bog'liq holda tuziladi hamda jadvalda (7.1-jadv.) keltirilgan ko'rinishga ega. Jadvaldan ko'rinib turibdiki, sinovlarning har bir varianti faqat bir marotaba uchraydi [12, 34, 45, 47].

7.1-jadval

Eksperimentning randomizatsiyalangan rejasi

Sinov pressining rusumi	Deformometr xili			
	I	II	III	IV
	Namunalarning o'lcham xillari			
A	1	2	3	4
V	3	4	1	2
S	2	1	4	3
D	4	3	2	1

Eksperimentning qurilgan rejasi *lotin kvadrati* deb nomlanadi. Qaralayotgan bir omilli eksperimentda omillarning har bir kombinatsiyasi uchun olingan natijalarni o'rtachalash zarur. Ushbu xildagi tarhlar ko'p omilli eksperimentda ham ishlatilishi mumkin: dispersion tahlil bilan uyg'unlikda ular sinovlarning natijalariga har bir omilning alohida-alohida ta'sirini tadqiq qilish imkonini beradi.

Ko'p omilli eksperiment. Agarda tadqiq qilinayotgan hodisa bir necha mustaqil o'zgaruvchilarning funksiyasi bilan ta'riflansa, u holda bunday

eksperiment ko‘p omilli deb yuritiladi va uni rejalashtirishda yo omilli tarhdan, yoinki klassik tarhdan foydalaniladi. Klassik tarh shunday quriladiki, bundagi har bir tajribada faqatgina bitta o‘zgaruvchi variatsiyalansin, qolgan barcha mustaqil o‘zgaruvchilarning qiymatlari esa ma’lum, doimiy sathda tutib turilsin. Har bir mustaqil o‘zgaruvchini navbatma-navbat variatsiyalab, tadqiq qilinayotgan bog‘liqliklar aniqlanadi. Masalan, material mexanik xossalarining sinovdagi haroratga bog‘liqligi o‘rganilmoqda. Bu ikki omilli eksperiment bo‘lib, uning $y = \varphi(x,z)$ matematik modelini z ko‘rsatkichning turli qiymatlaridagi $u=\varphi(x)$ ayrim funksiyalar ketma-ketlik ko‘rinishida aks ettirish mumkin. Ushbu maqsadda tadqiq qilinayotgan harorat diapazoni chegarasida z o‘zgaruvchi sathining zaruriy soni aniqlanadi va so‘ngra har bir harorat sathi uchun berilgan izotermik sharoitlarda namunalarning sinovi o‘tkaziladi. Shunday qilib, ko‘p omilli eksperimentning klassik rejasi o‘zida bir omilli eksperimentlarning to‘plamini namoyon qiladi.

Har bir yaqinlashuvga quyidagi kamchiliklar xosdir. *Birinchidan*, barcha mustaqil o‘zgaruvchilarni har doim ham barqarorlashtirish va ularning qiymatlarini berilgan sathda tutib turish imkoni bo‘lavermaydi. *Ikkinchidan*, klassik va omilli tarh sxemasi bo‘yicha qurilgan eksperimentlarning hajmlari baravar bo‘lganida, so‘nggisining aniqligi sezilarli darajada yuqoriroqdir. Undan tashqari, omilli rejalashtirish o‘zgaruvchilarning ta’sirini ketma-ket cheklashning amalda imkoni yo‘q bo‘lgan murakkab tizimlarini tadqiq qilishga imkon beradi. Omilli rejalashtirishning asosiy tushunchalarini va sterjenli tizimlarda ichki zo‘riqlashlarni aniqlash jarayonida omilli tarhlardan foydalanishga misollar keltiramiz. O‘rganilayotgan u ko‘rsatkich k ta $x_1, x_2, \dots, x_k$ mustaqil o‘zgaruvchilar bilan chiziqli bog‘lanishga ega bo‘lsin. Regressiya tenglamasi quyidagi ko‘rinishda yoziladi [12, 34, 45, 47]:

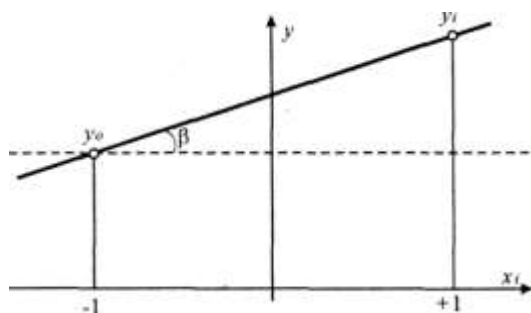
$$y = a_0x_0 + a_1x_1 + \dots + a_kx_k, \quad (7.10)$$

bunda x_0 – erkin xad a_0 ni baholash uchun kiritilgan o‘zgaruvchi.

Ushbu masalani har bir o‘zgaruvchini navbatma-navbat variatsiyalab, bir

omilli uslubda yechish mumkin. Agar bunda har bir o'zgaruvchi uchun t qayta tajriba bajarilgan bo'lsa, va o'zgaruvchilarni faqat ikki $+1$ va -1 sathda variatsiyalanganida, u holda $a_i = \operatorname{tg}\beta$ (7.4-rasm) regressiya koeffitsientlari ikkita tajriba natijalariga ko'ra baholanadi:

$$a_i = (y_i - y_0)/2. \quad (7.11)$$



7.4-rasm. O'zgaruvchini ikki sathda variatsiyalashdagi regressiya koeffitsientini baholash

Regressiya koeffitsientlarining dispersiyasi esa quyidagicha aniqlanadi:

$$S_{ai}^2 = S_y^2/2m, \quad (7.12)$$

bunda S_{ai}^2 – har bir tajribada o'lchash xatoligi bir xil ekanligi shartidagi u ko'rsatkichning o'lchanish xatoligini tavsiflaydi.

Demak, S_{ai}^2 ning qiymatlari x_k o'zgaruvchilarning umumiy soniga bog'liq emas, chunki har bir o'zgaruvchi alohida-alohida o'rganiladi. Eksperimentning rejasini o'zgartiraylik. Deylik, har bir tajribada o'zgaruvchilarning barchasi birvarakayiga variatsiyalanadi. Aniqlik uchun uch omilli eksperimentni ko'rib chiqaylik va 7.2-jadvalda keltirilgan rejalashtirish matritsasidan foydalanamiz. Jadvaldan ko'rinib turibdiki, tajribalarning minimal soni to'rtga teng ($3+1$), ya'ni mustaqil o'zgaruvchilarning sonidan bittaga ortiqdir. Bunday tarhning xususiyati shundan iboratki, regressiyaning barcha koeffitsientlari quyidagi formula bo'yicha bir-biridan mustaqil tarzda aniqlanishi mumkin:

$$a_i = \sum x_{ij} y_i / (k + 1), \quad (7.13)$$

bunda y_i – o'lchanayotgan ko'rsatkichning j -tajribadagi qiymati; k – omillarning miqdori; x_{ij} – i -omilning j -tajribadagi qiymati.

7.2-jadval

Rejalashtirish matritsasi

Tajribaning tartib raqami	Omillar			
	x_0	x_1	x_2	x_3
1	+ 1	-1	-1	+ 1
2	+ 1	+1	-1	-1
3	+ 1	-1	+ 1	-1
4	+ 1	+1	+1	+ 1

Regressiya koeffitsientlarini baholash dispersiyasi quyidagicha hisblanadi:

$$S_{ai}^2 = S_y^2(k + 1) \quad (7.14)$$

Uchta mustaqil o'zgaruvchi chiziqli masalani ko'rib chiqishga qaytib, bir omilli va ko'p omilli tarh qo'llangan hollarda regressiya koeffitsientlari qiymatlarini taqqoslaymiz. Tajribalarning umumiy soni bir xilligida ko'p omilli tarxning regressiya koeffitsientlari dispersiyasi $S_{ai}^2 = S_y^2(4m)$ ga teng, ya'ni birinchi holatdagidan ikki marotaba kam. Agarda mustaqil o'zgaruvchilarning soni $k = 7$ bo'lsa, u holda ko'p omilli rejalashtirishni qo'llash aniqlik bo'yicha klassik tarhdagiga qaraganda 4 marotaba yutuq beradi. Demak, mustaqil o'zgaruvchilarning soni o'sib borgan sari ko'p omilli eksperimentning omilkorligi ortib boradi. Shunday qilib, eksperimentning rejasini tanlashda uning muqobilligi mezonlaridan biri tadqiq qilinayotgan model regressiya koeffitsientlari dispersiyasining minimumidir.

To'la omilli tarhda barcha mustaqil o'zgaruvchilar sathlarining imkoni bo'lgan barcha kombinatsiyalari amalga oshiriladi. Chunonchi, ikki sathda variatsiyalanadigan ikkita o'zgaruvchilarda reja rejalashtirish matritsasi 7.2-jadvaldagiga o'xshash to'rt tarjibadan iborat, unda x_3 ustun x_1x_2 ustuni bilan almashtirilgan. Eksperiment natijalarini quyidagi ko'rinishdagi to'la bo'lmagan kvadrat tenglama kabi aks ettirish mumkin:

$$y = a_0x_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_{12}x_1x_2, \quad (7.15)$$

bunda bitta $a_{12}x_1x_2$ nochiziqli xadga ega. a_{12} koeffitsienti x_1 va x_2 omillarning o‘zaro hamta’siri samarasining bahosidir. Bunday turdagi tarhlar 2^k xilidagi *to‘la omilli eksperiment* deb nomlanadi, bu yerda k – mustaqil o‘zgaruvchilarning soni, 2 esa – o‘zgaruvchilarni variatsiyalash sathlarining soni.

7.5. To‘la omilli eksperiment rejasini tuzish

1. Sterjen kesimidagi ichki zo‘riqishlarni aniqlash. Sterjen kesimidagi ichki zo‘riqishlarni aniqlash haqidagi masalani to‘la omilli eksperiment nuqtai nazaridan ko‘rib chiqamiz. Ushbu maqsadda p nuqtada σ_j normal kuchlanishlarni aniqlash taxmin qilinmoqda. Kesimda amal qilayotgan N , M_x , M_y ichki zo‘riqishlar hamda normal kuchlanishlar aro bog‘lanish chiziqli bo‘lsin. Bunday hollarda aks-sado funksiyasidan (matematik model) ma’lum [12, 34, 45, 47]:

$$\sigma_j = NA^{-1} + M_x y_j I_x^{-1} + M_y x_j I_y^{-1}, \quad (7.16)$$

bunda $y_j, x_j - \sigma_j$ larni o‘lchash nuqtalarining koordinatalari; A – kesim yuzasi; I_x, I_y – mos o‘qlarga nisbatan inersiya momentlari.

Ushbu masalani yechishda klassik tarhni qo‘llash mumkin emas, chunki o‘zgaruvchilarni ajratish, ya’ni eksperimentda har bir ichki zo‘riqishning qiymatini alohida-alohida qayd qilishning imkoni yo‘q. (7.16) tenglamada nazorat qilinuvchi y_j va x_j o‘zgaruvchilarni ikki sathda ($k = 2$) variatsiyalash kifoya, chunki (7.16) tenglama chiziqlidir. Shunday qilib, 2^2 xilidagi tarhdan foydalanish mumkin. Variatsiyalash sathlarini me’yoriylashtirilgan (+1, -1) ko‘rinishga keltirish uchun *omilli fazoning* masshtabini o‘zgartiramiz. Tarh markazining kesim bosh o‘qlariga nisbatan vaziyatini quyidagi formulalarga ko‘ra aniqlaymiz:

$$y_0 = \frac{I_x^{-1} \sum y_i}{4}; x_0 = \frac{I_x^{-1} \sum x_i}{4}. \quad (7.17)$$

O'qlarining yo'nalishlaridagi masshtablarni quyidagi ifodalardan topamiz:

$$k_y = \sqrt{\Sigma(y_j I_x^{-1} - y_0)^2 / 4}. \quad (7.18) ;$$

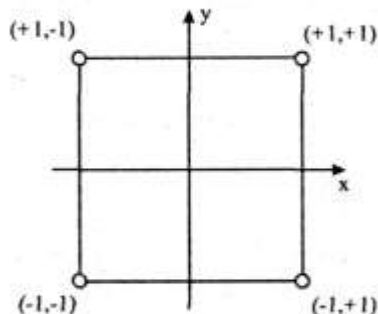
$$k_x = \sqrt{\Sigma(x_j I_y^{-1} - x_0)^2 / 4}; \quad (7.19) .$$

O'zgaruvchilarning me'yorlashtirilgan sathlariga o'tishini quyidagi formulalarga ko'ra amalga oshiramiz:

$$y_{oj} = \frac{(y_j I_x^{-1} - y_0)}{k_y} \quad (7.20) ;$$

$$x_{oj} = \frac{(x_j I_y^{-1} - x_0)}{k_x} \quad (7.21) .$$

Shu o'rinda rejalashtirish sohasi kvadrat cho'qqilarining koordinatalari bilan berilgan bo'ladi (7.5-rasm).



7.5-rasm. Cho'qqilari bilan berilgan rejalashtirish sohasi kvadratining grafik tasviri

Tenzometrlarni o'rnatish nuqtalarining shunday usulda olingan koordinatalari reja markazidan maksimal darajada olisda joylashgan bo'lib, bu omilli fazoni to'laligicha ishlatish va regressiya koeffitsientlarining minimal dispersiyasini ta'minlash imkonini beradi. 2² xilidagi tarhning (7.15) regressiya tenglamasini, hamda tadqiq qilinayotgan hodisaning (7.16) matematik modelini taqqoslab ko'rib, shuni ta'kidlash lozimki, ularni so'nggisida u_j va x_j koordinatalarning o'zaro hamta'siri haqiqatda ma'noga ega emas, shuning

uchun $a_{12} \rightarrow 0$ koeffitsient va rejalashtirish matritsasi 7.3-jadvalda keltirilgan ko‘rinishni oladi.

7.3-jadval

Rejalashtirish matritsasi			
Tajribaning tartib raqami	Omillar		
	x_0	y_j	x_j
1	+ 1	– 1	– 1
2	+ 1	+ 1	– 1
3	+ 1	– 1	+ 1
4	+ 1	+ 1	+ 1

Bu yerda $(k + 1)$ tajribalar soni 4 ga teng. Bunday tarh *to‘yinmagan* deb nomlanadi; barcha noma’lumlarni baholashdan tashqari, u tanlab olingan matematik modelning mutanosibligini tekshirishni amalga oshirish imkonini beradi.

Tajriba natijalariga ko‘ra ichki zo‘riqishning qidirilayotgan bahosi quyidagi ifodalardan topiladi:

$$M_{0x} = \sum \sigma_j y_{oj} / n; \quad (7.22)$$

$$M_{0y} = \sum \sigma_j x_{oj} / n. \quad (7.23)$$

Modomiki N normal zo‘riqish σ_j o‘lchov koordinatalariga bog‘liq emas ekan, u holda uning bahosi quyidagicha hisoblab topiladi:

$$N_0 = n^{-1} \sum \sigma_j. \quad (7.24)$$

Me‘yorlashtirilgan o‘zgaruvchilarda hisoblangan N_0 , M_{0x} , M_{0y} lardan baholarning haqiqiy N , M_x , M_u qiymatlariga o‘tishni quyidagi formulalar bo‘yicha amalga oshiriladi:

$$N_0 = N_0 A; \quad (7.25) \quad M_x = M_{0x} k_y^{-1}; \quad (7.26) \quad M_y = M_{0y} k_x^{-1}. \quad (7.27)$$

Regressiya tenglamalarini statistik tahlilini o‘tkazish uchun, parallel va qayta o‘lchashlarning natijalariga ega bo‘lmoq lozim. Parallel o‘lchashlarni o‘tkazish uchun, kesimning har bir tadqiq qilinayotgan nuqtasida bir nechta

o'lchov asbobi o'rnatiladi. Qayta tiklanuvchan eksperimentlar, masalan, konstruksiyalarni deformatsiyalanishining elastik bosqichidagi ishini tadqiq qilish ham qayta, ham parallel o'lchashlarni ro'yobga chiqarish imkonini beradi.

Faqat qayta tiklanmaydigan eksperimentlar parallel o'lchashlarni qo'yishgagina yo'l qo'yadi. Modomiki, o'lchashlar natijalari dispersiyasining bahosi qayta yoki parallel o'lchashlar hajmiga bog'liq ekan, u holda ularning minimal soni kamida 3 bo'lishi kerak. O'rnatuvning i -nuqtasidagi σ_{uj} kuchlanishni o'lchash natijasi deb hisoblab, o'lchashlar natijalari dispersiyasining bahosi quyidagi formula bo'yicha hisoblab topiladi [12, 34, 45, 47]:

$$S_{yu}^2 = \frac{\sum_{j=1}^m (y_{uj} - \bar{y}_u)^2}{(m-1)}, \quad (7.28)$$

bunda t – qayta tajribalar soni; σ_i – i -nuqtadagi kuchlanishning o'rtacha qiymati.

Tadqiq qilinayotgan butun kesim bo'yicha natijalarning sochilishini tavsiflaydigan o'rtalashtirilgan bahoni olish uchun dispersiya quyidagidan hisoblab topiladi:

$$\bar{S}_{cu}^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (\sigma_{ju} - \bar{\sigma}_u)^2 / n(m-1), \quad (7.29)$$

bunda p – kesimdagi qaytalanmagan (nodublyajli) o'lchash nuqtalarining soni.

Agarda o'zgaruvchilar me'yorlashtirilgan ko'rinishda aks ettirilgan bo'lsa, ichki zo'riqishlar baholarining dispersiyasi quyidagi formulaga ko'ra aniqlanadi:

$$\bar{S}_{ON}^2 = \bar{S}_{OM}^2 = n^{-1} \bar{S}_{\sigma}^2. \quad (7.30)$$

Baholarning qiymatlari haqiqiy ekanligida esa quyidagi formulalarga ko'ra hisoblanadi:

$$\bar{S}_N^2 = n^{-1} A^2 \bar{S}_{\sigma}^2; \quad \bar{S}_{M_x}^2 = \frac{I_x^2 \bar{S}_{\sigma}^2}{\sum_{j=1}^n y_j^2}. \quad (7.31)$$

(7.31) ifodalardan shu kelib chiqadiki, ichki zo'riqishlar bahosining aniqligi tenzometrlarni o'rnatilish koordinatalari kvadratlarining yig'indisiga mutanosib

tarzda ortadi, ya'ni dispersiyalar baholarining minimizatsiyasini, o'lchov vositalarini joylashtirish koordinatalari qiymatlari (x_j, y_j) moduli bo'yicha maksimal bo'ladigan tarh beradi. Qaralayotgan regressiya tenglamalarining statistik tahlili, ichki zo'riqishlarning baholarini topishdan tashqari, topilgan zo'riqishlar baholarining ahamiyatliligini tekshirishni, shuningdek ular uchun birlamchi matematik model regressiya tenglamalarining haqqoniylik sohasini aniqlashni va mutanosibligini tekshirishni o'z ichiga oladi.

Baholarning ahamiyatliligini tekshiruv. Agarda ko'rib o'tilgan eksperimentni rejalashtirishda noma'lum ichki zo'riqishlarning ro'yxati to'la aniqlikda tuzilishi mumkin bo'lmasa, u holda regressiya tenglamasiga ularning maksimal darajada imkoni bo'lgan sonini kiritmoq lozim; ahamiyatlilikni tekshirish ahamiyatsiz ichki zo'riqishlarni istisno qilish imkonini beradi. Qidirilayotgan noma'lumlar uchun ishonch intervalini qurish ularning ahamiyatliligini baholash uchun asos bo'lib xizmat qiladi [12, 34, 45, 47]:

$$|\Delta\theta_j| = \pm t_{p,n-k} \bar{S}_0, \quad (7.32)$$

bunda θ_j – ichki zo'riqish; $t_{p,n-k}$ – tanlab olingan ahamiyatlilik darajasidagi (odatda 5%), hamda $n - k$ ga teng bo'lgan erkinlik darajasi sonidagi Styudent mezonining qiymati; k – mustaqil o'zgaruvchilarning soni.

Agarda ishonch intervalining mutloq qiymati mos zo'riqishning mutloq qiymatidan ortsa, u holda so'nggisi ahamiyatsiz deb tan olinadi va regressiya tenglamasidan istisno qilinadi. Har bir topilgan zo'riqishning haqqoniyligi mustaqil baholanganida, ushbu zo'riqishlarning imkoni bor qiymatlari sohasini berilgan R ehtimollikda aniqlaydigan, ya'ni topilgan baholarning ishonchliligini tavsiflaydigan (7.32) dan olingan ishonch intervalidan foydalaniladi.

Birlamchi matematik model olingan regressiya tenglamalarining ***mutanosibligini tekshirish.*** Agarda shart bo'yicha sterjen chiziqli sohada ishlayotgan va (7.16) matematik model ma'lum bo'lsa, u holda bunday tekshiruv talab qilinmaydi. Eksperimentni rejalashtirish bosqichida matematik modelning ko'rinishi noma'lum bo'lsa, mutanosiblikni tekshirish majburiydir. U Fisher

mezoni F bo'yicha amalga oshiriladi:

$$F = \frac{\hat{S}_{ad}^2}{\hat{S}_b^2}, \quad (7.33)$$

bunda $\hat{S}_b^2$ – (7.29) bo'yicha hisoblanadigan dispersiya; $\hat{S}_{ad}^2$ – eksperiment natijalarining topilgan regressiya tenglamasiga nisbatan sochilishini tavsiflaydigan dispersiya, u quyidagi formulaga ko'ra hisoblanadi:

$$\hat{S}_{ad}^2 = \sum \frac{(\sigma_j - \hat{\sigma}_j)^2}{n - k - 1}, \quad (7.34)$$

bunda $\hat{\sigma}_j$ – regressiya tenglamasi yordamida j -tajriba uchun hisoblangan kuchlanish; σ_j – eksperimental tarzda olingan kuchlanish.

Fisher mezonining qiymati jadvaldagi qiymat bilan tanlab olingan ahamiyatlilik darajasi uchun (odatda 5%) taqqoslanadi. Bunday jadvallar matematik statistika bo'yicha ixtiyoriy adabiyotda keltirilgan. F mezonining jadvaldagi qiymatini qidirib topish uchun, $\hat{S}_b^2$ va $\hat{S}_{ad}^2$ dispersiyalarni hisoblashda foydalanilgan erkinlik darajalarining sonlarini ham bilish kerak. (7.29) va (7.34) ifodalarga muvofiq ushbu sonlar

$$f_1 = n(m - 1); f_2 = n(k + 1). \quad (7.35)$$

Agarda F mezonining hisobiy qiymatlari jadvaldagi qiymatlardan ortmasa, mutanosiblik gipotezasi qabul qilinadi (ya'ni, qaralayotgan modelni mutanosib deb tan olinishi lozim).

7.6. O'lchov asboblari va apparaturasini tarirovka qilish

O'lchov qurilmalarining asosiy xossalarini aniqlash uchun ularning tarirovkalashga oid sinovlari o'tkaziladi. Bunday sinovlarni o'tkazishda o'lchanayotgan kattalikning berilgan haqiqiy qiymatlarini yuzaga chiqarishni ta'minlaydigan, darajalovchi (graduirovka qiluvchi) uskunalardan foydalaniladi. Aniqlanayotgan xossalarning har biri uchun o'z ichiga turli omillar: harorat, namlik, magnit maydonlar va h.k. lar ta'sir koeffitsientlarini baholashni

kiritadigan darajalanish sxemasi ishlab chiqiladi. Olingan ma'lumotlar asosida xatoliklarni tahlil qilish sxemasi aniqlanadi [12].

Kucho'lchagich qurilmalarini darajalanishi odatda sinov mashinasidan yoki gidravlik pressdan foydalanib amalga oshiriladi; zo'riqishni nazorat qilish uchun tekshirilayotgan o'zgartirgich bilan ketma-ket tarzda namunaviy dinamometr o'rnatiladi. Namunaviy o'lchovning aniqlik sinfi (darajalanishning, shkalaning maksimal qiymatiga nisbat qilingan hamda foizlarda ifodalangan nisbiy xatoligi) shahodatlanayotgan kucho'lchagichning sinfi kamida 3 marotaba ortiq bo'lishi kerak. *Bosim datchiklarining* statik darajalanishi namunaviy monometrغا ega bo'lgan yukporshenli qurilmalar yoki gidravlik uskunalar yordamida amalga oshiriladi. Universal *ko'chish o'lchagichlar* va *tenzometrlar* shkalasining darajalanish bahosi $1 \div 5 \text{ mkm}$ bo'lgan mexanik yoki optik-mexanik komparatorlarda darajalanadi.

Darajalanishni bajarish jarayonida o'zgartirgichlar diapazonining yuqori chegarasining 0,1 ulushidan iborat bo'lgan pog'onalar bilan yuklantiriladi va yukdan bo'shatiladi; to'la sikl kamida olti marotaba takrorlanadi. Olingan natijalar bo'yicha o'zgartirgichning har bir pog'onadagi signallari o'rtacha qiymatlari hisoblab topiladi, shuningdek sezgirliги, nisbiy nochiziqliligi, mexanik gisterezisi aniqlanadi.

Normal kuchlanishlarning dispers muhitlar ichiga o'rnatilishga mo'ljallangan datchiklari, avvalambor, xuddi oddiy bosim datchiklari kabi uslubining o'zi bo'yicha gidrostatik kamerada darajalab olinadi. Gidrostatik sinovlarning natijalari bo'yicha sezgirlik, xossasining nochiziqliligi va mexanik gisterezisi aniqlanadi, asosiy xatoligi va aniqlik sinfi belgilanadi. Biroq, oddiy bosim datchiklaridan farqliroq, statik xossalarga o'zgartirgichning muhit bilan o'zaro hamta'siri shart-sharoitlarining ta'sirini qo'shimcha tarzda aniqlash zarur. Masalan, poydevorlar sinovlarini o'tkazish uchun standart mexanik xossalarga ega grunt yoki to'kma muhit tatimi chegaralarida kuchlanish holati komponentlarining berilgan qiymatlarini qayta tiklaydigan turli yordamchi

vositalar (odometrlar) qo'llanadi.

Ko'chishlar va tezlanishlar *vibrometrlarini* darajalashda berilgan garmonik tebranishlarni tug'dirish uchun, darajalov va sinov vibrostendlari qo'llaniladi. Ekssentrik va elektrdinamik vibrostendlar eng keng tarqalganlardan. *Ekssentrik* stendlarda ishchi platforma qaytarma-intilma harakati, chastotalari diapazoni $0,2 \div 5$ dan $80 \div 100$ Gs gacha bo'lgan elektryuritgich bilan harakatlanishga tushiriladigan, krivoshipli-shatunli mexanizm bilan vujudga keltiriladi. *Elektrdinamik* stendlarda mahsus boshqaruv bloki tomonidan ta'minlanadigan va vibroplatforma tebranishlarining chastotasi hamda amplitudasini sekin-asta tartiblanishiga yo'l qo'yadigan baquvvat magnitelektrik o'zgartirgich ishlatiladi. 1Gs dan kam chastotali va 500mm gacha amplitudali garmonik tebranishlarni yuzaga chiqarish uchun, yassi vertikal prujinali astatik mayatniklar, katta uzunlikka ega bo'lgan fizik mayatniklar va bo'lak moslamalar qo'llaniladi.

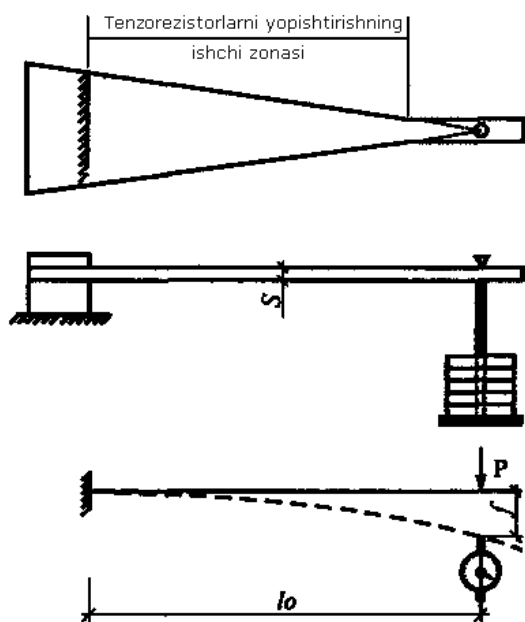
*Amplituda-chastotaviy xossalari*ni aniqlashda vibrometr yoki akselerometr stendning vibroplatformasiga generatsiyalanayotgan tebranishlar yo'nalishi bilan o'qma-o'q qilib mahkamlanadi. Vibroo'zgartirgichga o'lchov kanalining tegishli elementlari (kuchaytirgich, qayd qiluvchi asbob) tutashtiriladi, so'ngra vibroplatformaning tebranish chastotalari kichik-kichik pog'onalab o'lchanadi. Odatda, vibrostendlar indeksion xildagi o'zgartirgich va elektronnurli ossillograflar bilan jihozlanishi kerak.

Tekshiruv vositasi sifatida, kalibrlanayotgan vibroo'zgartirgich bilan yonmayon o'rnatilgan namunaviysidan foydalanish mumkin. Nazoratning bo'lak usulida tebranishlarning chastotasi va ko'lami o'lchanadi. Kalibrlanayotgan apparatura yordamida olingan vibrogramma bilan birvarakayiga chastotani aniqlash uchun berilgan chastotali signal yozib boriladi. Vibroplatforma tebranishlarining amplitudasini (yoki ko'laminini) o'lchashning eng aniq uslubi optik usuldir.

Okulyarli mikrometriga ega *o'lchov mikroskoplaridan* foydalaniladi. Mikroskopni vibroplatformaning boshi va oxiri (torsevoy) sirtlariga qaydlab

qotiriladi va qandaydir bir xos nuqtaning (masalan, olmos piramidacha qoldirgan izning) g'ira-shira tasviri uzunligi (ikkilanma amplitudasi) o'lchanadi. Yuqori $5 \div 10 \text{ kGs}$ chastotalarda va juda kichik $1 \div 2 \text{ mkm}$ amplitudalarda ko'chishlarni o'lchashning intersferometrik uslubi qo'llaniladi.

Tenzometrlardan farqli o'laroq, tenzorezistorlar qayta o'rnatilishi mumkin emas va, demakki, individual tarzda darajalanishi mumkin emas. Shu tufayli xossalar tenzorezistorlarni baholanayotgan partiyasining $5 \div 7\%$ ni tashkil qiladigan, qandaydir saylanma to'plami uchun aniqlanadi. Olingan natijalar statistika uslublarda qayta ishlanadi. Tenzorezistorlar tavsiflarining sinalgan saylanma to'plam uchun aniqlangan o'rtacha qiymatlari hamda ushbu qiymatlardan o'rtacha kvadratik og'ishlari, shuningdek harorat, namlik va bo'lak omillarning approksimatsiyalangan funksiyalari tenzorezistorlarning butkul partiyasiga xos deb olinadi. Tenzorezistorlarning deformatsiyalanishini ta'minlaydigan elastik etalon element sifatida ishchi sohasi moment bilan yuklantirilgan baravar qarshilikli (7.6-rasm) yoki doimiy kesimli to'sindan foydalanish tavsiya etiladi (7.7-rasm).



7.6-rasm. Baravar qarshilikka

ega to'sinli tarirovkalash qurilmasining sxemasi

To'sinning ishchi sohasidagi deformatsiyasini haqiqiy kattalik deb qabul qilinadi. Tenzorezistorlar to'sin o'qi bo'ylab cho'zilgan yoki siqilgan sirtlarga o'rnatiladi; to'sinni yuklantirish jarayonida to'sinning egilish (bo'g'ozlanish-vigib) o'qi (strelasi) o'lchanadi va to'sin sirtiy to'qimalarining nisbiy fibraviy deformatsiyalari mos ravishda baravar qarshilikli konsol to'sin uchun quyidagi formulaga ko'ra hisoblanadi:

$$\varepsilon = f \frac{3 S}{2 l^2}, \quad (7.41)$$

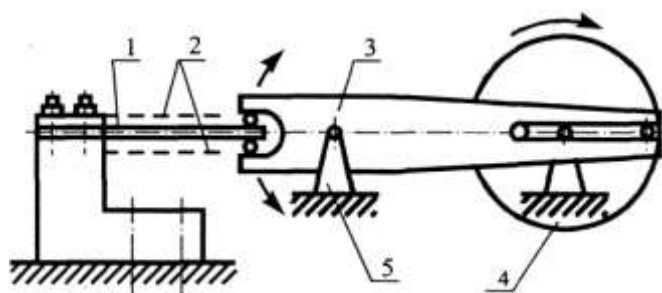
bunda f – konsol xilidagi to'sinning yukni yuklantiruv joyidagi maksimal salqiligi; S – to'sinning qalinligi, m; l – to'sinning uzunligi, sm.

Doimiy kesimli to'sin uchun (7.7-rasm) quyidagi formulaga ko'ra [14, 37, 49]

$$\varepsilon = f \frac{4S}{l_0^2}, \quad (7.42)$$

bunda f – to'sinning l_0 ga teng oralig'i chegarasidagi bo'g'ozlanishi; S – to'sinning qalinligi, sm.

Darajalash qurilmasida tenzorezistorlarning o'zgartirish statik xossasi, mexanik gisterezisi, oquvchanlik, sezgirlikka harorat ta'siri funksiyasi aniqlanadi. Tenzorezistorning charchash xossasi sxemasi 7.8-rasmda ko'rsatilgan uskunadan foydalanib aniqlanishi mumkin.



7.8-rasm. Siklik yuklashda tenzorezistorlarni darajalash uchun qurilmalar: 1 – darajalash to'sini; 2 – tenzorezistorlar; 3 – kulisa; 4 – krivoshipli mexanizm; 5 – tayanch

Tenzorezistorli darajalash konsol to'sini erkin uchining ko'chishi, krivoshipli mexanizm bilan harakatga keltiriladigan likillama kulisa (mexanizm yo'nalishini o'zgartirib turgich) tomonidan amalga oshiriladi.

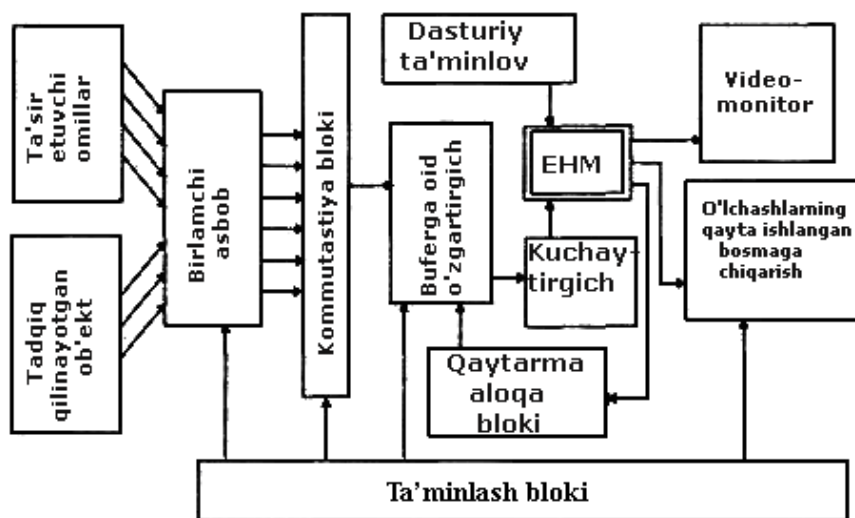
Tayanchni vertikal yo'nalishda siljishida siklning asimmetriya

koeffitsientini ham variatsiyalash mumkin. Deformatsiyalanish sikllari soni sanoq olgich (schetchik) bilan qayd qilinadi. Charchash tavsifini aniqlashda siklik deformatsiyalanishi amplitudaning bir necha pog'onalarida amalga oshiriladi va sikllar hamda, tenzorezistorlarning ishlamay qolishi ro'y beradigan soni qayd qilinadi. Modomiki siklik deformatsiyalanish jarayonida sezgir element materialida charchoq shikastlanishlari to'planib borar ekan, shuningdek bog'lovchi qatlamdagi adgezion aloqalarning izdan chiqishi ro'y berar ekan, u holda sekin-asta no'ldan qochish, ya'ni no'l yoki doimiy o'rtacha deformatsiya jarayonida tenzorezistorlar qarshiligining o'zgarish hodisasi namoyon bo'lib boraveradi. Ushbu hollarda tenzorezistorning ishlamay qolish alomati sezgir elementning uzilishi emas, no'lining nisbiy siljishi berilgan sathiga, masalan, 0,005 – 0,01% ga erishganidir.

Axborot-o'lchash tizimlari. Hozirgi vaqtda o'lchov texnikasida axborot-o'lchash tizimlari (AO'T – IIS) deb nomlangan ko'pgina manbalardan keluvchi axborotni berilgan dastur bo'yicha avtomatik tarzda to'plash, qayta ishlash va chiqarib berish uchun mo'ljallangan, ko'pfunksiyali ko'pkanalli avtomatlashtirilgan qurilmalar tarqalgan. AO'T larni loyihalashda, sanoatda ishlab chiqariladigan va asboblarda davlat tizimiga (ADT) kiradigan, unifikatsiyalangan bloklar va modullarning cheklangan to'plamidan iborat bo'lgan tizimning agregat-modulli tamoyilidan foydalaniladi. Bunday tuzilish axborot olish va uni qayta shakllantirish, saqlash hamda talab qilinadigan ko'rinishda bosmaga chiqarish uchun ayrim modullar va bloklarning metrologik, axborotli, konstruksiyaga oid va ekspluatatsion o'zaro mutanosibligini ta'minlaydi. 7.9-rasmda universal axborot-o'lchash tizimining strukturaviy sxemasi keltirilgan. Ushbu tizimga kiruvchi o'lchashlarning elektr vositalari axborotni qayta shakllantirishning, o'lchanayotgan kattalikni sezib qabul qilishdan boshlab, toki uni avtomatik tarzda qayta ishlash hamda qayd qilishgacha bo'lgan butkul majmuini ta'minlaydi. Odatdagi o'zgartirgichlar o'zida o'lchanayotgan kattalikning (ko'chishlar, tezlanishlar, zo'riqishlarning va

h.k.) qiymatlarini sezib qayd qilishga va xususiy elastik elementlarining ko'chishlari yoki deformatsiyalarini o'zgartirishga qodir, chiziqli mexanik tizimni namoyon qiladi [12, 34, 45, 47].

C7



7.9-rasm. Universal axborot-o'lchash tizimining strukturaviy sxemasi

Qurilish konstruksiyalarining sinovlarida turli ko'rsatkichlar va aks-sadolarni o'lchash amaliyotida favqulodda universalligi bilan ajralib turadigan, elektrli o'zgartirgichlar yoki elektrli o'zgartirgichlarga ega datchiklar yordamida amalga oshiriladi.

Elektr datchiklar yordamida deformatsiyalar, ko'chishlar, zo'riqishlar, tezlanishlar o'lchanadi. Ular ham laboratoriya, ham tabiiy sharoitlardagi eksperimentlarda ham statik, ham dinamik ta'sirlar mavjudligida qo'llanishi mumkin. Shu o'rinda elektrli o'zgartirgichlarning chiqaverishdagi signali keyingi o'zgartirish (kuchaytirish, integrallash) hamda masofadan turib uzatish va qayd qilish uchun qulaydir.

7.7. Konstruksiya va inshootlarni sinashning sinflanishi va uslubi

Inshootlarni guvohnomalash va sinashning asosiy tushunchalari, sinflanishi. Inshootlarni sinash deganda, tekshirilayotgan qurilish ob'ektlari

hamda ularning ayrim elementlarini ahvolini, shuningdek ishlay olish qobiliyatini oshkor qilish va tekshirish bilan bog'liq bo'lgan muolaja (operatsiya)lar majmuini tushuniladi. Ushbu muolajalar quyidagi asosiy majmualarga ajratilishi mumkin [12, 34, 45, 47]:

1)ko'zdan kechiruv, o'lchamlarini tekshiruv, materiallar sifatini yoritish, defektoskopiya va inshootning ahvolini belgilaydigan bo'lak omillarga aniqlik kiritish bo'yicha muolajalarni o'z ichiga oluvchi guvohnomalar;

2)ob'ektga tashqi (statik va dinamik) yuklarni qo'yilganida, tashqi muhit harorati hamda namligi va h.k. o'zgarganida tadqiq qilinayotgan ob'ektning ahvalidagi o'zgarishlarni tekshirishga sinovlar;

3)guvohnomalash va sinash natijasida olingan amaliy ma'lumotlar asosida o'tkaziladigan, ham inshoot tarkibiga kiruvchi ayrim konstruksiyalarni, ham butkul ob'ektni butunligicha mustahkamlikka, deformatsiylanishga, yoriqbardoshlilikka qayta hisoblari.

Guvohnomalashlar va sinovlarning sinflanishi turli alomatlariga ko'ra amalga oshirilishi mumkin. Ulardan eng asosiylarini keltiramiz.

Tadqiqot maqsadiga ko'ra sinflanish [12, 34, 45, 47]:

a) qurib bitkazilgan ob'ektlarni foydalanishga topshirilishidan avvalgi qabul qiluv guvohnomalaniishi va sinovlari;

b)foydalanishdagi ob'ektlarning ham tarhga ko'ra, ham alohida hollarda tayinlanadigan guvohnomalaniishi va sinovlari, masalan, inshootning rekonstruksiyasi, avariyaadan so'ng va h.k. hollarda ko'zda tutiladigan inshootning amaliy yuk ko'tarish qobiliyatini aniqlash uchun;

v)detallar va elementlarni tayyorlovchi zavodlardagi sinovlari;

g)ilmiy-tadqiqotga oid sinovlar.

Tadqiqot ob'ektlari bo'yicha sinflanish:

a)real ob'ektlarda o'tkaziladigan naturali guvohnomalashlar va sinovlar;

b)ayrim konstruksiyalar va ularning elementlarini mahsus uskuna yoki stendlarda, ham qurilish konstruksiyalarini sinovi uchun laboratoriyalarda, ham

qurilish poligonlari va maydonchalarida o‘tkaziladigan sinovlari;

v) tadqiq qilinayotgan inshootni butkul yoki uning ayrim detallarini kichraytirilgan masshtabda qayta namoyon qiluvchi modellardagi sinovlar. Modelli sinovlar, qoidaga ko‘ra, laboratoriya sharoitlarida o‘tkaziladi.

Quyilgan yuk xarakteriga ko‘ra sinflanishi:

a) statik sinovlar;

b) dinamik sinovlar.

Ushbu guruhlardan har birining yanada izchilroq tafsiloti quyiroqda ko‘rib o‘tilgan.

O‘zlashtirish uchun nazorat savollari

Sun’iy inshootlarni sinashning maqsadini yoriting.

Sun’iy inshootlarni sinashning vazifasini yoriting.

Sinovlarning qanday xillari mavjud?

Qabul qiluv sinovlari nima?

Foydalanishdagi inshootlar sinovlari qachon o‘tkaziladi va maqsadi?

Konstruksiyalar va detallarning seriyalab ishlab chiqarilishidagi sinovlari nima?

Ilmiy-tadqiqot sinovlarining vazifasi?

Sun’iy inshootlarni sinashning rivojlanish tarixiy bayonini keltiring.

Rostmana konstruksiyalarni sinash qanday amalga oshiriladi?

Qurilishda metrologiya va standartizatsiya asoslarini keltiring.

Metrologiya – bu nima?

Metrologik ta’minlovga nimalar kiradi?

O‘lchov vositalarini tekshirish – bu nima?

O‘lchov vositalarining metrologik shahodatlovi – bu nima?

Tekshiruv sxemasi – bu nima?

Tekshiruv vositalari – bu nima?

O‘lchov asbobi deganda nimani tushunasiz?

O'lchov o'zgartirgich – bu nima?
O'lchash deganda nimani tushunasiz va u nimalarni o'z ichiga oladi?
Sistematik (muntazam) xatolar sabablarini keltiring.
Tasodifiy xatoliklar sabablari?
Qo'pol xatolar sabablari?
Standartizatsiya – bu nima?
Mazmuniga ko'ra standartlarning turlari?
Texnik shartlarning standartlari nimalarni reglamentlaydi?
Texnik talablarning standartlarida nimalar ko'riladi?
Sinov uslublarining standartlarida qanday talablar qo'yiladi?
O'lchov vositalarining asosiy metrologik xossalarini keltiring.
Statik darajalanish xossasini bayon qiling.
Amplituda-chastotaviy xossa nima?
O'lchov o'zgartirgichlarining xossalari nima?
Asbobga oid xatolik nimani aks ettiradi?
Uslubiy xatoliklar nimani aks ettiradi?
Qo'shimcha xatoliklar qanday omillarga bog'liq?
Muntazam xatolik sabablari?
Eksperimentni rejalashtirishning asosiy nazariyalarini keltiring.
Bir omilli eksperimentni o'tkazish rejasini tuzing.
Eksperimentning randomizatsiyalangan rejasini tuzing.
Ko'p omilli eksperiment nima?
Rejalashtirish matritsasi nima?
To'la omilli eksperiment rejasini tuzing.
Serjen kesimidagi ichki zo'riqlashlar qanday aniqlanadi?
O'lchov asboblari va apparaturasini tarirovkasi qanday amalga oshiriladi?
Kucho'lchagich qurilmalarining darajalanishi.
Universal ko'chish o'lchagichlar va tenzometrlar shkalasining darajalanishi.

To 'sinli tarirovkalash qurilmasining sxemasini chizing.

Universal axborot-o'lchash tizimining strukturaviy sxemasini keltiring.

Konstruksiya va inshootlarni sinashning sinflanishi va uslubini bayon qiling.

8-BOB. TRANSPORT INSHOOTLARI VA KONSTRUKSIYALARINING STATIK VA DINAMIK SINOVLARI

8.1. Konstruksiya statik sinovining usul va vositalari

Umumiy talablar. Transport inshootlarining sinovlari tekshirish va sinovlarni amalga oshiradigan tashkilot tomonidan ishlab chiqilgan, va sinovni bajaruvchi tashkilot rahbari tomonidan tasdiqlangan sinov dasturi bo'yicha olib boriladi. Sinovlar dasturida quyidagilar bo'lishi lozim [12, 21, 22, 34]:

- sinovlar maqsadi va vazifalari ko'rsatilishi;
- sinovlar turi aniqlanishi (statik yuk bilan, dinamik yuk bilan);
- sinov yuklari bilan yuklash jarayonida instrumental va vizual nazorat qilinadigan xarakterli kesimlar aniqlanishi;
- sinov yuki tanlanishi va inshootni yuklash sxemasi ishlab chiqilishi;
- sinovlar vaqtida kuzatiladigan moslamalar ishlab chiqilishi;
- xarakterli kesimlar deformatsiya va ko'chishlarini qayd qiladigan asboblarning joylashtirish sxemasini ishlab chiqilishi;
- sinovlarni o'tkazish tartibi va olingan ma'lumotlarga ishlov berish tartibi aniqlanishi;
- sinovlar vaqtida ishni tashkillashtirish bo'yicha umumiy ko'rsatmalar berilishi;
- buyurtmachi majburiyatlari (muallaq sinov yukini taqdim etish, DAN vakillari yordami harakatni boshqarish, qutqaruvchi qayiq yoki kater

navbatchiligi, nazorat qilinadigan kesimlarga xavfsiz borish yo'lini ta'minlash) keltirilishi;

- inshoot sinovi bo'yicha ishlarni bajarishning aniq sharoitiga bog'lab mehnat muhofazasi bo'yicha talablar ko'rsatilishi.

Sinov yoki pishitish (yurgizib sinab ko'rish) boshlanishiga qadar inshootni imkon beruvchi hajmda tekshirilishi tugatilishi lozim:

- inshootni sinov yuki bilan yuklash imkonini o'rnatish (konstruksiya va butun inshoot ko'taruvchanlik xususiyati va yuk ko'taruvchanligini kamaytiruvchi chala ishlar, transport o'tishiga, sinov yukining kirishi va chiqishiga to'siqlar mavjud bo'lmashligi b.);

- o'tkazilgan yuklashlar natijasida sodir bo'lgan o'zgarishlarni aniqlash imkoniyati uchun inshoot holatini qayd qilish;

- ko'priklarda sinovlar dasturiga muvofiq sinov yukini o'rnatish va harakatlanish joyini belgilab qo'yish;

- har bir o'qqa umumiy sinov yuki og'irligi va bosimini o'rnatish, sinov yukini o'lchashni (bazasi, koleya eni, g'ildirak izlari va sh.o'.) amalga oshirish;

- dasturga muvofiq nazorat qilinadigan kesimlarda o'lchov asboblari o'rnatish (mahkamlash) va o'lchov bazasi, turi, asboblarning bo'linma (daraja) qiymatlari ko'rsatilib, ularni joylashtirishning amalga oshiruvchi sxemasini tuzish.

Sinovlar rahbari sinovlarni o'tkazuvchi tashkilot bo'yicha buyruq bilan tayinlanadi. Sinov oldidan sinov rahbari tomonidan sinovlar o'tkazishdagi to'siqlarni bartaraf etish bo'yicha, hamda ko'priklarga kirishdagi yo'l uchastkalarida transport vositalari va piyodalar harakati xavfsizligini ta'minlash bo'yicha chora-tadbirlar ishlab chiqilishi va uni buyurtmachiga topshirishi lozim.

Qo'llaniladigan asboblarning ko'rsatkichlari (aniqligi, o'lchov chegaralari, chastota tavsiflari va b.), ularni o'rnatish usullari va buning uchun foydalaniladigan moslamalar imkoni boricha kamroq xato va buzilishlar bilan

o'lchanadigan kattalik qiymatlarning barqaror (stabil) ko'rsatkichlarini olish imkonini berishi lozim. Sinovlar jarayonida asboblarning mexanik, iqlimiy va boshqa ta'sirlardan himoyalaniishi lozim. Agar sinovlar jarayonida havo harorati o'zgarishini asboblarning ko'rsatkichlariga ta'sirini bartaraf etish imkoni bo'lmasa, unda bu ta'sirni, imkoni boricha, asboblarning ko'rsatkichlariga ishlav berishda hisobga olish lozim bo'ladi.

O'rnatilgan o'lchov asboblarning ko'rsatishi taxmin qilinayotgan qiymatlaridan ancha katta bo'lgan, hamda konstruksiyalarning holatida kutilmagan o'zgarishlar (masalan, yoriqlar hamda po'lat element va birikmalarda bo'rtish sodir bo'lishi oshkor qilinganda, temirbeton elementlarda maydalanish belgilari paydo bo'lganda va betonning ushlashida, sinov yukini oshirmasdan egilish oshganda va sh.o'.) sodir bo'lgan hollarda, ishlar rahbari qaroriga ko'ra sinov to'xtatilishi kerak, sinov yuki esa sinaladigan inshootdan chetga chiqarilishi lozim. Keyingi sinovlar faqat konstruksiyalarning holati sinchiklab tekshirilgan, hodisaning sabablari aniqlangan va ularning xavflili baholangandan so'ng o'tkazilishi lozim.

Materiallar va konstruksiyalarni sinash uchun asbob-uskuna va asboblarning.
Presslar va sinov mashinalari. Presslar – talab qilinadigan tezlikda oshib boruvchi katta qiymatli (100kN gacha) teng tarqalgan kuch sodir qiladigan statik ta'sirli mashinalardir. Presslar yordamida materiallarning mustahkamligi aniqlanadi. Presslarning asosiy tavsiflari – ular yordamida sodir qilinadigan maksimal kuchlardir. Presslar uzatish (privod) turiga qarab gidravlik, mexanik (vintli, friksionli) va gidromexanik bo'ladi. Qurilish materiallarini sinashda ko'proq 25 dan 5000kN gacha maksimal kuch beradigan gidravlik va vintli presslar qo'llaniladi [12, 21, 22, 34]. Mazkur asboblardan ba'zi birlarining texnik parametrlari va ularning qo'llanish sohalari quyida taqdim etilgan. Quyida gruntlar sifatini nazorat qilish uchun, zamonaviy va asbob-uskunalarining yangi avlodlari va ularning texnik tavsiflari keltirilgan.



Soyuzdor ITI konstruksiyasining LKB-927 (ПСУ-02) asbobi [45] – gruntlarning maksimal zichligi va optimal namligini aniqlashga mo'ljallangan. Tayanch plitasining o'rtasiga konteyner – zichlantirilmagan gruntни joylashtirish uchun tagli va uchli (nasadkali) metall yig'ma silindr joylashtirilgan. Grunt standart balandlikdan

zichlantirilmagan gruntga standart yuk tashlab zichlantiriladi.

Bir tekislikda (СИКА 40/35-25) qirqish qurilmasi [45] – gruntlarni bir tekislikda qirqish usuli bilan sinash va [45] ga (kinematik yuklash,



qirqilishdagi 25 mm deformatsiyasi bilan) muvofiq mustahkamlik tavsiflarini aniqlash uchun mo'ljallangan.

Texnik tavsiflari: sinaladigan namuna diametri – 71,0 mm; sinaladigan namuna balandligi – 35,0 mm; yuklash – statik; maksimal vertikal (normal) yuk 600,0 kgs gacha; maksimal siljitadigan kuch – 240,0 kgs gacha; o'lchanadigan siljish miqdori – 0...7,0 mm.

Uch o'q bo'ylab siqish asbobi [45] – gruntlarni uch va bir o'q bo'ylab sinashga mo'ljallagan, gruntlarning uzoq muddatli mustahkamligi va deformatsiyasini o'rnatish uchun sinash ham mumkin.



Texnik tavsiflari: sinaladigan namuna o'lchamlari – 100,0x00,0x100,0 mm; yuklash – statik; maksimal vertikal yuk 600,0 kgs gacha; maksimal yonboshdagi bosim (yuk) – 600,0 kgs gacha; o'lchanadigan vertikal ko'chish – $0 \div 10,0$ mm; o'lchanadigan radial ko'chish – $0 \div 10,0$ mm.



ИСТ-2М asbobi [45] – zichlantirilmagan hamda berilgan yuk ostida dastlabki zichlantirilgan tuproqli (loyli) va qumli gruntlarning siljishga qarshiligini aniqlash uchun mo'ljallangan.



Gruntlarni sinash uchun kompression ПКГ-Φ asbobi [45] – quyidagilar uchun mo'ljallangan:

1) kompression siqish usuli bilan gruntlarni sinash va [45] bo'yicha quyidagi tavsiflarini aniqlash: deformatsiyanishi; siqilish koeffitsienti; deformatsiya moduli; siqilishga struktura mustahkamligi; filtratsiya koeffitsienti va ikkilamchi jipslashuvi; 2) cho'kadigan gruntlarni

sinash va [45] bo'yicha buzilmagan strukturali grunt namunasini sinash natijalari bo'yicha olingan nisbiy deformatsiya bo'yicha cho'kish tavsiflarini aniqlash; 3) [45] bo'yicha tabiiy va buzilgan strukturali loyli gruntlarni sinash va nisbiy deformatsiya bo'yicha gruntning shishish va kirishish tavsiflarini aniqlash.



Hajmli lotok [45] – gruntli asosning kuchlanganlik deformatsion holatini modellashtirish va elastik (kvadrat kesimli) asosdagi konstruksiya ishini tadqiqot qilish uchun mo'ljallangan. Asbob mexanik yuklovchi tizim,

gidravlik domkrat, har xil shakldagi shtamp, АИД-4 tenzometrik stansiyasi, soat tipidagi indikator, 6-ПАО progibomer va gruntdagi kuchlanish datchiklari bilan butlangan. Quyida beton, temirbeton va metall namunalarni siqilish, cho'zilish va egilishga sinash uchun zamonaviy asbob va asbob-uskunalarining yangi avlodlari va ularning texnik tavsiflari keltirilgan.

Sinov presslari yoki uzish (cho'zish) mashinalarini qo'llab o'tkaziladigan sinovlarda material mustahkamligining chegarasi, zarbali mustahkamlik, cho'zilish va egilishdagi elastiklik moduli, cho'zilishdagi uzayish, plastiklik koeffitsienti va boshqa shunga o'xshash tushunchalar bilan ish olib borish imkonini beradi. Sinov mashinalari vazifalariga bog'liq holda nazorat qilinadigan materiallarni siqilish, siljish, cho'zilish, qatlamlanish, uzilishga mustahkamligi va sh.o'. larga sinaydi. Har qanday holda ham keltiriladigan asbob-uskunalar yuqori aniqlikka ega asboblarni hisoblanadi va har holda, agar biz ularning zamonaviy versiyalari va modifikatsiyalari to'g'risida gap yuritsak, qoidaga ko'ra, xalqaro standartlar (xususan, misol uchun ASTM D638, D790; ISO 178; 527; 37; 34) talablariga javob beradi. Shuning uchun tabiiyki, sinov mashinalari nafaqat ishlab chiqarish, sanoat va qurilish ob'ektlarida ko'proq o'z tatbiqini topmoqda, balki o'quv yurtlari, ilmiy-tadqiqot institutlari, har xil laboratoriyalarda ham keng qo'llaniladi. Quyida taqdim etilayotgan sinov mashinalari – bular nafaqat elektromexanik yoki gidravlik prinsipda ishlayotgan sinov mashinalari, balki beton va boshqa qurilish materiallarini sinash zarurati tug'ilganda yuqori ehtiyojga ega bo'lgan asbob-uskunalaridir.



ППГ-1 turidagi gidravlik qo'l pressi [45] qurilish materiallari namunalarining statik sinovini vizual nazorat qilishga mo'ljallangan. Press modifikatsiyasiga bog'liq holda sinaladigan namunalarning asos yuzasi 110x145mm gacha va balandligi 290mm gacha bo'lishi mumkin. ППГ-1 turidagi sinov laboratoriya pressi, o'zining texnik tavsiflari chegarasida qurilish, yo'l va boshqa laboratoriyalar,

hamda ilmiy-tadqiqot institutlari va o'quv yurtlarida qo'llanishi mumkin. ППГ-1 turidagi presslarning o'ziga xos xususiyati ishlash oddiyligi, kichik gabarit va massaga egalidadir. Pressning ishlash prinsipi yuklash qurilmasida sodir qilinadigan bosimni namunaga uzatiladigan kuchga aylantirib berishga asoslangan. Bosim (kuchga proporsional) elektrik signalga o'zgartiriladi. Elektrik signal qayta ishlanadi va uning raqamli qiymatlari raqamli kuch o'lchagichga chiqariladi (RKO'). RKO' gidravlik press va uzish mashinalarida maksimal qiymatlarini qayd qilish bilan sodir qilinadigan kuchni o'lchash uchun mo'ljallangan.

Texnik tavsiflari: Markalarning yukni o'lchash diapazoni: press ППГ1 – 10 va press ППГ1–10K (g'ishtning egilishi) - $1 \div 10$ kN; press ППГ 1-50; press ППГ 1-50, press ППГ1-50K va press ППГ1-50P (100x100x400 prizmaning egilishi) – $5 \div 50$ kN; press ППГ1–70 (100x100x100 kublar uchun) – $7 \div 70$ kN. Massa – 35 kg gacha. Gabarit o'lchamlari 500x400x600 mm gacha. Ishchi fazo eni – 165 mm.

Kichik gabaritli ППМ–50МГ4, ППМ–100МГ4, ППМ–500МГ4, ППМ–1000МГ4, ППМ–1500МГ4 va ППМ–2000МГ4 sinov presslari [45]. ППМ–1000МГ4 va ППМ–1500МГ4 presslari betonli namunalar va g'ishtni egilish va siqilishga sinash uchun mo'ljallangan.



ПГМ-МГ4 sinov presslari qurilish materialлари namunalarini tegishli standartlar bilan me'yorlashtirilgan yuklash tezligida siqilish va egilishga sinash uchun mo'ljallashtirilgan. ПГМ-МГ4 larning o'ziga xos xususiyati gabariti va massasining kichikligi, elektroprivodning shovqinsiz ishlashi va chet elda ishlab chiqilgan ko'pplunjirli nasoslarni qo'llash hisobida pulsatsiyaning yo'qligi, [45] bilan (sinash usuliga bog'liq holda) aniqlanadigan yuklash tezligini avtomatik ushlab turishni ta'minlovchi yuklash jarayonining mikroprotssessor boshqaruvi, sindiruvchi yukni qayd qilish, masshtab koefitsientini hisobga olib mustahkamligini hisoblash, boshqaruv blokini arxivga o'tkazishlardan iborat.

Sinov natijalari indikatsiyasi raqamli (grafik displey yonib turadi). Boshqarish pultidan boshlang'ich ma'lumotlarni (material turi, namuna o'lchami, yuklash tezligi) kirgizish dialog rejimida amalga oshiriladi. Sinov jarayonida olingan ma'lumotlar avtomatik ravishda arxivlanadi, o'lchov sanasi va vaqti bilan markalanadi hamda keyinchalik hujjatlashtirish imkoni bilan PK ga uzatiladi.



JYS–2000A sinov pressi [45] beton, sement, g‘isht va sh.o‘. qurilish materiallarini siqilishdagi mustahkamligini tekshirish uchun mo‘ljallangan. **JYS–2000A** sinov pressi yukni qo‘yishning gidravlik sxemasini va raqamli displeyda natijalar tasvirini ko‘rsatadi, va shu bilan foydalanuvchiga yuklashning qulay sxemasini hamda sinov to‘g‘risida aniq va ishonchli ma’lumotlarni taqdim etadi. *Raqamli tasvirning o‘ziga xos xususiyatlari:* yuk va yuklash tezligining raqamli tasviri; berilgan nuqtada saqlash va to‘xtatish funksiyasi bilan yukning tekis o‘zgarishi; ruxsat etilgan yuk, uning maksimal qiymatini qayd qilish, ko‘rsatkichlarini to‘g‘rilash va kalibrovka funksiyasi, LCD displeyi, foydalanish qulayligi.

Texnik tavsiflari:

Maksimal yuk – 2000kN. Yukning o‘lchash diapazoni – SK ning 4...100%. Kompression plastinalar orasidagi maksimal masofa – 330mm. Kompression plastinalar o‘lchami – 220x220mm. Porshenning maksimal yo‘li – 0÷20mm. Porshenning maksimal tezligi – x30mm/daq. Kolonnalar orasidagi masofa – 300x200mm. Moyli nasos motorining quvvati – 1,5kVt. Kuch ramasining o‘lchami – 855x380x1435mm. Vazni –**1000**kg.



WDW–20E elektromexanik universal sinov mashinasi [45] 20 kN maksimal yuk bilan asosan nometall materiallarning cho‘zilish, siqilish va egilishda mustahkamlik ko‘rsatkichlarini aniqlash uchun sinov o‘tkazishga mo‘ljallangan. U oliy o‘quv yurtlari, ilmiy-tekshirish institutlari va amaliy fan akademiyalarining materiallar qarshiligi laboratoriyalarida o‘rnatilishi mumkin.

WDW–20E mashinasining o‘ziga xos xususiyatlari: qo‘zg‘aluvchi traversda

yuqori aniqlikdagi kuch datchigi (tenzodatchigi) oʻrnatilgan; sinov mashinasi operatori va uning qimmat turadigan uzal (qism) larini himoya qilish traversning chegaralovchi yoʻlini oʻrnatish va dasturiy taʼminlovni toʻgʻrilash orqali amalga oshiriladi; privod va kuch datchigini ortiqcha yuklanishidan himoya qilish uchun avariya holati va uskunaning sinishini oldini olishga sinov mashinasi ishining dasturiy blokirovkasi oʻrnatiladi; sinaladigan namunani oʻrnatish vaqtida travers holatini aniq oʻrnatishda qoʻlda boshqarish uchun qulay pult; qisqichlari – tekis va gʻoʻlasimon (dumaloq) namunalar uchun ponasimon. Dasturiy taʼminlovni toʻgʻrilash, yuqorida belgilanganidek koʻpprofilli, va mustahkamlik tavsiflarini foydalanuvchi tomonidan berilgan standartlarga muvofiq avtomatik ravishda aniqlash imkonini beradi, ammo asosiysi xalqaro standart ISO 6892 [45] va u boʻyicha aniqlanadigan tavsiflar hisoblanadi. *Koordinatalarda yuklash diagrammasini qurish:* yuk – vaqt; siljish – vaqt; yuk – siljish; yuk – deformatsiya; deformatsiya – vaqt.



PMC–MF4 sinov mashinasi [45] oʻzining texnik imkoniyatlari chegarasida konstruksion materiallar namunalarini choʻzilish, egilish va b. larga mexanik sinash uchun moʻljallangan. *Mashina quyidagilarni taʼminlaydi:* dialog rejimida klaviatura yordamida maʼlumotlarni kirgizish va boshqarish; berilgan

algoritm boʻyicha namunalarni sinash; sinov jarayonining toʻla avtomatlashtirilishi; sinov natijalarini matematik qayta ishlash; displeyda sinov natijalari toʻgʻrisida axborot berish; tashqi qurilmalar bilan aloqa qilish; sinov bayonnomasini (grafik va jadvallarni) printerda chiqarish; ekstenzometrni ulash. Ularning modifikatsiyasi – bir kolonnali stol ustida turadigan: PMC–0,1; PMC–0,5; PMC–1,0; PMC–2,0 PMC–5,0 tegishlicha eng koʻp chegaraviy yuk bilan 0,1 dan 5 kN gacha; ikki kolonnali stol ustida turadigan: PMC–10; PMC–

30; PMC–50; PMC–100 tegishlixa eng ko‘p chegaraviy yuk bilan 10 dan 100 kN gacha.



TIME kompaniyasining Group Inc. seriyali WAW modeli WAW–2000A uzish mashinasi [45] oddiy va ishonchli ekspluatatsiyaga ega, har xil zich materiallarni statik cho‘zish, siqish va siljishda mexanik tavsiflarini aniqlash uchun foydalaniladi. Mashina o‘zining vazifasiga muvofiq beton, sement, rezina, va sh.o‘. larni laboratoriya sinovlari uchun mo‘ljallangan. Personal kompyuter displeyida yuk, deformatsiya va yuklash diagrammasi kabi sinov ko‘rsatkichlarini tasvirlaydi. Gidrotsilindr kuch ramasining tepasida joylashgan, cho‘zilishga sinashda kuch ramasining ostki qismidagi bo‘shliq, siqilish va egilishga sinashda esa traversning tepa qismi va gidrotsilindr asosi orasidagi bo‘shliqdan foydalaniladi. Yuqorigi travers harakatlanadi va sinash uchun to‘g‘rilanadi.

WAW–2000A mashinasi metallurgiya, qurilish, mashinosozlik, metall va nometall materiallar va ulardan buyumlar ishlab chiqish, qurilish industriyasi, hamda boshqa tarmoqlar, shu jumladan ilmiy tadqiqot ishlari olib borishda qo‘llaniladi.

Mazkur modelning o‘ziga xos xususiyatlari: maksimal yuk – 2000kN (200 ts); o‘lchamlari: dumaloq namunalarning – 15÷70mm; tekis namunalarning – 0÷50 mm; boshqarish shkafining – 600x430x960mm; kuch ramasining – 1510x1040x4700mm.



ИР-400-1М (Δ 1) sinov mashinasi

[45] ТОЧМАШПРИБОР (Moskva) markasi o'lchov aniqligi va ishonchligi hamda mashinani boshqarishda moslashuvchanlikni ancha oshiradigan avtomatlashtirilgan raqamli o'lchov tizimi bilan jihozlangan sinov asbob-uskunalarining yangi avlodini

ifodalaydi. Boshqarish organlari va indikatsiyasini chang-namlikdan himoyalangan diaganoli 17 dyuymli sanoat ekraniga chiqarish, mashinani boshqarishni ancha soddalashtiradi va chiroyli, toza, zamonaviy interfeysni ta'minlaydi. Bu mashinalarni ishlab chiqishda sanoat avtomatizatsiya sohasidagi dunyoning ilg'or ishlab chiqaruvchilarining asbob-uskunolari, butlovchi va texnologiyalidan foydalaniladi.

U chet el standarti bo'yicha material (buyum) larni standartlashtirilgan usulga muvofiq qattiqligi 42 HRC bo'lgan material (buyum) lar namunalarini statik rejimda bir o'q bo'ylab cho'zilishda va normal haroratda yuklash uchun mo'ljallangan. Mashina sinov jarayonini avtomatik boshqarish, sinov natijalarini avtomatik qayta ishlash va natijalarni bayonnoma va diagramma ko'rinishida nashr qilishni ta'minlovchi kompyuterlashtirilgan boshqaruv va o'lchov tizimi bilan jihozlangan.

Qo'llanish sohasi: metall va ulardan tayyorlangan buyum (prokat) lar ishlab chiqarish bo'yicha tashkilotlarning mexanik sinovlari laboratoriyalari, TBB zavodlari, ilmiy-tekshirish institutlari, o'quv yurtlari va sh.o'.

Mashina quyidagilarni ta'minlaydi: namunaga qo'yilgan maksimal yukni qayd qilish, dasturiy ta'minoti monitorda sinov bayonnomasi va diagrammasini yoki uning har bir qismini ko'rishni.

Konstruksiya va inshootlarni sinash metodikasi. Inshootlarni tekshirishda, transport inshootlarining cho'kishlari, ko'chishlari, yoriqlar va deformatsion

choklarning ko'rsatkichlari, konstruksiyalar elementlarining egikliklari o'lchanadigan, muhandislik geodeziyasi usullari keng qo'llaniladi. Muhandislik fotogrammetriya usullari bilan statik va dinamik ta'sirlar ostida konstruksiyalar elementlari nuqtalarining ko'chishlari va deformatsiyalari aniqlanadi. So'nggi vaqtlarda lazer interferensiyasi usullari omilkorona ravishda rivojlantirilmoqda [12, 21, 34, 45].

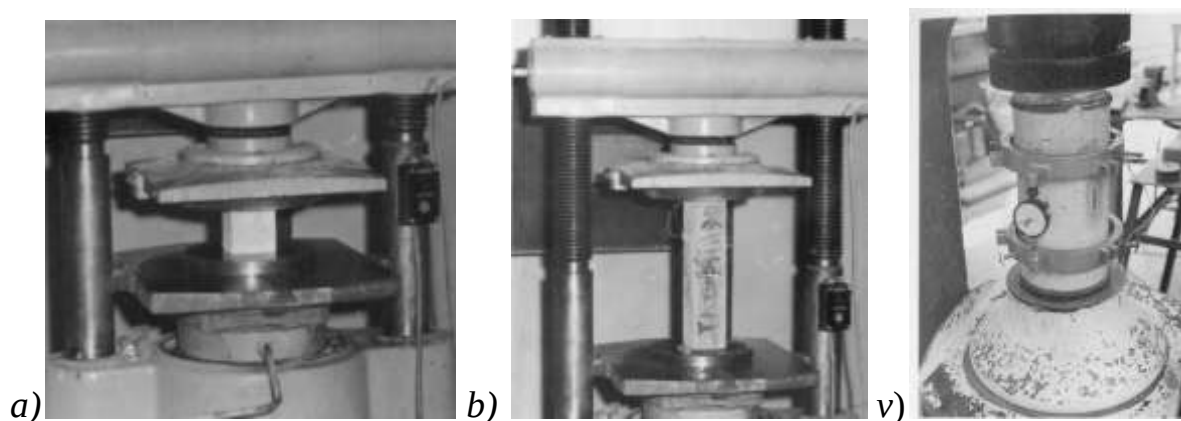
Shunga o'hshash metodikalar qurilish konstruksiyalari elementlarini yasaliş va ularni qurilish maydonchalaridagi montaji sifatini tekshirishda ishlatiladi. Qurilish konstruksiyalari elementlarini yasaliş sifatini nazorati sinovlarning sindiruvchi va sindirmaydigan usullaridan foydalanib amalga oshiriladi. Biroq, bunda buyumning haqiqiy ishi to'g'risidagi axborot 100% ta'minlanishiga qaramay, har bir buyumni sindirishgacha yetkazib sinash aqlga to'g'ri kelmaydi. Sindirmaydigan usul har doim ham sinalayotgan ob'ektning to'liq tafsilotini bera olmaydi, shu tufayli ikkala usul birgalikda ishlatiladi. Agarda ma'lum miqdordagi ob'ektlarning sindiruvchi va sindirmaydigan sinovlarini o'tkazib, sinovlar natijalarini taqqoslansa, ular aro qandaydir aniq bir bog'liqlikni aniqlash mumkin. Inshoot va binolarning sinovlari tekshiruvning tarkibiy elementi bo'lgani bilan, o'z metodikasi, apparatli ta'minlovi hamda qayta ishlash uslubotiga ko'ra eksperimental mexanikaning mustaqil yo'nalishini namoyon qiladi. Ushbu yo'nalishning maqsadi, eksperimental tadqiqotlar negizida konstruksiyaviy materiallarning tavsiflari, konstruksiyalar elementlarining o'zini tutishi va inshootlarning haqiqiy ishi to'g'risida ob'ektiv axborotni olish imkoniyatini beradigan usullar va vositalar yaratishdan iboratdir. Hech qanday, hatto eng aniq hisob-kitob ham real tizimlarning haqiqiy ishi haqida ob'ektiv axborot bera olmaydi. Qurilish mexanikasi, elastiklik va plastiklik nazariyasi, materiallar qarshiligi fanlarida ideallashtirilgan hisobiy modellarni hisoblashning eng zamonaviy usullari bayon qilinadi; biroq, ushbu usullardan har qaysinisi tajribalardan olingan ob'ektiv axborotdan kelib chiqqan bo'lishi kerak. Chunonchi, ulardan hech biri eksperimental tekshiruvlarsiz

amaliy hisob-kitoblarda foydalanishga tavsiya qilina olmaydi. Qurilish konstruksiyalari, binolar va inshootlarga ta'sir etuvchi yuklar: xususiy og'irlik, shamol va qor, kran yuklari va h.k. sezilarli o'zgaruvchanlik bilan tavsiflanadi.

Presslarda mustahkamlikka sinash metodikasi. Statik sinov jarayonida konstruksiya yoki uning ayrim elementlarining kuchlanish–deformatsiya holati statik yuk ta'siri ostida baholanadi. Namunalarni mustahkamlikka sinashga kirishishdan oldin, foydalanish mumkin bo'lgan presslarning tipi aniqlanadi. Presslarni tanlashda sindiruvchi yuk press chegaraviy yukining R_{tax} 0,2 dan katta va 0,8 dan kichigini (yuk o'lchashning berilgan shkalasida) tashkil etishi lozim. $0,2 \cdot R_{max}$ dan kichik sindiruvchi yukda ularni o'lchash aniqligi kamayadi, $0,8 \cdot R_{max}$ ga yaqin yuklarda esa zaruriy yuklash tezligini ta'minlash qiyin, pressning detallari va gidravlik tizimi esa katta yemirilishga uchraydi. Material pasportidagi ma'lumotlar va sinaladigan namunalar o'lchamlaridan kelib chiqqan holda sindiruvchi yuk chamalab (taxminan) hisoblanadi. Press plitasi butun yuzasi bilan namuna yuzasiga tegishi kerak. Bu shart namunani sinash vaqtida plita egilganda buzilishi mumkin. Bu hol sodir bo'lmasligi uchun plita va namunaning o'lchamlari orasidagi munosabatga amal qilish lozim bo'ladi, ya'ni namunaning eni plita qalinligining 1,25 dan kichik bo'lishi lozim. U toza bo'lishi kerak, iflosliklar va moy qoldiqlari bo'lmasligi kerak, chunki ular sinash shartini ancha o'zgartiradi [12, 21, 34, 45].

Siqilishga mustahkamligini aniqlash uchun, tegishli materialga standartlar bilan o'rnatilgan namunalar (har xil o'lchamli kub, silindr va prizmalar) qo'llaniladi (8.1-rasm). Namunalar ularni markazlashtirish belgisi mavjud pressning ostki plitasi o'rtasiga juda aniq joylashtiriladi. Namunalarni to'g'ri markazlashtirish uchun, pressning ostki plitasiga mahkamlangan va namuna markazi shablon markazi bilan mos tushganda signalli qurilmasi ishga tushadigan qilib graduировка qilingan maxsus shablonlar qo'llaniladi. Shundan keyin maxovikni aylantirib, ustki plita namunaga shunday yaqinlashtiriladiki, ular orasida ozgina bo'shliq qolsin. Press konstruksiyasiga bog'liq holda shar

ko‘rinishidagi sharnir kallakli ostki va ustki plitalarni aylantirib, namunaning butun yuzasi (tekisligi) bo‘yicha bir xil oraliqqa (zazor) erishiladi. Keyin ustki qo‘zg‘aluvchan plita maxovigini aylantirib, namuna plitalar orasiga qistiriladi, bunda namunaning ostki va ustki tomonlari yuzasi press plitasi yuzasiga to‘liq tegib turishiga erishiladi. Undan keyin ustki plitani shunday ko‘taradiki, u bilan namuna ustki tomoni yuzasi orasidagi bo‘shliq 2 – 5mm ni tashkil qilsin. Shu bilan namunani pressga o‘rnatish oxiriga etadi.



8.1-rasm. Betonli namunalarning standart sinovi: kub (a), prizma (b) va silindrlarni (v) siqilishga mustahkamligini aniqlash uchun

Pressni ishga tushirishdan oldin, yukning o‘lchash chegarasi to‘g‘ri tanlanganligiga ishonch hosil qilish kerak. Buning uchun o‘lchash diapazonlari qayta yoqish (pereklyuchenie) dastagi (richagi) ning talab qilinadigan chegara qiymatiga mos o‘rnatilganligini tekshirish lozim. Manometrlar bilan kuchlarni o‘lchash uchun kerakli manometr yoqiladi, asosan kichik miqdorli yuklarni o‘lchash uchun foydalaniladiganlari, boshqa manometrlar esa o‘chiriladi. Manometrlarni qayta yoqish uchun pulda har birining o‘z ventili mavjud. Kuch o‘lchagichlarning ko‘rsatgich mili nolda turishi lozim, qayd qiluvchi mili esa nolda bo‘lishi mumkin yoki shunday siljitish kerakki, kutiladigan chegaraviy yuk uning qarshisida o‘rnatilgan bo‘lagining (delenie) katta soniga mos kelishi kerak. Qayd qiluvchi ventilning maxovigi va moy chiqarish maxovigi yopiq bo‘lishi lozim.

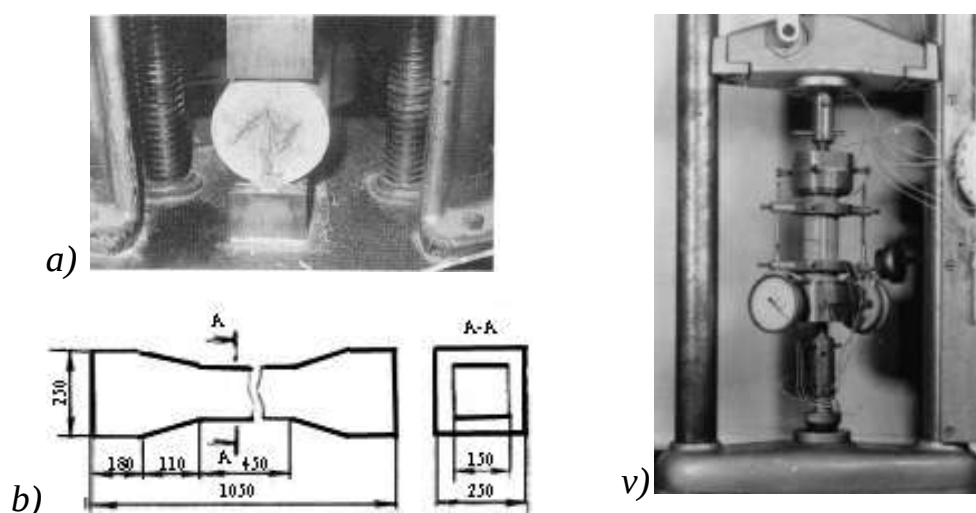
Press elektr dvigatelini ishga tushirgandan so'ng ventilning qayd qiluvchi maxovigi aylanib ishchi silindrga beriladiga moy ochiladi. Bunda namunaning ustki tomoni yuzasi va press plitasi orasida qoldirilgan bo'shliq yo'q bo'lishi va kuch o'lchagichning ko'rsatgich mili harakatining boshlanishi kuzatiladi. Yukning talab qilinadigan oshish tezligi tajriba yo'li bilan qayd qiluvchi ventil yordamida o'rnatiladi. Namunaning yemirilish (sinish) momenti ishlab turgan yuklash qurilmasida kuch o'lchagichning ko'rsatgich milini orqaga harakatlanishi boshlanishi bo'yicha aniqlanadi. Chegaraviy (sindiruvchi) yuk qayd qiluvchi mil ko'rsatgichi bo'yicha olinadi. Agar u bo'lmasa, ko'rsatgich milini e'tibor bilan kuzatish kerak bo'ladi. Harakatlanadigan mil yetib borgan bo'lakning eng katta soni chegaraviy yuk sifatida qabul qilinadi. Mustahkamligi past namunalarni sinashda yemirilish ko'proq davom etadi va ko'p hollarda yukning tekis qaytishi kuzatiladi. Bunday hollarda ham chegaraviy yuk sifatida shkala bo'yicha ko'rsatgich mili erishgan bo'lakning eng katta soni qabul qilinadi. Namuna singandan so'ng, dvigatelni o'chirmasdan, moyni gidrosilindrdan bakka tekis qaytarish lozim. Buning uchun qaytarish (tashlash-sbros) ventilini ochish va qayd qiluvchi ventilni yopish kerak. Undan keyin dvigatel o'chiriladi. Singan namunaning bo'laklari press (ostki va ustki) plitalaridan extiyotkorlik bilan shchetka yoki latta yordamida olib tashlanadi. Shundan keyin press keyingi sinov o'tkazishga tayyor bo'ladi.

Siqilishga mustahkamlik chegarasini hisoblash uchun sindiruvchi kuch P_s bevosita yoki kuch o'lchagich bo'yicha, yoki press uchun tayyorlangan tarirovka jadvali bo'yicha aniqlanadi. Manometrlardan foydalanilganda, sindiruvchi kuch press porsheni yuzasini pressdagi moy bosimining sinish momentidagi maksimal bosimiga (manometrning maksimal ko'rsatgichi) ko'paytirish orqali hisoblash mumkin. Namunaning press plitasiga parallel kesim yuzasi F sinash oldidan o'tkazilgan o'lchash natijalari bo'yicha o'rnatiladi. Namunaning siqilishdagi mustahkamlik chegarasi R (MPa) quyidagi formuladan aniqlanadi [12, 21, 34, 45]:

$$R = R_s / F. \quad (8.1)$$

Betonning cho‘zilishdagi mustahkamligi ikki usulda aniqlanadi: bevosita (o‘q bo‘ylab cho‘zilishga sinash) va bilvosita (yorilishga sinash orqali).

O‘q bo‘ylab cho‘zilishga oxiriga kengayib borgan va “sakkiz harfi kabi” deb nomlanadigan kvadrat kesimli namunalar sinaladi (8.2,a-rasm). Namunalar cho‘zilishda o‘rtasidan, eng qisqa ishchi qismidan sinadi (uziladi), u qismining kesimi 100x100, 150x150 yoki 200x200 mm dan iborat. Oxiridagi kengaygan qismining kesimi tegishlicha 150x150, 250x250 yoki 360x360 mm ni tashkil qiladi. Namunaning ishchi qismini uzunligi ishchi kesim o‘lchamiga nisbatan 3 marta, umumiy uzunligi esa etti marta katta. Kengaygan qismida diametri 6 mm li namunaning yuza tomoniga chiqib turgan va universal sinov mashinalariga biriktirish uchun mo‘ljallangan, po‘latdan qilingan armatura–montaj ilgaklar joylashtiriladi. Namunaga aniq markaziy cho‘zilish sodir qilish imkonini beradigan sangli ushlagichlar (цанговые захваты) va kardanli sharnirlar bo‘lganda, silindrik namunalardan foydalanish (8.2,v-rasm) va cho‘zilishdagi mustahkamlikning aniqroq qiymatlarini olish mumkin.



8.2-rasm. Namuna–silindrlarni yorilishga (a) va “sakkiz” shaklidagi namunalar (b) hamda silindrlarni (v) o‘q bo‘ylab cho‘zilishga sinash

Yorilishga siqilishga sinashdagi kabi kub va silindrlarni ham sinashadi

(kublar ikkita qarama-qarshi tomonlarida eni 14 mm bo'lgan charxlangan dami (faskasi)ga ega bo'lishi kerak. Namunalar pressga sxema bo'yicha (8.2,b-rasm) o'rnatiladi. Kublar qirrasi bo'yicha shunday o'rnatiladiki, siqish kuchi uning o'qi bo'ylab, silindrlar esa ularni tashkil etuvchilari bo'ylab (siqish kuchi diametr bo'yicha yo'nalsin) joylashsin. Yuklaganda namunalar ko'ndalang cho'zuvchi deformatsiyalardan yoriladi, shuning uchun yorilish kuchi – betonning cho'zilishdagi mustahkamligining bilvosita tavsifi. Mustahkamlik chegarasi R_{ts} (yorilishdagi cho'zilishga) quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$R_{ts} = 0,52 R_s / a^2, \text{ yoki } R_{ts} = 2 R_s / (\pi dl), \quad (8.2)$$

bunda R_s – tarirovka koefitsientlarini hisobga olib aniqlangan sindiruvchi yuk; a – kub o'lchami, sm; d, l – silindr diametri va uzunligi, sm.

Sinash uchun elementlarni tanlash. Inshootlarga yuk qo'yilganda, ishga uning hamma konstruktiv elementlari yoki faqat yuk qo'ygan joyga yaqinlari birgalikda jalb qilinadi. Masalan, ko'prik o'tish (harakat) qismining uning uzunligi bo'ylab har qanday joyiga qo'yilgan yuk ko'taruvchi fermaning belbog'lari va panjaralarining hamma elementlarida ichki kuchlar sodir bo'lishiga olib keladi; faqat “nolli” deb nomlanadigan sterjenlar ishga kirishmaydi.

Inshootlarni tadqiqot qilishda sinash uchun elementlarni tanlash bevosita yuk qo'yish joyini tanlashga bog'liq. Bunda quyidagi mulohazalarga tayaniladi [12, 21, 34, 45]:

1) keragidan ortiqcha vaqt va mablag' sarfini oldini olish maqsadida statik sinovlar o'tkazish uchun, zarur yuklanadigan elementlar soni minimal bo'lishi kerak;

2) tadqiqot qilinadigan konstruksiyaning hamma asosiy yuk ko'taruvchi elementlarini sinashda qamrab olinishi kerak; birinchi navbatda, jadal ishlaydigan elementlar va kerakli ishlash qobiliyati ishonchsiz bo'lgan, nuqson va shikastlanishlari mavjud elementlar sinaladi;

3) imkoni boricha statik tayanish va birikishning aniqroq sxemali

elementlari tanlab olinadi; boshqa sharoitlari bir xil bo'lganda inshoot qismining yonidagilari bilan qo'shimcha birikuvlaridan erkin, tadqiqot qilinadigan elementlar ishiga qiyin hisoblanadigan xatoliklarni keltirib chiqaradigan elementlarni tanlash maqsadga muvofiqdir.

Seriyali tayyorlanadigan namunalarni tanlashda ularni sinash uchun quyidagilarga amal qilish lozim. Ko'riladigan partiya buyumining sifati to'g'risida muhokama yuritish uchun eng yaxshi va eng yomon namunalar sinalishi lozim. Statik sinash uchun ularni tanlash vizual ko'rik, sindirmaydigan usullar nazorati va oldindan vibratsiyaga oid tekshiruv asosida amalga oshiriladi. O'rtacha baholash mazkur partiya buyumlarining ko'pchiligi uchun o'ziga xos bo'lgan holatiga tegishli bo'lgan namunalarni sinash natijalari bo'yicha beriladi. Sinash lozim bo'lgan buyumlarni tanlash, vizual ko'rik va texnik hujjatlarni o'rganish ma'lumotlari bo'yicha amalga oshiriladi. Sinash uchun eng kamida o'rtacha sifatli ikkita buyum tanlanadi. Agar ko'plab tayyorlanadigan buyumlar partiyasi 200 donadan ko'p bo'lsa, sinaladigan buyumlar soni butun partiyaning 1% dan kam bo'lmasligi kerak. Tanlab olingan buyumlar markirovka qilinadi, o'lchamlari, massasini aniqlash, armaturalar joylashishi va himoya qatlam qalinligi, texnik hujjatlarni tekshirish bilan guvohnomalanadi hamda guvohnomalash natijalari sinov qaydnomasi (ведомость) ga kiritiladi. Sinashga tayyorgarlik buyumni joyiga tashish (transportirovka qilish), uni pressga o'rnatish va sinov vaqtida sug'urtasini ta'minlashdan iboratdir.

Elementlarning yuklash sxemasi. Loyihaviy hujjatlarni ishlab chiqishda konstruksiyalarning yuklash sxemasi shunday tanlanishi kerakki, u konstruksiyaning foydalanish davridagi ish sharoitiga mos kelishi lozim va unda konstruksiyani bu sxema bo'yicha sinaganda, nazorat qilinadigan chegaraviy holat sodir bo'lsin. Agar konstruksiyani bitta sxema bo'yicha yuklaganda hamma chegaraviy holatlarni nazorat qilish imkoni bo'lmasa, unda konstruksiyani ikkita va undan ko'p har xil sxemalar bo'yicha yuklash ko'zda tutiladi.

Konstruksiyalarni sinash sxemasi tadqiqot qilinadigan elementlarda zaruriy kuchlanish va deformatsiyalarni sodir qilishni ta'minlashi lozim. Ammo bunda real imkoniyatlar va rejalashtiriladigan narxni hisobga olish zarur. Sinov narxi, o'tkazish vaqti va ish hajmi yuklar bevosita inshootlarga joylashtirilganda ancha kamayishi mumkin.

Sinov boshlashdan oldin, zarurat tug'ilganda, haqiqiy tarkib va sinov yukining og'irligini e'tiborga olib, ko'priknining dasturda ko'zda tutilgan yuklash sxemasiga oydinlik kiritish lozim bo'ladi. Inshootlarning statik sinovi, qoidaga ko'ra, ikki bosqichda olib boriladi [12, 21, 34, 45]:

- sinovlar birinchi bosqichining maqsadi bosh to'sin o'rta kesimida deformatsiyalar asliy ko'ndalang kesimlar ta'sir chizig'ini qurish hisoblanadi;
- ikkinchi bosqichda to'liq va sinov yuklari bilan asosiy nazoratli yuklashlar bajariladi.

Asosiy sinovni o'tkazish xavfsizligi uchun haqiqiy asosiy sxema asosida statik sinovlarning birinchi bosqich natijalari bo'yicha asosiy yuklashdan bosh to'sinlardagi kuchlarga aniqlik kiritiladi. Statik sinovlarning birinchi bosqichida asboblari bilan qayd qilinadigan, yoriqbardoshligi, deformatsiyasi bo'yicha oraliq qurilmalarning yuk ko'taruvchi elementlarida ruxsat etilganidan katta kuchlarni keltirib chiqarmaydigan mashina (yoki mashinlar kolonnasi) ko'rinishidagi yukdan foydalanishadi.

Vaqtinchalik yukni oraliq ko'ndalang bo'ylab o'rnatishlar soni beshtadan kam bo'lmasligi kerak, bunda ular inshootning bo'ylama o'qiga nisbatan simmetrik bo'lishi kerak, ular orasidagi masofa imkoni boricha bir xil bo'lishi lozim. Sinov yukining eng chetkisi ko'priknin polotnosidagi to'siqlar qurilmasiga maksimal yaqin o'rnatilishi kerak. Sinov yuki bilan konstruksiyani birinchi yuklash o'lchov asboblari ko'rsatkichlari bo'yicha ularni nazorat qilib, asta-sekin olib borish lozim.

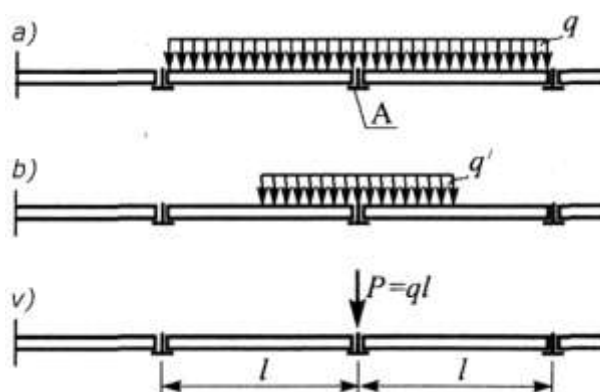
Qoida dasturida ko'zda tutilgan har bir sinov yukini har bir pog'onada ushlab turish vaqti o'lchov asboblari ko'rsatkichlari barqarorlashishi bo'yicha

aniqlanishi lozim, bunda yukni ushlash vaqti asosiy yuklashda 20 min dan kam bo‘lmasligi kerak. Konstruksiyalarning qoldiq deformatsiyalarini asosiy sinov yuki bilan birinchi yuklash natijalari bo‘yicha aniqlash lozim.

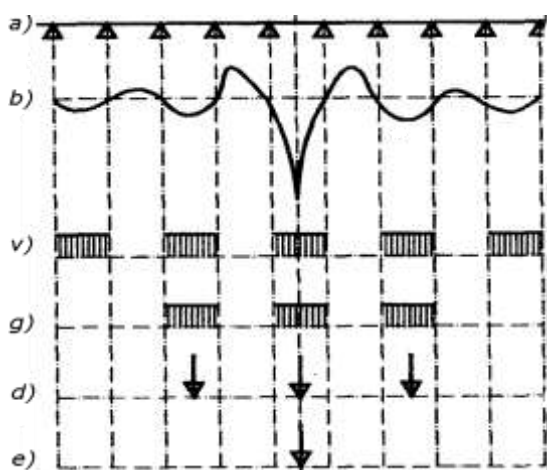
Yuklash sxemasi sinash uchun elementni tanlash bilan bir vaqtda aniqlanadi, chunki bu masalalar bir-biriga bog‘liq. Yuklar tarqalishining tanlangan sxemasi tadqiqot qilinadigan elementlarda aniqlanadigan tavsiflarni topish uchun yetarli, zaruriy kuchlanish va deformatsiyalar sodir qilishni ta‘minlashi lozim, ammo bunda mavjud bo‘lgan real imkoniyatlar (yuklash qurilmalarining ma‘lum turi mavjudligi) va sinash narxini hisobga olish kerak.

Oxirgisi juda ahamiyatga ega, chunki talab qilinadigan yukning kamayishi tajriba o‘tkazish jarayonini qisqartiradi va arzonlashtiradi, hamda yuklash va yukdan bo‘shatishni qisqa vaqtda bajarish imkonini beradi.

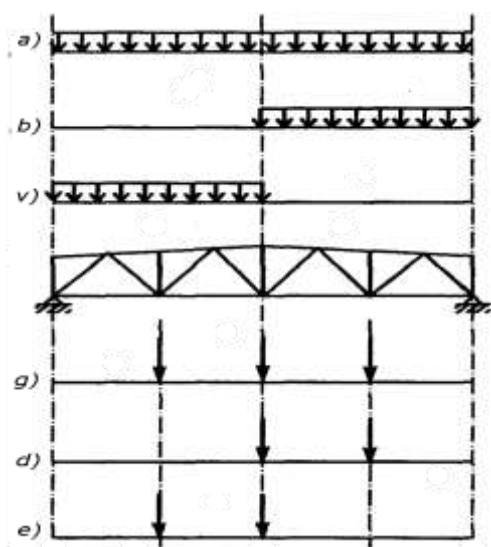
Alohida misollar sifatida quyida uzlukli plita (8.3-rasm), uzluksiz to‘sin (8.4-rasm) va poligonal fermalarni (8.5-rasm) sinash sxemasi tegishlicha teng tarqalgan va yig‘iq yuklari bilan keltirilgan. Taqdim etilgan sxemalar mehnat sarfi narxi bo‘yicha tejamli, sinash yuklarini nazorat qilish uchun ham, sinovni avtomatlashtirish uchun ham qulaydir.



8.3-rasm. Monolit uzlukli plitani sinash sxemasi: a – real sharoitdagi haqiqiy yuk; b – ekvivalent teng tarqalgan yuk (sinashning I varianti); v – ekvivalent yig‘iq yuk (sinashning II varianti)



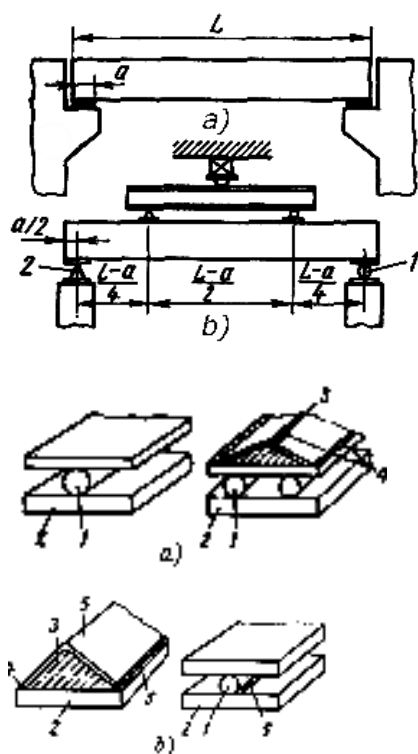
8.4-rasm. Ko'p oraliqli uzliksiz to'sinni sinash sxemasi: a – to'sin sxemasi; b – dala sharoitida to'sin yuklanganda eguvchi momentning ta'sir chizig'i; v, g – besh va uchta oraliqlarni teng tarqalgan yuklar bilan ekvivalent yuklash; d, e – uch va bitta oraliqni yig'iq yuk bilan ekvivalent yuklash



8.5-rasm. Poligonal fermani sinash sxemasi: a, b, v – real sharoitlardagi haqiqiy yuklash; g, d, e – fermani ostki belbog' bo'yicha yig'iq yuk bilan ekvivalent yuklash

Konstruksiyalar qanday holatda foydalanilsa, shunday holatda sinalishi kerak. Konstruksiyalarni gorizotal holatda gorizontol yo'nalgan kuchlar bilan sinayotganda konstruksiyalar o'zining xususiy vaznidan vertikal tekislik bo'yicha egilishini oldini oladigan bir nechta sharnirli qo'zg'aluvchan tayanchlarga joylashtirilishi kerak. Konstruksiyalarni sinashda tayanchlarning joylashishi bu konstruksiyalarni hisoblashda qabul qilingan tayanish sxemasiga mos kelishi kerak. Bir oraliqli erkin tiralgan konstruksiyalar kabi hisoblanadigan to'sin, plita va nastillarni ikkita sharnirli tayanirish kerak, jumladan, ulardan biri konstruksiyaga uning bo'ylama o'qi bo'ylab erkin siljish imkonini berishi kerak. Yig'iq yukni sinaladigan konstruksiyaga tarqatadigan to'sinlar orqali uzatishda to'sin ko'pi bilan ikki nuqtaga tayanishi lozim, jumladan tayanchlardan biri tarqatuvchi to'sin bo'ylab erkin siljish imkoniga ega bo'lishi kerak. Elementlarning haqiqiy tayanish sxemasi yoki mahkamlanishi

hisobiysidan farqlanadi. Masalan, ikki ustunga bir xil tayanadigan orayopma to'sini (8.6,a-rasm), sement qorishmali to'shamaga qo'yilgan. Hisoblashda esa bitta tayanch (1) sharnirli-qo'zg'aluvchi, boshqasi (2) esa sharnirli-qo'zg'almas deb qabul qilingan (8.6,b-rasm). Buyumni sinash maqsadi – mustahkamlikning qo'shimcha zaxirasini ta'minlaydigan hisobiy taxminlarni (predpolojenie) tekshirish. Shuning uchun sinashda loyihadagisiga mos keladigan maxsus sharnirli tayanchlar quriladi (yoki buyumning boshqa mahkamlagichlari). Sharnirli tayanchlarga misol 8.6-rasmida keltirilgan.



8.6-rasm. Yuqorida – ikki tayanchda to'sinning tayanish sxemasi: a – real sharoitda; b – sinashda; 1 – qo'zg'aluvchan tayanch; 2 – qo'zg'almas tayanch.

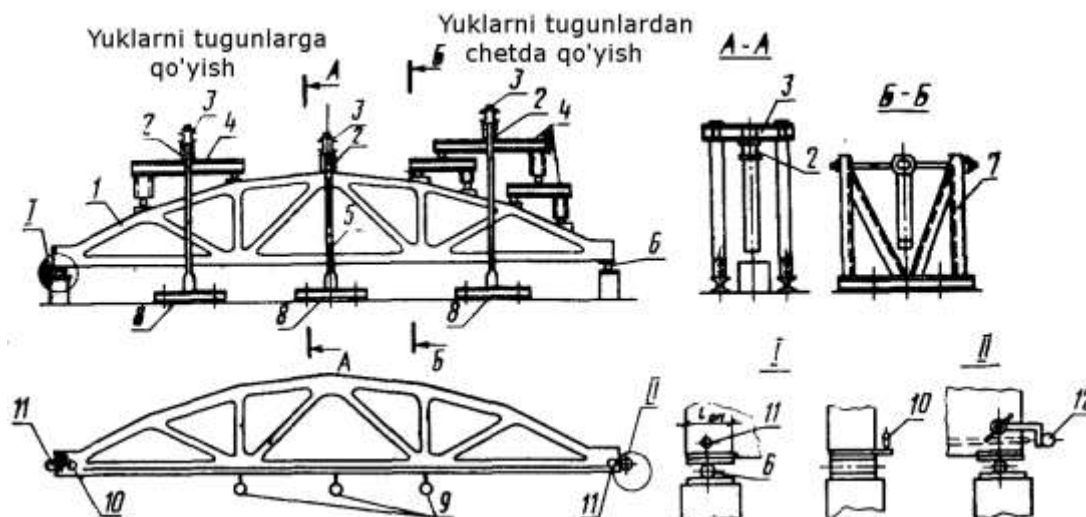
Pastda – sharnirli tayanch konstruksiyasi: a – quzg'aluvchilari; b – qo'zg'almaslari; 1 – katok; 2 – ostki plastina; 3 – beton; 4 – payvandli chok; 5 – po'lat burchaklik.

Tayanish orasidagi masofalar buyumning haqiqiy tayanishini hisobga olib belgilanadi. Masalan, to'sinda (8.6-rasm) sinov oralig'i to'sinning ustunga tayanish maydonchasi markazlari orasidagi masofaga teng.

Qoidaga ko'ra, buyumlar inshootda qanday holatda turgan bo'lsa, shunday holatda sinaladi. Agar sinash gorizonta! kuchlar beradigan asbob-uskunalarda o'tkazilsa, inshootda esa buyum vertikal yuklansa, buyumni tegishlixa 90° ga aylantirishga va uni gorizonta! yuk bilan sinashga ruxsat beriladi. Yuklarni pastdan yuqoriga uzatish holatlari ham mavjud, unda real sharoitdagi kabi yuk pastdan yuqoriga ta'sir qiladi. Bunda buyum 180° ga aylantiriladi. Hama holatldarda ham buyumni aylantirish shunday amalga oshirilishi kerakki, unda xususiy vaznidan yuk yo'nalishining o'zgarishi buyumlarda yoriqlar paydo bo'lishiga olib kelmasin. Odatda, aylantirish katoklash orqali amalga oshiriladi,

ko‘tarish va sinov holatiga o‘rnatishda esa buyumlar butun uzunligi bo‘ylab tayanadigan montaj to‘sinlar (traversalar) qo‘llaniladi [12, 21, 34, 45].

Fermaning sinash sxemasi 8.7-rasmda ko‘rsatilgan.



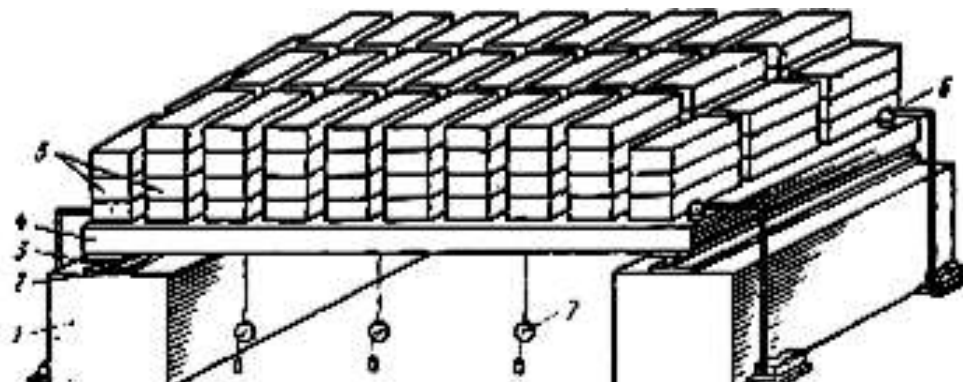
8.7-rasm. Tayanchlarning joylashish va fermani yuklash sxemalari:

1 – ferma; 2 – domkratlar; 3 – ko‘ndalang osib qo‘yadigan moslama (traversa)lar;
4 – bo‘ylama traversalar; 5 – tortgichlar; 6 – tayanch katoklari; 7 – ustunlar;
8 – bashmaklar; 9 – egikliklarni aniqlash uchun progibomerlar; 10 – ostki
belbog‘larning uzayishini aniqlash uchun progibomerlar; 11 – tayanchlarni cho‘kishini
aniqlash uchun indikatorlar; 12 – armatura uchlarining siljishini o‘lchash uchun indikatorlar

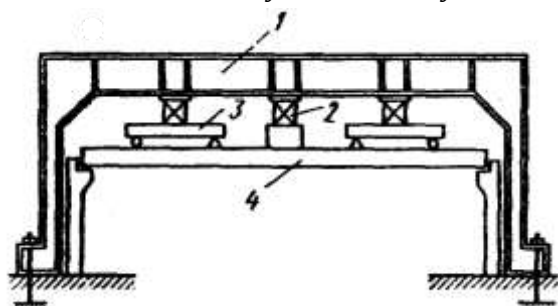
Buyumlarni yuklash usullari. Buyumlarni gidravlik domkratlar yordamida va maxsus sinov mashinalarida yuklash mumkin. Plita, nastil, panel va boshqa konstruksiyalarni teng tarqalgan yuklar bilan sinash rezinali balonlarda to‘ldirilgan siqilgan havo bir yoki bir necha yarusli qilib buyum ustiga taxlanadigan metall yoki betonli bloklar sifatida foydalaniladigan donali yuklar, suvli baklar, sochiluvchi materialli kutilar yordamida amalga oshiriladi (8.8-rasm).

Temirbeton konstruksiyalarni yuklashning eng ko‘p tarqalgan usuli – maxsus sinov stendlari va ustanovkalarida gidravlik domkratlar yoki donali yuklarni qo‘llash (8.9–8.12-rasm.). Ba’zida stendlarni ustunlari ko‘taruvchi polga mahkamlangan P-shaklidaga po‘lat ramalar ko‘rinishida loyihalashadi (8.9-rasm). Sinovlarda 40MPa atrofidagi bosimga mo‘ljallangan yuk

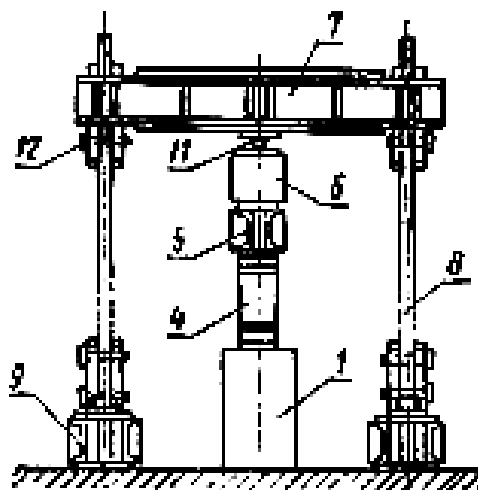
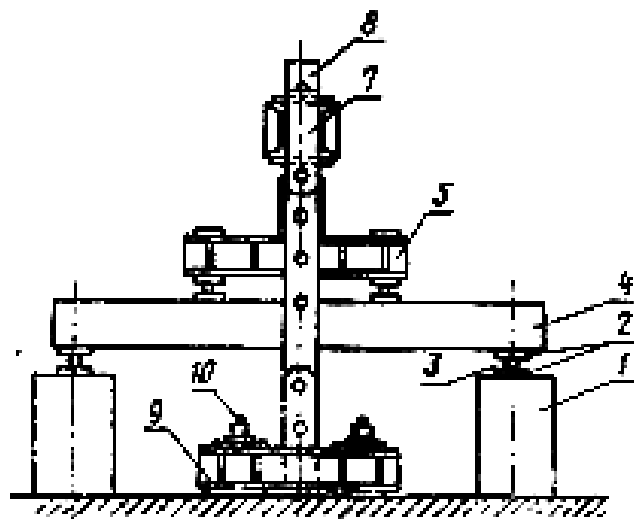
ko'taruvchanligi 200t gacha bo'lgan domkratlar qo'llashadi [12, 21, 34, 45].



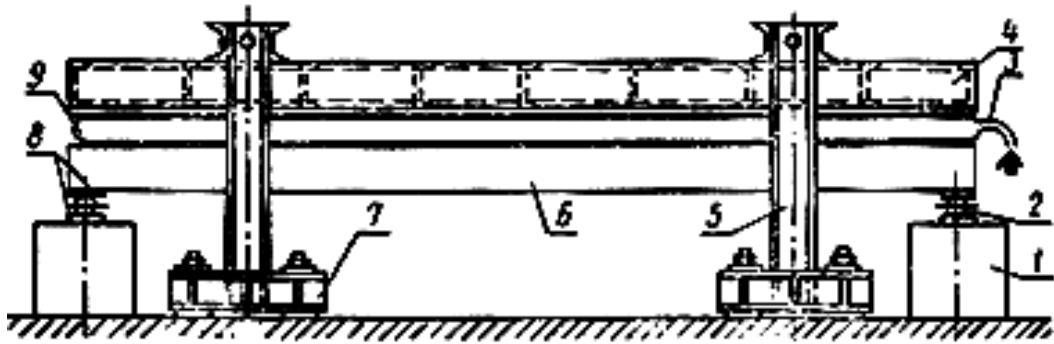
8.8-rasm. Donali yuklar bilan sinash: 1 – tayanch bloki; 2 – plastina; 3 – sharnirli tayanch; 4 – buyum; 5 – donali yuklar; 6 – indikator; 7 – progibomer



8.9-rasm. Ramali stand: 1 – rigel; 2 – domkrat; 3 – yuklovchi traversa; 4 – konstruksiya

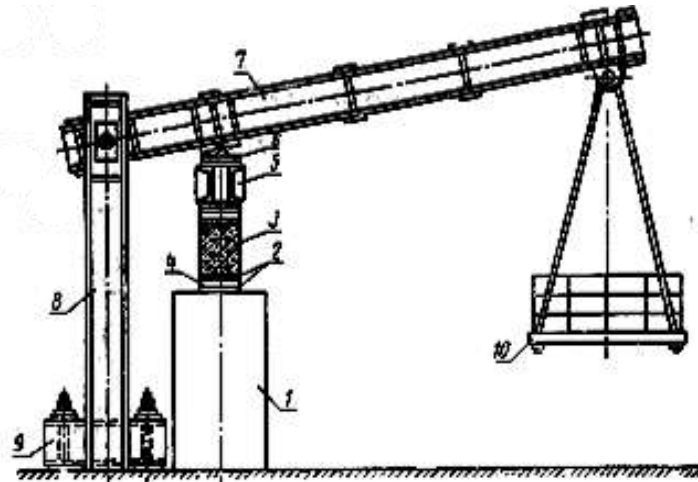


8.10-rasm. Ikkita yig'iq yuklar bilan to'sinli elementlarni sinash uchun stand sxemasi:
1 – stand tayanchi; 2 – po'lat plastinkalar; 3 – katok; 4 – sinaladigan konstruksiya;
5 – tarqatuvchi traversa; 6 – gidravlik domkrat; 7 – ko'ndalang traversa;
8 – ankerlangan ustun; 9 – ankerli traversalar; 10 – ankerli boltlar; 11 – po'lat shar;
12 – shtir (uchi qaytgan mix-markazlashtirish moslamasi)



8.11-rasm. Plitalarni siqilgan havo bilan sinash uchun stand sxemasi:

1 – tayanch; 2 – katok; 3 – siqilgan havoni xaydash; 4 – ustki rostverk;
5 – ko‘ndalang rama; 6 – sinaladigan konstruksiya; 7 – ankerli traversa; 8 – po‘lat
plastinkalar; 9 – havo o‘tkazmaydigan kamera



8.12-rasm. Richagli qurilma yordamida konstruksiyani yuklash sxemasi:

1 – konstruksiya tayanchi; 2 – po‘lat plastinkalar; 3 – sinaladigan konstruksiya;
4 – katok; 5 – tarqatuvchi traversa; 6 – ponali sharnir;
7 – richag; 8 – ustun; 9 – ankerli traversa; 10 – yuk platformasi

8.2. Statik sinovlarni o‘tkazish

Tayyorlov ishlari. Katta mehnat talabligi, narhi, ba’zi hollarda esa sinovlarni qaytarish imkoni yo‘qligi statik yuklashlarda ham butun oldinda turgan ishning ma’lum darajada samaradorligi, ham sinov davrida olinadigan hamma ma’lumotlarning ishonchliligini oldindan aniqlaydigan sinov dasturini sinchiklab tuzishni talab etadi. Sinov boshlashdan oldin zaruriy tayyorlov ishlari o‘tkazilishi kerak: yuklash moslamalari ta’mirlanishi va yuklar tayyorlanishi,

havoza (podmost)lar va chegaralovchilar (ograjdeniya) oʻrnatilishi, agar sinov sharti boʻyicha talab etilsa, asboblarning oʻrnatilgan joylar qoʻshimcha yoritgichlar bilan taʼminlanishi; tadqiqot qilinadigan obʼektdan foydalanish tanaffuslari kelishilgan boʻlishi va sh.oʻ. [12, 21, 34, 45].

Sinov oʻtkazish oldidan zaruriy hisoblashlar oʻtkazilishi kerak. Talab qilinadigan sinov yuklari aniqlanadi, bu yuklarga mos keladigan tadqiqot qilinadigan konstruksiyalar elementlarida sodir boʻladigan siljish, deformatsiya, kuchlanish va kuchlar aniqlanadi.

Bunday hisoblar guvohnomalashtirish natijalari asosida bajariladigan qayta hisoblardir va hamma loyihadan chetga chiqishlarni, materiallarning aniqlangan tavsiflarini, topilgan kuchsizlanishlar va sh. oʻ. larni eʼtiborga olib oʻtkaziladi. Bir nechta mumkin boʻlgan variantlarni tanlash imkonini beradigan, aniq ifodalanmagan hisobiy sxemali inshootlarda, oldindan qilinadigan hisoblar bu sxemalarni hammasi boʻyicha bajarilishi lozim.

Sinov natijalarini taqqoslash keyinchalik inshootning haqiqiy ishiga eng yaqinini tanlash imkonini beradi. Xuddi shunday materialning elastiklik moduli va boshqa tavsiflarini aniqlashda ham shunday yoʻl tutiladi, agar sinov boshlanishigacha ularning qiymatini ishonchli aniqlash imkoni boʻlmasa. Bu hisoblashlar mumkin boʻlgan diapazon chegarasida keyinchalik ularning haqiqiy qiymatlarini sinov natijalari boʻyicha aniqlab oʻtkaziladi.

Konstruksiyalarni sinash havoning musbat haroratida, betonning siqilishdagi mustahkamligi uning siqilish boʻyicha sinfiga mos keladigan va amaldagi standartga muvofiq oʻrnatilgan mustahkamligining kamida 90% ni tashkil qilganda olib boriladi. Manfiy haroratda saqlangan yoki bevosita issiq nam bugʻ bilan ishlov berilgandan keyin olib kelingan konstruksiyalar xonada 15°C dan yuqori haroratda kamida 1 kun sinashdan oldin ushlanadi.

Oʻlchov asboblari oʻrnatish. Sinovga tayyorgarlik koʻrishda asboblarni buyumga oʻrnatish joyi tanlanadi va ularning soni va nomenklaturasi aniqlanadi, yaʼni asboblarni oʻrnatish sxemasi ularning tavsifi va tipini koʻrsatib tuziladi.

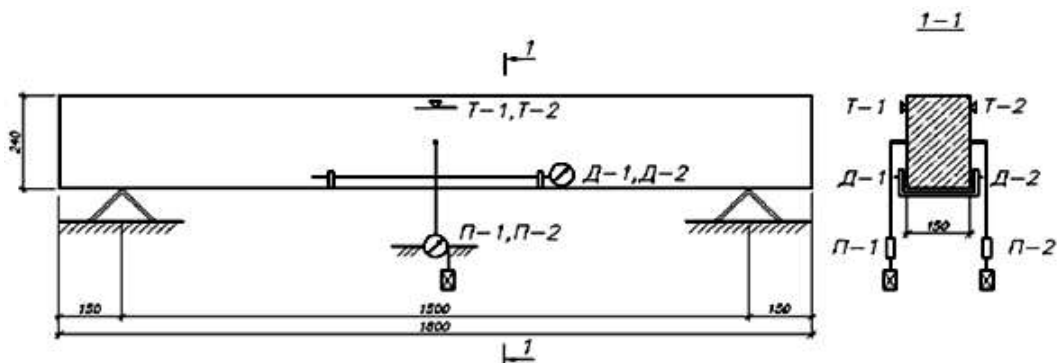
Sxemani tuzishda buyumning yuk ostida ish xarakteri hisobga olinadi, masalan, sinashning hisobiy sxemasi bilan aniqlanadigan kolonnaning nomarkaziy siqilishi, konsolli to'sinning egilishi, erkin tiralgan plitaning egilishi. Bunda quyidagi holatlar ham hisobga olinadi [12, 21, 34, 45]:

1) inshootning ish qobiliyatini aniqlaydigan, eng mas'ul parametrlarini o'lchash, har xil tamoyilida ishlaydigan asboblarni qo'llab xato qilish imkonini oldini olish uchun, parallel o'lchash (dublirovat) lozim. Masalan, progibomerlar bilan o'lchangan fermaning salqiligini, nivelirlash yo'li bilan o'lchash maqsadga muvofiq bo'ladi;

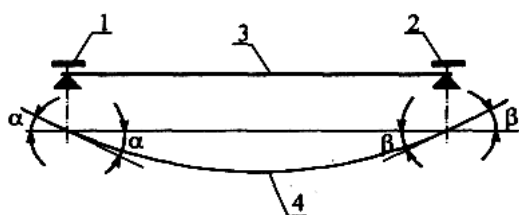
2) bir xil tipdagi asboblarning guruhiga xuddi shunday sharoitlarda turgan, inshootning ishiga qatnashmaydigan elementda joylashgan nazorat asboblari qo'shiladi. Nazorat asboblari ko'rsatkichining o'zgarishi o'lchov natijalariga tashqi omillarning ta'sirini hisobga olish va ularga tegishli tuzatishlar kiritish imkonini beradi;

3) shu bilan birga zaruratsiz o'rnatiladigan asboblarning umumiy sonini ko'paytirish kerak emas, ya'ni ortiqcha asboblarning olish vaqtini uzaytiradi va foyda keltirmasdan sinov o'tkazish hamda ularning natijalarini qayta ishlashni murakkablashtiradi;

4) qolgan boshqa bir xil sharoitlarda o'lchanadigan ko'rsatkichlar eng katta qiymatga erishadigan joylardagina asboblarning o'rnatilishi kerak. Hisoblar "nolli" bo'lgan zonada asboblarni o'rnatish maqsadga muvofiq bo'ladi (masalan, egiladigan elementning neytral o'qi bo'ylab o'rnatilgan tenzometrlar), aks holatda xatto o'lchashning o'zgina xatoligi olingan natijalarni ancha buzib ko'rsatadi. Tadqiqot qilinadigan hisobiy buyumning bir o'qli, tekis va murakkab kuchlanganlik holatini baholash maqsadida egiklik, buralish burchagi va deformatsiyalarni o'lchashda asboblarning joylashish sxemasi tegishli 8.13–8.17-rasmlarda ko'rsatilgan.

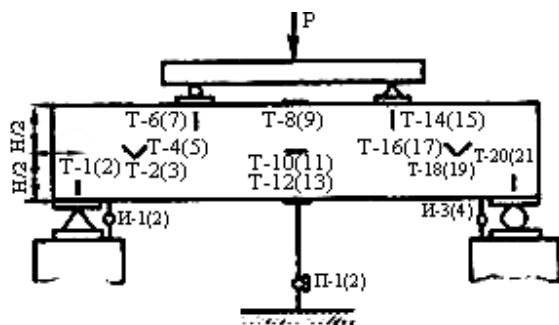


8.13-rasm. Asboblarni o'rnatish sxemalari: T-1, T-2 – mexanik richagli tenzometrlar (bazasi 100mm); P-1, P-2 – Maksimov progibomerlari; D-1, D-2 – deformometrlar (bazasi 500mm)

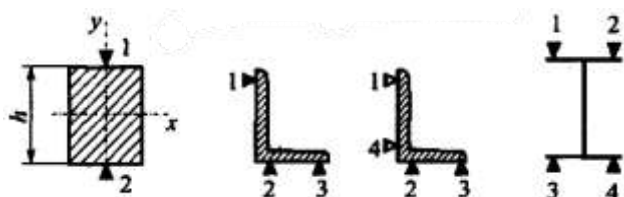


8.14-rasm. Qiyalik burchagini o'lchash uchun asboblarni o'rnatish:

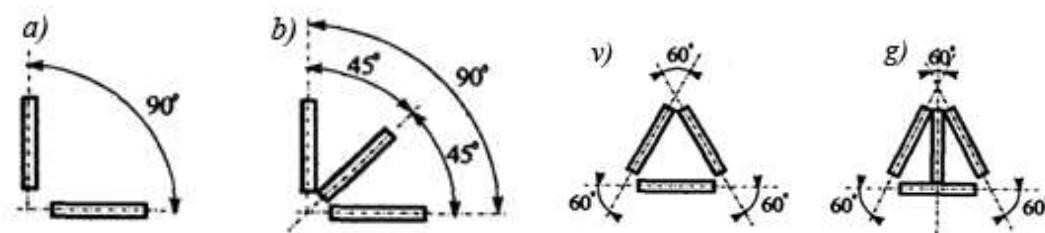
1, 2 – klinometrlar; 3 – to'sin o'qining dastlabki holati; 4 – to'sin egilgan o'qining elastik chizig'i



8.15-rasm. Sinaladigan to'singa asboblarni o'rnatish sxemasi: T – tenzometrlar; I – indikatorlar; P – progibomer (raqamlar bilan asboblarning nomeri belgilangan; qovs ichida – to'sin qarama-qarshi tomonida o'rnatilgan asboblarning raqami)



8.16-rasm. Tenzometrlarni sterjenning ko'ndalang kesimi perimetri bo'ylab joylashtirish: 1-4 – kesim tekisligiga tik o'rnatilgan tenzometrlar



8.17-rasm. Tenzometrlarni deformatsiyaning ikki o'lchovli maydonida joylashishi: a – 90° burchak ostida; b – to'g'ri burchakli rozetka; v – teng burchakli delta – rozetka; g – T – delta – rozetka

Murakkab kuchlanganlik holatida fibrali deformatsiyalarni o'lchash uslubiy masalada ham, tajriba masalasida ham murakkab hisoblanadi, chunki o'lchov asboblari material qatlamida joylashishi kerak, va ularning mavjudligi tadqiqot qilinadigan nuqtada kuchlanish maydonini buzilishiga olib kelmasligi lozim. Materialdagi deformatsiya yo'nalishi umumiy holda noma'lum. Asosiy (bosh) deformatsiyalar qiymati (3 ta parametr) va ularning yo'nalishini (ular ham 3 ta parametr) aniqlash uchun har bir tadqiqot qilinadigan nuqtaning zonasida kamida oltita asbob o'rnatish talab etiladi.

Bu maqsadda (yirik betonli massivlarda) mazkur sharoitlarda eng ishonchli natijalarni olishni ta'minlaydigan, yuqorida ko'rilgan strunali tenzometrlarni qo'llash maqsadga muvofiq bo'ladi. Betonlash vaqtida o'rnatiladigan asboblarni berilgan orientatsiyasini yo'naltirilishini saqlash muhim, buning uchun ular armaturali simlar bilan yengil, ammo mustahkam karkasga mahkamlanadi. Tenzometrlarning har bir guruhi yonida qayd qilinadigan ko'rsatkichlarga xatolik keltirib chiqaradigan harorat, betonning kirishishi va boshqa omillarning o'zgarish ta'sirini yo'qotish uchun nazorat asboblari joylashtiriladi. Deformatsiyalarni o'lchash uchun asboblari (tenzometrlar, deformometrlar) eng ko'p hisobiy kuch ta'sir qiladigan va asosiy (bosh) yo'nalishlardagi joylarga o'rnatiladi. Masalan, qo'sh tavrli to'sinni ko'ndalang egilishga sinashda (8.18-rasm) bo'ylama yo'nalish deformatsiyalari, eng ko'p normal kuchlanish va tegishlicha bo'ylama deformatsiyalarni keltirib chiqaradigan, eng katta eguvchi moment ta'sir qiladigan oraliqning o'rtasidagi ostki va, agar yuklash sxemasi imkon bersa, ustki qirralarida o'lchanadi. Bundan tashqari, urinma kuchlar maksimal qiymatga, normal kuchlanishlar nolga teng bo'lgan tayanch devori balandligining o'rtasida urinma kuchlanishlarni keltirib chiqaradigan eng katta ko'ndalang kuchni sodir qiladigan joylarda, tayanch kesimidagi bosh deformatsiyalar to'sin o'qiga nisbatan 45° burchak ostida o'lchanadi.

Siljishlarni o'lchash uchun, asboblari (progibomerlar, indikatorlar) sinov yukidan eng katta egiklik sodir bo'ladigan joylarga o'rnatiladi, nazorat uchun

esa hisob bo'yicha egiklik nolga teng bo'lgan joylarga. Masalan, to'sinni ko'ndalang egilishga sinashda egiklik oraliq o'rtasida va ikkala tayanchlarda o'lchanadi. Qoidaga ko'ra, asboblarning buyum har bir kesimining ikki tarafiga qo'yiladi, kengligi katta bo'lgan, masalan, plitalarda oraliq o'rtasida uchta asbob qo'yiladi – ikki chetiga va markaziga.

Hamma asboblarning sxemaga muvofiq o'rnatilishi va hisoblarni olish uchun qulay bo'lishi lozim. Asboblarni o'rnatish sxemasidan ularni mahkamlash bilan bog'liq noqulayliklar yoki buyumlar yuzasida nuqsonlar mavjudligi tufayli mumkin bo'lgan uncha katta bo'lmagan chetga chiqishlar, sinov o'tkazish rahbari bilan kelishilgan bo'lishi va sxemalarda chetga chiqishlarning haqiqiy o'lchamlari ko'rsatilib belgilanishi lozim. Sinov davrida beton yuzasida yoriqlarning paydo bo'lishi va ularning taraqqiy etishi kuzatiladi. Yoriqlar sodir bo'lganda, eng xarakterlisi va yiriklari belgilanadi (markirovka qilinadi) va buyum sxemasiga xarakterli nuqtalargacha bo'lgan masofasini ko'rsatib kiritiladi. Yoriqlar eni o'lchov lupasi yoki mikroskop bilan yukning har bir pog'onasida 0,1mm dan katta bo'lmagan xatolik bilan o'lchanadi. Birinchi o'lchashda beton yuzasiga lupa qo'yilgan joyni qalam bilan belgilashadi; keyingi o'lchashlarda esa lupa belgilangan joyga aniq qo'yilishi kerak.

O'lchovlar buyumlar va sxemadagi markirovkaga muvofiq yoriqlar raqami ko'rsatilgan maxsus qaydnomaga yozib boriladi.

Statik sinov o'tkazish tartibi.

Statik sinovlar o'tkazish tartibi quyidagicha [12, 21, 34, 45]:

- birinchi bosqich – bosh to'sin o'rta kesimida haqiqiy ko'ndalang ta'sir chizig'ini qurish – egilish, egrilik, uzayishlar;

- birinchi bosqichda olingan natijalarga ishlov berish, asosiy sinov yuklash sxemasini tanlash va tuzatish kiritish;

- sinov yuki bilan asosiy yuklashni amalga oshirish (sinovning ikki bosqichi);

- ko'ndalang va yordamchi bo'ylama to'sinlarni, qatnov qismi plitasini

asosiy sinovlari (zaruratda, sinovlar dasturi bilan aniqlangan);

- sinovlardan so‘ng konstruksiyalarni ko‘zdan kechirish;
- ma’lumotlarga ishlov berish, olingan natijalarni tahlil qilish, hisobot hujjatlarini tayyorlash.

Sinovlarning birinchi bosqichini o‘tkazish (ko‘ndalang ta’sir chiziqlarini qurish) uchun tadqiqot qilinadigan kesim sifatida bosh to‘sin oralig‘i o‘rtasidagi kesim belgilanadi. Har bir kesim bo‘linish darajasi 0,1mm dan katta bo‘lmagan, umumiy soni ikkitadan ko‘p bo‘lgan progibomerlar bilan ta’minlangan bo‘lishi kerak. Agar bosh to‘sinlarning tayanish nuqtalari yumshoqlikka ega bo‘lsa, unda to‘sinlarning tayanch oldi uchastkalari ham shuncha sonli progibomerlar bilan ta’minlanadi. Progibomerlar soni sinov yuklarining bir xil joydan o‘tish soni bilan shunday bog‘langan bo‘lishi kerakki, ularning ko‘paytmasi 6–8 ga teng bo‘lsin. Progibomerlardan tashqari tadqiqot qilinadigan kesimlarda o‘lchov bazasi 450 dan 500 gacha bo‘lgan, bo‘linish darajasi 0,002 mm dan katta bo‘lmagan statsionar deformometrlarni ham o‘rnatish lozim. Deformometrlar yordamida chetki siqilgan tola deformatsiyalari, ishchi armatura og‘irlik markazi sathida cho‘zilish deformatsiyalari yoki chetki cho‘zilgan tola (po‘lat konstruksiyalarda) deformatsiyalari aniqlanadi.

To‘la sinov yuki bilan asosiy yuklash jarayonida quyidagilarni o‘lchash lozim:

- inshoot va uning qismlarining umumiy ko‘chishi va deformatsiyalari;
- element kesimlaridagi nisbiy deformatsiyalar (kuchlanishlar);
- lokal deformatsiyalar (yoriq, choklarning ochilish eni, birikmalardagi siljishlar va sh.o‘.).

Bundan tashqari, konstruksiya turi, uning holati va sinovlar vazifasiga muvofiq burchak deformatsiyalari, inshoot qismlarining o‘zaro ko‘chishlari, element (vant, shprengel) laridagi kuchlar va sh.o‘. larni shlanishi amalga oshirilishi mumkin. O‘lchov asboblarini o‘rnatish joylari sinovlar natijasida vaqtinchalik vertikal yuklar ostida inshootning ishi to‘g‘risida yetarlicha to‘la

qonli tasavvurga ega bo'lishdan kelib chiqib belgilanadi. Ko'chish va deformatsiyalarni o'lchash uchun yuk ta'siri ostida ko'proq jadal (intensiv) ishlaydigan element va tugunlar, hamda tekshiruv natijalari yoki boshqa ma'lumotlar bo'yicha tekshiruvga muhtoj bo'lgan element va birikmalarni tanlash lozim.

Statik sinov yuklari va ularning turlari. Sinov yukidan inshootning har qanday elementlaridagi kuch, quyidagilardan katta bo'lmasligi kerak [12, 21, 34, 45]:

- chegaraviy holatlar usuli bilan hisoblangan inshootlarni sinashda, loyihada qabul qilingan, birga teng bo'lgan yuklar bo'yicha ishonchlilik koeffitsienti (yoki ortiqcha yuklash koeffitsienti) da, yoki to'la dinamik koeffitsientda harakatlanuvchi vaqtinchalik vertikal yukdan sodir bo'lgan kuchlardan;

- ruxsat etilgan kuchlanishlar usuli bilan hisoblangan (1962 y. gacha amal qilgan normalar bo'yicha) inshootlarni sinashda to'la dinamik koeffitsient bilan loyihada qabul qilingan vaqtinchalik vertikal yuklardan sodir bo'lgan kuchlarning 120% dan;

- pasaygan ko'taruvchanlik xususiyatiga ega bo'lgan elementlar va texnik hujjatlari mavjud bo'lmagan inshootlarni sinashda konstruksiyalarning aniq holatini va materiallar tavsiflarini e'tiborga olib aniqlangan, inshootlarning hisobiy yuk ko'taruvchanligiga mos vaqtinchalik vertikal yukdan sodir bo'lgan kuchdan.

Sinaladigan inshootlarning elementlarida sinov yuki keltirib chiqaradigan kuchlar, qoidaga ko'ra, quyidagilardan kichik bo'lmasligi kerak [12, 21, 34, 45]:

- temir yo'l ko'priklari, metropoliten va tramvay yo'li ostidagi, yuk ko'taruvchanligi juda katta bo'lgan avtomobilar (AB yuk) yo'li ostidagi ko'priklarni sinashda mazkur liniya va yo'l bo'ylab harakatlanadigan eng og'ir yuklardan sodir bo'lgan kuchlardan;

- avtoyo'l va shahar ko'priklarini sinashda ko'priklarning tegishli turi uchun to'la dinamik koeffitsient bilan loyihada qabul qilingan, vaqtinchalik

vertikaldan sodir bo'lgan kuchlarning 70% dan.

Statik sinovlarda yuk sifatida qabul qilish lozim: temir yo'l lokomotivlari va harakatlanuvchi tarkib, metropoliten poyezdlari va tramvay, transport avtomobil vositalari va b. larni.

Ko'priklarning ayrim elementlarini sinashda, konstruksiya bikrligini aniqlashda va boshqa shunga o'xshash hollarda yuk yaratiladigan kuchlarni qayd qilish bilan domkrat, lebedka va donali yuklar bilan yoki maxsus vaqtinchalik qurilgan suv basseyni (sun'iy hovuz) yordamida sodir qilinishi mumkin. Sinovda foydalaniladigan transport vositalarining og'irlik tavsiflarini sinov o'tkazishdan oldin oydinlashtirish lozim. Og'irlik tavsiflarini aniqlash aniqligi 5% dan kichik bo'lmasligi lozim. Lokomotivlar og'irligi, hamda temir yo'llar, metropoliten, tramvay va avtotransport yuklanmagan harakatlanuvchi tarkiblarining og'irlik tavsiflarini pasport ma'lumotlari bo'yicha qabul qilish mumkin.

Statik sinashda yuk ob'ektga inersiya kuchi ta'sirini yo'qotish uchun, ketma-ket, sakratmasdan va zarbalarsiz qo'yilishi lozim. Yuk va yuklash qurilmalari quyidagi asosiy talablarni qondirishi kerak: sinaladigan ob'ektdagi kuchlarni aniq topish imkonini berishi; imkoni boricha transportabelli va ularni o'rnatish va yechib olish uchun uncha ko'p vaqt va mablag' talab qilinmasligi lozim, sinash davrida yukni uzoq ushlab turishda uning stabilligi, ya'ni vaqt bo'yicha doimiyliigi ta'minlanishi lozim. Statik sinashlarda amalda hamma yuklarni teng tarqalgan va yig'iq yuklarga bo'lish mumkin.

Har qanday jadalli *teng tarqalgan yukni* quyidagilar yordamida sodir qilish mumkin: a) sochiluvchi materiallar (qum, chaqiq tosh, graviy va keramzitlar); b) mayda donali yuklar; v) yirik donali yuklar; g) suv bilan yuklash tizimi; d) havo bilan yuklash tizimi.

Yig'iq yuklarni dala va laboratoriya sharoitlarida quyidagilar asosida ta'minlash mumkin: a) yuklarni ilish; b) tarqatuvchi qurilma tizimi; v) tortuvchi qurilmalar tizimi (yuk ko'taradigan qurilmalar, chig'ir-yuk ko'taradigan

mashina-lebedkalar, yuk ko'taruvchi mexanizm-polispastlar); g) gidravlik va vintli domkratlar.

Bunda, sinash vazifasi (zavodda sinash, qabul qilishdagi, foydalanish va vayronalanish davridagi sinashlar) va konstruksiya turiga, hamda sinov yuklar qiymatiga qarab quyidagicha bo'lishi mumkin [12, 21, 34, 45]:

- me'yoriy yukning bir qismi bilan (yuk ko'taruvchi elementning hisobiy modeliga aniqlik kiritish uchun);
- to'la vaqtinchalik yuk uyg'unligining bittasi bilan (yoriqbardoshligi bo'yicha I va II toifali konstruksiyalarni yoriqlarni sodir bo'lish shartini tekshirish uchun sinashlar);
- me'yoriy vaqtinchalik yuklar va binoning qurilib bitmagan qismi vaznining (binoni ko'tarish davridagi sinov) yig'indisi bilan;
- hisobiy vaqtinchalik yuk bilan (maxsus vazifali unikal konstruksiyalarni qabul qilishdagi sinovlar);
- hisobiydan katta yuklar bilan (loyihaviy katta yuklar bilan qabul qilishdagi sinovlar);
- sindiruvchi yuklar bilan (seriyali chiqariladigan konstruksiyalarni zavodda sinalganda).

Sinov rejimi. Sinov rejimini tanlashda o'rnatiladi: 1) yuklashning talab qilinadigan jadalligi; 2) yuk qo'yish va undan bo'shatish bosqichlari; 3) ularni sinaladigan ob'ektda ushlab turish davomiyligi (vaqti). Agar inshootlar yoki konstruksiyalar *sinovdan so'ng foydalanishga topshirilishi lozim bo'lsa*, unda sinov ularning holatini (ahvolini) yomonlashtirmasligi lozim. Sinaladigan ob'ektga yuklarni qo'yish va uni ushlab turish bosqichida qoldiq deformatsiyalar rivojlanishi kerak emas va, undan tashqari, odatdagi foydalanish sharoitida butunligining buzilishi sodir bo'lmasligi mumkin edi. Shuning uchun maksimal *sinov yuki* o'rnatilgan chegaradan chetga chiqishi mumkin emas. Odatda, bu chegara sifatida uning eng noqulay holatidagi hisobiy yuk qabul qilinadi, faqat texnik shartlarga muvofiq ko'zda tutilgan, hisobiy yukdan katta sinov yuki

qo'yilgan holatlardan tashqaridagilari uchun.

Foydalanishga topshirilmaydigan *tajriba ob'ektlarini* sinashda, yuqorida ko'rsatilgan cheklovlar olib tashlanadi va maksimum yuk qo'yilgan vazifaga qarab belgilanadi. Agar sinashdan maqsad ko'taruvchanlik xususiyatini aniqlash yoki mahalliy shikastlanishlar (yoriqlar, ko'chib tushish (skol) va sh.o'.) sodir bo'lish shartini tekshirishdan iborat bo'lsa, unda maksimal yuk qiymatiga bevosita tajriba davomida olingan oraliq natijalarga muvofiq ravishda aniqlik kiritishadi. Ammo sinov boshlanguncha bu maksimum talab qilinadigan yuk hisoblash uchun taxminan baholanishi lozim. Bu yuk "zaxirasi bilan" olinishi kerak – sinov davrida uni yetishmaslik holatida ushlanishini oldini olish maqsadida.

Seriyali chiqariladigan temirbeton buyumlarni sinash va nazorat namunalarini tanlash quyidagicha amalga oshiriladi. Mustahkamlikka tekshirishda nazorat yuki konstruksiya tipi, qo'llanilgan beton xili va kutiladigan sinish xarakteriga bog'liq holda miqdoriy qiymatlari 1,4 dan 2,0 gacha olinadigan koefitsientga ko'paytiriladigan *hisobiy* yukka teng qilib olinadi. Birklikka tekshirishda nazorat yuki uning eng noqulay holatidagi *me'yoriy* yukka teng qilib qabul qilinadi. Yoriqbardoshlikka hisoblashda – yoriqbardoshligi *birinchi* toifaga mansub bo'lgan buyumlar uchun yuk *hisobiyning* 1,05 qismiga, *ikkinchi* toifaga mansublari uchun esa *me'yoriyning* 1,05 qismiga teng qilib olinadi.

Yuklash pog'onalari. Uni belgilashda shunga amal qilishadiki, bir tomondan, pog'ona qancha kichik bo'lsa, shuncha yuklash bosqichida asboblardan hisob olish ko'p bo'ladi. Shunda tadqiqot qilinadigan tavsifning grafigi aniqroq (ko'p nuqtalar soni bo'yicha) quriladi, bu ayniqsa yuk va tadqiqot qilinadigan tavsif orasidagi bog'lanishda nochiziqlik mavjud bo'lganda juda ahamiyatga ega; boshqa tomondan, yuk pog'onasining kamayishi ularning umumiy sonini oshishiga olib keladi; bu, o'z navbatida, sinash bosqichini uzaytirishga va sermehnattalablikka olib keladi. Bu holatlarni e'tiborga olib, har

bir alohida holatlarda optimal yechimlarni topish kerak bo‘ladi. Masalan, seriyali chiqariladigan temirbeton buyumli namunalarni nazorat sinovida quyidagi shartlarga amal qilinadi [12, 21, 34, 45]:

- konstruksiyaning *mustahkamligini* tekshirishda yuk pog‘onasi “xissasi” uni nazorat (ya’ni maksimal) qiymatining 10% dan oshib ketmasligi;
- konstruksiyalarni *bikrlikka* tekshirishda pog‘ona tegishli nazorat yukining 20% dan katta bo‘lmasligi lozim;
- elementlarni *yoriqbardoshlikka* tekshirishda tegishli nazorat yukining 90% ga teng yuk qo‘yilgandan so‘ng, har bir keyingi yuklash pog‘onasi yoriqlar sodir bo‘lgunga qadar, nazorat yukining 5% dan oshmasligi kerak.

Sinov natijalarining qayta ishlovini yengillashtirish uchun yukning ketma-ket pog‘onalari imkoni boricha bir xil bo‘lishi lozim. Konstruksiyani yuklashning boshlang‘ich pog‘onasini kichikroq (5% atrofida, ammo kutiladigan maksimal yukning 10% dan katta emas) olish lozim, chunki kuch qo‘yishni shakllashtirishning boshida ularning bir qismi tayanchlardagi taglik va yuklash qurilmalarining ostini bosilishi, tortgichlarning tortilishi va sh.o‘. larga sarflanadi. Bu yo‘qotishlarni kamaytirish uchun yuklashning boshlang‘ich pog‘onasidan tushirib, qayta yuklashga to‘g‘ri keladi. Bunday qayta yuklashlar o‘rnatilgan asboblarning ko‘rsatgichlarini “nolga” qaytishini tekshirish uchun ham foydali. Shu maqsadda qo‘zg‘aluvchi yuklardan foydalanishganda, sinovli qayta yuklashlar (пробные обкатки) amalga oshiriladi.

Yukdan bo‘shatish. Konstruksiyani yukdan bo‘shatish pog‘onasini yuklash pog‘onasidagidek olish foydali bo‘ladi. Bu bilan asboblarning ko‘rsatgichlarining “to‘g‘ri” va “teskari” harakatlarini taqqoslash yengillashtiriladi. Ammo sinov bosqichlarini tezlashtirish uchun ko‘p hollarda yukdan bo‘shatish pog‘onasi sonini kamaytirishga zarurat tug‘iladi. Bunday hollarda yuklashni shunday karrali pog‘onalarda olish lozim bo‘ladiki, unda tegishli nuqtalarning to‘g‘ri va teskari harakatlarining bir-biriga mos tushishi saqlansin.

Konstruksiyani takroriy (siklik) yuklaganda yuk har bir sikldan so‘ng

yukdan oxirigacha bo'shatilmasdan, birinchi (boshlang'ich) pog'onasi sathigacha tushirish lozim. Bu bilan zaruriy bikrlilik ta'minlanadi, chunki hamma yuklovchi qurilmalar yoqilgan holatda bo'ladi. Konstruksiyanı yukdan to'la bo'shatganda uncha katta bo'lmagan qiyshashish va siljishlar paydo bo'lishi mumkin, bu esa olinadigan natijalarni taqqoslashni qiyinlashtiradi. Yuk qo'yilgandan so'ng siljish va deformatsiyalarning ortish qonuniyatini aniqlash uchun, odatda berilgan doimiy yuk ostida ushlab turish yetarli bo'ladi: metall konstruksiyalar uchun – 15 dan 30 daqiqagacha, temirbeton konstruksiyalar uchun – 24 soatga yaqin, yog'och konstruksiyalar uchun – 12 soatdan bir necha kungacha. Agar konstruksiyada siljish va deformatsiyalar doimiy yuk ostida yuqorida ko'rsatilgan vaqtda so'nmasa, unda uni yuk ostida ushlab turish cho'ziladi. Agar siljish va deformatsiyalar oshishining sekinlashishi kuzatilmasa, unda sinaladigan konstruksiya mazkur sharoitlarda foydalanish uchun yaroqsiz hisoblanadi.

Seriyali chiqariladigan temirbeton buyumlar namunalarini tanlovli sinovi uchun *majburiy yuk ostida ushlab turish* ko'zda tutiladi [12, 21, 34, 45]:

– bikrlilik va yoriqbardoshlikka *nazorat yuklashlarda* – 30 daqiqadan kam emas;

– yuklashning har bir oraliq pog'onasidan keyin – 10 daqiqadan kam emas.

Sinov yuki ostida ushlab turish davomiyligi bir qator standart va me'yoriy hujjatlarda mavjud.

Sinash bosqichida bajariladigan ishlar. Qurilish ob'ektlari va konstruksiyalarini real va laboratoriya sinovlari jarayonida quyidagilar majburiy tartibda bajariladi [12, 21, 34, 45]:

- sinaladigan ob'ektni dastlabki yuklash;
- asboblarni ko'rsatgichlarini malakali yozib borish;
- sinaladigan ob'ektning texnik holatini vizual kuzatib borish;
- sinaladigan ob'ektning statik sinovini o'tkazishda texnika xavfsizligiga qat'iy amal qilish.

Konstruksiyani *dastlabki yuklash* sinashning boshlang'ich, *nazorat* bosqichidir. Bu bosqichda quyidagilar tekshiriladi:

- hamma ishning tayyorligi, birinchi navbatda, yuklaydigan moslamalar tayyorligi va sinovga tegishli ishi (ta'siri);
- konstruksiya mahkamlanganligining ishonchlili va o'rnatilgan asboblarning ko'rsatkichlarining to'g'riligi;
- *sinov* o'tkazishning belgilangan bosqichi uzil-kesil qayta ko'rib chiqiladi.

Konstruksiyani dastlabki yuklash jadalligi, odatda, sinov dasturida ko'zda tutilgan yukning birinchi pog'onasiga teng qilib qabul qilinadi.

Yuklash vaqtida aniqlangan ishlamaydigan asboblarning tuzatilishi yoki almashtirilishi lozim. Bunda ikki holat bo'lishi mumkin [12, 21, 34, 45].

1. Bir necha bor tashqi yuk ta'siriga uchraydigan ob'ekt tekshirilayapti. Bu holatda sinash oldidan yana bir marta yuklash natijasida uning holatini qandaydir sezilarli o'zgarishini kutishga asos yo'q. Hamma o'rnatilgan asboblarning ko'rsatkichlari dastlabki boshlang'ich yukdan bo'shatilgan so'ng o'zining boshlang'ich qiymatlariga qaytishi kerak edi. Ko'rsatkichlarning dastlabki holatiga qaytmasligiga quyidagi natijalar asos bo'lishi mumkin:

- *sinab ko'rish (pishitish)* deb nomlanadigani, ya'ni yuklashning birinchi siklida asbobning uncha katta bo'lmagan ruxsat etiladigan "noldan" siljishi. Asbob go'yoki ob'ektga ishlab moslashadi va keyingi sikllarda ishonchli ko'rsatkichlarni beradi;

- nuqsonli o'rnatish (tuzatilishi lozim bo'lgan) yoki almashtirish zarur bo'lgan asbobning o'zini qoniqarsiz holati.

2. Tadqiqot qilinadigan ob'ekt birinchi marta yuklanayapti. Inshoot va alohida konstruksiyalarni birinchi yuklashda birikuv va tayanish joylarining ezilishi, yuklanadigan tayanchlarning cho'kishi, elementlarning o'zaro siljishi va sh.o'lar tufayli qoldiq siljish va deformatsiyalarning sodir bo'lishi mumkinligi. Bunda birinchi yukdan bo'shatilgandan so'ng asboblarning no'lga qaytmasligi ularni o'rnatishda nuqsonli o'rnatilgan deb qarashga asos bo'lmaydi. Mazkur

holda qoniqarsiz ishlaydigan asboblarni aniqlash uchun, birinchi yukni qo‘yganda ham, undan bo‘shatganda ham ko‘rsatgichlarning o‘zgarishini diqqat bilan kuzatish talab etiladi.

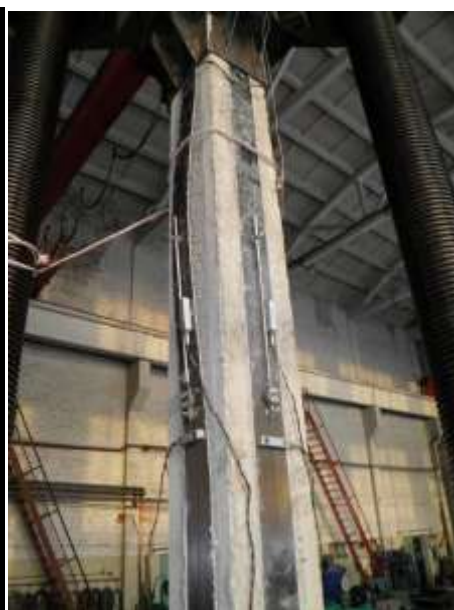
Asboblarning *ko‘rsatgichlarini yozib borish* konstruksiyaga o‘rnatilgan hamma asboblarda bo‘yicha bir vaqtda amalga oshirilishi lozim. Bu talab ko‘rsatgichlarni avtomatik ravishda qayd qilib borganda, eng yaxshi qoniqtiriladi. Oddiy holatda yozib borishda har bir kuzatuvchiga topshiriladigan asboblarning soni imkon boricha kam bo‘lishi lozim. Hamma asboblarda bo‘yicha ko‘rsatgichlarni yozib olingandan so‘ng ularning birinchisi bo‘yicha hisobni qaytadan olish tavsiya etiladi. Ikki ketma-ket ko‘rsatgichlarning farqi natijalarni baholash uchun yuklashning har bir pog‘onasidan so‘ng plastik deformatsiyalar rivojlanish jadalligining muhim tavsifini beradi. Asboblarning ko‘rsatgichlarini yozishdan tashqari yozish vaqti va olingan natijalarni baholashda foydalanish mumkin bo‘ladigan, sinov o‘tkazish sharoitlari (harorat va boshqa atmosfera omillarining o‘zgarishi to‘g‘risida ma’lumotlar, tadqiqot qilinadigan konstruksiyalar tomonidan qabul qilinadigan tasodifiy turtkilar, zarbalar va sh.o‘.) diqqat bilan belgilanishi lozim.

Temirbetonli tavr shaklli to‘sinni sinov stendida sinash misoli 8.18-rasmda keltirilgan [48]. Stendda gidravlik domkrat bilan sinashda oldin rama ustunlari ko‘taruvchi plitaga mahkamlanadi va ko‘taruvchi polga ostki sharnirli tayanch va tarqatuvchi plitalar o‘rnatiladi. Keyin esa sinaladigan buyum stendga transportirovka qilinadi, tarqatuvchi plita, rastvorli to‘shamaga joylashtiriladi va tortgichlar bilan mahkamlanadi. O‘rnatilgan buyumga rastvorda ustki tarqatuvchi plitani mahkamlashadi, ustki sharnirli tayanchlar va ustki tarqatuvchi to‘sinlarni joylashtirishadi va tortgichlar bilan mahkamlashadi. Traversni rigelga shunday o‘rnatishadiki, u bilan tarqatuvchi to‘sin orasiga domkratlar joylashsin. Keyin nasos stansiyasi qo‘shilgan domkratlar o‘rnatiladi. Stend atrofiga himoyalovchi to‘siqlar qo‘yiladi. Domkratlarni qo‘shishdan oldin buyumlarni sinash sxemasi bo‘yicha to‘g‘ri o‘rnatilganligi tekshirib ko‘riladi.



8.18-rasm. Tavr shaklli to'sinni
sinov stendida sinash

Quyida sinovlarning bosqichlaridan namunalar keltirilgan.



Temirbeton kolonna namunasining sinovi



Tavr shaklli temirbeton to'sinining statik sinovi



Temirbeton to'sin namunasining mustahkamlikka statik sinovi

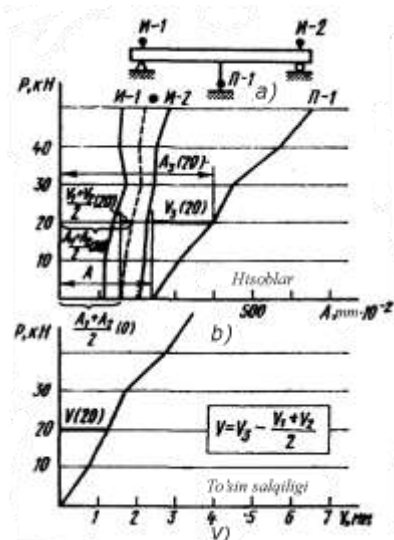


Temirbeton namunasining chidamlilikka sinovi

8.3. Statik sinovlar natijalarini qayta ishlash

Konstruksiya sinalgandan so'ng natijalarni qayta ishlash uchun quyidagi hujjatlar kerak [12, 21, 34, 45]: yuklashning haqiqiy bosqichi va sinov dasturidan chetga chiqish mumkinligi hamda sinashda buyumlarning mahkamlanishi ko'rsatilgan yuklash sxemasi; asboblarning o'rnatish sxemasi; asboblarning sxema bo'yicha ko'rsatilgan tartib raqamlari bilan buyumga o'rnatilgan asboblarning bo'yicha hisob olish qaydnomasi; yoriqlarning joylashish sxemasi va ularni o'lchash qaydnomasi; materiallarning asosiy deformatsion tavsiflarini aniqlash uchun namunalarning sinov ma'lumotlari yoki materillarning bevosita buyumlarda sindirmaydigan nazorat usullari bilan olingan sinov ma'lumotlari. Hisoblar qaydnomasini qayta ishlashda yuklashning har bir pog'onasi uchun olingan ma'lumot va no'l hisoblar orasidagi farq

topiladi. Deformatsiyalarning olingan farqi (o'zgarishi) deformatsion tavsiflarning o'rtacha qiymatlari bo'yicha tarirovka koeffitsientlarini e'tiborga olib kuchlanishga qayta hisoblanadi. Asboblar bo'yicha hisoblar farqi va yoriqlarning ochilish enini millimetrda ifodalaydi. O'lchangan miqdorlar qiymatlari asboblarning har biri uchun bu qiymatlarni yukka nisbatan bog'liqligi grafikka kiritiladi. Olingan grafiklarning ma'lumotlari buyumlarning sinov dasturida ko'zda tutilgan kuchlanish, egiklik va boshqa bog'liqliklar epyurasini qurish uchun sinov natijalarining tahlilida foydalaniladi. Yuklash bosqichida to'sin salqiligi oshishining o'ziga xos grafiklari (8.19-rasm) oraliq o'rtasidagi (progibomer P-1) va tayanchlardagi (chap tayanchdagi I-1 va o'ng tayanchdagi I-2 progibomerlar) o'lchash ma'lumotlari bo'yicha quriladi. O'sha yerda konstruksiyaning bikrligini baholashni amalga oshirish mumkin bo'lgan tayanchlarning siljishini e'tiborga olib, o'rta kesim egikliklarining grafigi ko'rsatilgan. Yuklanadigan ob'ektni texnik holatini *vizual kuzatish* sinov davrida sodir bo'ladigan hamma o'zgarishlarni qayd qilish uchun zarur. Buning uchun sinov boshlashdan oldin yuklanadigan konstruksiyalar elementlarida aniqlangan hamma yoriqlar, ko'chib tushishlar va boshqa shikastlanishlarni belgilashadi.



8.19-rasm. Egikliklarni o'lchash ma'lumotlarining garfik qayta ishlovi: a – progibomerlarning joylashish sxemasi, b – progibomer va indikatorlar ko'rsatgichlarining grafiklari, v – to'sin salqiligining grafigi

Yukning har bir pog'onasi qo'yilgandan so'ng, ham yangi sodir bo'lgan shikastlanishlarni, ham mavjudlarining rivojlanish darajasini aniqlash uchun, ular

qaytadan ko'rikdan o'tkaziladi. Betonda yoriqlar sodir bo'lish momentini qayd qilishni yaxshilash uchun konstruksiya yuzasi sinov boshlanishidan oldin bo'r yoki ohakning suyuq qorishmasi bilan yopiladi.

Element yuzasiga belgilar har bir yoriq yoniga (ammo uni ustiga emas) qizil ingichka chiziq o'tkazish bilan amalga oshiriladi; xuddi shunga o'xshatib ko'chib tushishlar va boshqa shikastlanishlar konturi (chegarasi) ozgina chetidan chizib belgilanadi. Yoriqlarning uchi yaqiniga yuk pog'onasi, unga tegishli aniqlangan uzunligi yozib qo'yiladi. Bunday belgilarning birlashmasi (yig'indisi) sinov yukining o'sib borishi bo'yicha shikastlanishlar ketma-ket rivojining ko'rgazmali kartinasini beradi. Yoriqlar odatda chegarasini ko'rish qiyin bo'ladigan ingichka ("sochli") uchastkalar bilan tugaydi. Bunday holatlarda lupani qo'llash foydali bo'ladi. Yoriqlar uchi yaqinidagi yuzani tez parlanib ketadigan suyuqlik (masalan, atseton) bilan namlash tavsiya etiladi: yoriqqa tushgan suyuqlik uni tarqalish chegarasini soyalantirib, kechroq parlanadi.

Shikastlanishlar maxsus qaydnomalarda belgilanadi, hamda (bu juda maqsadga muvofiq) nazorat qilinadigan detallarni formatda yoyib (kattalashtirib) chizib, taxminiy masshtabiga amal qilgan holda kiritiladi. Xuddi shunga o'xshatib, shok va birikmalardagi farqlar, elementlarning qiyshayishi va o'zaro siljishi va sh.o'. belgilanadi. Yuklash jarayonida va sinov tugagandan so'ng fototasvirga olish zarur, ayniqsa shikastlangan joylarni. Tasvirlar sinov natijalarini tasdiqlovchi muhim hujjat hisoblanadi. Bunday fotosurat seriyasining mavjudligi olingan ma'lumotlarni qayta ishlashni ham, ularni baholashni ham ancha osonlashtiradi [12, 21, 34, 45].

8.4. Yuk ko'taruvchanligi bo'yicha oraliq qurilmalarning sinflanishi (statik sinovlar natijalari bo'yicha)

Temirbeton to'sinli oraliq qurilmalarni statik sinashda beton himoya qatlamining qatlamlanishi mavjud bo'lmagan va, binobarin, armaturaning beton bilan ishonchli tishlashgan holda cho'zilgan zona betonida o'lchangan deformatsiyalar yaqin bo'lishi va cho'ziladigan ishchi armaturadagi

deformatsiyalar bilan deyarli a'lo darajada mos tushishini faraz qilish mumkin. Shuning uchun betondagi o'lchangan deformatsiyalar armaturadagi deformatsiyalarga o'tkazilishi mumkin, keyin uni sinov yukidan ta'sir qiluvchi kuch yoki kuchlanishga qayta hisoblash yo'li bilan. Korroziya natijasida ishchi armaturaning shikastlanishida va ikkilamchi mahsulotlar Fe_2O_3 ning sodir bo'lishida himoya qatlamining qatlamlanishi muqarrar va, binobarin, armaturaning beton bilan tishlashishi buziladi. Bunday hollarda asboblarda dastlab tenzometrlar o'rnatiladigan joylari himoya qatlamining betoni olib tashlanib, korroziyadan ularni tozalab, faqat ishchi armatura sterjenlarida o'rnatish lozim bo'ladi. Sinash jarayonida sinov yukidan o'lchangan egilish qiymati f_{isp} keltirilgan bikrlilik EI_{pr} orqali me'yoriy yukdan egilishga qayta hisoblanishi kerak [17, 34], ya'ni

$$EI_{pr} = \frac{5ql_p^4}{384} \quad (8.3)$$

bu yerda q – sinov poyezd yukidan ekvivalent tarqalgan yuk. Bu formulaga me'yoriy yuk q^n qiymatini qo'yib, normativ yukdan me'yoriy egilish f^n qiymatini aniqlash mumkin, uni QMQ 2.05.03–12 p. 1.43 dagi me'yoriy qiymati bilan solishtirish lozim bo'ladi. Natijada quyidagini olamiz:

$$f^H = \frac{q^H f_{isp}}{q} \leq \frac{1}{800 - 1,25l_p} l_p. \quad (8.4)$$

Xuddi shunday yo'l bilan ham metall yaxlit, ham shaparak fermalar uchun normativ yukdan egilishni aniqlash mumkin. Amaliyotda ko'p hollarda uchraydigan, temirbeton oraliq qurilmalarning ko'taruvchanlik xususiyatini xomaki baholash uchun, ekspluatatsiya rejimi yoki oraliq qurilmani almashtirish to'g'risida qaror qabul qilish uchun, ishchi armaturaning kuchlanganlik holatini o'lchashda olingan natijalardan foydalanish yetarlicha bo'ladi. Doimiy yukdan sodir bo'lgan kuchlanishlar cho'zilgan ishchi armaturaning hisobiy qarshiligidan ayirib tashlanishi lozim, va armatura ko'taruvchanlik xususiyatining qolgan resursi bo'yicha ruxsat etiladigan ekvivalent yuk qiymatini aniqlash mumkin,

undan sinfini oʻrnatishga oʻtish oson boʻladi [17, 34], yaʼni

$$\frac{R_s - \sigma_p}{\sigma_i} = \frac{[k_{ekv}]}{k_{ekv}}, \quad (8.5)$$

bundan

$$[k_{ekv}] = \frac{(R_s - \sigma_p)k_{ekv}}{\sigma_i}. \quad (8.6)$$

Oraliq qurilma sinfi

$$K = \frac{(R_s - \sigma_p)k_{ekv}}{\sigma_i k_n (1 + \mu)}, \quad (8.7)$$

bu yerda σ_p va σ_i – tegishli doimiy va sinov yuklaridan sodir boʻlgan choʻzilgan armaturadagi kuchlanishlar; k_{ekv} – sinov yukidan sodir boʻlgan ekvivalent yuk; k_n – N–1 sxema boʻyicha etalon vaqtinchalik yuk [34]; $(1 + \mu)$ – dinamik koeffitsient; u doim poʻlat oraliq qurilmalar uchun quyidagi formula boʻyicha aniqlanadi:

$$1 + \mu = 1 + \frac{27}{30 + \lambda}. \quad (8.8)$$

Bu formulani shaparak va yaxlit devorli fermalar elementlari sinfiga aniqlik kiritish uchun ham qoʻllash mumkin. 50 yildan ortiq ekspluatatsiya qilinayotgan fermalar uchun, mustahkamlikka hisoblashda sinfini aniqlash boʻyicha formulaning maxrajiga metalldagi strukturaviy oʻzgarishlar va toliqish toʻplanishini hisobga oluvchi koeffitsientlarni kiritish lozim boʻladi. Natijada bu formula quyidagi koʻrinishga ega boʻladi [18, 37]:

$$K = \frac{(R_s - \sigma_p)}{mnk_n(1 + \mu)\sigma_i}, \quad (8.9)$$

bu yerda m – 1,15 ga teng boʻlgan va metalldagi toliqishning toʻplanishini hisobga oladigan koeffitsient; n – 1,10 ga teng boʻlgan va oraliq qurilmalar materialidagi strukturaviy oʻzgarishlarni hisobga oladigan koeffitsient. Shunday yoʻl bilan olingan elementlar sinfini sinflash usuli boʻyicha hisoblash natijalari bilan taqqoslash maqsadga muvofiq boʻladi va bu taqqoslash tahlil qilinadi.

8.5. Kompozit materiallar bilan kuchaytirilgan temirbeton konstruksiyalarning sinovi

Sinov namunalarini tayyorlash va ularni yuklash metodikasi.

Kuchaytirilgan tavr kesimli to'sinlarni egilishda sinish mexanizmi va ko'taruvchanlik xususiyatini tadqiqot qilish uchun prof. A.A.Ashrabov rahbarligi ostida kompleks eksperimental va nazariy tadqiqotlar o'tkazildi [27]. Mazkur ish ko'priklar temirbeton to'sinlarini ikkita asosiy komponentdan tashkil topgan – epoksidli smola va o'zaroortogonal joylashgan ugleplastik tolali materiallar (UPTM) bilan kuchaytirishga bag'ishlangan (8.20-rasm).



8.20-rasm. Tavr shaklli to'sinni yog'och qolipda tayyorlash

8.20-rasmda TS1, TS2, TT1 va TT2 kichik guruhlarini armaturalash tafsilot (detal)lari va ulardagi cho'zilgan bo'ylama ishchi armatura va xomutlarda tenzodatchiklarning joylashish sxemasi keltirilgan

TT2 va TS2 kichik guruhlar namunalari ikki nuqtali egilishga, TT2 va TS2 kichik guruhlar namunalari esa to'sin o'rtasiga qo'yilgan yig'iq yuk ostida sinaldi. Sinaladigan seriyadagi hamma namunalar uch turga bo'lini: kuchaytirilmagan nazorat namunalari, kuchaytirilgan shikastsiz namunalar va kuchaytirilgan shikastli namunalar.

Kuchaytirilgan shikastli namunalarni yuklash ikki bosqichli bo'ldi. Birinchi bosqichda birinchi yoriqlar sodir bo'lguncha (sindiruvchi kuchning 60% gacha) yuklandi, ikkinchi bosqich esa (endi sinishigacha qadar) UPTM bilan kuchaytirilgandan so'ng amalga oshirildi. Kuchaytirilgan shikastsiz namunalar qolipdan chiqarilgandan so'ng UPTM bilan kuchaytirilib, standart metodika bilan sinishigacha yuklandi.

Ularning qirqilishdagi qarshiligini baholash bo'ylama ishchi armaturaning foizi μ , kesimning qirqilish oralig'ini ishchi kesim balandligiga nisbati a/h_0 , UPTM polosalari oralig'i, soni va ularning kuchaytirish yo'nalishlari

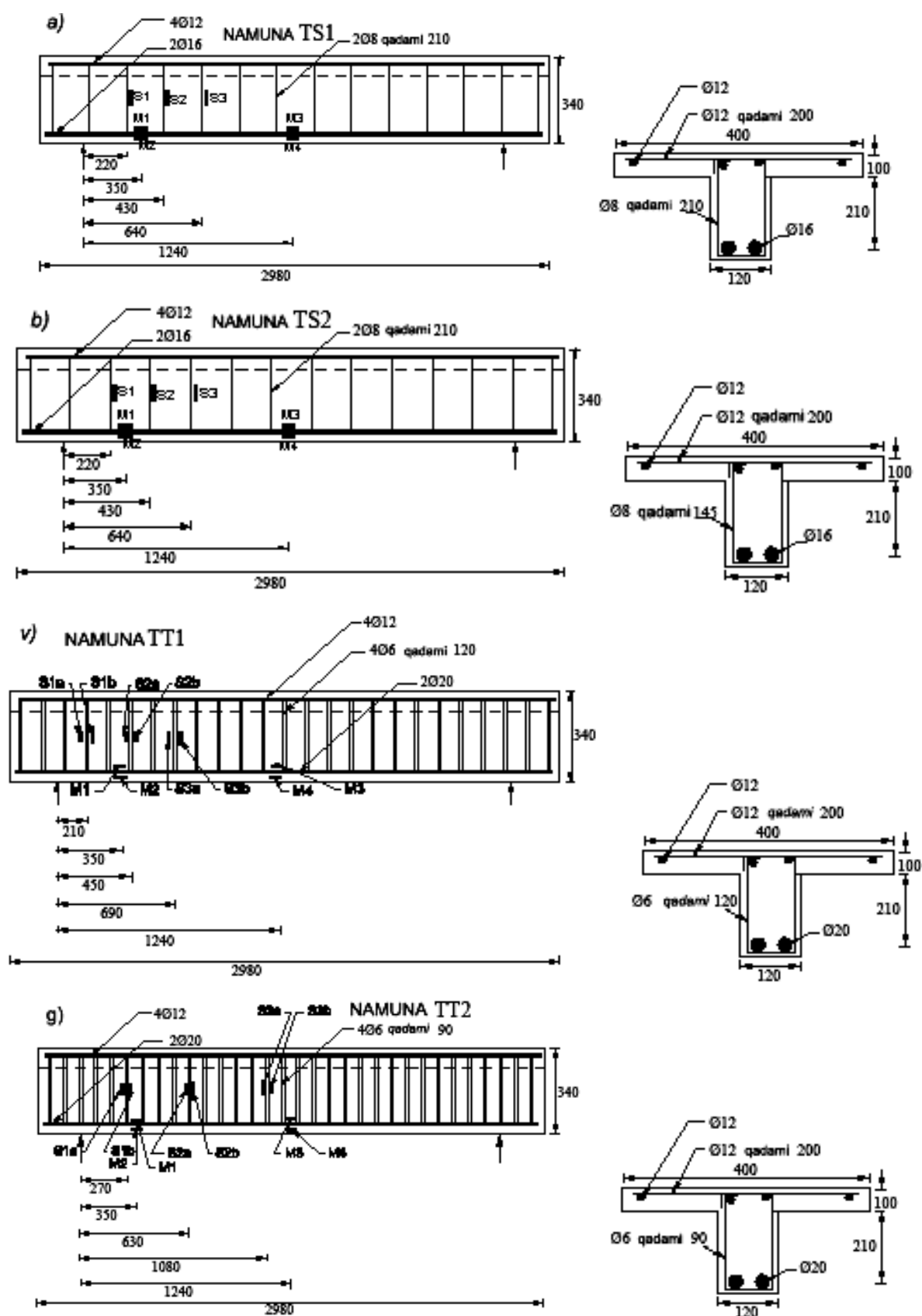
diagrammasida amalga oshirildi (8.21 – 8.24-rasmlar).

Ichki po‘lat armaturalardagi deformatsiyalar qiymatini o‘lchash uchun o‘lchov bazasi 10mm li, beton yuzasi va UPTM polosasidagi deformatsiyalarni o‘lchash uchun esa o‘lchov bazasi 30mm li tenzodatchiklardan foydalanildi (8.21–8.24-rasmlar). Bundan tashqari, to‘g‘rito‘rtburchak va tavr kesimli to‘sinlarning o‘rta oralig‘idagi deformatsiyalar to‘sinning ustki yuzasidan tegishlicha 10 mm, 40 mm, 73 mm, 135 mm, 220 mm va 310 mm masofalarda joylashgan L1, L2, L3, L4, L5 va L6 reper nuqtalari yordamida o‘lchandi. Reperlarning o‘lchov bazasi – 150 mm. To‘sinning o‘rtasida ham deformatsiyaning bitta chiziqli o‘zgartirgichi va ikkita siferblatli indikator o‘rnatildi (8.22-rasm).

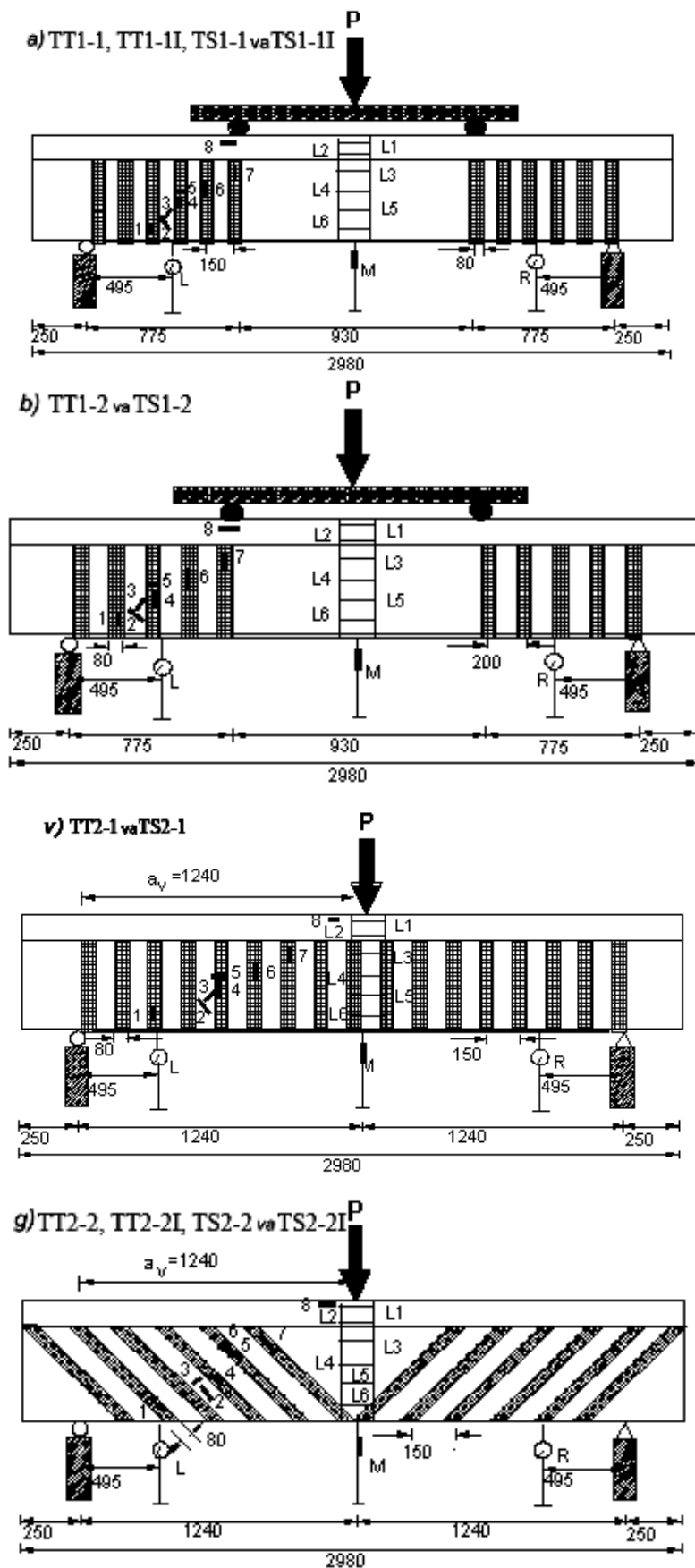
Tavr shaklli to‘sinlarni tayyorlash va ularni yuklash sxemasi. Hamma to‘sinlar laboratoriya sharoitida yog‘och qoliplarda tayyorlandi (8.20-rasm). O‘n oltita tavr shaklli to‘sinlar (T seriya) tayyorlanib, ular cho‘zilgan zonasidagi armaturalash foizi har xilligi bilan ikki TT ($\rho = 1,69 \%$) va TS ($\rho = 1,08 \%$) guruhga bo‘lindi (8.1-jadval).

Hamma tavr shaklli to‘sinlar har xil oraliqli ko‘ndalang armaturalar (xomutlar) bilan armaturalangan. TT va TS guruhlar tegishlicha kesilish oralig‘ining ishchi balandlikka nisbatiga 2,5 va 4,0 bog‘liq holda ikkita TT1, TS1 va TT2, TS2 kichik guruhlarga bo‘lindi [27].

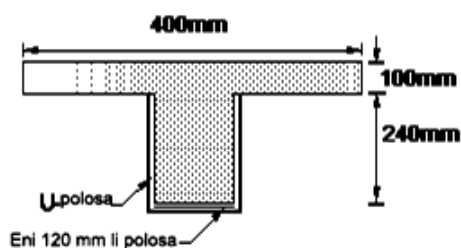
Hamma namunalar statik yuklash orqali sinaldi. Har bir kichik guruh to‘rttadan namunaga ega. Ulardan bittasi sinashdan oldin UPTM polosasi bilan kuchaytirildi, ya’ni “shikastlanmagan”, ikkita shunga o‘xshash to‘sinlar esa oldindan (sindiruvchi kuchning 60% gacha) yuklanib (ko‘priklardan foydalanishning real sharoitida ishlaydigan to‘sinlarga xarakterli yoriqlarning asosiy tizimini olish uchun), unda yoriqlar sodir qilindi yoki shikastlantirildi va yukdan bo‘shatilgan so‘ng ular UPTM polosalari bilan kuchaytirildi.



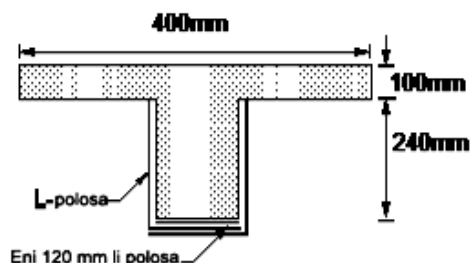
8.21-rasm. Tavr shaklli to'sinlarni armaturalash va ulardagi armaturalarda tenzodatchiklarning joylashish sxemasi



8.22-rasm. To'sinlarni kuchaytirish va UPTM polosasining yo'nalishi, beton hamda UPTM polosasi yuzasida datchiklarning joylashish sxemasi



8.23-rasm. Tavr shaklli kuchaytirilgan TT1-1, TT1-1I, TS1-1, TS1-1I, TT1-2, TS1-2, TT2-1, TS2-1 va TS2-1I seriyali to'sinlarning ko'ndalang kesimi



8.24-rasm. Tavr shaklli kuchaytirilgan TT2-2, TT2-2I va TS2-2 seriyali to'sinlarning ko'ndalang kesimi

8.1-jadval

Sinalgan tavr shaklli to'sinlarning ro'yxati

Namunalar seriyasi	UPTM polosalari qadami va yo'nalishi, mm–gradus	R, MPa	a_v/h_0	Cho'zilgan armatura diametri, mm	Xomutlar soni, diametri– qadami, mm
¹ TS1a	–	16,73	2,5	Ø 16	2 Ø 8–210
² TS1-1	U-polosa 150–0/90				
² TS1-2	U-polosa 200–0/90				
³ TS1-1I	U-polosa 200–0/90	27,38	2,5	Ø 20	4 Ø 6–120
¹ TT1a	–				
² TT1-1	U-polosa 150–0/90				
² TT1-2	U-polosa 200–0/90	16,73	4,0	Ø 16	2 Ø 8–145
³ TT1-1I	U-polosa 200–0/90				
¹ TS2a	–				
² TS2-1	U-polosa 200–0/90	27,38	4,0	Ø 20	4 Ø 6–90
² TS2-2	L-polosa 150–45/135				
³ TS2-2I	L-polosa 150–45/135				
¹ TT2a	–	27,38	4,0	Ø 20	4 Ø 6–90
² TT2-1	U-polosa 150–0/90				
² TT2-2	L-polosa 150–45/135				
³ TT2-2I	L-polosa 150–45/135				

¹ – kuchaytirilmagan nazorat namunalar;

² – kuchaytirilgan shikastli namunalar;

³ – kuchaytirilgan shikastsiz namunalar.

Bitta to'sin har bir kichik guruhdan nazorat namunasi sifatida kuchaytirilmagan holatda qoldirildi. Ishchi armaturalarning hamma namunalari sinov mashinasida bir o'qli cho'zilishga sinaldi. Diametri 16mm li yuqorimustahkamli po'latdan tayyorlangan sterjenlarning cho'zilishdagi o'rtacha mustahkamligi – 311,22MPa, diametri 20mm liniki esa – 554,17MPa, diametri 6mm li yumshoq po'latdan tayyorlanganiniki – 660,82MPa, diametri 8mm liniki esa – 620,31MPa. Bundan tashqari, diametri 150mm va balandligi 300mm bo'lgan oltita silindr hamda qirrasi 150mm bo'lgan oltita kub tayyorlandi va sinaldi.

Yuklash jarayonida har bir to'sinda birinchi qiya yoriqlarning paydo bo'lish, ularning kritik holatga o'tish, beton yuzasidan UPTM polosasining ajralish vaqti (momenti), hamda to'sinning sinish turi belgilandi. Sinov natijalari yuk ta'sirida oraliq o'rtasida egiklik (progib), bo'ylama va ko'ndalang deformatsiyalar, to'sinning balandligi bo'yicha beton va UPTM polosasidagi deformatsiyalar ko'rinishida keltirildi. UPTM polosalarini to'sin yuk ko'taruvchanligi va sinish xarakteri (mexanizmi)ga ta'sir qilishi ham o'rganildi. TT1, TT2 va TS1, TS2 kichik guruhlarining kubik mustahkamligi tegishlicha 27,38 va 16,73 MPa.

Yuzalarni tayyorlash. UPTM polosalarining beton bilan yaxshi tishlashishi (yopishishi) beton yuzasini diqqat bilan tayyorlash, epoksidli smola va tola polosasining mutanosibligini tanlashga bog'liq. Polosa listi bilan beton tishlashishining buzilishiga UPTM bikrligi, betonning mustahkamligi, UPTM polosasining ishchi balandligi, UPTM polosasi yopishtiriladigan beton yuzasi shakli ta'sir ko'rsatadi. UPTM polosasining uzilishi yoki beton yuzasidan ajralishi element uchun kritik hisoblanadi [27, 32].

Tayyorlov ishlari – UPTM listlarini beton yuzasiga montaj qilishda birinchi dastlabki qadam. Beton yuzasini yaxshi tayyorlamaslik tishlashishning buzilishiga va kuchaytirilgan to'sinning sinishiga olib kelishi mumkin. Buni

oldini olish uchun, beton yuzasiga tola polosasini yopishtirishdan oldin uning yuzasini tayyorlashga diqqat bilan e'tibor berish kerak. Namunalarning yuzasi har xil to'liqsiz va notekisliklarsiz mexanik maydalagich (drobilka) yordamida, to'ldirgich bo'lakchalaridan qutilish uchun birjinsli qilib shilib olinishi (shlifovka qilinishi) kerak (8.25-rasm). Xuddi shunday konstruksiyaning o'tkir qirra va burchaklari, kamida 10mm radiusli aylana shakliga keltirilishi lozim.

Beton yuzasi har xil neft va moyli moddalardan tozalanishi kerak. Quyilgan chang bo'lakchalari va materiallar maydalanishi va beton yuzasidan havo bosimi ostida hamda to'ldiruvchilar bo'lakchalaridan tozalovchi simli moslama bilan olib tashlanishi lozim. To'sin yuzasi UPTM polosasini yopishtirganga qadar yaxshi quritilishi kerak. Yoriqlar chegarasi, singan bo'laklar, chirigan armaturali po'latlarga UPTM polosalarini qo'llashdan



oldin qayta ishlov berish kerak. Ochilish eni 0,25 mm dan katta bo'lgan hamma yoriqlar va katta bo'shliq hamda teshiklar epoksidli smola bilan berkitilishi lozim.

8.25-rasm. Betonli to'sin yuzasini mexanik maydalagich yordamida tayyorlash

Epoksidli smolani tayyorlash. Tayyorlashda beton yuzasiga UPTM polosasini yopishtirish uchun A va V komponentlar epoksidli smola bilan shimdiriladi. Dastlab A va V komponentlar chovxoda (veslo) tipidagi aralashtirgich yordamida qorishtiriladi (8.26,a,b). Keyin tayyorlovchilarning texnik shartiga muvofiq A va V komponentlar 1:4 nisbatda diqqat bilan tarozida aniq tortiladi (8.26,v-rasm). Keyin 3 daqiqa davomida chovxoda tipidagi mikser yordamida past tezlikda birjinsli kulrang birikma sodir bo'lguncha qorishtiriladi. Idish ostida aralashmay qolgan epoksidli smola qismi kapcha (lopatka)ga o'xshash asbob bilan aralashtiriladi.

Epoksidli smolaning ikkala komponenti ham yaxshilab aralashtirilgandan

so'ng u qo'llashga tayyor bo'ladi (8.26,g-rasm). Uning yaroqliligi past darajali muhitda yuqori darajalisiga nisbatan ko'proq bo'ladi. Tayyor epoksidli smolaning maksimal yaroqlilik muddati 25 daqiqa.



a) A komponentni chovxoda tipidagi qorishgich yoki parmalagich bilan aralashtirish



b) V komponentni shpatel yordamida aralashtirish



v) A va V komponentlarni o'lchash



g) A va V komponentlarni aralashtirish

8.26-rasm. Epoksidli smolani tayyorlash tartibi

UPTM listlarini qo'llash. UPTM x va u koordinatalarida tola yo'nalishi $0/90^\circ$ burchak ostida, qalinligi 0,09 mm, eni 600 mm va uzunligi 5m bo'lgan rulonli list ko'rinishida olinadi. UPTM ning chegaraviy mustahkamligining qiymati (3,80MPa) va elastiklik moduli (230,0 MPa) namunalarni cho'zilishga sinash orqali MPA Shvetsariya Ilmiy-tekshirish laboratoriyasi tomonidan aniqlangan (Sika ma'lumotlar varag'i). Tashqi kuchaytirish uchun ikkita asosiy komponentlar – epoksidli smola va tola polosalaridan tashkil topgan ikki yo'nalishli UPTM polosalaridan (Sikadur-330, Shveysariya) foydalanildi. Epoksidli smolaning bog'lovchi mustahkamligi – 4MPa, cho'zilishdagi mustahkamligi – 30MPa, elastiklik moduli esa – 3,80MPa [27, 32].

Tayyor beton yuzasidagi bo'shliq va chuqurliklar (teshiklar) shpatel yordamida tayyor epoksidli smola bilan to'ldiriladi. Qalinligi taxminan 1 mm atrofida bo'lgan epoksidli smola qatlami shchetka yoki roliklar yordamida yotqiziladi. Namli epoksidli smolaning vazifasi quruq tolalarni shimdirish, listlarni belgilangan yo'nalishda ushlab turish, kuchlanishni tolalar bo'ylab

taqsimlash va tolalarni emirilish va ekologik ta'sirlardan saqlashdan iborat. Matoni ortiqcha sarflanishini oldini olish uchun, UPTM listlari kerakli shakl va o'lchamda qirqib olinadi. UPTM listlari epoksidli smola bilan suvalgan (8.27-rasm) beton yuzasiga joylashtiriladi, ostidagi ortiqcha epoksidli smolani siqib chiqarish uchun roliklar bilan ustidan yuritiladi (8.28-rasm) va ustidan epoksidli smolaning yakuniy qatlami yotqiziladi (8.9-rasm).

UPTM ning ikki yo'nalishli listlarida tishlashish buzilishini oldini oladigan gorizontal tolalar mavjudligi ularning beton bilan tishlashishini yaxshi ta'minlaydi. Yoriqlar sodir bo'lganda yuqorimustahkamli UPTM listlari yoriqlar qirg'oqlarini birlashtiradi. Cho'zilishdagi taraqqiy etadigan kuchlanish betonning g'adir-budir yuzasi bilan UPTM listlarining yaxshi tishlashgani uchun betonga uzatiladi.



8.27-rasm. Belgilangan joyga epoksidli smolani suvash



8.28-rasm. Tolaning yo'riqnomasiga muvofiq qirrali rolikni qo'llash



8.29-rasm. To'sin o'ralgan polosaning oxirgi bosqichi

Namunalarni tayanchlarga o'rnatgandan so'ng, ular kuzatishni osonlashtirish uchun bo'yoq bilan yopiladi. Quyidagilarning ta'siri tadqiqot qilinadi:

- bo'ylama armaturalash foizi, kesilish oralig'ini ishchi balandlikka nisbati;
- UPTM polosasi qadami, soni va yo'nalishini to'sinlarning kesilishdagi

yuk ko‘taruvchanligiga va sinish mexanizmiga.

Yuklash jarayonida belgilab borildi (ro‘yxatga olindi):

- birinchi yoriqlarning sodir bo‘lishi;
- yoriqlarning kritik ochilishi;
- beton yuzasidan listlarning ajralishi;
- beton ko‘chishi bilan listlarning uzilishi.

Yoriqlarning tarqalishi butun sinov davrida yukning har bir pog‘onasi (oshishi) da aniq kuzatib borildi. Sinov natijalari oraliq o‘rtasida “yuk–egiklik”, cho‘zilgan armatura va ko‘ndalang xomutlar, UPTM polosasi va beton yuzasida “yuk–deformatsiya” diagrammasi ko‘rinishida taqdim etilgan.

Tavr shaklli to‘sinlarning eksperimental tadqiqot natijalari. Tavr shaklli to‘sinni yig‘iq yuk ostida egilishga sinash 8.30-rasmda ko‘rsatilgan. Tajribalar shuni ko‘rsatdiki, to‘sinlar chegaraviy holatda yo egilish, yoki siljish mexanizmi bo‘yicha sindi.



8.30-rasm. Tavr shaklli to‘sinni yig‘iq yuk ostida egilishga sinash

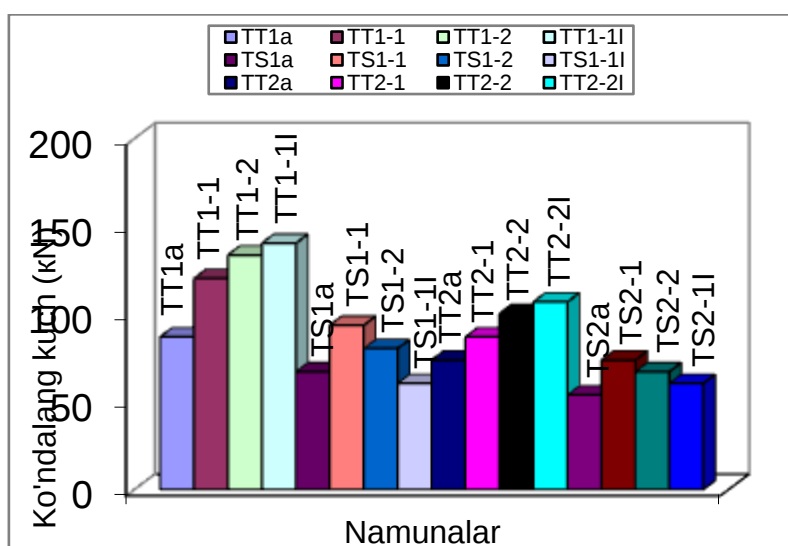
Tajribalar ko‘rsatdiki, po‘lat xomutlarning armaturalash foizi, soni va qadami, UPTM polosalarining soni, qadami va yo‘nalishi hamda qirqilish oralig‘ini ishchi balandlikka nisbati kuchaytirilgan temirbeton to‘sinlarning samaradorligiga ta’sir qilar ekan.

UPTM polosalarining qadami ham to‘sinlarning kesilishdagi ko‘taruvchanlik xususiyatiga ta’sir qiladi. UPTM polosalarining qadami oshishi bilan to‘sinlarning kesilishdagi ko‘taruvchanlik xususiyati kamayadi. TT1 kichik guruhdagi TT1-2 (polosa qadami–150mm) namunaning ko‘taruvchanlik

xususiyati TT1-1 (polosa qadami–200mm) namunikiga nisbatan 15% katta bo‘ldi (8.31-rasm) [27].

Kuchaytirilgan shikastsiz TS2 va TS1 kichik guruhlar namunalari xuddi shunga o‘xshash UPTM polosalari yo‘nalishlariga ega bo‘lgan kuchaytirilgan shikastlilarga nisbatan ko‘taruvchanlik xususiyatining oshmaganini ko‘rsatdi.

Natijalar shuni ko‘rsatdiki, kesilish oralig‘ini ishchi balandikka nisbatining oshishi bilan kuchaytirilgan “shikastli” va “shikastsiz” namunalarning qirqilishdagi ko‘taruvchanlik xususiyati oshmas ekan. UPTM listlarini “shikastli” to‘sinlarni tashqi armaturalashda qo‘llash sinish bosqichida dastlabki yoriqlarning taraqqiy etishini oldini oladi.



8.31-rasm. Tavr shaklli to‘sinlarning eksperimental tadqiqot natijalari

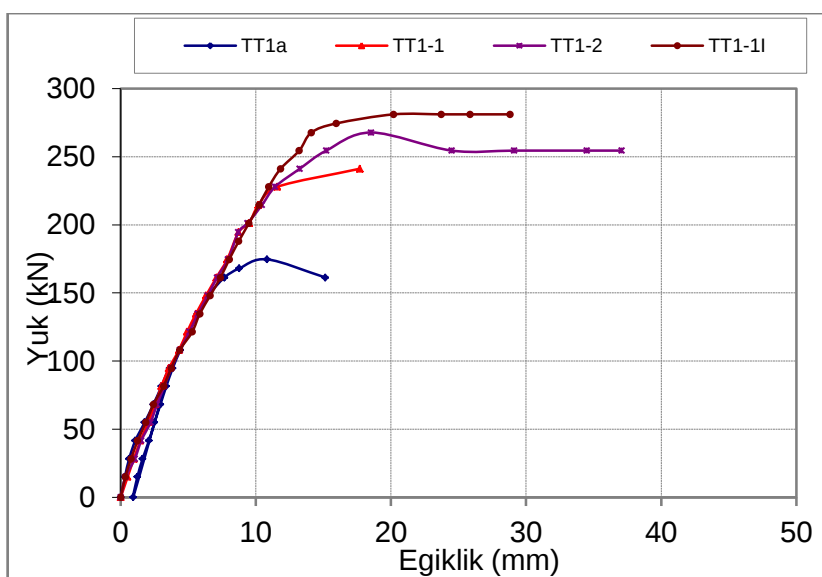
Natijalar ko‘rsatdiki, tavr shaklli temirbeton to‘sinlarni UPTM larning ikki yo‘nalishli polosalari bilan tashqi armaturalash, ularning qirqilishdagi ko‘taruvchanlik xususiyatini anchaga (12...61%) oshirar ekan. Tavr shaklli to‘sinlarda kuchaytirilgan shikastli namunalarning ko‘taruvchanlik xususiyati xuddi shunday kuchaytirilgan shikastli namunalarnikiga nisbatan 7...17% katta bo‘ldi. Sinov natijalari ko‘rsatdiki, ortogonal yo‘nalgan polosali UPTM lar shikastli to‘sinlarni kuchaytirishda eng samarali hisoblanadi va temirbeton to‘sinlarni tiklash yoki modernizatsiya qilishda kesilishdagi ko‘taruvchanlik

xususiyatini oshirish imkonini beradi.

Tajriba natijalari ko'rsatdiki, ikki yo'nalishli UPTM polosalari to'sinlarni qirqilishdagi ko'taruvchanlik xususiyatini anchaga oshirishda qo'llanishi mumkin ekan. TT1, TS1, TT2 va TS2 kichik guruhlarining qirqilishdagi ko'taruvchanlik xususiyati nazorat guruhinikiga nisbatan tegishlicha 38,08...60,94%, 19,74...39,51%, 17,98...44,93% va 12,29...36,9% ga oshdi. Umuman, tavr shaklli to'sinlarning qirqilishdagi ko'taruvchanlik xususiyati nazorat to'sininikiga nisbatan 12,29...60,94% katta bo'ldi [27].

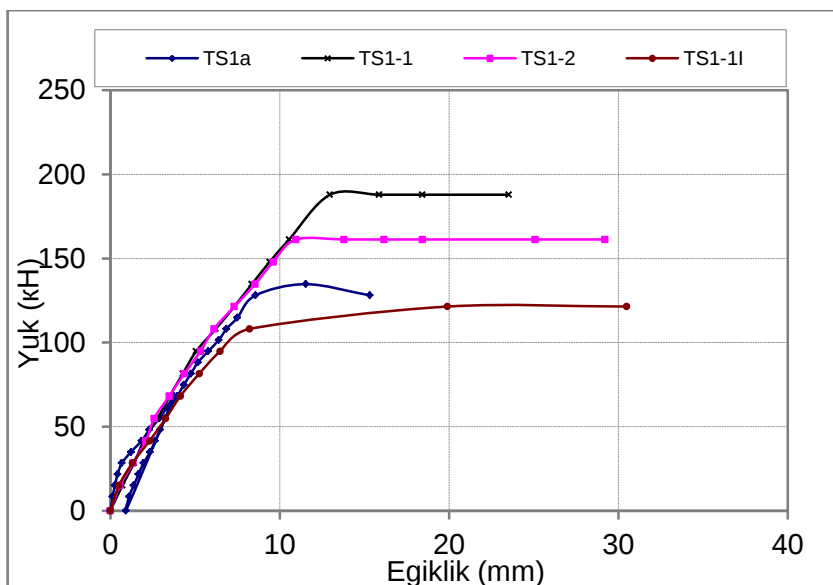
Tavr shaklli to'sinlarda kuchaytirilgan shikastsiz namunalarning qirqilishdagi ko'taruvchanlik xususiyati shikastlilarnikiga nisbatan 7...17% ko'p bo'ldi. Tajriba natijalari ko'ra UPTM polosalar sistemasini kuchaytirish usuli sifatida qo'llash real sharoitlarda ishlaydigan shikastlangan temirbeton to'sinlarni rehabilitatsiya qilish va ularning ko'taruvchanlik xususiyatini oshirishda eng samarali hisoblanadi.

Quyida nazorat, boshidan kuchaytirilgan, shikastlantirilgan/ kuchaytirilgan TT va TS guruh tavr shaklli to'sinlari oraliq o'rtasidagi betonning, cho'zilgan armaturasining hamda UPTM polosasining "yuk-deformatsiya" "yuk-egiklik" tipik diagrammalaridan namunalar keltirilgan (8.32, 8.33-rasmlar).



8.32 -rasm.

TT1 kichik guruh uchun to'sinlar oraliq o'rtasida «yuk-egiklik» diagrammasi (kuchaytirilgandan so'ng)



8.33-rasm. TS1 kichik guruhi to'sinining oraliq o'rtasidagi «yuk–egiklik» diagrammasini taqqoslash (kuchaytirilgandan so'ng)

Oraliq o'rtasidagi «yuk–egiklik» bog'liqlarining natijalari shuni ko'rsatdiki, UPTM polosalari bilan kuchaytirilgan shikastli va shikastsiz tavr shaklli to'sinlarning bikrligi ichki armaturalanganligi uchun xuddi nazorat to'sinlaridagi kabi bo'ldi.

Tavr shaklli to'sin o'rtasiga qo'yilgan yig'iq yukdan sodir bo'lgan oraliq o'rtasidagi egiklik yukning aynan shu qiymatida ikki nuqtali yukdan sodir bo'lgan egiklikka nisbatan ko'p bo'ldi. Bu omilni yuklash shaklining ta'siridan deb tushunish mumkin.

UPTM polosalari bilan kuchaytirilgan namunalarning o'rtacha salqiligi bir xil oraliq pog'onalarda nazorat to'sinlarnikiga nisbatan 5...10% ga kam bo'ldi, ammo chegaraviy yukda bu egikliklarning qiymati nazorat to'sinlarnikiga nisbatan 10...15% ga katta bo'ldi.

8.6. Konstruksiylarni dinamik yuk ostida sinashning maqsad va vaziflari

Tajriba olib boriladigan ob'ekt, vazifa va uslubotiga ko'ra dinamik yuk ostida sinashni uch guruhga bo'lish mumkin [12, 34]: foydalanishdagi mavjud inshoot konstruksiyalarining sinovi; zavodda ko'plab chiqariladigan qurilish

buyumlarining sinovi; dinamik yuk ostida ilmiy-tadqiqot sinovi.

Tekshiriladigan inshootlar konstruksiyalarining dinamik yuk ostida tadqiqoti ikki yo'nalish bo'yicha olib boriladi: konstruksiya reaksiyalarini berilgan kuchga uning dinamik yukda kuchlanish-deformatsiya holatini o'rnatish maqsadida aniqlash; konstruksiyaning holati va uning haqiqiy ish sxemasini o'zining tebranishi yoki majburiy tebranishi rejimida dinamik sinovdan foydalanib baholash. Zavodda ko'plab chiqariladigan tayyor qurilish buyumlari uchun dinamik sinov yordamida uning sifati nazoratning sindirmaydigan usuli bilan amalga oshiriladi.

Dinamik yuk hosil qilishda ilmiy tajriba masalasi har xil. Ammo ularning hammasi u yoki bu darajada quyidagi to'rtta masalani yechishga keltiriladi [12, 34]:

- 1) dinamik yukni qurilish materiallarining mustahkamlik va deformativ tavsiflariga ta'sirining tadqiqoti;
- 2) konstruksiyani dinamik ta'sirlarga hisoblashning yangi metodikasini tajribaviy tekshirish;
- 3) dinamik ta'sirlarni statistik parametrlarining tadqiqoti;
- 4) dinamik sinovlar uslubotini mukammallashtirish.

Foydalanishdagi inshootlarni dinamik foydalanish yukiga sinash.

Dinamik yuk ta'sir qiladigan foydalanishdagi inshootlarni tekshirishda tajribaviy tadqiqotlar qoidaga muvofiq foydalanish yuki ta'siri sharoitida amalga oshiriladi. Tadqiqot vazifasini aniq va qisqa belgilamoq konstruksiyaning yuk ostidagi ishini tavsiflaydigan parametrlarini aniqlash va ularni me'yordagi cheklangan qiymatlari bilan taqqoslashdir. Dinamik deformatsiya va siljishlarning tajribaviy qiymatlarini me'yoriy qiymatlar bilan solishtirish foydalanish sharoitini tekshirish imkonini beradi. Faqat statik yuklarni qabul qiladigan konstruksiyalarga qo'yiladigan talablardan farqli o'laroq, inshoot dinamikasini tekshirishda nafaqat uning ishini chegaraviy holatlar bo'yicha baholash, balki tebranishga mahkum bo'lgan foydalanishdagi konstruksiyalar

uchun o'ziga xos (spetsifik) sharoitlarga amal qilishini ham tekshirish lozim.

Ma'lumki, tebranish insonga yomon ta'sir qiladi, xatto og'ir fiziologik buzilishlarga ham olib kelishi mumkin. Me'yoriy hujjatlar dinamik tebranish (vibratsiya) lar parametrining insonga zarar keltiradigan ruxsat etilgan chegaraviy qiymatlarini o'rnatadi.

Vibratsiyaning baholash mezoni uning amplituda va chastotasidir. Dinamik tebranishlarning chegaraviy qiymatini o'rnatishda me'yoriy hujjatlarda uning ta'sir qilish davomiyligi ham hisobga olinadi. Tebranishning ruxsat etilgan chegarasi bo'yicha qattiq talablar vibratsiyaga sezgir bo'lgan asbob-uskuna va asboblarda joylashgan foydalanishdagi ishlab chiqarish va fuqaro binolariga qo'yiladi. Bularga tibbiyot korxonalari, optik-mexanik, elektron tarmoqlari va shu kabi ishlab chiqarish inshootlari kiradi. Bunday binolarda tekshirish davrida foydalanish yuki ostida faqat dinamik sinov orqali vibratsiya parametrlarini aniqlash natijasida vibratsiyani kamaytiradigan maxsus chora-tadbirlarni muvaffaqiyatli amalga oshirish mumkin. Tipik (bir turkumli), ko'p uchraydigan va inshootlarni tekshirishda to'qnash keladigan hamda dinamik sinovlar o'tkazadigan foydalanish yuklari bu dinamik ta'sirlardir [12, 34]:

- massasi turg'un bo'lmagan mexanizmlarning ishlashi tufayli sodir bo'ladigan, masalan, kompressorlar, stanoklar, biror narsaning yerga tushib ketishi, vibrostol va shunga o'xshashlardan sodir bo'ladigan vibratsiyaga oid (vibratsion) yuk;

- baland inshoot va ko'p qavatli binolar (minoralar, tutunni chiqarib yuboradigan quvurlar, balandligi 40m va undan yuqori bo'lgan ko'p qavatli binolar)ni hisoblashda kiritiladigan shamol ta'sirining dinamik tuzuvchisi;

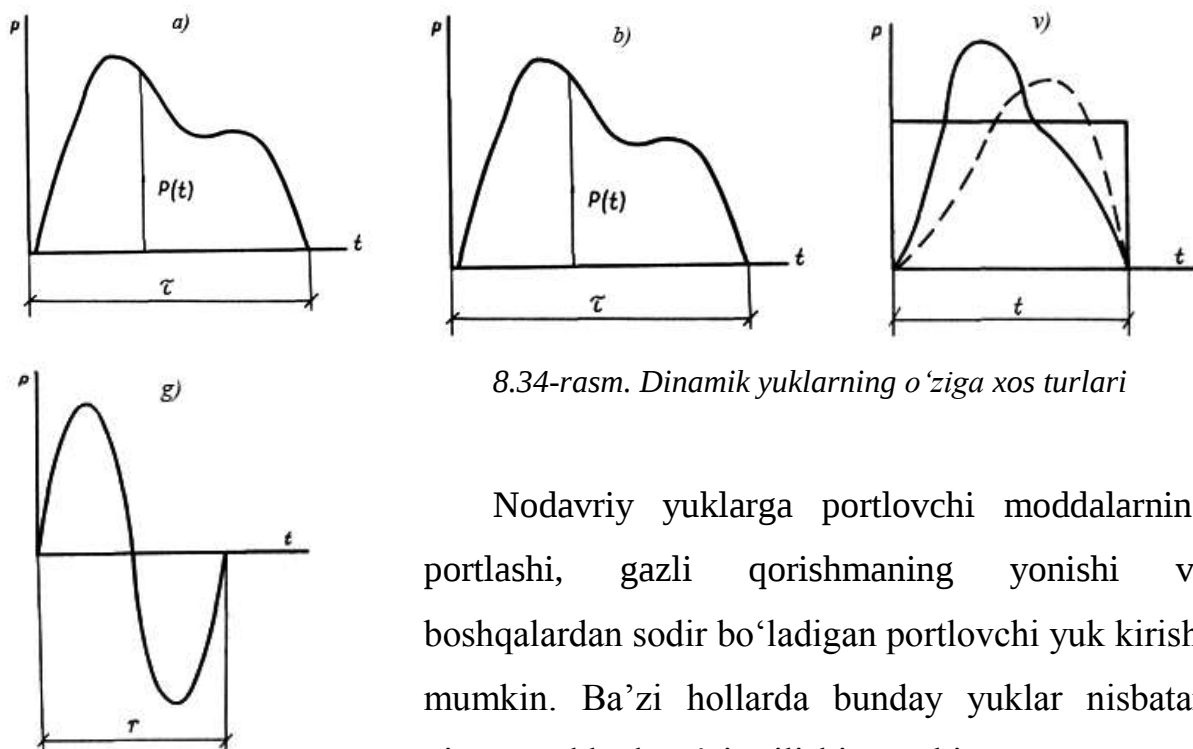
- kopyor (qoziq qoqadigan qurilma), bolg'alar va shunga o'xshashlar ta'siridan sodir bo'ladigan zarbali yuk;

- transport, ko'priklar, kranlari va sh.o'g'lardan sodir bo'ladigan ko'zg'aluvchi yuk.

Dinamik yuklar sinflanishi har xil ko'rinishga ega. Dinamik yuklar

determinatsiyalangan (tasodifiy emas) va tasodifiy bo‘ladi. Determinatsiyalangan yuklarning vaqt bo‘yicha o‘zgarishining qonuniyati bor. Bunday yuklar massasi turg‘un bo‘lmagan elektr dvigatel va generatorlar, ventilyatorlar va to‘qmoq (molot)lar mexanizmining ishi, krivoship-shatunli mexanizm va sh.o‘. lar ishidan vujudga keladi. Tasodifiy yuklar uchun sinov o‘tkazmasdan oldin ularning aniq xususiyatini oldindan aytish qiyin, ammo katta miqdorda statistik axborot yig‘ilganda ularning extimollik tavsiflarini aniqlash mumkin bo‘ladi.

Dinamik yuklar ko‘zg‘aluvchan va ko‘zg‘almas bo‘lishi mumkin. Qo‘zg‘almasga statsionar o‘rnatilgan asbob-uskunalarining ta’siri, qo‘zg‘aluvchanga esa kran, elektrokar (elektr dvigatelli arava), harakatlanuvchi sostav hamda odamlar harakatining qurilish konstruksiyalarga ta’siri kiradi. Yuklarning vaqt bo‘yicha o‘zgarish xususiyatiga qarab ular nodavriy (8.34,a-rasm), impulsli (8.34,b-rasm), davriy (8.34,v-rasm), garmonikka (8.34,g-rasm) farqlanadi. Zarbali yuk alohida xususiyatga ega.



8.34-rasm. Dinamik yuklarning o‘ziga xos turlari

Nodavriy yuklarga portlovchi moddalarning portlashi, gazli qorishmaning yonishi va boshqalardan sodir bo‘ladigan portlovchi yuk kirishi mumkin. Ba’zi hollarda bunday yuklar nisbatan qisqa muddatda ta’sir qilishi mumkin.

Bunday hollarda yuklarning vaqt bo'yicha taqsimlanish xususiyati uncha katta bo'lmاسligi mumkin. Agar yukning ta'sir qilish muddati $(\tau) \tau < 0,1T$ tengsizlikka amal qilsa, bunda T – konstruksiya xususiy tebranishining eng katta davri, unda samarali ta'sir qiladigan impuls J miqdorining qiymati bilan baholanadi va quyidagi formula yordamida aniqlanadi [12, 34]:

$$J = \int_0^{\tau} P(t)dt. \quad (8.10)$$

Zarbli yuk deganda, qurilish konstruksiyasiga ikki, ba'zida undan ham ko'p, birga uriladigan jinslarning o'zaro ta'sirini hisobga oladigan boshqa massani tushunish lozim. Bunday hollarda ba'zida bir-biriga to'qnashadigan nuqtalar yaqinida sodir bo'ladigan mahalliy xodisalarni, hamda to'liqlik tebranish tarqalishining qonuniyatini o'rganish zarurati tug'iladi.

Foydalanish yuki bilan dinamik sinovlarga tekshirish birinchi bosqichining hamma turlari va sinov yukini sodir qilish bo'yicha ishlardan boshqa sinov o'tkazish bilan bog'liq bo'lgan hamma tayyorlov ishlari kiradi. Sinov natijalari bo'yicha xulosa formal xususiyatga ega bo'lmاسligi uchun, nafaqat o'lchangan parametrlar qiymatlarini chegaraviylari bilan taqqoslash talab etiladi, balki inshootning konstruktiv dinamik xossalari bo'yicha baholash ma'lumotlarini ham taqdim etish lozim bo'ladi. Buning uchun konstruksiyaning xususiy tebranish ma'lumotlarini qayd qilib va keyin ularga ishlov berib zarbli yuk bilan namuna sinovlari o'tkaziladi. Bu konstruksiyaning hisobiy sxemasiga aniqlik kiritish, ularni dinamik elastik va plastik tavsiflarini aniqlash va eng ko'p dinamik siljishlar joyini aniqlash imkonini beradi. Xususiy tebranish rejimidagi sinov tajribalari tebranishlarni yozish uchun oddiy asboblardan foydalanib o'tkazilishi mumkin.

Foydalanish yuki bilan dinamik sinovlarda axborotlarni olish va qayta ishlash uchun, murakkabroq asboblardan foydalaniladi. Tajribani rejalashtirganda, asboblarning minimal sonidan foydalanishga va ularni ko'proq

mas'uliyatli joylarga joylashtirishga harakat qilish lozim. Dinamik parametrlarni vaqt bo'yicha sinxronli yozuvini olish uchun, o'lchov-qayd qilish apparaturasining ishi mos kelishi lozim.

Konstruksiyaning to'xtovsiz ishlashini bashorat qilish faqat tajriba ma'lumotlariga asoslanishi mumkin. Metall konstruksiyalar uchun – bu foydalanish yuki bilan yuklanganda kuchlanish jamlangan zonadagi deformatsiyalar, tekshirish momentidagi charchoqlik yoriqlarining parametrlari, materiallarning mustahkamlik tavsiflari (masalan, K_{1s} – kuchlanish jadalligining kritik koeffitsienti) to'g'risidagi ma'lumotlar. Bu ma'lumotlar yoriqlarning kattalashish tezligi tasodifiy qiymatining statistik tavsiflarini aniqlash va to'xtovsiz ishlash ehtimolligini hisoblash imkonini beradi.

Tekshiriladigan temirbeton konstruksiyalarning to'xtovsiz ishlash ehtimolligini bashorat qilish quyidagilarga asoslanishi kerak: foydalanishdagi dinamik yuk ostida sinashda beton destruksiyasi xususiyati to'g'risidagi ma'lumotlarga; kichik siklli yuklash sharoitida beton, armaturaning mustahkamlik xossalari va uning beton bilan birikishi to'g'risidagi informatsiyaga. Kichik siklli yuklashda ishlaydigan bir qator temirbeton konstruksiyalar uchun, to'xtovsiz ishlash ehtimolligini miqdoriy baholash faqat betonning yemirilish sharoitini tahlil qilishga asoslangan. Buning uchun foydalanish davrining qisqa muddatida betonda yoriqlar paydo bo'lish jadalligining o'zgarish parametrlarini aniqlash lozim bo'ladi. Kichik siklli yuklash, makroyoriqlarning tarqalishiga olib keladigan metall konstruksiyalardan farqli o'laroq, betonda ko'p takrorlanadigan yuklash mikroyoriqlar paydo bo'lishiga olib keladi, va u o'z navbatida strukturasini kuchsizlanishini, ma'lum bosqichda magistral makroyoriqlarning o'z-o'zidan, ichki ta'sirlar natijasida o'sishini keltirib chiqaradi. Betonli elementlarning qoldiq resursini baholash uslubi foydalanish davridagi yuklashda mikroyoriqlar paydo bo'lishining statistik parametrlarini akustik usullar yordamida aniqlashga, tekshiriladigan konstruksiyalarning betonli namunalarini kichik siklli yuklarga

(maksimal kuchlanishlarning baland sathida) ekspress-sinov o'tkazishga, bu ma'lumotlar bo'yicha to'xtovsiz ishlash ehtimolligini hisoblashga asoslangan.

Asosiy vazifadan tashqari – dinamik ta'sirlar xavfini baholash – inshootlar uchun foydalanish yuki bilan haqiqiy konstruksiyalarni sinashda yuklarning o'zining statistik tavsiflari ham o'rganiladi. Shu maqsad uchun maxsus uzoq muddatli tajribalar o'tkaziladi, unda konstruksiyalarning reaksiyalari (siljish va deformatsiyalari) bo'yicha ta'sirlar xususiyatlarida muhokama qilinadi.

Zarbali yuk deganda, qurilish konstruksiyasiga boshqa massani ta'sir qilishi tushuniladi, qachonki ikkita, ba'zida esa undan ham ko'p uriladigan jismlarning o'zaro ta'sirini hisobga olish zarur bo'lganda. Bu holda, ba'zida bir-biriga to'qnashadigan nuqtalar yaqinida sodir bo'ladigan mahalliy xodisalar, hamda to'liqinli tebranishlarning tarqalish qonuniyatini o'rganish zarurati tug'iladi.

8.7. Inshootlarning dinamik sinovlari

Dinamik sinovlarning maqsadi quyidagilar hisoblanadi [12, 34]:

- haqiqiy qo'zg'aluvchi yuklar keltirib chiqaradigan dinamik ta'sirlarning qiymatini aniqlash;
- inshootning asosiy dinamik tavsiflarini aniqlash – xususiy tebranishlar chastotasi va shaklini, inshootning dinamik bikrligini, tebranishlarning so'nish tavsiflarini.

Inshootlarning dinamik tavsiflarini aniqlash uchun barqaror tebranishlar (shu jumladan erkin) keltirib chiqarishga qodir qo'zg'aluvchan, zarbali, vibratsion, shamol va boshqa yuklardan foydalanish lozim bo'ladi. Dinamik sinovlar uchun inshoot bo'ylab real ko'chib yuradigan va yo'l yoki qatnov qismining mavjud bo'lgan notekisligida konstruksiyalarda tebranish, zarbali ta'sir, mahalliy ortiqcha yuk va b. larning sodir bo'lishini keltirib chiqarishga qodir og'ir yuklardan foydalaniladi.

Dinamik sinovlarda qo'zg'aluvchan vaqtinchalik yukdan elementlardagi

kuchlar yuqorida keltirilganlaridan oshib ketmasligi kerak. Avtoyo'l va shahar ko'priklarining sinovida zaruriy hollarda (masalan, inshootning dinamik tavsiflarini aniqlashda, qatnov qismidagi mumkin bo'lgan notekisliklar ta'sirini baholash uchun va b.) qo'zg'aluvchi yukning dinamik ta'siri maxsus choralarni qo'llab kuchaytirilishi mumkin – sun'iy yaratilgan notekislik (masalan, harakatga ko'ndalang yo'nalishda yotqizilgan doskalar bilan) bo'ylab avtomobillarni o'tkazish bilan. Davriy takrorlanuvchi impulslar ko'rinishida harakatga keltiruvchi dinamik kuch sun'iy yaratilgan notekislik bo'ylab ikki o'qli avtomobilni o'tkazish orqali sodir qilinishi mumkin, ular orasidagi masofa avtomobil g'ildiragi bazasiga teng.

Transport vositalari harakat tezligining mumkin bo'lgan diapazoni (ko'lami) da inshoot ishining xarakterini aniqlash uchun sinov yukining bir borib kelishi (qatnovi) har xil tezlikda bajariladi. Har xil tezlikda inshootda sinov yukining kamida 10 marta borib kelishini bajarish tavsiya etiladi. Yuqori dinamik ta'sir kuzatilganda, qatnovni qaytarilish lozim bo'ladi. Dinamik sinovlarda, qoidaga ko'ra, butun tebranish jarayoni (vibrogrammasi) ni yozib boradigan asbob (dinamik progibomer, vibrometr va vibrograf) larni qo'llash lozim, ularga ishlov berishda tebranish harakatining tavsiflari aniqlanadi.

Ko'priklarni sinashning asosiy vazifasi butun inshoot yoki ayrim elementlarining haqiqiy ishi xususiyatlarini aniqlashdan iborat. Ma'lumki, ko'priklar konstruksiyalarini hisoblashda materiallarning ma'lum ideallashtirilgan xossalari bilan hisobiy sxemalarida ma'lum bir soddalashtirishlarga ruxsat etiladi. Demak, ko'priklar konstruksiyalarini va elementlarining haqiqiy ishi hisobiy holatlaridan farq qiladi. Ko'priklarni sinash natijalari inshootlarni hisoblash usullarini takomillashtirish va yuk ko'taruvchanligini baholashda foydalaniladi. Ko'priklardan foydalanish bosqichida ularning ish sharoitida o'zgarish sodir bo'ladi. Materiallarning xossalari ham o'zgarishi mumkin. Ko'priklarni sinash bu o'zgarishlarning ularni haqiqiy ishiga ta'sirini aniqlash imkonini beradi. Ko'priklarni sinash quyidagi holatlarda o'tkaziladi [12, 34]:

• yangi inshootlarni boshlang'ich, umumiy va mahalliy deformatsiyalar – egikliklar, tayanch qismlarini siljishi, tik va gorizontal tebranishlar davri va chastotasi, eng xususiyatli zonalarining kuchlanganlik holati va shunga o'xshashlarni aniqlash maqsadida foydalanishga qabul qilishda. Bu ma'lumotlar hisobiylari bilan, keyinchalik esa inshootdan foydalanish jarayonidagi o'zgarishlarni aniqlash uchun keyingi bosqich sinov natijalari bilan taqqoslanadi;

- o'ta mas'ul ko'priklarni yuk ko'taruvchanligi hisobiga aniqlik kiritishda;
- kuchaytirilgandan so'ng uning samaradorligini baholash uchun;
- davriy foydalanish davomida konstruksiya ishidagi o'zgarishlarni aniqlash uchun;
- ko'prik konstruksiyalari hisobiga aniqlik kiritish uchun ma'lumotlarni jamlash va ilmiy-tadqiqot ishlarini o'tkazish maqsadida maxsus holatlarda.

Ko'priknı sinashdan oldin uni tekshirish lozim. Ko'priklarni sinash statik va dinamik yuklar ta'siriga o'tkaziladi. Dinamik sinovlar, qoidaga ko'ra, o'tayotgan poyezdlar, ba'zida esa maxsus poyezdlar ostida olib boriladi. Zaruriy holatlarda ko'priklarni sinash laboratoriya tadqiqotlari bilan birgalikda olib boriladi. Tajriba o'tkazish uchun, oldindan uning dasturi va metodikasi ishlab chiqiladi. Maqsadi aniq keltirilishi, sinash tartibi va usuli keng yozilishi lozim. Bunda yukning turi, sinaladigan konstruksiyani yuklash xususiyatlari va tartibini tanlashadi.

Ko'prik konstruksiyalarini sinashda asosan butun konstruksiya ishini tavsiflaydigan umumiy deformatsiya (oraliq qurilmalar va ularning alohida elementlari, tayanch va shunga o'xshashlarning burchak va chiziqli siljish) larini va konstruksiya elementlarining kuchlanganlik holatini aniqlashga imkon beradigan mahalliy deformatsiyalarni o'lchaydi va qayd qiladi. Dinamik sinovlar o'tkazishda butun inshoot yoki uning alohida elementlarining dinamik tavsiflarini olish uchun, deformatsiyalarning o'zgarish jarayonlarini qayd qilish asboblari va o'zi yozib boradigan qurilmasi bo'lgan apparaturalar bilan amalga

oshiriladi. Aniq inshootning sinovini o'tkazishda asbob va apparaturalarni to'g'ri tanlash uchun, kutilayotgan deformatsiyalarning taxminiy qiymati va o'zgarish xususiyatini oldindan bilish (belgilash) lozim. Bu maqsadda hisobiy materiallar yoki shunga o'xshagan konstruksiyalarning sinov natijalaridan foydalaniladi. Apparatura va asboblarni tanlashga sinov jarayoni vaqti va ish hajmi ancha ta'sir ko'rsatadi. Kam hollarda sinov o'tkazish uchun shu konstruksiyaning sinov talablarini qondiradigan har xil turdagi moslamalar va asboblari yaratiladi.

Sinash uslubida xronologik tartibda sinov o'tkazish quyidagicha rejalashtiriladi: asbob va apparaturalarni o'rnatish uchun tayyorlov ishlari, yuklash va yukdan bo'shatish ketma-ketligi, sinov yukini konstruksiyaga joylashishi, konstruksiyani yuk ostida ushlash vaqti, raqamlarni asboblari bo'yicha qayd qilish va yozish tartibi va sh.o'.

Dinamik sinovlar o'tkazishda sinov yuklarini ko'priklardan o'tish tezligi, tormoz berish rejimi, qayd qiluvchi asbob va apparaturalarni yoqish vaqti va shu kabilarni ko'rsatish lozim. Sinov o'tkazish oldidan o'lchov asboblari o'rnatish sxemasi ishlab chiqiladi va ularni tanlash asoslanadi. Sinov davrida asboblarning ko'rsatkichlarini yozib borish uchun oldindan maxsus jurnal tuziladi. Ko'rsatkichlarni bir kishi yozib boradigan bunday jurnallar, ma'lum guruhdagi asboblari uchun tayyorlanadi. Imkoni boricha ko'rsatkichlarni qayd qilish bilan bir vaqtda sinovni tugatilishini ta'minlash maqsadga muvofiq bo'ladi.

Sinov yuklarini ko'priklarga qo'yish vaqti oldindan kelishiladi. Foydalanishdagi ko'priklarni sinashda ham oldindan sinov davrida poyezdlar harakatida "darcha" bo'lishi kelishilgan bo'lishi kerak. Sinov uning boshqa qatnashchilari orasida ish vazifasini taqsimlovchi mas'ul shaxs rahbarligida o'tkaziladi. Shuni ta'kidlash lozimki, ko'priklarni sinash juda mas'uliyatli va qimmat turadigan jarayon (operatsiya), uni muvaffaqiyatli o'tkazish uchun puxta tayyorgarlik va yuqori tashkilotchilik talab etiladi. Ko'priklarni sinashda texnika xavfsizligiga amal qilish lozim.

Sinov o'tkazish joyiga qarab ular rosmi (haqiqiy) va laboratoriya sinovlariga farqlanadi. Rosmi sinovlar odatda qisqa muddatli (uzoq kuzatuvlisidan tashqari) bo'lib, keyin esa sinov natijalarini qayta ishlash va tahlil qilishni o'z ichiga oladi, ba'zi hollarda esa qo'shimcha laboratoriya tadqiqotlarini. Rosmi sinov jarayonida konstruksiyaning haqiqiy ishini hisobdagsiga mosligi, butun ko'priklar va uning ayrim elementlarining ko'taruvchanlik xususiyati baholanadi, oraliq qurilmalar (ba'zida uning ayrim elementlari) ning foydalanish yoki sinov yuklaridan sodir bo'ladigan umumiy egikliklari bilan tavsiflanadigan bikrligi, dinamik va boshqa tavsiflari aniqlanadi.

Laboratoriya sinovlarida oraliq qurilma yoki birikmalari materialining toliqishdagi mustahkamligi baholanadi, modellarda oraliq qurilmaning ayrim tugunlari yoki butun konstruksiyaning kuchlanish-deformatsiya holatini xususiyati, oraliq qurilma elementlarida yuk xususiyati va turiga bog'liq holda kuchlar taqsimlanishining o'ziga xos xususiyatlari tadqiqot qilinadi, materialning fizik-mexanik tavsiflari, uning kimyoviy tarkibi, chirishdan saqlash usullari va shu kabilari aniqlanadi. Laboratoriya sinovlari o'tkazishda masshtab va kuch omillari, yuklash tezligi, yuklarni qo'yish va undan bo'shatish ketma-ketligi, ularni ushlab turish uzoqligi (davri) va sh.o'. lar hisobga olinadi.

Dinamik sinov jarayonida oraliq qurilmalarning dinamik tavsiflari (butun oraliq qurilma yoki uning ayrim elementlarining tebranish davri va chastotasi, erkin va majburiy tebranishlari, tebranishning so'nish tezligi, dinamik koeffitsient va b.) baholanadi.

Ko'priklarni sinash har xil sinov yuklari ostida olib boriladi. Ko'priklarni sinash jarayonida oraliq qurilmalarning elementlari va tugunlarida katta qoldiq deformatsiyalar rivojlanishi kerak emas, shuning uchun sinov yuklari xaddan tashqari katta bo'lishi kerak emas. Sinov yuklari sifatida berilgan ko'priklarda harakat qilayotgan yoki kiritilayotgan harakatlanuvchi tarkibning eng og'iridan foydalaniladi. Ba'zi hollarda oraliq qurilmalarning ayrim elementlari va

tugunlari, hamda tayanlarni sinashda yuklash uchun domkrat, tortuvchi qurilma yoki osma yuklardan foydalanish mumkin.

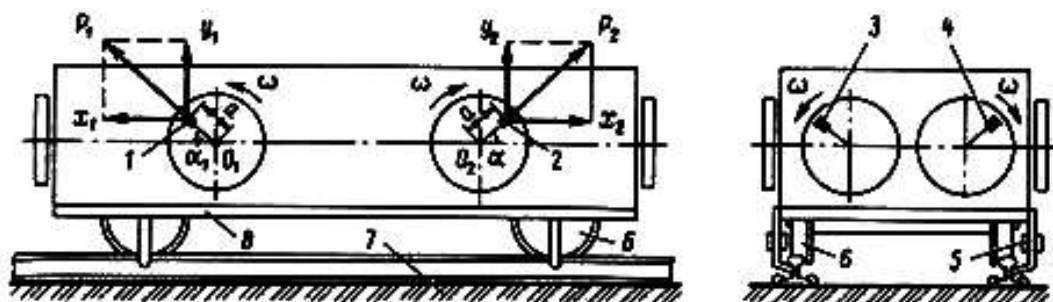
Dinamik sinovlarda sinov yuklari sifatida quyidagilardan foydalaniladi: harakatlanuvchi poyezd, maxsus sinov poyezdlari, vibratsiyalash mashinalari, maxsus zarbali yuklar. Birinchi holda ko‘priikka dinamik ta’sirlar o‘tayotgan poyezdlar yordamida hosil qilinadi. Bu oraliq qurilma yoki uning ayrim elementlarining foydalanish yuki ostida haqiqiy ishini baholash imkonini beradi. Bunday sinovlar poyezdlarning harakatlanish grafigini buzmaydi, va nafaqat ko‘prikning dinamik tavsiflarini, balki real foydalanish sharoitida ko‘prikdan uzoq foydalanishda uning ishini ishonchliligini aniqlash uchun juda kerak bo‘lgan ishlash rejimini baholash imkonini beradi.

Ba’zi hollarada ko‘prik bo‘yicha yukning ma’lum turlarining dinamik ta’sirini baholash uchun, lokomotiv va vagonlardan tashkil topgan maxsus sinov poyezdlari o‘tkaziladi. Bunday poyezdlardan ko‘prik ma’lum konstruksiya ish xususiyatini aniq turkumdagi yukning dinamik ta’sirida aniqlash uchun foydaniladi. Oraliq qurilmaning to‘laroq dinamik tavsiflarini olish maqsadida ko‘priikka aylanadigan markazlashgan massali (1 - 4) vibratsiyalash mashinalari bilan hosil qilinadigan vibratsiyali yuk bilan ta’sir qilinadi (8.35-rasm). Ularni har xil turdagi majburiy tebranishlar sodir qilish imkonini beradigan regulirovkali (rostlagichli) diapazoni etarlicha katta: tik, gorizonta (ko‘prik bo‘ylab va unga ko‘ndalang), egilib aylanadigan, sakrab ortishi va sh.k. Vibratsiyalash mashinalari platformaga (8) montaj qilinib, oraliq qurilmaga o‘rnatiladi va qistirgich (iskanja)lar (5) bilan yo‘llar relsiga qattiq mahkamlanadi. O‘rnatish joyi sinov dasturi va konstruksiya turkumi bilan aniqlanadi. Mashina ishlaganda, garmonik qonun bo‘yicha o‘zgaradigan inersion kuch sodir bo‘ladi [12, 34]:

$$R = ta\omega^2 \sin \omega t, \quad (8.11)$$

bunda t – eksentrik massasi; a – eksentriklikning aylanish radiusi; ω – aylanishning burchak chastotasi; t – vaqt.

a va aylanish tezligini o'zgartirib, sinaladigan konstruksiyada rezonans sodir bo'ladigan diapazongacha har xil davrli inersion kuchlarni olish mumkin.



8.35-rasm. Ko'priklarning oraliq qurilmalarini sinash uchun vibratsiyalash mashinasi sxemasi: 1, 2 – ko'ndalang vallarning muvozanatlanmagan massalari; 3, 4 – xuddi shunday bo'ylama, 5 – qistirgichlar; 6 – platforma g'ildiragi; 7 – tekshiriladigan konstruksiya; 8 – mashina platformasi

Vibratsiyali sinovlar ba'zi hollarda oraliq qurilmalarning toliqishdagi mustahkamligini baholash maqsadida o'tkaziladi. Erkin so'nadigan tebranishlarni qo'zg'atish uchun oraliq qurilmalarni birdaniga yukdan bo'shatishadi – oldindan unga osilgan yoki qo'yilgan yuk olib tashlanadi. Bikrligi nisbatan katta bo'lmagan oraliq qurilmalar shu usulda sinaladi. Agar yuk oraliq qurilmaga tashlansa, xuddi shunday ta'sir olinadi. Oraliq qurilmaning gorizontaal tebranishlarini maxsus qurilma – “taran” bilan qo'zg'atish mumkin. Ba'zida poyezdning zarbali ta'sirini kuchaytirish uchun, ko'priikka uzaytirilgan tirqish (chok)li rels yoki zinapoya quriladi. Konstruksiyalarning zilzilabardoshligini o'rganish uchun maxsus zarbali yuklardan foydalanishadi – *zarbali impulsli ta'sirlarni* quvvati uncha katta bo'lmagan portlash yordamida sodir qilish mumkin. Shuni ta'kidlash lozimki, maxsus dinamik sinovlar o'tkazishdan oldin va keyin oraliq qurilma va tayanchlar sinov jarayonida sodir bo'lishi mumkin bo'lgan o'zgarishlarni aniqlash uchun birma-bir chuqur tekshirilishi lozim.

O'lchov asboblari sinovlardan oldin konstruksiyalarga o'rnatilishi va ko'rsatkgichlarning stabilligini ta'minlash uchun ishonchli mahkamlanishi va tashqi atmosfera ta'sirlaridan himoyalaniishi lozim. Sinovlardan oldin asboblarga yaqinlashish imkoni borligi, ularning yoritilishi, hamda texnika xavfsizligi

bo'yicha chora-tadbirlarning bajarilishini tekshirish lozim.

Dinamik yuklar bilan sinashda sinov yuklarini ko'prik bo'ylab har xil tezlikda, 5km/s dan ("sudralish") maksimal ruxsat etilganicha o'tkaziladi. Har bir berilgan tezlikda o'tish soni kamida uch martadan kam bo'lmasligi kerak. Asboblarning turi, soni va joylashishi sinov maqsadiga bog'liq bo'ladi. Masalan, umumiy siljishlarni o'rganish uchun, odatda oraliq qurilmalarning tik va gorizontaal siljish va tebranishlari, ba'zida esa bo'ylama siljish va tebranishlari qayd qilinadi. Teshikli (sidra bo'shli) bosh fermali va yaxlit (butun) to'sinli oraliq qurilmalarda egikliklarni o'lchash uchun asboblari ikki bosh ferma (to'sin)lar oralig'ining o'rtasida o'rnatiladi. Agar tebranishning eng yuqori shakli sodir bo'lishi mumkin bo'lsa, unda asboblari oraliqning choragida ham o'rnatiladi. Tebranishlari Geygerning mexanik asboblari yoki ossilloqraf yordamida qayd qilinadi. Gorizontaal tebranishlari progibomerlar va DTMI (ДТИТ) konstruksiyasining gorizontaal mayatniklari yordamida qayd qilinadi. Ko'pgina hollarda dinamik sinovlari o'tkazishda konstruksiyaning ayrim elementlaridagi deformatsiyaning o'zgarishlari yozib boriladi. Asboblari soni va ularning joylashishi sinovlari dasturi va maqsadiga bog'liq bo'ladi. Harakat tezligi va o'tkaziladigan poyezdlardagi o'qlari soni qayd qiluvchi (ro'yxatga oluvchi) apparatura bilan biriktirilgan, maxsus pedal (tepki)lar va induksiya datchiklari yordamida aniqlanadi.

8.8. Sinov natijalarini baholash va tahlil qilish, ularning amaliy qo'llanishi

Ko'priklari sinovi amaliyotida erkin tebranishlari davri va chastotasi Geyger vibroqrafii, yoki ossilloqrammalar bilan yozib boriladigan vibrogrammalar bo'yicha aniqlashadi. Qayd qiluvchisi sifatida Geyger vibroqrafii asbobining qo'llanishi bahaybat kabel xo'jaligi, elektr toki manbasisiz amallash imkonini beradi, tadqiqot qilinadigan konstruksiyaga asbobni montaj qilishni qisqartiradi

va umuman tayyorlov ishlariga vaqtni qisqartiradi. Vibrogrammalar vaqt bo'yicha tadqiqot qilinadigan konstruksiya tebranish xarakterining grafik bog'liqligini ifodalaydi. Tebranishlar amplitudasini aniqlash uchun vibrogrammalar vaqtni qayd qilmasligi mumkin. Qolgan barcha hollarda ikki-uch tonli va garmoniklar bilan qiyinlashtirilgan murakkab tebranishlar davri, chastotasi va xarakterlari ni aniqlash uchun vaqt masshtablarini qayd qilish zarur [12, 34].

Odatda ko'prik polotnosi va ko'prik ustidagi yo'lining ideal holatida yakka yuklardan kuzatiladigan bir tonli oddiy tebranishlarda konstruksiya bitta qo'zg'atuvchi kuch bilan sinaladi. Amaliyotda ancha ko'p uchraydigan bir necha tonlarning murakkab tebranishlarida har xil chastotaning davriy impulslari paydo bo'ladi, shuning uchun murakkab tebranish har xil chastotaga ega bo'lgan oddiylarining majmuasi kabi ko'riladi. Vibrogrammalar bo'yicha tadqiqot qilinadigan konstruksiyaning dinamik tavsiflarini aniqlash bilan bog'liq masalalarni echish uchun, ularni rasshifrovka qilish lozim. Buning uchun yozilgan vibrogrammalar bo'yicha masshtabli o'lchovlar o'tkazish va lentani cho'zish tezligini o'rnatish etarli bo'ladi.

Vibrogrammaning tashqi ko'rinishi va shakli (konfiguratsiyasi) tadqiqot qilinadigan konstruksiyada sodir bo'ladigan dinamik jarayonlar xarakterini o'z ichiga oladi, ularni darhol taxminiy baholash mumkin. Agar tebranishlar amplitudasi ifodalangan keskin o'zgarishlarga ega bo'lsa, bu zarbali xarakterdagi kuchning ta'siridan dalolat beradi. Amplitudaning keskin o'zgarishi mavjud emasligi dinamik yuk jadalligining barqarorligini ko'rsatadi. Rezonansning paydo bo'lishi vaqt oralig'i uchastkasida ekstremumni saqlagan holda amplitudaning keskin o'sishi bilan xarakterlanadi. Ko'p tonli tebranishlarda, yukdan bo'shatilgandan so'ng so'nish momentida yaxshi ko'zga tashlanadi, asosiy ton tebranishlaridan tashqari, deyarli hamma vaqt oliy tonlar qayd qilinadi yoki ularni garmonik deb ham nomlashadi.

Majburiy tebranishlarning davri va chastotasini aniqlash.

Tebranishlarning bitta to'la tebranishni amalga oshirish uchun, zarur bo'lgan davri vaqt bilan sekundlarda o'lchanadi, chastotasi esa konstruksiya tomonidan bir sekunda amalga oshiriladigan to'la tebranishlar sonini aniqlaydi. Bu ko'rsatkichlar vibrogrammalar bo'yicha quyidagi tartibda hisoblanadi. Dastlab qayd qiladigan lentaning harakatlanish tezligi o'rnatiladi, mm/s [12, 17, 22, 34]:

$$v = l/t, \quad (8.12)$$

bu yerda l – vibrogrammadagi vaqt belgilari orasidagi masofa, mm; t – vaqt interval (oralig'i), s, u oraliqda lenta l masofani bosib o'tadi. Bitta to'la tebranishga mos keluvchi yozuv uzunligi, mm.

$$\lambda = L/n, \quad (8.13)$$

bu yerda L – n to'la tebranishlar sodir bo'lgan yozuv uzunligi. Unda qidiriladigan davr $T = \lambda/V$ (sekundlarda), tebranishlar chastotasi esa $f = 1/T$ (gerslarda).

Tebranishlar amplitudasini aniqlash. Geyger vibrografi bilan yozilgan vibrogrammalar bo'yicha tebranishlar amplitudasi etarlicha oddiy aniqlanadi, chunki o'ziyozar chizadigan chiziq qalinligi uncha katta emas va o'lchovlarda xatolik va buzilishlar keltirib chiqarmaydi. Amplitudani aniqlash yarimto'lqinning musbat va manfiy uchlari orasidagi masofani o'lchanga keltiriladi, undan so'ng olingan qiymatlar ikkiga bo'linadi. Bu amplituda bo'ladi. Sinov o'tkazganda amplituda qiymatini aniqroq o'lchash uchun asbob ko'rsatkichlarini imkoni boricha maksimal oshirishdan foydalanish lozim. Tebranishlarning yozish masshtabi dala materiallariga ishlov berishda albatta hisobga olinishi zarur.

Xususiy tebranishlar chastotasini eksperimental aniqlash. Xususiy tebranishlar chastotasi konstruksiyani keyingi ekspluatatsiyaga yaroqliligi, uni kuchaytirish yoki rekonstruksiya qilish zarurati hamda tezliklari va o'q yuklari bo'yicha ekspluatatsion rejimlarni belgilash to'g'risida qaror qabul qilish uchun asosiy omil hisoblanadi.

Xususiy tebranishlar chastotasini aniqlashning bir nechta usullari mavjud

[12, 17, 22, 34]:

- soʻnuvchi tebranishlarni olish uchun *bir zum qoʻyiladigan yuk* yoki zarba usuli;

- konstruksiyani rezonans taʼsirigacha olib boradigan vibromashinalardan foydalanish koʻzda tutiladigan *rezonans usuli*. Bunda vibroyuklarning qoʻzgʻaladigan tebranishlar chastotasi rezonans taʼsiriga etishganda xususiy tebranishlarning chastotasi ham boʻladi;

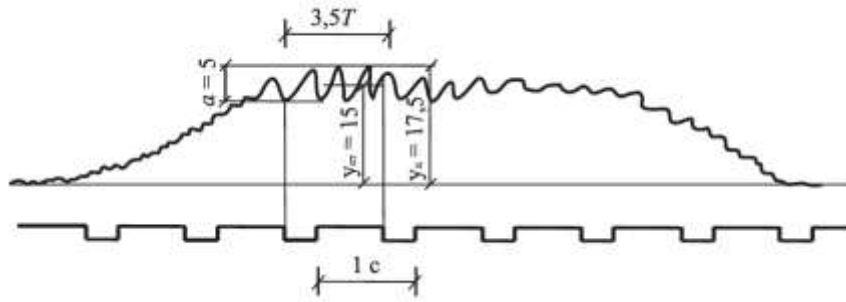
- poyezdlar yukidan *soʻnuvchi tebranishlarni olish* usuli. Bu temir yoʻllar dinamik sinovining amaliyotida eng koʻp qoʻllaniladigan usul.

Poyezdlar yuki seriyasi oʻtkazilgan va soʻnuvchi tebranishlar vibrogrammasi yozuvidan soʻng unda bir xil amplituda va chastotali fragmentlar tanlanadi. Bu uchastkalar xususiy tebranishlar chastotasi hisoblanadi. Ularning tahlili, T va f larni aniqlash yuqorida keltirilgan usul boʻyicha amalga oshiriladi (rasm 3.1).

Dinamik koeffitsientni aniqlash. Dinamik koeffitsientni aniqlashning maksimal sodda koʻrinishida ekspluatatsion rejimda inshoot boʻyicha oʻtkaziladigan sinov yukidan sodir boʻlgan egilishni statik yukdan sodir boʻlgan egilishga nisbatini topishga olib kelinadi. Deformatsiyaning eng katta ordinatasi maksimal dinamik taʼsir sifatida qabul qilinadi. Dinamik koeffitsientning eksperimental qiymati quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$1 + \mu = \frac{y_{din}}{y_{st}} \quad (8.14)$$

bu yerda u_{din} i u_{st} – tegishli dinamik va statik yuklardan sodir boʻlgan egilishlar. Koʻprik inshootlari tadqiqotining amaliyotida dinamik koeffitsientni aniqlash uchun bir nechta usullar qoʻllaniladi. Dinamik koeffitsientning eng aniqroq qiymatlari oraliq qurilmani statik yuk bilan bir necha bor yuklashda yoki sinov poyezdining koʻprik boʻyicha juda sekin harakatida vibrogrammada maksimal u_{st} ordinatani oʻlchab aniqlanishi mumkin. Dinamik egilish u_{din} har xil tezlik bilan sinov yuki harakatini aks ettiruvchi diagrammalar qatorida oʻlchanadi (rasm 8.36).



8.36-rasm. Oraliq o'rtasida fermaning vertikal egilishi vibrogrammasining namunasi.
Qo'zg'atuvchi tebranishlar dinamik koeffitsienti va davri diagrammasi bo'yicha aniqlash

O'tadigan poyezdlar ostida oraliq qurilmalarni sinash hollarida statik va dinamik egiklik qiymatlarini yozilgan vibrogrammalar bo'yicha olish mumkin. Buning uchun egiklikning eksperimental egriligi uchlari bo'yicha egrilik o'tkaziladi, bunda no'l liniyasidan o'lchangan maksimal amplituda u_{din} bo'ladi, eguvchilar orasi o'rtasigacha o'lchangan amplituda esa u_{st} qabul qilinadi. Harakatlanuvchi yuklar ostida dinamik koeffitsientni aniqlash usuli ko'p xatolik beradi, shuning uchun uni jadal harakat mavjud bo'lgan va sinov o'tkazish uchun texnologik "darcha" olish imkoni mavjud bo'lmagan hollarda qo'llashadi.

Shuni ta'kidlash lozimki, ko'prik bo'ylab poyezd yukining 60km/s va undan kam bo'lgan tezlikda harakat qilganda ularning oraliq qurilma va tayanch konstruksiyasiga dinamik ta'siri ancha darajada kamayadi, bu maxsuslashtirilgan institutlar laboratoriyalari o'tkazgan tadqiqot materiallari bilan tasdiqlanadi. Uzunligi 23m li metall va uzunligi 4,7m li temirbeton oraliq qurilmalar uchun dinamik koeffitsientni aniqlash bo'yicha tajribaviy ma'lumotlar shuni ko'rsatdiki, yuklar tezligi oshirilganda dinamik koeffitsientlar maksimal qiymati chiziqliga yaqin qonunga bo'yicha oshar ekan. Ko'priklarning sinovida tajriba yo'li bilan olingan dinamik koeffitsient qiymati me'yoridan katta bo'lgan hollar mavjud bo'lgan. Bunday hollarda sinov yuki hisobiysidan ancha kichik bo'lgan, bu esa dinamik koeffitsientning katta qiymatini olishga sabab bo'ldi.

Ko'priklar sinovining, xususan dinamik koeffitsientlarni o'rganishning,

yurtimiz va chet el tajribasidan kelib chiqadiki, tortish kuchi va yurish (ballast, ko'ndalang to'sin yoki temirbeton plitalarda yurish) xarakterining dinamik ko'effitsient qiymatiga ta'sirining qandaydir qonuniyatini o'rnatish mumkin emas ekan. Shuning uchun lokomotivlarning yangi turlari va harakatdagi yuklar tezlik rejimining o'zgarishidan o'q bo'ylab yuklarning oshirish imkoniyati to'g'risida qaror qabul qilish zaruratida aniq temir yo'l liniyasiga moslab ko'priklar oraliq qurilmalari dinamik tadqiqotini o'tkazish lozim.

Olingan ma'lumotlarga ishlov berish. Dinamik sinovlarni o'tkazishda olingan dala materiallarining tahlili ularga ishlov berish, sinov o'tkazilgan inshootlarning dinamik tavsiflari va ularga dinamik yuklar ta'sirining xarakterini o'rnatish imkonini beradi. Oraliq qurilmalar erkin vertikal tebranishining chastotasini, statik egiklik qiymati aniq bo'lsa, etarlicha aniqlikda quyidagi formuladan aniqlash mumkin [34]:

$$y = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{y_{st}}}, \quad (8.15)$$

bu yerda g – erkin tuzish tezlanishi. Bunda erkin tebranish davri chastotaga teskari qiymat kabi aniqlanadi, ya'ni

$$T = \frac{1}{y}. \quad (8.16)$$

Oraliq qurilmaning egiklik qiymati va uni keltirib chiqargan yukni bilib, inshoot bikrligi tavsifini aniqlash mumkin:

$$S = \frac{\Sigma P_i \left(3 \frac{x_i}{l} + 4 \frac{x_i^3}{l^3} \right)}{y_{st}}. \quad (8.17)$$

Bu formula sinov yukidan hosil bo'lgan to'plangan kuchlar tizimini oraliq o'rtasiga joylashgan bitta kuchga keltirish yo'li bilan olingan. Tebranishlari bitta yarimto'lqin bo'yicha amalga oshiriladigan to'sinli oraliq qurilmalarning bikrlilik tavsifi to'plangan kuch hisoblanadi, u oraliq o'rtasiga qo'yilganida, bu nuqtasida qiymati 1 ga teng bo'lgan egiklik keltirib chiqaradi. Amaliyotda to'sinli oraliq

qurilmalar uchun erkin tebranishlar davrini aniqlashda quyidagi formuladan foydalanish qulay [34]:

$$T = 0.177 \sqrt{\frac{p}{k}} y_{st}, \quad (8.18)$$

bu yerda r – doimiy yuk jadalligi; k – teng tarqalgan vaqtinchalik yukdan olingan vaqtinchalik yuk jadalligi; u_{st} – oraliq oʻrtasida oʻlchangan statik egiklik.

Kichik oraliq qurilmalarni sinashda, odatda 0,008 – 0,009 sek dan oshmaydigan erkin tebranishlar davri, vibrodiagrammalarda koleso zarbi keltirib chiqaradigan aniq ifodalangan choʻqqisi kuzatiladi. Bu choʻqqilardan keyin tez soʻnadigan tebranishlar keladi, ularning chastotasiga oraliq qurilmaning erkin tebranishlar chastotasi mos keladi. Temir yoʻl koʻpriklari metall oraliq qurilmalarida oʻtkazilgan koʻp sonli va koʻp yillik tadqiqotlarning tahlili, oʻtgan asr oʻrtalarida xususiy vertikal tebranishlar davrlarini aniqlash uchun eksperimental-nazariy formulalarni olish imkonini berdi:

$$T = 0,9 \sqrt{\frac{\sigma_p}{E} \frac{l}{\sqrt{h}}}, \quad (8.19)$$

$$T = 0,9 \sqrt{\frac{[\sigma]}{E} \frac{p}{p+k} \frac{l}{\sqrt{h}}}, \quad (8.20)$$

bu yerda 0,9 – 0,5s/m oʻlchamlikka ega boʻlgan, temir yoʻl koʻpriklari oraliq qurilmalari boʻyicha koʻp sonli tajribaviy maʼlumotlariga ishlov berish asosida olingan proporsionallik; σ_r – doimiy yukdan oraliq oʻrtasida bosh ferma belbogʻlarida sodir boʻladigan oʻrtacha hisobiy (netto yuzasi boʻyicha) kuchlanish; E – oʻlchov birligi xuddi σ_r va $[\sigma]$ kabi olinadigan materialning elastiklik moduli; l – hisobiy oraliq, m; h – oraliq oʻrtasida bosh fermaning hisobiy balandligi, m; $[\sigma]$ – loyihalash meʼyorlari boʻyicha ruxsat etilgan hisobiy kuchlanish; r – oraliq qurilmalar uchun doimiy yuk jadalligi; k – dinamik koeffitsientni hisobga olib oraliq qurilma oʻrtasidagi hisobiy ekvivalent yuk, agar u oraliq qurilmani loyihalashda hisobga kiritilgan boʻlsa (k ning

o'lchov birligi r dagi kabi bo'lishi kerak).

(8.19) va (8.20) formulalar ruxsat etilgan kuchlanishlar metodikasi bo'yicha loyihalangan ko'priklar vertikal tebranishlari davrini aniqlashda qo'llanishi lozim. Ulardan, ba'zi bir tuzatishlar kiritish bilan, chegaraviy holatlar metodikasi bo'yicha SN 200–62 loyihalangan foydalanish mumkin. Bu holda (6) formula quyidagi ko'rinishni oladi:

$$T = 0,9 \sqrt{\frac{R_0}{E} \frac{p}{p^* + p^*} \frac{l}{\sqrt{h}}}, \quad (8.21)$$

bu yerda R_0 – belbog'lar materialining o'q bo'ylab ta'sir qilishidagi hisobiy qarshiligi; r^* va k^* – tegishli ortiqcha yuklanish koeffitsientlari va dinamik koeffitsientni hisobga olib doimiy va vaqtichalik hisobiy 1m uzunasidagi yuklari.

[34] muallifi tomonidan o'tkazilgan tadqiqotlar natijalari bo'yicha empirik formula ishlab chiqilgan, u bo'yicha hisoblash natijalari tajribaviysi bilan yaxshi mos keladi:

$$T = (8 + 0,39l) \cdot 10^{-2}, \quad (8.22)$$

bunda L ning qiymati metrda qabul qilingan.

Oraliqlari uzunligi 5 dan 33,5m gacha bo'lgan temir yo'l temirbeton oraliq qurilmalar uchun xususiy tebranishlar davrlarining qiymati quyidagi oraliqda bo'ladi [34]:

$$0,0072l \geq T \geq 0,0072 - 0,05. \quad (8.23)$$

Bu yerda l – hisobiy oraliq qiymati, m; T – xususiy tebranishlar davri, s.

Uzunligi 5m dan kichik bo'lgan oraliqlar uchun quyidagi bog'liqlik eksperimental ma'lumotlarga yaxshi javob beradi:

$$0,01 \geq T \geq 0,02.$$

Oraliq qiymati 18m dan katta bo'lgan temirbeton to'sinli oraliq qurilmalar uchun, ko'zg'aluvchan tayanch qismlarining erkin ko'chishini ta'minlashda esa kichik oraliqlar uchun erkin tebranishlar davri quyidagi formuladan aniqlanishi

mumkin:

$$T = 0,58 \sqrt{\frac{\sigma_p}{E}} \frac{l}{\sqrt{x}}, \quad (8.24)$$

bu yerda σ_r – doimiy yukdan siqilgan belbog‘dagi hisobiy kuchlanish; x – neytral o‘qdan siqilgan fibra (tola) gacha bo‘lgan masofa.

Muhim, ammo SHNK 2.05.03.12 bilan me‘yorlashtiriladigan ko‘rsatkichlar tebranishlarning so‘nish tezligini xarakterlovchi ularining logarifmik dekrementi hisoblanadi. Absolyut qiymati bo‘yicha u qancha katta bo‘lsa, tebranishlar so‘nishi shuncha tez sodir bo‘ladi. So‘nish dekrementini quyidagi bog‘liqlik bilan ifodalash qabul qilingan

$$d = \varepsilon T, \quad (8.25)$$

bu yerda ε – so‘nish koeffitsienti, 1/s, uni TIMITI (CHИИС) taklif qilgan formula bo‘yicha aniqlash mumkin:

$$\varepsilon = \frac{1}{10T^2(1 + 10T)}. \quad (8.26)$$

Oraliqlari 18 dan 33,6m gacha bo‘lgan oldindan zo‘riqtirilgan temirbetonli bir yo‘lli temir yo‘l ko‘priklari uchun so‘nish dekrement qiymatlarining tajribaviy qiymatlari aniqlangan, ular 0,11 dan 0,56 gacha oraliqda joylashgan, ammo bu ko‘rsatkichlarning e xarakterli diapazoni 0,2 – 0,4 oraliqda joylashgan.

Yuk – ferma tizimi tebranishlari tadqiqoti harakatlanuvchi tarkib resorlarida kuchlarning qayta taqsimlanishi tufayli oraliq qurilma yon gorizontal tebranishlari amplitudalarining oshishida uning tushishdagi xavfliligi oshadi. Shuning uchun dinamik hisoblar gorizontal tebranishlar amplitudasining tavsiya etiladigan chegaraviy qiymatlari o‘rnatiladi, me‘yorlash bazasi bu ko‘rsatkichni shartlamasa ham. Xususiyl ko‘ndalang gorizontal tebranishlarning hisobiy davri bo‘yicha QMQ 2.05.03 – 97 faqat cheklov o‘rnatadi.

$$0,01l \geq T_g \leq 1,5 \text{ c}. \quad (8.27)$$

Shunday qilib, temir yo‘l to‘sinli ko‘priklar metall oraliq qurilmalari majburiy gorizontal tebranishlarining eng katta amplitudasi qiymati uchun ular

bo'ylab vaqtinchalik yuklarni o'tkazishda oraliq qurilmalar gorizontaal tebranishlarining ruxsat etilgan amplitudasi

$$A_{qo'sh} \leq 1,5 \text{ sm.} \quad (8.28)$$

Agar vaqtinchalik yuklarni o'tkazishda amplitudasi 1,5sm dan katta amplitudasi bo'lgan gorizontaal tebranishlar rivojlansa, unda poyezdlarning xavfsiz harakati sharti bo'yicha yo'l qo'yib bo'lmaydigan, harakatlanuvchi tarkib ayrim kolesolarining yukdan bo'shashi boshlanishi mumkin. Kichik amplitudalar yukdan bo'shash xavfini tug'dirmaydi. Dinamik hisoblar bilan tavsif qilinadigan gorizontaal tebranishlarning maksimal ruxsat etilgan amplitudasi rezonans hodisasi paydo bo'lishi shartidan aniqlanadi.

Yuklangan oraliq qurilmalarning majburiy gorizontaal tebranishlari amplitudasining katta qiymatlarida rezonans tebranishlari qanday chastota bilan sodir bo'lishiga bog'liq bo'lmagan holda qo'zg'aladigan tarkib resorlarining bir tomonlama yukdan bo'shashi boshlanadi. Ochiq belbog'lari T_{go} bilan va harakati pastda T_{gn} va yuqorida T_{gv} bo'lgan temir yo'l ko'priklari metall oraliq qurilmalari erkin gorizontaal tebranishlarining asosiy toni davrini aniqlash uchun yetarlicha aniq eksperimental-nazariy formulalar olingan [34]:

$$T_{gi} = (1,93 - 0,01l) \frac{l}{b} \sqrt{h \frac{[\sigma]}{E} \cdot \frac{p}{p+k}}; \quad (8.29)$$

$$T_{gv} = \frac{200}{150+l} \cdot \frac{l}{b} \sqrt{h \frac{[\sigma]}{E} \cdot \frac{p}{p+k}}; \quad (8.30)$$

$$T_{go} = 0,35 \frac{l}{b} \sqrt{h \frac{[\sigma]}{E} \cdot \frac{p}{p+k}}, \quad (8.31)$$

bunda l – fermaning hisobiy oralig'i, m; b – fermaning hisobiy eni, m; h – oraliq o'rtasida bosh fermaning hisobiy balandligi, m.

Yuk ko'taruvchanligi bo'yicha ko'priklar toifasini aniqlash. Yuk ko'taruvchanligi bo'yicha hisoblar natijasida olingan oraliq qurilmalar sinfi va ularning sinovi natijalarini tahlil qilish ko'prik toifasini aniqlash uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Temir yo'l ko'priklarini ekspluatatsiya qilish amaliyotida

yuk ko'taruvchanlikning beshta toifasi o'rnatilgan [34].

Birinchisi: ular da yuk ko'taruvchanligini kamaytiruvchi nuqson va shikastlanishlar mavjud bo'lmaganda, N8 va S14 yuki ostida hisoblangan ko'priklar.

Ikkinchisi: barcha lokomotiv va vagonlar o'qidan relslarga 270kN (27ts) gacha yuk ta'sir qilishida yo'lining 105kN/m (yo'lining 10,5ts/m) gacha pogon yukiga ega bo'lgan vagonlari bilan poyezdlarning yurishini ta'minlovchi, hamda 300t gacha yuk ko'taruvchanligi bilan 40km/s dan katta tezlikda va 301 – 500t gacha yuk ko'taruvchanligi bilan 25km/s dan katta tezlikda transportyorlarni o'tkazish imkonini beradigan ko'priklar.

Uchinchisi: barcha lokomotiv va vagonlar o'qidan relslarga 270 kN (27 ts) gacha yuk ta'sir qilishida yo'lining 90 kN/m (yo'lining 9 ts/m) gacha pogon yukiga ega bo'lgan vagonlari bilan poyezdlarning yurishini ta'minlovchi, hamda 300 t gacha yuk ko'taruvchanligi bilan 25 km/s dan katta tezlikda va 301 – 500 t yuk ko'taruvchanligi bilan 15 km/s dan katta tezlikda transportyorlarni o'tkazish imkonini beradigan ko'priklar.

To'rtinchisi: barcha lokomotiv va vagonlar o'qidan relslarga 260kN (26 ts) gacha yuk ta'sir qilishida yo'lining 75kN/m (yo'lining 9ts/m) gacha pogon yukiga ega bo'lgan vagonlari bilan poyezdlarning yurishini ta'minlovchi, hamda 300t gacha yuk ko'taruvchanligi bilan 15km/s va undan katta tezlikda transportyorlarni o'tkazish imkonini beradigan ko'priklar.

Beshinchisi: birinchi – to'rtinchi toifalar uchun ko'rsatilgan ko'priklardan tashqari, yuklarni o'tkazishni ta'minlay olmaydigan barcha ko'priklar.

Birinchi – to'rtinchi toifali ko'priklarning etalon va tegishli yuk ko'taruvchanligi sifatida qabul qilingan ekvivalent yuk va yuklar sinflarini aniqlash uchun "Temir yo'l metall oraliq qurilmalar yuk ko'taruvchanligini aniqlash bo'yicha Ko'rsatma" maxsus [47] jadvallardan foydalanish lozim bo'ladi.

Pishitish (obkatka). Ko'priklarni pishitish inshootni yoki uning qismlarini

mazkur liniya yoki yo'lda eng harakatlanadigan og'ir ekspluatatsion yuklarni normal qabul qilish xususiyatini aniqlash maqsadida amalga oshiriladi [34]. Temir yo'l ko'priklari va metropoliten yo'li osti ko'priklarini pishitish og'ir poyezdlar bilan amalga oshiriladi, AB avtomobil yuki ostida loyihalangan ko'priklarni pishitish – og'ir avtomobillar bilan. Pishitishda konstruksiyalar holatini vizual kuzatish kuzatiladi, hamda oraliqlar o'rtalarida oddiy usullar (masalan, nivelirlash) bilan egikliklarni o'lchash bajariladi. Temir yo'l ko'priklari va metropoliten yo'li osti ko'priklarini pishitish poyezdning mokili (челночный) harakati orqali bajarish tavsiya etiladi. Yukning har xil tezligi bilan poyezdlarning umumiy sonini, qoidaga ko'ra, 12 tadan ko'p belgilash lozim. O'tishning birinchi ikki-uchtasini bajarish kam tezlik bilan (5 dan 10 km/s gacha) bajarish kerak; egikliklarni o'lchash zaruratida poyezdlarni to'xtatish kerak bo'ladi.

Ikki yoki undan ko'p harakat polosasiga ega bo'lgan, AB avtomobil yuklari ostida loyihalangan ko'priklarni pishitishda, pishitiladigan konstruksiya oraliqlarida chetki polosalarning biriga yonma-yon joylashgan avtomobillarning orqa va oldingi o'qlari orasidagi masofa 10m li qilib avtomobillar kolonnasi o'rnatiladi. Boshqa erkin polosa bo'ylab 10 dan 40 km/s tezlik bilan yakka avtomobillar harakati amalga oshiriladi. Poyezdlar soni, qoidaga ko'ra, beshdan ko'p qabul qilinadi. Inshootning umumiy tekshiruvdan so'ng avtomobillar kolonnasi boshqa chetki polosaga o'rnatiladi, yakka avtomobillar harakati esa bo'shatilgan polosa bo'ylab amalga oshiriladi. Bir polosali ko'priklarni pishitishda faqat yakka avtomobillardan foydalanishadi.

8.9. Ko'priklarning tekshiruv va sinov natijalarini tahlil qilish va baholash bo'yicha tavsiyanomalar

Po'lat konstruksiyalar uchun

1. Payvandli elementlardagi yoriqlar konstruksiya butun kesimining mo'rt

sinishiga potentsial xavf tugʻdiradi, ayniqsa havoning salbiy haroratida kattalashib borishi bilan [34].

2. Parchin mixlangan elementlardagi yoriqlarni ham kesimi joylashgan oʻsha element sinishining sababi sifatida koʻrish mumkin.

3. Kuchsiz parchin mixlarning mavjudligi tugun yoki tutashish joyining koʻtaruvchanlik xususiyatini kamaytiradi.

4. Metall korroziyasi elementlar kesimini kuchsizlantiradi, hamda uning yarali xarakterida kuchlanishlarning konsentratsiyasiga olib kelishi mumkin.

5. Ishlaydigan siqilgan elementlarning anchagina jadal qiyshayishi va bir nuqtaga toʻplangan kuch taʼsir qilish zonasida mahalliy qiyshayishi elementlar va konstruksiya qismlari turgʻunligining yetarli darajada emasligidan dalolat beradi.

6. Metall elementlar yuzasidagi Lyuders chiziqlari plastik deformatsiyalarning jadal rivojlanishidan dalolat beradi.

Temirbeton konstruksiyalar uchun. 1. Betonda yoriqlarning (meʼyoriy qiymatlaridan katta oʻlchamlarda) ochilishi, hamda hisob-kitoblarda koʻzda tutilmagan yoriqlarning sodir boʻlishi quyidagilarni hisobga olib baholanadi [34]:

- yoriqlar hosil boʻlishining mumkin boʻlgan sabablari;
- element koʻtaruvchanlik xususiyati (armaturadagi kuchlanish, konstruksiyaning butunligi, kesimlar ishlash sxemasining oʻzgarishi va sh.oʻ.) larga yoriqlarni taʼsiri;
- yoriqlar boʻylab armaturaning korrozion xavfliligi.

2. Choʻzilgan zonada koʻndalang yoriqlarning bir vaqtda anchagina ochilishi bilan beton siqilgan zonasidagi (egiluvchi elementlar uchun) boʻylama yoriqlar elementlarning beton boʻyicha koʻtaruvchanlik xususiyati batamom tugaganligidan dalolat berishi mumkin.

3. Armaturaning beton bilan (masalan, qurilish bosqichida) tishlashishi mavjud boʻlmagan, koʻndalang-qismlarga ajratilgan oldindan zoʻriqtirilgan

konstruksiyalar choklarida yoriqlar paydo bo'lishi, konstruksiyaning ko'taruvchanlik xususiyati bo'yicha xavfli holat boshlanishi oqibati bo'lishi mumkin.

4. Davriy profilli armaturada ochilish eni 0,5mm dan katta va silliq armaturada ochilish eni 0,7mm dan katta bo'lgan, ishchi armaturaga ko'ndalang joylashgan, zo'riqtirilmagan konstruksiyalardagi yoriqlar armaturadagi oquvchanlik yoki armaturaning beton bilash tishlashishi yo'qolganligi to'g'risida dalolat berishi mumkin.

5. Armaturaning xavfli korroziyasi belgilari bo'yicha elementlar quyidagi yoriqlari mavjudligida himoya choralarini ko'rish talab etilmaydi:

a) simli zo'riqtirilgan armaturasi bilan temir yo'l ko'priklari oraliq qurilmalarida – ochilish eni 0,05mm gacha bo'lgan siyrak yakka yoriqlar;

b) sterjenli zo'riqtirilgan armaturasi bilan temir yo'l ko'priklari oraliq qurilmalarida va simli armaturasi bilan avtoyo'l va shahar ko'priklari oraliq qurilmalarida – osilish eni 0,1mm gacha bo'lgan yakka yoriqlar;

v) zo'riqtirilmagan sterjenli armaturasi bilan konstruksiyalarda:

- o'zgaruvchan suv sathi zonasida joylangan – ochilish eni 0,15mm gacha;
- atmosfera yog'inlari bilan namlangan – 0,2mm gacha;
- atmosfera yog'inlaridan himoyalangan – 0,3mm gacha.

6. Oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalar ishchi armaturasiga nisbatan ko'ndalang joylashgan yoriqlarning mavjudligi betonning zo'riqtirilgan armatura bilan yetarlicha darajada siqilmaganligi belgisi kabi ko'riladi.

7. Sterjenli armatura bo'ylab yoriqlarning paydo bo'lishi va betonning singan bo'laklari odatda armaturaning korroziyasi bilan bog'liq. Mazkur nuqsonlarning mavjudligi beton himoyaviy xossalariining yetarli emasligini ko'rsatadi va konstruksiyalarning uzoqqa chidamliligini kamayishiga olib keladi. Ishchi armatura bo'ylab yoriqlarning ancha ochilishi uning korroziyasi oqibatida to'sin va kolonnalarning ko'taruvchanlik xususiyatini sezilarli darajada kamaytirishi mumkin.

8. Betonlashtirish nuqsonlari (chig'anoq, kavak, beton himoya qatlami qalinligining yetarli bo'lmagan joylari), betonni ko'chib tushgan bo'laklarini, birinchi navbatda, korroziyaga nisbatan armatura himoyasining yomonlashgani belgisi sifatida baholash mumkin; bunday nuqson va shikastlanishlarning o'lchamlari kattaligida elementlar kesimlarida beton siqilgan yuzasining kamayishi va konstruksiyalar tashqi ko'rinishining yomonlashishini ham baholash lozim.

9. Sizib kirish, osilib turgan bo'laklar, oqib tushgan zang izlari, qoidaga ko'ra, konstruksiya gidroizolyasiyasi yomonligidan dalolat beradi. Betonning osilib qolgan bo'laklari yuzasida quruq, eski izlarni mavjudligi gidroizolyasiya yaratilishiga qadar suvning oqishi oqibati hosil bo'lgan bo'lishi mumkin (ayniqsa, yangi qurilgan ko'priklarda).

10. Ulama (bir necha qismdan iborat) egiluvchi konstruksiyalar tutatish joylarining yelimlangan katta uchastkalarida qotmagan yelimning mavjudligi ko'ndalang kuch bo'yicha ko'taruvchanlik xususiyatini kamayishiga olib keladi va ishqalanish koeffitsientini pasaygan qiymatlarida tutashish joyini tekshirishni talab etadi.

Monolit va yig'ma-monolit betonli tayanchlar uchun: 1. Tayanchlar umumiy deformatsiyalarining mavjudligi odatda zaminning deformatsiyalari to'g'risida dalolat beradi va inshootning ekspluatatsion xossalarini kamayishi (tayanch qismlarining siljishi, deformatsion choklar o'lchamlarini kamayishi, yo'l profili va rejasini yomonlashishi) ga olib keladi; statik noaniq tizimlar uchun bunday deformatsiyalar asosiy konstruksiyalarning shikastlanishiga va ularning ko'taruvchanlik xususiyatini kamayishiga olib kelishi mumkin.

2. Betonli yirik tayanchlardagi ochilish eni $1 \div 1,5$ mm gacha bo'lgan vertikal harorat-kirishish yoriqlari inshoot uchun xavf tug'dirmaydi, bu yoriqlarning rivojlanishga moyilligi mavjud bo'lgan va tayanch butunligining buzilishiga xavf tug'diradigan hollar bundan istisno.

3. Yilida 1 mm gacha jadallik bilan muz va tagidagi cho'kindilar tomonidan

betonning eyilishi oqibatida yirik (qalinligi 1,5m dan katta) tayanchlar qirrasining eyilishi xavf tug'dirmaydi va ruxsat etilgan hisoblanadi. Engillashtirilgan va yirik tayanchlarning yuqorida ko'rsatilganlardan katta o'lchamlarda yoyilish xavfi, tayanchlar ko'taruvchanlik xususiyati va uzoqqa chidamliligini kamayishi mumkinligini e'tiborga olib baholanadi.

O'zlashtirish uchun nazorat savollari:

Konstruksiylar statik sinovi usullarini yoritng.

Sinovlar dasturiga nimalar kiradi?

Materiallar va konstruksiylarni sinash uchun asbob-uskuna va priborlar to'g'risida ma'lumot bering.

Soyuzdornii konstruksiyasining UKE-927 (PCV-02) pribori bilan qanday tavsiflar aniqlanadi?

Bir tekislikda (CIIKA 40/35-25) qirqish qurilmasi bilan qanday tavsiflar aniqlanadi?

Uch o'q bo'ylab siqish priborining vazifasi?

ПСТ-2М priborining vazifasi?

Gruntlarni sinash uchun kompression ПКТ-Р pribori bilan qanday tavsiflar aniqlanadi?

Hajmli lotok bilan qanday tavsiflar aniqlanadi?

Zamonaviy pribor va asbob-uskunalarining yangi avlodlari to'g'risida ma'lumot bering.

ППГ-1 turidagi gidravlik qo'l pressi.

JYS-2000A sinov pressi.

ИР-400-1М (ΔI) sinov mashinasi.

Konstruksiya va inshootlarni sinash metodikasi.

Presslarda mustahkamlikka sinash metodikasi.

Statik sinov jarayonida konstruksiya yoki uning ayrim elementlarining kuchlanish qanday aniqlanadi?

Betonli namunalarning standart sinovini tushuntiring.
 O'q bo'ylab cho'zilishga sinash qanday amalga oshiriladi?
 Namuna-silindrlarni yorilishga sinash sxemasini keltiring.
 Sinash uchun elementlar qanday tanlanadi?
 Elementlarning yuklash sxemalarini keltiring.
 Inshootlarning statik sinov bosqichlarini keltiring.
 Monolit uzlukli plitani sinash sxemasini keltiring.
 Ko'p oraliqli uzliksiz to'sinni sinash sxemasini keltiring.
 Poligonal fermani sinash sxemasini chizing.
 Tayanchlarning joylashish va fermani yuklash sxemalarini keltiring.
 Donali yuklar bilan sinash qanday amalga oshiriladi?
 Ramali stendni keltiring.
 Ikki yig'iq yuklar bilan to'sinli elementlarni sinash uchun stend sxemasini chizing.
 Plitalarni siqilgan havo bilan sinash uchun stend sxemasini keltiring.
 Richagli qurilma yordamida konstruksiyani yuklash sxemasini chizing.
 Statik sinovlarni o'tkazishda tayyorlov ishlari.
 O'lchov priborlari qanday o'rnatiladi?
 Tenzometrlarni deformatsiyaning ikki o'lchovli maydonida joylashish sxemasini chizing.
 Statik sinov o'tkazish tartibi nimalardan iborat?
 To'la sinov yuki bilan asosiy yuklash jarayonida qanday ko'rsatkichlar o'lchanadi?
 Statik sinov yuklari va ularning turlarini keltiring.
 Har qanday jadalli teng tarqalgan yuk
 Yig'iq yuklar dala va laboratoriya sharoitlarida qanday sodir qilinadi?
 Sinov rejimi qanday tanlanadi?
 Seriyali chiqariladigan temirbeton buyumlarni sinash va nazorat qilish tartibi?

Yuklash pog‘onalari qanday o‘rnatiladi?

Seriya chiqariladigan temirbeton buyumli namunalarni nazorat sinovida qanday shartlarga amal qilinadi?

Yukdan qanday bo‘shatiladi?

Sinash bosqichida bajariladigan ishlar tartibini keltiring.

Tavr shaklli to‘sinni sinov stendida sinash.

Temirbeton to‘sin namunasining mustahkamlikka statik sinovi.

Temirbeton namunasining chidamlilikka sinovi.

Statik sinovlar natijalarini qayta ishlash tartibini keltiring.

Egikliklarni o‘lchash ma’lumotlarining grafik qayta ishlovi.

Yuk ko‘taruvchanligi bo‘yicha oraliq qurilmalarning sinflanishi (statik sinovlar natijalari bo‘yicha)

Statik sinovlar natijalari bo‘yicha oraliq qurilma sinfi qanday aniqlanadi?

Kompozit materiallar bilan kuchaytirilgan temirbeton konstruksiyalarning sinovi.

Kompozit materiallar bilan kuchaytirilgan sinov namunalarini tayyorlash va ularni yuklash metodikasi.

Tavr shaklli to‘sinlarni tayyorlash va ularni yuklash sxemasi.

Tavr shaklli to‘sinni yog‘och qolipda tayyorlash.

Tavr shaklli to‘sinlarni armaturalash va ulardagi armaturalarda tenzodatchiklarning joylashish sxemasi.

To‘sinlarni KM bilan kuchaytirish sxemalari.

Beton hamda UPTM polosasi yuzasida datchiklarning joylashish sxemasini keltiring.

Kuchaytirish uchun yuzalar qanday tayyorlanadi?

Epoksidli smolani tayyorlash.

Tavr shaklli to‘sinlarning eksperimental tadqiqot natijalari

Konstruksiyalarni dinamik yuk ostida sinashning maqsad va vazifalarini

keltiring.

Ekspluatatsiya qilinayotgan inshootlarni dinamik foydalanish yukiga sinash.

Dinamik yuklarning o'ziga xos qanday turlari mavjud?

Dinamik sinovlarning maqsadi nimadan iborat?

Ko'priklarni sinash qanday holatlarda o'tkaziladi?

Dinamik sinovlarda qanday sinov yuklaridan foydalaniladi?

Ko'priklarning oraliq qurilmalarini sinash uchun vibratsiyalash mashinasining vazifasi?

Sinov natijalarini baholash va tahlil qilish, ularning amaliy qo'llanishi to'g'risida ma'lumot bering.

Majburiy tebranishlarning davri va chastotasi qanday aniqlanadi?

Tebranishlar amplitudasi qanday aniqlanadi?

Xususiy tebranishlar chastotasi eksperimental qanday aniqlanadi?

Xususiy tebranishlar chastotasini aniqlash usullarini keltiring.

Dinamik koeffitsient qanday aniqlanadi?

Olingan ma'lumotlarga ishlov berish.

Yuk ko'taruvchanligi bo'yicha ko'priklar toifasi qanday aniqlanadi?

Pishitish (obkatka) qilish maqsadini tushuntiring.

Po'lat konstruksiyalar uchun tekshiruv va sinov natijalarini tahlil qilish va baholash bo'yicha tavsiyanomalarni keltiring.

Temirbeton konstruksiyalar uchun tekshiruv va sinov natijalarini tahlil qilish va baholash bo'yicha tavsiyanomalarni keltiring.

Monolit va yig'ma-monolit betonli tayanchlar uchun tekshiruv va sinov natijalarini tahlil qilish va baholash bo'yicha tavsiyanomalarni keltiring.

9-BOB. TRANSPORT INSHOOTLARINI SINASHNING SINDIRIMAYDIGAN VA OPTIK USULLARI

9.1. Umumiy ma'lumotlar

Mustahkamlik o'lchagichlari – g'isht va betondan tayyorlangan buyumlarning mustahkamlik tavsiflarini aniqlash uchun diagnostika o'tkazish imkonini beradigan asboblarning sinfi. Mustahkamlik – materialning tashqi kuch yoki boshqa omillar oqibatida sodir bo'lgan ichki kuchlanish ta'siriga qarshilik ko'rsatish xossasi [12, 34, 46].

Betonli buyumning mustahkamligini ikki usul bilan o'rnatish mumkin:

- sindiruvchi – maxsus pressda oldindan tanlab olingan namunalar (kubiklar – nazorat qilinadigan beton turidan quyilgan kubik shaklidagi namunalar yoki kernlar (skvajinadan olingan tuproq yoki jins namunasi – nazorat qilinadigan beton yuzasidan burg'ilib olingan silindrlar) va bunda mustahkamlikni bevosita qiymatlari olinadi;

- sindirmaydigan – nazorat qilinadigan buyum mexanik sinishga duchor qilinmaydi, nazorat bilvosita o'lchash yo'l bilan va materialning mustahkamlik xossalari javob beradigan hamda korrelyasion bog'liqlik bilan mustahkamlikka bog'langan qandaydir fizik kattalikni qayta hisoblash orqali amalga oshiriladi.

Beton mustahkamligini aniqlash uchun, amaliyotda ko'proq nazoratning quyidagi sindirmaydigan bilvosita usullari qo'llaniladi: zarbali impuls, elastik urilib qaytish, ultratovush va qisman mahalliy sinish usullari.

Sindirmaydigan usullar xalq xo'jaligining bir qator tarmoqlarida texnologik jarayonlar sifatini nazorat qilish va ta'minlashda keng foydalaniladi: metallurgiya, mashinasozlik, kimyoviy ishlab-chiqarish va sh. o' larda. Qurilishda sindirmaydigan usullar asosan payvandli metall konstruksiyalarni nazorat qilish, temirbeton elementlar va detallarni tayyorlash hamda inshootlarni

tekshirib, guvohnomasini berish va boshqalarda qo'llaniladi. Bu usullar zavodlarda (birinchi navbatda temirbeton buyumlari zavodlarida) qurilish konstruksiyalari sifatini nazorat qilish, nafaqat yo'l qo'yilgan nuqsonlar va standart talablaridan chetga chiqishlarni aniqlash, balki hammasidan ko'ra, bunday chetga chiqish (xato) larning o'zini sodir bo'lishini oldini olish uchun juda istiqbollidir. Fizik tamoyillariga ko'ra sindirmaydigan asosiy usullar quyidagicha farqlanadi:

- 1) muhitga singib boruvchilar yordamida (suyuqlik, gaz ko'rinishi va b.);
- 2) sinashning mexanik usullari;
- 3) akustik (ultratovushlar va chastotasi pastroqlari);
- 4) magnitli, elektromagnitli va elektrlilar;
- 5) ionizatsiyalovchi nurlanishlar yordamida (rentgenli, radioizotoplilar va b.);
- 6) radiodefektoskopiya va infraqizil defektoskopiya.

9.2. Materiallarni sinashning mexanik usullari

Metallni sinashda "qattqlikka sinash" deyiladigan tajribalar keng ko'lamda qo'llanadi. Bularga po'lat sharik yoki olmosni (Brinell, Rokvell, Vickers bo'yicha va b.) metall yuzasiga bosish, tushadigan sharikning elastik qaytishini o'lchash yo'li (Shor bo'yicha sinash) va sh.o'. lar bilan sinashlar kiradi [12, 34, 46]. O'zining oddiyligi, qulayligi va konstruksiyalar yuzasi materialining butun bir qator nuqtalari holatini tezda tekshirish imkonini berish evaziga bu bilvosita usullar inshootlarni tekshiruvdan o'tkazish (guvohnomalash)da ham keng ko'lamda qo'llaniladi. Bunda olingan ma'lumotlar empirik formulalar yoki tegishli grafik va jadvallarni qo'llash orqali tekshiriladigan materialning mustahkamlik tavsiflariga o'tkaziladi.

Bunda shuni nazarda tutish kerakki, "qattqlik" tushunchasining o'zi mustahkamlik, deformativlik va shu kabilarga o'xshab materialning kuch

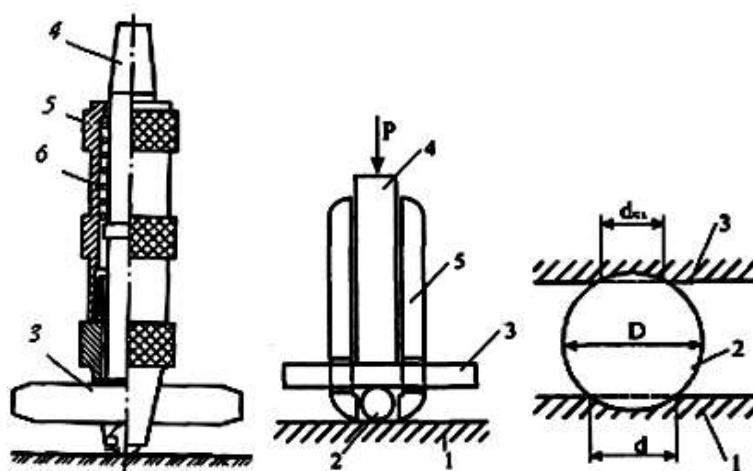
ta'sirlariga ma'lum qarshiligining fizik mezoni emasdir. Qattqlikka sinash turiga qarab har xil omillar aniqlanadi: orqaga qaytish usulida (Shor bo'yicha) – deformatsiyalanishning bir qism energiyasini yutishda elastik ishlash xususiyati; Brinell bo'yicha sharikni bosib kirgizishda – oquvchanlik chegarasi sathida plastik xossalari; olmosni bosib qirgizishda – ancha katta bo'lgan deformatsiyalanishga qarshilik ko'rsatish (mustahkamlik chegarasi sathida) va b.

Metall mustahkamligini baholash. Po'latning mustahkamlik tavsiflarini baholashni dala usullaridan eng ko'p tarqalgani sinaladigan materialga sharikni bosib kirgizish usulidir. Bu usul bilan metall qattqligi aniqlanadi, u bo'yicha esa – mustahkamlik chegarasi. Bu tavsiflar o'zaro turg'un bog'liqlikka ega. Qattqlik bo'yicha oquvchanlik chegarasi yoki mustahkamlik chegarasini aniqlash anchagina xatoliklar beradi. Qattqlik bo'yicha mustahkamlik chegarasini aniqlashda xatolik $\pm 7\%$ ni tashkil qiladi; mustahkamlik chegarasidan oquvchanlik chegarasiga o'tishda bu xatolik $\pm 30\%$ gacha yetadi [12, 34, 46].

Qurilish amaliyotida po'lat qattqligi, u bo'yicha esa metall mustahkamligini baholash uchun zarba bilan ta'sir qiladigan Polda asbobi eng ko'p qo'llaniladi (9.1-rasm). Asbob naycha 2 dan tashkil topgan, unga kvadrat kesimli etalon 3ga siqilgan prujina 6 li boyka 1 kirgizilgan. Prujinaning qattqligi HV^{ET} oldindan aniqlangan bo'lishi kerak. Puxta ishlangan po'latdan tayyorlangan, zarbada bir vaqtning o'zida ham tekshiriladigan metall 1, ham po'latli etalon brus 3 da iz qoldiruvchi, diametri 10mm li sharik 2 asbobning uchligi – роynagi (наконечник) hisoblanadi. Etalon boyka va asbob xalqasi (oboymasi) 5 orasiga siqilgan [14, 37, 49].

Sinashda asbob oldindan tozalangan yuzaga tik qilib sharigi bilan o'rnatiladi va sterjenning 4 yuqorisidan bolg'a bilan zarba beradi: sharikning ikkita izi qoladi – biri etalonda, boshqasi element yuzasida. Etalon va element materialining qattqligi taxminan bir xil bo'lgan hollardagina aniqroq natijalar olinadi. Olingan izlarning o'lchami bo'yicha element metallining qattqligi aniqlanadi. Sinaladigan konstruksiyaning tekshiriladigan metallning qattqligi

NV quyidagi munosabatdan topiladi [12, 34, 46]:



9.1-rasm. Polda asbobining umumiy ko‘rinishi (a), uning sxemasi (b) va u yordamida olinadigan izlar (v): 1 – sinaladigan element; 2 – po‘lat sharik; 3 – etalon brus; 4 – zarba sterjeni; 5 – asbob qoplamasi; 6 – prujina

$$HB = HB^{ET} \times \frac{D - \sqrt{D^2 - d_{ET}^2}}{D - \sqrt{D^2 - d^2}}, \quad (9.1)$$

bunda D – po‘lat sharik 2 ning diametri; d – tekshiriladigan material yuzasidagi iz diametri; d_{ET} – xuddi shunday, etalon brusdagi. NV ni topish, metall markasi va mustahkamligini aniqlash tegishli jadvallar yordamida amalga oshiriladi. Qattiqligi bo‘yicha mustahkamlik chegarasi quyidagi empirik formuladan aniqlanadi:

$$\sigma_v = k (HV), \text{Mpa}, \quad (9.2)$$

bunda k – mazkur metall uchun doimiy tuzatuvchi koeffitsient; NV – metall qattiqligi, MPa.

Uglerodli po‘lat uchun $k=0,36$. Qattiqligi bo‘yicha puhtalanmagan uglerodli po‘latdagi uglerod C miqdorini taxminan aniqlash mumkin:

miqdori C , % – 0,05 0,15 0,20 0,30 0,40 0,50;

metall qattiqligi, MPa – 1100 1200 1350 1560 1650 1800.

Polda asbobi yordamida faqat taxminiy tavsiflarni olish mumkin. Ammo asbob shu qo‘llanishi bilan ham amaliy foydalidir, ayniqsa quyidagi hollarda:

guvohnomalanadigan konstruksiyalarning har xil elementlari materialini birjinsliligini tezlik bilan tekshirish lozim bo'lganda; olinadigan tayyorlanmalarning yaroqsizini olib tashlashda (metall markasini tekshirishda).

Beton mustahkamligini baholash. Beton mustahkamligini uning yuza qatlamining qattqlik tavsiflari bo'yicha bilvosita baholashda bu baholashni qiyinlashtiradigan quyidagi omillarni hisobga olish lozim bo'ladi [12, 34, 46]:

1) beton nojinsliligi bilan bog'liq "qattqlik"ka sinash natijalarining bir-biridan katta farqlanishini. Ishonchli ma'lumotlarni olish uchun yuzadagi tekshiriladigan nuqtalar sonini oshirish va sinov natijalariga statistik ishlov berish lozim bo'lishini;

2) yuza qatlamning qattqlik ko'rsatgichlarini oshiradigan karbonizatsiyasini, hamda bu ko'rsatgichlarni kamaytiradigan yuzaning namlanishi;

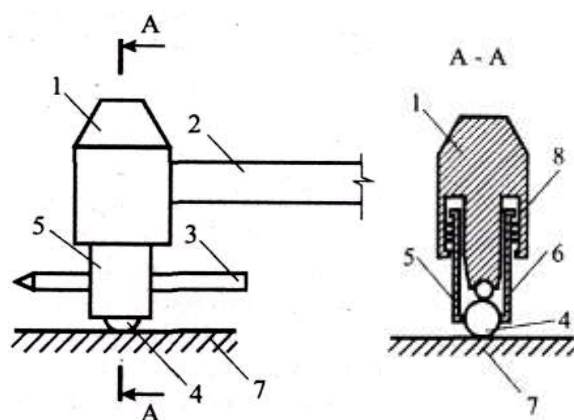
3) yirik bloklar yuzasi va uning ichida mustahkamlik tavsiflarining har xil bo'lishi mumkinligini. Bu, masalan, har xil chuqurlikdan nazorat namunalarini burg'alab olib, hamda keyingi bo'limda ko'riladigan sindirmaydigan usullarni qo'llash bilan tekshirish mumkin.

Beton sifatini baholashda oddiy, sotib olish imkoniyati bor usullarni keng qo'llash zaruriyati shunchalik katta, xatto ko'rsatilgan qiyinchiliklarga qaramasdan, beton mustahkamligini uning yuza qatlamini mexanik tavsiflari bo'yicha muhokama qilish uchun bir qator asboblari va moslamalar taklif etilgan. O'zini amaliy eng ko'p oqlagan va uslubiy tomondan qiziqarli usullarning qisqacha ta'rifi quyida keltiriladi.

K. P. Kashkarovning etalon bolg'asi yordamida beton mustahkamligini baholash 9.2-rasmda sxematik tarzda ko'rsatilgan. Uning ishlash tamoyili yuqorida ko'rilgan Polda asbobiga o'xshash bo'lib, faqat etalon bolg'aning o'zi bilan kuchli zarba berishda farqlanadi [12, 34, 46]. Boyka (diametri 15mm li po'lat sharik) zarbasi tekshiriladigan beton yuzasida diametri d_b bo'lgan chuqurlik, etalonli sterjen (diametri 10mm doira kesimli, St. 3 dan tayyorlangan)

da esa diametri d_{ET} bo'lgan iz qoldiradi.

Tekshiriladigan element bo'yicha suvalgan va bo'yalgan qatlamlaridan tozalab, o'nlab urilgan zarbalar uchun d_b / d_{ET} nisbatning o'rtacha qiymati aniqlanadi; betonning mustahkamligi tajriba yordamida o'rnatilgan d_b / d_{ET} va betonning siqilishdagi mustahkamlik chegarasi orasidagi korrelyasion bog'liqlik bilan baholanadi. Bunda konstruksiyani tayyorlash va beton qotishining aniq (konkret) sharoitlari, sinash muddatlari, notekisligi (g'adir-budirligi), namligi va konstruksiya yuzasi holatining boshqa o'ziga xos xususiyatlari hisobga olinishi lozim.



9.2-rasm. K. P. Kashkarov bolg'asining sxemasi: 1 – kallak; 2 – ushlagich; 3 – etalon sterjeni; 4 – po'latli sharik; 5 – stakan; 6 – sterjenning uchi; 7 – sinaladigan material; 8 – prujina

Foydalanishdagi inshootlar uchun ko'rsatilgan bog'liqliklarga tegishli elementlardan burg'ilab olingan namunalarda aniqlik kiritilishi lozim. Etalon bolg'alar har xil jarayonlar uchun tavsiya qilinadi: temirbeton konstruksiyalari zavodlarida betonli buyumlarni undan chiqishdagi mustahkamligi, oldindan zo'riqtirilgan temirbeton konstruksiyalarda kuchlanishni armaturadan betonga uzatilishida beton mustahkamligi, konstruksiyalardagi beton mustahkamligining o'zgaruvchanlik koeffitsienti (ayniqsa inshootlarni tekshirishda katta ahamiyatga ega) va b. larni baholash uchun tavsiya qilinadi.

Beton mustahkamligini taqqoslab baholash uchun eng oddiy moslamalardan biri I. L. Fizdel bolg'asidir. Bu bolg'aning zarba beradigan 250g li po'lat qismi uyzasiga oson aylanadigan qattiq po'latdan qilingan sharik bilan tugaydi. Zarba ta'sirida olingan iz diametriga qarab, empirik grafik bo'yicha beton mustahkamligi aniqlanadi. Natijalar, ularning yo'nalishidan qat'iy nazar, ishlab-

chiqarish sharoitlari uchungina foydalidir. Bolgʻalardan foydalanish koʻnikmasi bor mutaxassis uchun qiyinchilik tugʻdirmaydi. Germaniyada prujinali (ДИН-424a) asbob seriya bilan chiqariladi va standartlashtirilgan, bosilganda berilgan kuchning zarbasi sharikli uchiga uzatiladi va betonda iz qoldiradi [12, 34, 46].

Sklerometr bilan beton mustahkamligini baholash. Bu turkumdagi asboblari asosan xorij davlatlarida qoʻllaniladi. Bularning ichidan eng koʻp tanilgani Shmidt (Shveysariya) asbobi [12, 34, 46]. Bu priborlarda ham, metall uchun Shor zarba beruvchisi kabi poʻlat boykaning orqaga qaytish qiymatiga qarab material tavsiflari toʻgʻrisida xulosa chiqariladi. Urilib orqaga qaytish (otskok) shkala koʻrsatgichi bilan qayd qilinadi. Zarba betonning tekshiriladigan yuzasi (tekisligi)ga bilvosita beriladi, konstruksiyaga siqilgan asbob nakonechnigi bilan esa qabul qilinadi. Bu oraliq poʻlat element uchun zarur, chunki uriladigan materiallar elastiklik modullarining katta farq qilishida orqaga qaytish qiymatini taqqoslash qiyin boʻlib qoladi. Zarba Shor asbobidagi kabi boykaning erkin tushishi bilan emas, balki siqilgan prujinani boʻshatish bilan amalga oshiriladi, bu esa har qanday holatda ham berilgan yuzani sinash imkonini beradi. Asbob ishlashi qulay va yetarlicha aniq natijalar beradi. Shmidt zarba beruvchisi faqatgina transport qurilishida temirbeton koʻpriklarni guvohnomalashda qoʻllaniladi. Asbobning ozgina oʻzgartirilgan konstruksiyalari ham qoʻllaniladi.

Otish usuli. Mazkur usul material mustahkamligini dinamik baholashning oʻziga xos bir varianti hisoblanadi. B. G. Skramtaev tomonidan 1933 yilda revolver oʻqidan sodir boʻladigan chuqurlik hajmi boʻyicha beton sifatini baholash taklif qilinadi. Oʻq otish “Nagan” tizimidagi revolverdan 6÷8 m masofadan konstruksiya yuzasiga tik yoʻnalishda amalga oshiriladi, bunda otuvchini beton boʻlaklari va rikoshetdan asrash uchun panjara bilan chegaralashadi. Sodir boʻlgan chuqurlikni uni toʻldirishga ketgan moylama hajmi boʻyicha yanada aniqroq oʻlchash mumkin. Ammo, olingan natijalarning xatoligi ancha katta. Keyinchalik bu usulni taraqqiy ettirib, F.F.Polyakov

element yuzasiga o'rnatiladigan o'rindig'i bilan maxsus otadigan moslama (miltiq) loyihaladi. Otganda po'lat zarba bergich (ударник) betonga kirib, qoldirgan chuqurlik o'lchami materialning mustahkamlik ko'rsatgichi bo'lib xizmat qiladi. Otish usuli yog'och konstruksiyalarni sinashda o'zini amaliy tadbiqini topdi [12, 34, 46].

Beton mustahkamligini statik ta'sirdagi izi bo'yicha baholash. Statik tamoyilga asoslangan, taklif qilinganlar ichida eng xususiyatlisi TBITI da (НИИЖБ, Moskva) G. K. Xaydukov, A. I. Goder va D. M. Rachevskiylar tomonidan ishlab chiqilgan shtamplar sodir qiladigan qurilmalardir [12, 34, 46]. Beton sinfiga bog'liq holda 24, 14 va 10sm radiusli doiralar (сферы) olinadi va domkratlar yordamida tegishlicha 2400, 2200 va 2000 kg kuch hosil qilinadi. Shtamp vazifasini o'taydigan domkrat po'lat porshenining uchi berilgan diametrdagi sferik yuza bo'yicha ishlangan. Betondagi iz yuzasini o'lchash uchun, porshen ostiga oq qog'oz va nusxa qilishda ishlatiladigan (nusxalovchi) qog'oz qo'yiladi. Butun qurilmani tekshiriladigan elementga mahkamlash va domkrat tiralishi uchun yirik tutqich (xalqa) ko'rinishida po'lat qistirgichlar mavjud. Katta diametrli shtamplarning sezilarli afzalligi kuchlarni materialning ancha katta hajmiga uzatilishidan iborat, bu esa beton hamma tuzuvchi (komponent) larining birgalikdagi ishini ko'rib chiqish imkonini beradi. Oldin ko'rilgan asboblarda esa asosan (uncha katta bo'lmagan o'lchamli uchliklari bilan) katta to'ldirgichlar orasidagi qotgan rastvorning tavsiflari to'g'risida ma'lumot beradi. Bu uskunaning kamchiligiga nisbatan og'irligining kattaligi, hamda ayrim holatlarda sodir bo'luvchi, uni qo'llanishini chegaralaydigan mahkamlashni qiyinligidadir.

9.3. Jinnga singib boruvchi usul

Nafaqat birikmalarining mustahkamligi, ularning *zichligini* ham ta'minlanishi talab qilinadigan rezervuar, gazgolder (gaz to'planadigan idish),

gaz, suyuqlik haydaydigan quvur (truboprovod) va shunga o'xshash konstruksiyalarda nazorat muhitga singib boruvchilar yordamida amalga oshiriladi. Ilgari qo'llaniladigan suv va kerosin bilan sinashdan tashqari, hozirda boshqa usullar ham ishlab chiqilgan [12, 34, 46].

Suv bilan sinash. Tekshiriladigan sig'im odatda foydalanish belgi (отметка) sidan balandroq qilib suv bilan to'ldiriladi. Yopiq idishlarda suyuqlik bosimi suv yoki qo'shimcha havoning xaydalishi (to'ldirilishi) natijasida ko'tariladi. Hidrostatik bosim ostida birikmalar va butun inshootning mustahkamligi ham, zichligi ham tekshiriladi. Suv quyish bilan chok va birikmalarning nazorati, shu tariqa tadqiqot qilinadigan sig'imni *statik sinash* bilan birgalikda olib boriladi. Metall konstruksiyalarning ayrim choklari brandspoyt (shlangaga o'rnatiladigan uchlik) bilan chok tekisligiga normal yo'nalishda taxminan 1 atm bosim ostida kuchli suv oqimi bilan tekshirilishi mumkin. Nuqsonlar mavjud bo'lsa, suv tekshiriladigan birikmaning nozich joylaridan sizib o'tadi.

Kerosin bilan sinash. Kerosin o'zining suvga nisbatan kam yopishqoqligi va yuza tortish kuchining kamligi tufayli u eng kichik teshiklariga kiradi va yuzaning qarama-qarshi tomoniga sizib chiqadi. Chok yuzasini tekshirayotganda bir tomonidan kerosin bilan ho'llanadi yoki sachratiladi. Kuzatish oson bo'lishi uchun, chok oldindan suvli ohak rastvori bilan oqartiriladi. Mana shu qurigan yoriq fonda kerosin sizib o'tishi oqibatida chirigan iz va polosalar aniq ko'rinadi.

Siqilgan havo bilan sinash. Bu usulning eng oddiy qo'llanilishida tekshiriladigan chok sovunli suv bilan suvaladi. Chokning teskari tarafidan tekshiriladigan chok tekisligiga normal yo'nalishda taxminan 4 atm bosim ostida, shlang orqali uzatiladigan siqilgan havo yuboriladi. Berk sig'imlarda siqilgan havo ular hajmining ichiga yuboriladi. Suvalgan joylarda sovunli ko'pik (puffakcha) larning paydo bo'lishi choklarning nuqsonlik belgisidir. Gaz (havo) oqimi bosimidan sodir bo'luvchi, butunligi buzilgan joylardan chiqayotgan,

ishlash tamoyili ultratovush tebranishlarni qayd qilishga asoslangan “teshik qidiruvchi” (течеискатель) ultratovushni qo‘llash yanada mukammallashtirilgan usuldir. Oqim qidiruvchilar yordamida taxminan 0,4 atm ortiqcha bosimda o‘lchami 1,1 mm gacha bo‘lgan nozichlikni aniqlash mumkin. Nuqsonlar joylangan joyini 1,5...2 sm aniqlikkacha topish mumkin [12, 34, 46].

Bo‘shliq (vakuum) bilan sinash. Vakuum bilan konstruksiyaning faqat bir tomonidan yaqinlashib tekshirish mumkin, bu uning asosiy afzalligi hisoblanadi. Tekshiriladigan chokni ko‘rish imkonini beradigan, osti teshikli, usti shaffof tekis quti ko‘rinishidagi metall kasseta chokka joylashtiriladi. Shlangasi orqali kassetaga ulangan vakuum-nasos yordamida ostki perimetri bo‘ylab yumshoq rezina prokladka bilan ta‘minlangan va konstruksiyaga mahkamlangan holda kasseta devorining tashqi havo bosimi yordamida uncha katta bo‘lmagan siyraklashish (kamayish) sodir qilinadi. Tekshiriladigan chok dastlab sovunli aralashma bilan suvaladi. Chokning zichligi buzilgan joylarida, bu aralashma sizib o‘tib, aniq ko‘rinadigan turg‘un puffakchalar hosil bo‘ladi. Katta bosimli idish va germetikligi ta‘minlanishi lozim bo‘lgan boshqa mas‘uliyatli konstruksiyalarni payvandlashda, nazorat ishonchliligini oshirish uchun birikmalarning zichligi kimyoviy rentgen, masalan, havo-ammiakli qorishma yoki boshqa singib borish xususiyati yuqori bo‘lgan birikmalar bilan tekshiriladi. Birikmalar zichligini tekshirishning kimyoviy usullari yuqori sezgirlik xususiyati bilan ajraladi va nuqsonlar joyini juda katta aniqlikda topish imkonini beradi. Bu esa eng mas‘uliyatli holatlarda bunday murakkab usullarning qo‘llanishi maqsadga muvofiqligini ta‘kidlaydi.

9.4. Akustik usullar

Akustik usullar elastik mexanik tebranishlarni qo‘zg‘atishga asoslangan. Bu tebranishlarning parametrlari va ularning tarqalishiga qarab, tekshiriladigan materialning fizik-mexanik tavsiflari va holati baholanadi. Tebranish

chastotasiga qarab akustik usullar ultratovush (20 ming Gs va undan yuqori) hamda tovush (20 ming Gs gacha) va infratovush (20 Gs) tebranishlaridan foydalanishga asoslangan usullarga bo‘linadi [12, 34, 46].

Ultratovush usullari. Tebranishlarni qo‘zg‘atish va qabul qilish. Tekshiriladigan material yuzasida ultratovushlarni qo‘zg‘atish (sodir qilish) uchun tebranish sodir qiluvchi o‘zgaruvchan elektr tokini *o‘zgartirgichlari (preobrazovateli)* o‘rnatiladi. Hammadan ko‘proq *pezosamara* tamoyili bo‘yicha ishlaydigan o‘zgartirgichlar qo‘llaniladi. Bunda tebranishlarni qo‘zg‘atish uchun “teskari”, o‘zgartirgichlarda tebranishlarni qabul qilish uchun esa “to‘g‘ri” deb nomlanadigan p‘ezosamaralardan foydalaniladi.

Havo qatlami ultratovush tebranishlarni o‘tkazishga qarshilik ko‘rsatgani sababli, o‘zgartirgichlar va tekshiriladigan material orasiga *kontakt muhitini* ta’minlaydigan qatlam yaratiladi. Metall uchun odatda mineral moylar, beton va notekis yuzali boshqa materiallar uchun esa quyuqroq konsistensiyali boshqa yog‘lovchi materiallar (смазки) – solidol, texnik vazelin, epoksidli smola va b. qo‘llaniladi.

Ultratovush to‘lqinlarining o‘tish shartlari. Ultratovush tebranishlar tekshiriladigan muhitga kichik ajralish burchagi ostida tor yo‘nalgan tutamlar – “nur” bilan yuborilishi mumkin. Bunda zarrachalarning tebranishlari materialning o‘ram konturi bilan cheklangan lokalizatsiyalashgan hajmidagina sodir bo‘ladi, tekshiriladigan element esa butunicha harakatsizlanmay qoladi. Bu tovush jo‘natish (прозвучивание) imkoniyati materialning berilgan yo‘nalishlarida tadqiqotlar o‘tkazishda ancha katta. Ultratovush to‘lqinlar bir muhitdan ikkinchisiga o‘tib sinadi, hamda bu muhitlarni ajratuvchi chegaralarida akslanadi (tasvirlanadi), bundan esa nazoratning mazkur usulida ularni tarqalishini aniqlash uchun foydalaniladi. Havo qatlamlarida ultratovush tebranishlari deyarli to‘la so‘nadi, bu ichki yashiringan nuqsonlarni (yoriqlar, qatlamlanish, bo‘shliqlar va sh.o‘.) aniqlash va tadqiqot qilish imkonini beradi. *Bo‘ylama* va *ko‘ndalang* to‘lqinlar bo‘ladi. Birinchi holda material zarrachalari

ultratovush nurlari yoʻnalishi boʻyicha tebranadi, ikkinchisida esa – unga tik yoʻnalishda. Materialning yuza qatlamida ham boʻylama, ham koʻndalang tarqaladigan (masalan, metallda) eng kichik yuza shikastlanishlarni ham topa oladigan yuza toʻlqinlaridan ham foydalanishadi. *Toʻlqinlarning tarqalish tezligi* – koʻrsatilgan har bir material uchun oʻzining zichligi va namligi oʻzgaruvchan boʻlgan beton, yogʻoch va b. materiallarning fizik-mexanik tavsiflarini baholashda asosiy koʻrsatkichlardan biri hisoblanadi [12, 34, 46].

Tovush joʻnatish usullari. Ultratovush toʻlqinlarning yoʻnalishi boʻyicha tovush joʻnatish ikki usulga boʻlinadi:

a) bir tomondan ikkinchi tomoniga oʻtadigan (сквозное) – tebranish sodir qiladigan nur yuboruvchi (излучатель) va uni qabul qiluvchi (приемник) tekshiriladigan obʻektning qarama-qarshi tomonlarida joylashgan (9.3,a,b-rasm). Bunda ultratovush nurining yoʻnalishi material yuzasiga nisbatan tik yoki qiya boʻlishi mumkin;

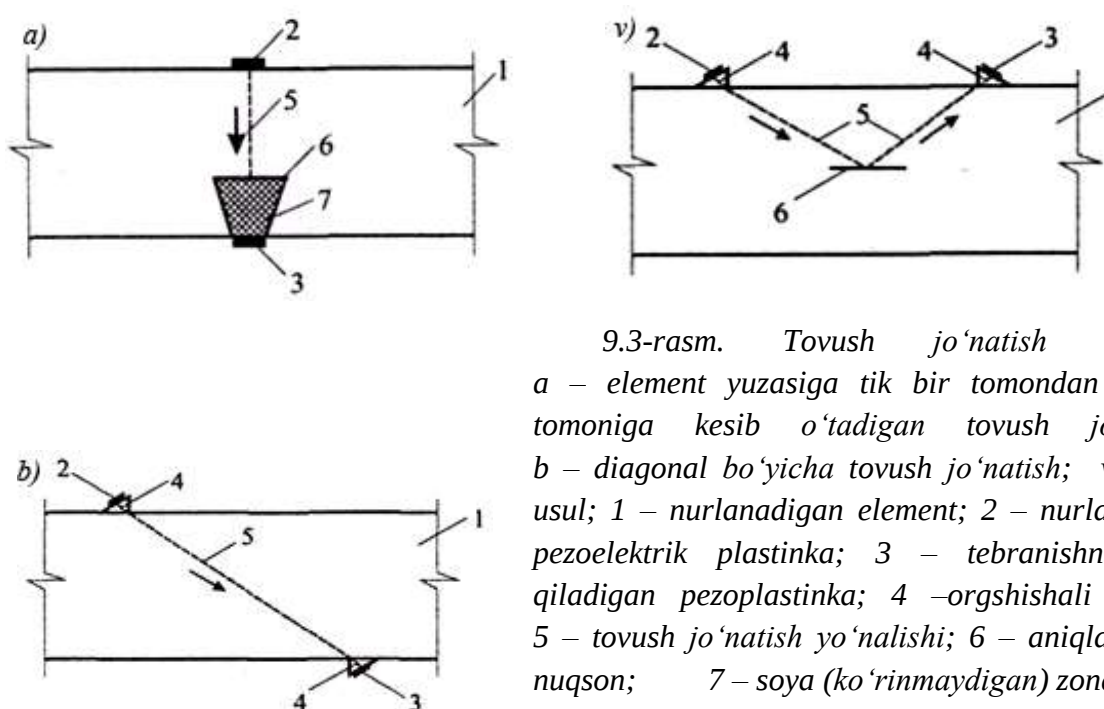
b) nur qaytishidan foydalanib yoki «exo-usul». Bunda nur tarqatuvchi va priemnik sinaladigan elementning bir tomonida joylashadi (9.3,v-rasm), obʻektga faqat bir tomondan yaqinlashish imkoni boʻlganda bu usulning ahamiyati juda katta. Bundan tashqari, exo-usul ikkita emas, bitta nur tarqatuvchi va qabul qiluvchi oʻzgartirgichdan foydalanilganda qulay, bunda u oʻzi nur yuboradi va uning oʻzi qaytgan nurni qabul qiladi.

Tovush joʻnatish xususiyatiga qarab farqlanadi [12, 34, 46]:

a) doimiy chastotali oʻzgaruvchan tok tebranishlarini nur tarqatuvchiga *uzluksiz yuborish usuli*. Bu usulda materialdagi nuqsonlarni *tovush soyasi* yoʻnalishi boʻyicha aniqlash uchun birinchi defektoskoplar ishlab chiqilgan edi (S.Y. Sokolov, 1928 y.) (9.3,v-rasm);

b) *impulsli usul*. Bu hozirda betonni tekshirishda, metall konstruksiyalar va b. larning payvandli choklari nuqsonlarini aniqlashda eng koʻp qoʻllanadigan samarali usul hisoblanadi. Bu holatda oʻzgartirgichga maʼlum, ammo juda qisqa vaqt oraligʻida, masalan sekundiga 25 yoki 50 marta yuqori chastotali

tebranishlarning qisqa seriyalari (jamlamalar-paketlar) yuboriladi. Ultratovush tebranishlar maxsus apparatura yordamida qayd qilinadi. Bulardan eng ko'p tarqalgani kuchaytirgich orqali qabul qiladigan o'zgartirgichdan katod ossillografining elektronnurli ekraniga elektrik tebranishlarni ko'rsatadiganlaridir. Bunda katta aniqlik bilan tekshiriladigan material o'tadigan ultratovush tebranishlarining tezligi, ularning so'nish jadalligi, hamda o'lchov natijalarini baholashda foydalaniladigan boshqa ko'rsatgichlarni aniqlash mumkin.



9.3-rasm. Tovush jo'natish usullari: a – element yuzasiga tik bir tomondan ikkinchi tomoniga kesib o'tadigan tovush jo'natish; b – diagonal bo'yicha tovush jo'natish; v – exo-usul; 1 – nurlanadigan element; 2 – nurlanadigan pezoelektrik plastinka; 3 – tebranishni qabul qiladigan pezoplastinka; 4 – orgshishali prizma; 5 – tovush jo'natish yo'nalishi; 6 – aniqlanadigan nuqson; 7 – soya (ko'rinmaydigan) zona

Ultratovush usullarining qo'llanish sohalari. Dinamik elastiklik modulini aniqlash. Elastik tebranishlarning tarqalish tezligi v tekshiriladigan materialning dinamik elastiklik moduli E_{din} va zichligi bilan bog'liq bo'lib, bu bog'liqlik sterjendagi bo'ylama tebranishlar holati uchun to'g'ri keladi (bir o'lchamli masala) [12, 34, 46].

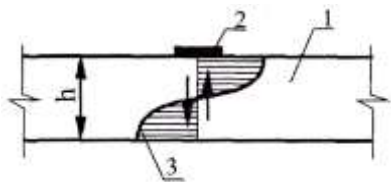
$$v = \sqrt{\frac{E_{din}}{\rho}}. \quad (9.3)$$

Ko'ndalang kesim o'lchamlariga nisbatan uzunligi bir necha barobar katta

bo'lgan elementdagi tebranish to'lqinlarining tarqalish tezligini tajribaviy usulda aniqlab, materialning zichligi ma'lum bo'lsa, $E_{din} = v^2 \rho$ ni topamiz. Yirik va plitali konstruksiyalarda, ya'ni *uch o'lchamli* (fazoviy) va *ikki o'lchamli* masalalar uchun, hamda ko'ndalang tebranishlar uchun E_{din} va v orasidagi munosabat murakkabroq bog'liqlik bilan aniqlanadi, bunda ρ dan tashqari ko'riladigan materialning Puasson koeffitsienti μ ham kiritiladi. Uch parametrning (E_{din} , ρ va μ) hammasini bir vaqtni o'zida aniqlash uchun, bo'ylama va ko'ndalang tebranishlarni qo'llab har xil sharoitlarda va o'lchamlari har xil bo'lgan fazoviy, plitali va sinchli konstruksiyalarda μ ni aniqlash bo'yicha kamida uchta tajriba natijalarini taqqoslash lozim bo'ladi.

Elementning bir tomonidan yaqinlashishda uning qalinligini aniqlash.

Shu maqsadda seriyali chiqariladigan qalinlik o'lchagichlarda regulirovka qilinadigan chastotali bo'ylama ultratovush to'lqinlarini uzliksiz tovush jo'natishdan foydalaniladi. 9.4-rasmda devor qalinligi bo'ylab (bo'ylama emas, nurning ko'ndalang yo'nalishida) tebranishlarning tarqalish grafigi ko'rsatilgan. To'lqin uning qarama-qarshi tomonidan o'tib aks etadi va orqaga qaytadi. Agar tekshiriladigan o'lchov h yarim to'lqin uzunligiga teng (yoki bu qiymatga karrali) bo'lsa, unda yuborilgan va qaytgan to'lqinlar bir-biriga tushadi. Bunda pezoplastinkaning tebranishlar amplitudalari birdan kattalashadi (rezonans hodisasi), bu esa uning yuzasida potensiallar farqining oshishiga olib keladi [12, 34].



9.4-rasm. Rezonans usulida qalinlikni o'lchash sxemasi: 1 – tekshiriladigan detal; 2 – pezoelement; 3 – to'g'ri va teskari “turuvchi” to'lqinlarning bir-biriga mos tushuvchi amplitudalari; h – detal qalinligi

Tegishli rezonans chastotalarini f o'lchab va $2h$ uzunlik bo'yicha to'lqinlarning tarqalish tezligini bilib (boradigan va qaytib keladigan nurlar yo'lining jami) tekshiriladigan qalinlikni quyidagi formuladan topamiz:

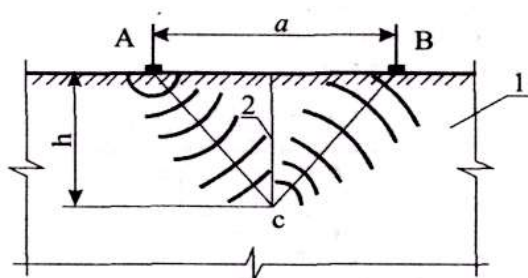
$$h = v / 2f. \quad (9.4)$$

Po‘lat uchun bo‘ylama ultratovush to‘lqinlarining tezligi deyarli doimiy ($v = 5,7 \times 10^5$ sm/sek), bu esa chastotani 20 dan 100 ming Gs gacha o‘zgartirib, devor qalinligini millimetr bo‘lagidan bir necha santimetr gacha ishonchli o‘lchash mumkin degani.

Betondagi yoriqlar chuqurligini aniqlash. Nur tarqatadigan va qabul qiladigan A va B o‘zgartirgichlar bir-biridan a masofada yoriqlar chetiga nisbatan simmetrik joylashtiriladi (9.5-rasm). A nuqtada qo‘zg‘atilgan tebranishlar eng qisqa yo‘l bilan B nuqtaga tushadi. Bu yo‘l uzunligi teng [12, 34, 46]:

$$ACB = \sqrt{4h^2 + a^2} \quad (9.5)$$

bunda a – yoriq chuqurligi. Shu yo‘lni o‘tishga v tezlikda tajribaviy aniqlanadigan $t_h = \sqrt{\frac{4h^2 + a^2}{v}}$ vaqt ketadi.



9.5-rasm. Betondagi yuza yoriqlar chuqurligini aniqlash: 1 – betonli massiv; 2 – yoriq; A – nur tarqatadigan va B – qabul qiladigan o‘zgartirgichlar

Yoriq chuqurligini quyidagi bog‘liqlikdan topamiz:

$$h = \frac{v}{2} \sqrt{t_h^2 - \left(\frac{a}{v}\right)^2}, \quad (9.6)$$

bunda v odatda yuzaning shikastlanmagan uchastkalarida aniqlanadi. Mazkur usul bilan chuqurligi bir necha metrgacha bo‘lgan yoriqlarni tadqiqot qilish mumkin. Ammo quyidagilarni nazarda tutish lozim bo‘ladi: v ning qiymati massiv yuzasi va ichkarisida bir-biridan bir qancha farqlanishi mumkin: ACB yo‘l uzunligi yoriqlar vertikal bo‘lmaganda ozgina oshadi va, teskarisi, yoriqda ultratovush to‘lqinlarni yaxshi o‘tkazuvchi suv mavjud bo‘lganda esa ancha kamayishi mumkin. Mas’uliyatli holatlarda, chuqur yoriqlar uchun ma’lumotlar olish mumkin. Ultratovush usullarining amaliyotda qo‘llanishining eng zaruriy

sohalarini keltiramiz. Beton va temirbeton konstruksiyalarda amalga oshiriladi:

- *beton mustahkamligini* ultratovush to‘lqinlarining tarqalish tezligi va betonning siqilishdagi mustahkamligi orasidagi korrelyatsiyaviy bog‘liqliklar bo‘yicha aniqlash; bu bog‘liqliklar betonning berilgan tarkibi va tayyorlash rejimidagi (yangi tayyorlangan konstruksiya va detallarni nazorat qilishda) yoki qurilgan inshootlar elementlaridan chiqarib olingan namunalarni ultratovush va mexanik usullarda parallel sinash yo‘li bilan mustahkamligini o‘rnatish orqali olinadi. Foydalanishdagi konstruksiyalardan namunalar olish imkoniyati bo‘lmagan holatlarda beton mustahkamligi tarirovka grafiklaridan taxminan aniqlanadi;

- inshootlardagi *beton birjinsliligini nazorat qilish*;

- bir tomondan ikkinchi tomoniga o‘tadigan tovush jo‘natish yordamida (imkoni bo‘lganda, hamda betonning qalinligi 10m va undan katta bo‘lganda) va konstruksiyalar yuzasida o‘lchash yo‘li bilan *betondagi nuqsonlarni aniqlash va tekshirish*. Bunda nuqson va shikastlanishlar ko‘rinishi va ularning mavjudligi to‘g‘risida yuzaning ayrim uchastkalari oralig‘ida ultratovush to‘lqinlari tarqalish tezligining o‘zgarishi bo‘yicha (godograf, ya’ni tezliklar grafigi deb nomlanuvchi) xulosa chiqariladi;

- *betonning yuqori kuchsizlangan qatlamining qalinligi*, har xil zichlikdagi qatlamlarning joylashishi va sh.o‘. larni aniqlash. Agar tovush jo‘natish yo‘nalishi armatura sterjenlarini kesib o‘tmasa va ular ustiga tushmasa, temirbeton konstruksiyalarda armaturaning joylashishi ultratovush usullarni qo‘llashga xalaqit bermaydi.

Metall konstruksiyalarda [12, 34, 46]:

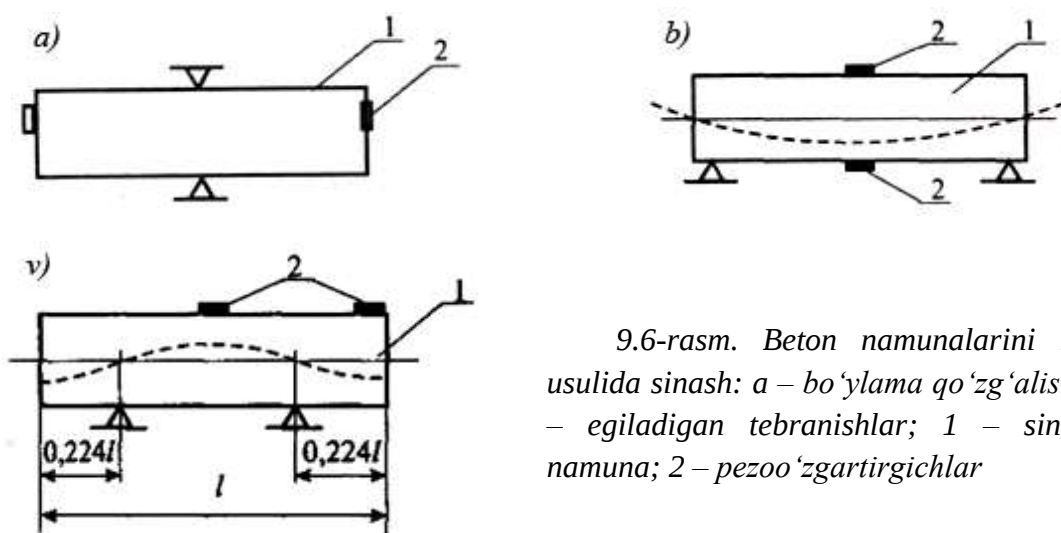
- po‘lat va alyuminli konstruksiyalarning payvandli birikma choklarining *impulsli defektoskopiyasi*;

- asosiy materiallar *defektoskopiyasi*;

- *qalinlik o‘lchashlar* (himoyalovchi metall qoplamalarning qalinligini aniqlash; chirish oqibatida kesimlarning kuchsizlanishi).

Impulsli tovush usullari. «Zarbali to‘lqinlar» usuli. U engil bolg‘a yoki maxsus moslamalarning zarbasidan qo‘zg‘aladigan *yakka impuls*lar tarqalish tezligining o‘zgarishiga asoslangan, masalan, berilgan kuchda elektr toki ta’sirida uncha katta bo‘lmagan zarbalar berish uchun. Signallarni qabul qilish va ularni qayd qilish uchun, ultratovush impulsli usuldagi apparaturalardan foydalanish mumkin. Bu usul yo‘l va aerodrom qoplamalarining asfaltli va sementli betonlarini nazorat qilishda foydalaniladi va uzunligi 30m gacha bo‘lgan beton va temirbeton konstruksiyalarni sinashda ham qo‘llanishi mumkin [12, 34, 46].

Vibratsiya usuli. Mazkur usul tovush chastotasi tebranishlaridan foydalanishga asoslangan va beton namunalarini sinashda qo‘llaniladi (9.6-rasm). Ko‘riladigan usul yo‘l va aerodrom qoplamalarini qurishda texnologik jarayonlarning ketishi to‘g‘risida tezkor va ishonchli axborot olish uchun, foydali va avtomatik boshqarishning asosiga qo‘yilishi ham mumkin. Bunda materiallarning tavsiflari to‘g‘risida rezonans xodisasi sodir bo‘lganda (“rezonansli” usul degan nom shundan olingan), o‘lchanadigan amplitudalarning tez o‘shishiga mos keladigan chastotalari bo‘yicha xulosa chiqariladi.



9.6-rasm. Beton namunalarini rezonans usulida sinash: a – bo‘ylama qo‘zg‘alish; b va v – egiladigan tebranishlar; 1 – sinaladigan namuna; 2 – pezo o‘zgartirgichlar

“Yuguradigan to‘lqinlar” usuli. Bu original usulda qayd qiluvchi asboblarga, qabul qiluvchi o‘zgartirgichlar tomonidan qabul qilinadigan signallardan tashqari uzluksiz tebranishlarni qo‘zg‘atuvchi generator signallari

ham ulanadi. Elektron nurli nay ekranida bu signallarning qo‘shilishi natijasida Lissaj figurasi o‘ziga xos tasviri paydo bo‘ladi. Ultratovush va tovush diapazonlar chegarasida chastotani, hamda qabul qiladigan o‘zgartirgichlar holati va turkumini o‘zgartirib, bo‘ylama, ko‘ndalang va yuza to‘lqinlariga mos keladigan tasvirlarni kuzatish mumkin. Bu tasvirlar bo‘yicha materiallar tavsiflarini ularning har xil chuqurligida baholash mumkin.

9.5. Transport inshootlari qurilish materiallari va konstruksiyalarining sinovi va diagnostikasi uchun asbob-uskunalarining yangi avlodlari

Oxirgi yillarda MDH davlatlarida (ayniqsa Rossiyada) sindirmaydigan nazorat va sindirmaydigan defektoskopiyaning kichik gabaritli elektron asboblarning butun majmuasi yaratilgan, ular quyidagi amallarni bajarish imkonini beradi [24, 46]:

- qurilish konstruksiyalari tayyorlanadigan har xil materiallarning namligi, harorati va issiqlik o‘tkazuvchanligini *aniqlash*;
- metall konstruksiyalar, ferromagnit detallari va payvandli choklar yuzasiga chiqadigan mikroyoriqlar mavjudligini *aniqlash*;
- temirbeton konstruksiyalardagi beton mustahkamligi, himoya qatlami qalinligi va armatura diametrini bilvosita usulda nazorat qilish.

Rossiyada elektron asboblarning yangi avlodini yaratish va ularni ishlab chiqish bilan IChB(НПО) "Капат", QKB(CKB) "Стройасбо́б", MChJ(OOO) Interasbob va b. lar muvaffaqiyatli shug‘ulanishadi. Hamma chiqariladigan asboblari Rossiya Davstandarti tomonidan sertifikatlangan va ular ham davlat ichida, ham chet davlatlarda keng foydalaniladi. Yaratilgan asboblari xizmat qilish (servis) funksiyasining katta to‘plami (nabor) va universalligiga ega bo‘lib, nostandart konstruksiyali yengil va qulay datchiklarga ega. Ular avtonomli 9-klavishli klaviatura va yoritilgan grafik displey bilan ta’minlanib, yuqori informativlik saviyasiga ega va foydalanuvchi sharoitlariga tez

moslashadi. O'lchovlarning *yuqori ishonchliligi* bir qator texnik, ergonometrik va texnologik omillarni hisobga olib yig'ilgan axborotlarni maxsus intellektual qayta ishlovi bilan ta'minlanadi. Hamma asboblarda yuqoritezlikli protsessor va dala sharoitlarida yig'ilgan axborotlarni saqlash uchun elektron yozuv kitobchasiga egadirlar. Yaratilgan asboblarda bir vaqtning o'zida interfeyslar bilan ta'minlangan, personal kompyuter bilan uning xotirasida dala sharoitlarida yig'ilgan hamma axborotlarni o'chirib tashlash imkoniyatiga ega bo'lgan infraqizil aloqasi mavjud. Ishlab chiqilgan asboblarda ularning xotirasini o'qish, olingan o'lchovlar natijalarini saqlash va hujjatlashtirish uchun maxsus kompyuter dasturlari bilan ta'minlangan.

Quyida bino va inshootlar materiallari va konstruksiyalarining fizik-mexanik tavsiflarini nazorat qilish uchun sindirmaydigan yangi avlod asboblardan ba'zi birlarining texnik parametrlari va ularning qo'llanish sohalari quyida taqdim etilgan [27, 49].



Vibrotest - MF4, Vibrotest - MF4.01 - vibratsiya ko'rsatkichlarining o'lchagichi [46] – temirbeton buyumlarni ishlab chiqarishda beton qorishmalarni zichlantirish uchun qo'llaniladigan vibroustanovkalarning amplitudasi va sinusoidal tebranish chastotasini nazorat qilish, hamda boshqa ob'ektlarning vibratsiya ko'rsatkichlarini o'lchashga mo'ljallangan, Вибротест-

МГ4.01 modifikatsiyasi vibroustanovkalarning vibrotezlik, vibrotezlashish, sinusoidal tebranishlar amplitudasi va chastotasini nazorat qilish va qayd qilishga mo'ljallangan. Asbob o'lchov natijalarini energomustaqil xotirada qayd qilib, operativ rejimda o'lchov ishlarini bajaradi. Nazorat ob'ektiga vibroo'zgartkichni mahkamlash – magnitli (magnitli platforma orqali) yoki vintli (M5x7 mm li vint bilan).

Вибротест-МГ4.01 modifikatsiyasi bundan tashqari operator ishtirokisiz

KUTISH rejimida o'lchov ishlarini bajarish (foydalanuvchi o'rnatgan chegaraviy qiymatdan chetga chiqadigan vibratsiya ko'rsatkichlarini qayd qilish) va KUZATISH (foydalanuvchi o'rnatgan vaqt oralig'ida vibratsiya ko'rsatkichlarini qayd qilish) imkonini beradi. Ma'lumotlarni PK ga uzatish rejimiga ega. O'lchov jarayonida olingan axborot avtomatik ravishda o'lchov sanasi va vaqti bilan arxivlanadi va markirovkalanadi (belgilanadi).



DM-MG4 elektron dinamometri [46] Kuch o'lchov vositalari uchun Davlat tekshiruv sxemasi" bo'yicha 2-razryad ishchi etalonlar sifatida press, uzish mashinalari, kuch o'lchagich asboblarni kalibrovka qilish va tekshirishda statik va sekin o'zgaradigan cho'zish va siqish kuchini o'lchashga mo'ljallangan.

Dinamometrning qo'llanish sohalari – tashkilotlarning kalibrovka qiluvchi laboratoriyalari va metrologik xizmatlari, standartlash va metrologik markazlari.



YBB-MG4, YBB-MG4.01 ustanovkasi [46] ga muvofiq betonli namuna-silindrlarni "namli dog" usuli bo'yicha suv o'tkazuvchanligi va filtratsiya koefitsientini aniqlash uchun sinashga mo'ljallangan.

Ustanovka +10...+40°C haroratda ilmiy-tadqiqot, qurilish va zavod laboratoriyalarining xonalarida ishlash uchun mo'ljallangan. Ustanovka ishini boshqarish operator tomonidan o'rnatilgan boshlang'ich

ma'lumotlar (namuna balandligi va har bir pog'onada ushlab turish vaqti) ga muvofiq mikrokontroller bilan amalga oshiriladi, bunda namunalarning har birida suv bosimini ko'tarish va ushlab turish, har bir pog'onada ushlab turish vaqti, "namli dog" ning sodir bo'lish vaqtini qayd qilish va sinovni to'xtatish avtomatik ravishda amalga oshiriladi.

Sinov natijalari vaqtning real masshtabida boshqarish blokining arxiviga

kiritiladi. Sinov jarayonida bosim, pog'onalar, sinov vaqti va namunalar ahvoli to'g'risidagi axborot grafik displeyga chiqariladi. Ustanovka sinov (seriya) larning 99 ta natijalar uchun energomustaqil xotira va keyinchalik ma'lumotlarni qayta ishlash va sinov bayonnomasini chiqarish imkoniyati bilan ma'lumotlarni PK ga uzatish rejimiga ega.



Dilatometrik ИМД-МГ4 o'lchagichi

[46] sement bog'lovchili og'ir va yengil betonlarning [46] ga muvofiq tezlashtirilgan dilatometrik usul bilan [46] bo'yicha 100x100x100mm namuna-kublarning yoki [46] bo'yicha Ø100x100 mm va Ø70x70mm kern (jins namuna) larning sovuqbardoshligini aniqlash uchun mo'ljallangan. Dilatometrik usul ИМД-МГ4 hajmiy dilamometri bilan suvga bo'ktirilgan namunalarning sovutilgan holatida o'lganadigan, materialning sovuqbardoshligi bilan hajmiy deformatsiyaning "anomal" qiymati orasidagi bog'liqlikka asoslangan.

ИМД-МГ4 o'lchagichi rangli grafik displeyli boshqarish bloki, 1÷3 ta o'lchov kamerasi, standart namuna-etalon o'lchov kamerasidan tashkil topgan. Boshqarish bloki harorat va sinaladigan namunalarning hajmiy deformatsiyalarini rangli grafik bog'liqliklar (har bir kamerada o'zining rangi) ko'rinishida displeyda ko'rsatib, uzluksiz qayd qiladi, anomal pik (maksimal) larni belgilaydi va betonning sovuqbardoshligini baholaydi.

ИМД-МГ4 o'lchagichi ma'lumotlarni PK ga uzatish funksiyasiga ega. O'lchov jaryonida olinadigan axborot avtomatik ravishda o'lchov sanasi, vaqti bilan arxivlanadi va markalanadi. Keyinchalik arxivlangan axborot va uning grafik ko'rinishi PK da chiqarish imkoniyati ko'zda tutilgan. Hajmiy deformatsiyalar farqining notekis ko'rinishdagi o'zgarishini detallashtirish (batafsil tekshirish) uchun grafik bog'liqliklarni masshtablashtirish imkoniyati ko'zda tutilgan.



Universal KYII-1 proparka (bug'lash) kamerasi. [46] 7 bo'yicha betonni siqilishga mustahkamligini aniqlash uchun unga issiq ishlov berish, [46] bo'yicha issiq ishlov berish rejimini tanlashda betonli namunalarni proparka qilishga

mo'ljallangan. [46] bo'yicha normal qotish kamerasi sifatida foydalanish mumkin (chirimaydigan po'lat, 4kVt, 220V, ishchi fazosi - 940x550x350mm).



Transportda tashishning imitatsiya CIT - 3M stendi [46] buyumlarni transportda tashishda mustahkamlikka sinash uchun mo'ljallangan. Yuk ko'taruvchanligi - 300kg gacha, joylashtirish uchun maydon - 14m².



YY-120 zarba ustanovkasi [46] ko'p takrorlanuvchi va yakka zarbalar ta'siriga sinash uchun mo'ljallangan.



Profometer5+Scanlog [46] betonda armatura sterjenlarining holatini, ularning diametri va uning ustidagi himoya qatlam qalinligini aniqlash uchun mo'ljallangan. Maxsus ScanCar qurilmasi elektron blok

displeyida armatura profilini ravshan ko'rish imkonini beradi. Statik tahlil o'tkazish va keyin bu ma'lumotlarni kompyuterga uzatish uchun 120000 qiymatni saqlash imkoniyatiga ega. Nazorat qilinadigan armatura diametrining

diapazoni – $5\div 57\text{mm}$. Beton himoya qatlamini o'lchash diapazoni – $5\div 180\text{mm}$. Ishchi harorati diapazoni – $10^{\circ}\text{C}\div 60^{\circ}\text{C}$.



Profoscope armatura Lokatori [46] armatura holati va temirbeton buyumlarda beton himoya qatlamini tezkor nazorati uchun mo'ljallangan.

Asbob ergonomik konstruksiyasi bilan qo'l kaftida ushlab uchun qulay, bitta qo'l bilan boshqariladi, beton yuzasi ostida nima borligi to'g'risida vizual va tovushli axborotni ta'minlaydi. O'lchami ixcham va engil, qidiruvchi datchigi lokator korpusida joylashtirilgan uchun biriktiruvchi simlar talab qilinmaydi. Profoscope asbobi foydalanuvchiga beton ichida armatura sterjeni holatini real vaqtda "ko'rish" imkonini beradigan armatura sterjenini vizual (ko'z bilan ko'radigan) unikal tizimiga ega. U armatura sterjenining holati to'g'risida xabar beruvchi, hamda armatura holatini aniqlash uchun optik va akustik vositalarga ham ega. Uning bunday unikal imkoniyatlari foydalanuvchining vaqti va mablag'ini tejab, va unga ishni tezda bajarish uchun kerakli axborotni taqdim etib, armatura sterjenini aniqlash vazifasini oddiy va samarali jarayonga aylantirish imkonini beradi.

Armaturaning joylashish holatini aniqlash bilan birga lokator uning diametrini va ustidagi beton himoya qatlamini aks ettiradi. Qidiruv jarayonida asbob xatto bir vaqtda armatura diametri va beton himoya qatlami noma'lum bo'lganda ham armaturalashning aniq ko'rsatkichlarini aniqlash imkonini beradi. Asbobdagi elektromagnit katushkalarining maxsus holati armatura sterjeni holatining simmetrik triangulyasiyasini bajarish imkonini beradi va Profoscope ayni paytda qayerda joylashgani to'g'risida foydalanuvchiga xabar beradi – ikkita armatura sterjenlari orasidami yoki ularning birining ustidami.

Texnik tavsiflari: armaturaning nazorat qilinadigan diametrlarining diapazoni – $5\div 57\text{ mm}$; beton himoya qatlamining o'lchash diapazoni - $5\div 180\text{mm}$; ishchi haroratining diapazoni – $10^{\circ}\text{C}\div 60^{\circ}\text{C}$.



ЭИИ-МГ4 armaturadagi kuchlanish o'lchagichi [46]

temirbeton konstruksiyalarning sterjenli, simli va kanatli armaturalaridagi oldindan zo'riqtirilgan kuchlanishlarni [46] bo'yicha chastota usuli bilan tezkor ishlab chiqarish nazorati uchun mo'ljallangan.

Analoglaridan farqli o'laroq ЭИИ-МГ4 asbobi texnologik hisoblashlarni avtomatik bajarish funksiyasiga ega:

- armaturaning berilgan uzayishini;
- armatura yarim mahsulotining uzunligini; anker kallaklari (vaqtinchalik ankerlar) orasidagi masofani to'g'rilashni.

Oldindan zo'riqtirilgan temirbeton konstruksiyalarning bir necha turini chiqaradigan foydalanuvchilar uchun, dastlabki ma'lumot (qoliplar tayanchlari orasidagi masofa, armatura diametri va sinfi, armaturadagi loyihaviy kuchlanish) larning beshta kombinatsiyasini o'rnatish va yodda saqlab qolish imkoniyati ko'zda tutilgan.

Kuchlanishlar o'lchagichi o'lchov natijalarining energomustaqil xotira va elektromagnitli pomexa (tovushning tiniq eshitilishiga xalal beruvchi shovqin) lar va armatura tebranishining garmonik tarkibini bosishni ta'minlovchi samarali, ikki pog'onali raqamli filtr bilan jihozlangan.

O'lchov jarayonida asbob avtomatik ravishda armaturaning tebranish chastotasini, ularni o'zaro taqqoslab bir necha bor o'lchashni amalga oshiradi, ishonchli qiymatlarini tanlaydi va uni hisoblash algoritmiga muvofiq mexanik kuchlanishga aylantiradi. O'lchov natijasining indikatsiyasi – raqamli, MPa da. Asbob test-nazorat rejimiga ega.



Vibrotebranish parametrlari va armaturadagi cho‘zuvchi kuchlanishni o‘lchash uchun BMCT-2.4 asbobi. Temirbeton buyumlarni tayyorlashda betonli qorishmalarni zichlantirish uchun foydalaniladigan vibraustanovka tebranishi vibrotezlikning o‘rtacha kvadratli qiymati, amplitudasi va chastotasi, hamda boshqa ob’ekt (mashin, mexanizm, poydevor) larning

vibratsiya parametrlarini o‘lchash uchun mo‘ljallangan. Ventilyatorlarni balansirovka qilish uchun qo‘llanishi mumkin. Asbob o‘lchovlarning (vibrotezlik, vibrosiljish, garmonik koeffitsienti, chastotalari) 600 ta natijalarini, o‘lchov sanasi va vaqtini qayd qilish imkoniyatiga ega, nazorat ob’ekti (vibromaydon, poydevor, ventilyator, dvigatel), o‘lchovlar indikatsiyasi rejimi va dasturli ketma-ketlikda qayta yoqiladigan (pereklyuchaemy) o‘lchovlar diapazonini tanlash imkoniyatiga ega. Vibrodatchik ish yuzasiga mahkamlash uchun magnitli asosga ega. Bundan tashqari, datchik vintli mahkamlagich va yechib olinadigan kichik gabaritli shchup yordamida ko‘rsatkichlarni tasvirga tushirishni ko‘zda tutadi. Buning uchun datchik asosi markazida rezbali teshik qilingan.



Armaturadagi kuchlanishni chastota usulida aniqlash uchun ЭИИ-МГ4 asbobi. Mazkur asbob [46] bo‘yicha temirbeton konstruksiyalarning sterjenli, simli va kanatli armaturasidagi (oldindan berilgan) dastlabki kuchlanishlarni tezkor (operativ) ishlab chiqarish nazorati uchun mo‘ljallangan. [46] asbobning o‘xshashlaridan farqi texnologik hisoblarni avtomatik bajarish funksiyasi

mavjudligidadir: armaturaning berilgan uzayishini, tayyorlangan armaturaning uzunligi, ankerlar kallaklari orasidagi masofani korrektirovka qilish.

Bir necha turdagi oldindan zo‘riqlashlarni amalga oshiradigan foydalanuvchilar uchun, boshlang‘ich ma’lumotlar kombinatsiyasi xotirasida

oʻrnatish va saqlab qolish imkoniyati koʻzda tutilgan (qolip tayanchlari orasidagi masofa, armatura diametri va sinfi, armaturadagi loyihaviy kuchlanish). Asbob oʻlchov natijalarini energiya bilan bogʻliq boʻlmagan xotirasi va armatura tebranishlarining elektrmagnit (pomex) va garmonik tarkib shovqinini yoʻqotish (bosish)ni taʼminlovchi samarali ikki kaskadli raqamli filtr bilan taʼminlangan. Oʻlchov jarayonida asbob armaturaning tebranish chastotalarini oʻzaro taqqoslab, bir necha marotaba avtomatik oʻlchashni amalga oshiradi, ishonchli qiymatlarini tanlab oladi va hisoblash algoritmgiga mos ravishda uni mexanik kuchlanishga aylantiradi. Oʻlchov natijasining indikatsiyasi – raqamli, MPa da. Asbob test-nazorat rejimiga ega.



TƏMΠ4 dinamik qattiklik oʻlchagichi [46] – materiallarning fizik xossalari (qattiqligi) ni oʻlchash uchun eng koʻp talab qilinadigan koʻchma elektron qattiklik oʻlchagich. TƏMΠ4 qattiklik oʻlchagichi sindirmaydigan nazoratning eng koʻp tarqalgan va talab qilinadigan asboblaridan biri hisoblanadi. Ekspluatatsiya

qilishga barcha talab va ehtiyojlarga javob beradigan, amaliy jihatdan yaxshi, qulay koʻchma TƏMΠ4 dinamik qattiklik oʻlchagichi qattiklikni oʻlchashda sifatning tan olingan etaloni hisoblanadi. Qattiklikni Brinell (NV), Rokvell (HRC), Vickers (HV), Shor "D" (HSD) shkalalari boʻyicha oʻlchash bu asbobning imkoniyatlaridan faqat biri hisoblanadi. TƏMΠ4 asbobi mustahkamlik chegarasi va oquvchanligini aniqlaydi, shu jumladan quvur devori qalinligi 8 mm dan kam boʻlganlari uchun ham.



Beton himoya qatlami qalinligini oʻlchash va armaturaning joylashishini aniqlash uchun yʻyuh IIIA-MT4 asbobi. IIIA-MT4 asbobi [46] boʻyicha temirbeton buyum va konstruksiyalardagi beton himoya qatlamining qalinligi va sterjenli armaturalarning joylashishini magnit

usulida operativ nazorat qilish uchun mo'ljallangan. Asbobning qo'llanish sohalari – qurilish industriyasi tashkilotlari va qurilishda temirbeton konstruksiya va inshootlarning armaturalash parametrlarini aniqlash hamda foydalanishdagi bino va inshootlarni tekshirishda. *ИПА-МГ4* asbobi uchta asosiy ish rejimiga ega: armatura sterjenining o'qini aniqlash; aniq diametrli armaturada himoya qatlamini aniqlash; aniq himoya qatlami qalinligida armatura sterjenining diametrini aniqlash. Armatura sterjenlari o'qini qidirish tovush signallari tonalligi o'zgarishi va raqamli displey ko'rsatgichlari bo'yicha amalga oshiriladi. Nazorat qilinadigan armatura sinfi va o'zgartirgichlarni tuzatish rejimini tanlash imkoniyati ko'zda tutilgan. Asbob energiyaga bog'liq bo'lmagan o'lchovlarning 127 ta natijalarini xotirasiga saqlay oladi.



Qoziqlar diagnostikasining ИПА-МГ4 asbobi [46] har xil gruntlarda qoqilgan qoziqning chuqurligi va undagi nuqson (qoziq ko'ndalang kesimi profili deformatsiyasi, yoriq) larning tarqalishini aniqlash uchun mo'ljallangan. Asbob ikki kanalli seysmostansiya vazifasi, hamda boshqa yer osti qurilish konstruksiyalarini

tekshirishda qo'llanishi mumkin. Asbob PELI firmasining zarbaga chidamli korpusida joylashtirilgan elektron bloki, bir yoki ikkita (komplektiga bog'liq holda) seysmopriyomnik, depmferli (tebranishni pasaytiruvchi yoki yutuvchi asbob, qurilma) bolg'adan tashkil topgan. ИПА-МГ4 asbobi seysmoqidiruv va spektral seysmoqidiruvda ham foydalanishi mumkin.

Asbobning ishlash prinsipi har xil fizik-mexanik xossali muhitlarni ajratishdan mexanik tebranishni aks ettirishga asoslangan. Qoziqqa zarba ta'sir etganda chastotasi qoziqning geometrik o'lchamlari va nuqsonlarning joylashish chuqurligiga bog'liq bo'lgan xususiy tebranishlar sodir bo'ladi.

Asbobda signalni spektral qayta ishlash rejimi koʻzda tutilgan, u yordamida tebranish spektr boʻyicha qoziqning diagnostikasini oʻtkazish mumkin. Asbob poydevor plitasini uning ostidagi gruntning boʻshligʻi yoki boʻshashgani mavjudligiga tekshirishda qoʻllaniladi. Asbobni lentasimon poydevor va koʻtarmalarni tekshirishda ham qoʻllash mumkin. *Mustahkamlik oʻlchagichlari* [46] – gʻisht va betonli buyumlarning mustahkamlik tavsiflarini aniqlash uchun, ularning diagnostikasini oʻtkazish imkonini beradigan asboblarning sinfi. Mustahkamlik – materialning tashqi kuch yoki boshqa omillar keltirib chiqargan ichki kuchlanishlar taʼsiri ostida sinishga qarshilik koʻrsatish xossasi.

Betonning mustahkamligini ikki usulda oʻrnatish mumkin:

- sindiruvchi usul – maxsus pressda oldindan tanlangan namuna (kub deb nomlanadigan – nazorat qilinadigan beton turidan olingan kub shaklidagi namunalar, yoki kern – jins namunasi nazorat qilinadigan beton yuzasidan burgʻilab olingan silindr) larni sindiradi va bunda mustahkamlikning bevosita qiymatini oladi;

- sindirmaydigan usul – nazorat qilinadigan buyum mexanik sinishga duchor qilinmaydi, nazorat bilvosita oʻlchash va materialning mustahkamlik xossalariga javob beradigan va korrelyasion bogʻliqlik orqali mustahkamlik bilan bogʻlangan baʼzi bir fizik miqdorlarni qayta hisoblash yoʻli bilan amalga oshiriladi. Amaliyotda beton mustahkamligini aniqlash uchun koʻproq sindirmaydigan nazoratning quyidagi bilvosita usullaridan foydalaniladi: zarbali impuls, elastik urilib qaytish, ultratovush va qisman mahalliy sinish usullari.



Materiallarning mustahkamligini nazorat qilish uchun ultratovushli YKC-MT4, YKC-MT4C asboblari. [46] boʻyicha nuqsonlarni nazorat qilish, yigʻma va monolit beton va temirbetonli buyumlar va konstruksiyalardagi beton mustahkamligi, [46] boʻyicha nurlashning

oʻrnatilgan bazasi (negizi) da impulsli ultratovush tebranishlarning tarqalish

vaqtini o'lchash asosida silikatli g'isht va boshqa qattiq materiallarning mustahkamligini aniqlash uchun mo'ljallangan. Ultratovush impulsar ko'rsatkichlari vazifasi bilan PEP ning bosish kuchini avtomatik aniqlash uchun displeyi yoritiladigan qurilma bilan jihozlangan. YKC-MГ4 asbobi bilan ishlashda nurlashning yuzaki, YKC-MГ4C bilan ishlashda esa yuzaki va shaparak (bir yoqdan ikkinchi yoqqa o'tadigan) usulidan foydalaniladi.

Asboblarning asosiy funksiyalari: yuzaki va shaparak nurlashda materiallardagi ultratovush tarqalish vaqti va tezligining o'zgarishi; o'rnatilgan graduировка (darajalanish) bog'liqligi bo'yicha qurilish materiallarining mustahkamligini aniqlash; SNIOMPT (ЦНИИОМПТ, Moskva) graduировка tavsifi bo'yicha noma'lum tarkibli beton mustahkamligini baholash; qurilish materiallarining har xil turlari uchun individual (shaxsiy) graduировkalarni o'rnatish imkoni; yoriqlar chuqurligini aniqlash; ultratovush tarqalish tezligining anomal kamayishi bo'yicha nuqsonlarni qidirish; asbob xotirasida vaqt, sana, qurilish materiallarining turi, tavsifi va variatsiya koeffitsientini qayd qilish bilan o'lchovlar natijasida olingan axborotni (xotira hajmi 10000 ta natijalar) arxivatsiya qilish va PK ga uzatish.

Asboblarning qo'llanish sohasi – quriladigan va ekspluatatsiya qilinadigan bino va inshootlar, gidrotekhnika inshootlar, nazorat qilinadigan uchastkasiga ikki tomonlama kirish qiyin bo'lgan inshootlar, qurilish industriyasining korxonalari.



Materiallarning mustahkamligi, zichligi va birjinsliligini nazorat qilish uchun ОНИКС - 2.5 asbobi. Asbob beton mustahkamligini siqilishda sindirmaydigan zarbali-impulsli usul [46] bilan nazorat qilish, sifatni texnologik nazorati, bino, inshoot va konstruksiyalarni tekshirish uchun, g'isht mustahkamligi, kompozitsiyali material, qorishmali chok, suvoq (shtukaturka) va sh.o'.

larning mustahkamligi va bir jinsliliğini nazorat qilish uchun qoʻllanadi.



TEMP-3 asbobi: termometrlar - gigrometrlar – registrator (qayd qiluvchi)lar. TEMP-3 asboblari oilasi tajovuzkor boʻlmagan havo muhitining namligi va suyuq, gaz koʻrinishidagi muhit, sochiluvchi materiallar, bitum, qattiq materiallar yuzasining namligini oʻlchash va qayd qilish, hamda boshqa shunga oʻxshashlarga qoʻllash uchun ishlab chiqilgan. Konstruksiyalarning vazifasi,

ulardan foydalanish, inersionlik shartlari va harorat diapazoniga bogʻliq holda har xil datchiklarni ishlatib, bir necha modifikatsiyalarda chiqariladi. Termodatchiklarning konstruktiv bajarilish variantlari: a) suyuq, gaz koʻrinishidagi va plastik (masalan, bitum) muhitlarni nazorat qilish uchun choʻktiriladigan turkumdagi datchiklar; b) qattiq materiallar yuzasining haroratini kontakt usulda oʻlchaydigan datchiklar. Asbob atrof muhitning -10 dan $+50^{\circ}\text{C}$ gacha harorati, 25°C va undan kam haroratda namlik kondensatsiyasiz hamda $86\ldots 106\text{kPa}$ atmosfera bosimida, 90% maksimal namlikda ishlash uchun moʻljallangan.



Materiallar namligini nazorat qilish uchun VIMS - 2.2 asbobi. Materiallar namligini oʻlchaydiganlar VIMS-2 seriyasi [46] boʻyicha qurilish materiallari keng nomenklaturasi (qum, beton, gʻisht) va [46] boʻyicha yogʻochlar (sosna, yel, listvennitsa, bereza, dub, buk, osina, lipa va

b. lar), shu jumladan, buyum va konstruksiyalarning namligini oʻlchash uchun moʻljallangan. Asboblarning asosiy qoʻllanish sohalari materiallar namligi meʼyoriy-texnik va texnologik hujjatlar bilan cheklanadigan (регламентируется) har xil qurilish ishlab chiqarish va texnologiyalaridir.

Namo'lhagichlar iste'molchilar tomonidan har qanday qattiq jismlar uchun individual o'zgartirish koeffitsientlarini o'rnatish orqali oson dasturlanadi hamda qattiq va sochiluvchi materiallar keng nomenklaturasining (teri, gazmollar, kompozitlar, loy, grunt va b. lar) namligini nazorat qilish uchun foydalanishadi. Asboblar quyidagilarni qayd qiladi (индуцируют): nazorat qilinadigan material namligi va xili, o'lchash raqami, sanasi va vaqtini.

Asboblarda nazorat qilinadigan materiallar yuzasining sifati, nobirjinsligi (qattiqlari uchun) va zichlashish darajasi (sochiluvchilar uchun) ta'sirini kamaytirish uchun o'lchovlar seriyasini qayta ishlash ko'zda tutilgan. Namolchagichlar quyidagi turkumdagi datchiklar bilan birga ishlab chiqarilishi (butlanishi) mumkin:

– hajmli-planarli, sochiluvchi va qattiq materiallarning namligini nazorat qilish uchun;

– zondli, qattiq materiallarning skvajina (burg'alangan joy)larida, plastik va sochiluvchi materiallar chuqurligida namlikni nazorat qilish.



ИПС-МГ4.01, ИПС-МГ4.03 va ИПС-МГ4.04 asboblari. [46] bo'yicha zarbali impuls usuli bilan beton va rastvorning mustahkamligi va birjinsliligini tezkor sindirmasdan nazorat qilish uchun mo'ljallangan. Asbobning qo'llanish sohasi – qurilish industriyasi korxonalari va qurilish ob'ektlarida beton, rastvorning mustahkamligini aniqlash, hamda ekspluatatsiya

qilinayotgan bino va inshootlarni tekshirish uchun mo'ljallangan. Asboblar g'isht va qurilish keramikasi mustahkamligini nazorat qilish uchun ham qo'llanishi mumkin.

Analoglaridan farqli o'laroq, asboblar quyidagi bilan ta'minlangan: [46] №9 Ilovasiga muvofiq tayanch graduировка tavsiflarini tezkor oydinlashtirish uchun bir xillik koeffitsienti K_s ni kiritish qurilmasi bilan; nazorat qilinadigan buyum (to'sin, plita, ferma va sh.o'.) larning turi bilan o'lchovlarni belgilash

(markirovkalash) qurilmasi bilan; xato oraliq qiymatni chiqarib tashlash funksiyasi bilan.

Asboblar energomustaqil xotira, USB-port orqali ma'lumotlarni kompyuterga uzatish rejimiga ega va foydalanuvchi tomonidan o'rnatilgan shaxsiy graduirovka bog'liqlarining dasturiy qurilmaga kiritish qurilmasi bilan jihozlangan. Beton mustahkamligini o'lchash buyumning nazorat qilinadigan uchastkasiga 15 seriyagacha zarba urishga asoslangan, sklerometr dan tushadigan zarbali impuls ko'rsatkichlari bo'yicha elektron blok sinaladigan materialning qattiqligi va elastik plastik xossasini baholaydi, impuls ko'rsatkichini mustahkamlikka aylantiradi va betonning tegishli sinfini hisoblaydi.

O'lchov natijalarini qayta ishlash algoritmi quyidagilarni o'z ichiga oladi: oraliq qiymatlarning o'rtachasini hisoblash; keyinchalik ularning yaroqsiz anomal qiymatlarini olib tashlash bilan har bir oraliq qiymatni o'rtachasi bilan taqqoslash, anomal oraliq qiymatlari olib tashlangandan so'ng qolganlarining o'rtachasini aniqlash; beton mustahkamligi va sinfining oxirgi qiymatini xotirada indikatsiya qilish va yozish.

ИПС-МГ4.03 ning modifikatsiyasida ИПС-МГ4.01 asbobning barcha imkoniyatlari mavjud, qo'shimcha beton sinfi V ni hisoblash funksiyasi, variatsiya koeffitsientini tanlash imkoniyati bilan jihozlangan, beton turini hisobga oladigan 44 ta tayanch graduirovka tavsiflari bilan ta'minlangan, displey yoritkichi, real vaqt soati, beton mustahkamligining oraliq qiymatlarini ko'rish funksiyasiga ega va betonning qotish sharoiti va yoshiga bog'liq holda tayanch graduirovka tavsiflarini to'g'rilash imkoniyati bilan ta'minlangan.

ИПС-МГ4.04 modifikatsiyada elektron blok sklerometr korpusiga uning bo'ylama o'qiga nisbatan 90° ga buralish imkoniyati bilan mahkamlangan. Asbob zarba yo'nalishini avtomatik aniqlash qurilmasi bilan jihozlangan, oraliq qiymatlarni ko'rish funksiyasiga ega.



Beton mustahkamligining N turidagi Silver Schmidt PC elektron o'lchagichi [46]. Proceq Shveysariya firmasining integrallangan elektron blokli yangi avlod mustahkamlik elektron o'lchagichi qalinligi 100mm va undan katta bo'lgan betonli buyumlarning elastik urilib qaytish usuli bilan mustahkamligini aniqlashga mo'ljallangan.

Asbob unikal texnologiya tufayli o'lchashlarning yuqori aniqligi va barqarorligiga ega. Asbobning qiyshayish burchagi avtomatik ravishda hisobga olinadi. Karbonizatsiya hisobga olinadi. Kompyuterga ulanish va foydalaniladigan graduirovkalarni kiritish imkoniyatiga ega. O'lchov diapazoni – 10÷150 MPa. Xatolik – 5% (qalinligi 50 dan 100 mm gacha bo'lgan yupqa devorli konstruksiyalar uchun zarbaning kamaytirilgan energiyasi bilan Silver Schmid RS ning L turi modeli qo'llaniladi).



Kalibrovka sandoni (gilzaning piston chaqiladigan joyi) [46]. Yo'naltiriladigan gilzasi bilan 16kg li katta universal sandon tajriba o'tkazish oldidan beton mustahkamligining Original Schmidt, Silver Schmidt, Digi-Schmidt va Beton Condrol o'lchagich (sklerometr) larining ish qobiliyatining kalibrovkasini o'tkazish yoki diagnostik tekshirish uchun mo'ljallangan.

Defektoskop (ultratovushli, uyurmatokli, magnit kukunli, elektr uchqunli) [46]. Defektoskop – bu sindirmaydigan (ultratovushli, uyurmatokli, magnit kukunli, elektr uchqunli) usullar bilan metall va nometalldan tayyorlangan buyumlardagi nuqson (butunligining buzilish yoki strukturasining birjinslilik, korrozion shikastlanish zona, kimyoviy tarkibi va o'lchamining chetga chiqish va b.) larini aniqlash asbobidir. Defektoskoplarni ishlab chiqish va foydalanish bilan shug'ullanadigan texnika va texnologiya defektoskopiya deb nomlanadi. Defektoskoplar mashinasozlik, kimyoviy sanoat, neft-gaz sanoati, energetika, qurilish, ilmiy-tadqiqot laboratoriyalari va boshqa bir qancha tarmoqlarning har xil sohalarida qattiq jism xossalari va molekulyar xossalarni aniqlash uchun qo'llaniladi. Defektoskoplar detal va yarim mahsulotlar, payvandli, kavsharli va

yelimli birikmalarni nazorat qilish, agregat detallarini kuzatish uchun mo'ljallangan. Ba'zi bir defektoskoplar katta tezlikda harakat qilayotgan buyum (masalan, chig'irlanish – prokatka qilish jarayonidagi quvur) larni tekshirish imkonini beradi, yoki ularning o'zi (reelsli defektoskop, telejka va vagon-defektoskoplar) buyumga nisbatan katta tezlikda siljishi mumkin. Yuqori haroratgacha qizdirilgan buyumlarni nazorat qilish uchun ham defektoskoplar mavjud.



YD3-307BД zamonaviy universal ultratovush defektoskopi [46] - o'ziga ultratovushli va uyurmatokli defektoskoplar, hamda ultratovushli qalinlik o'lchagichlar turlarining funksiyalarini birlashtirgan asboblarga kiradi. Ixcham, qulay interfeysga ega, "Bitta funksiya – bitta tugmacha" tamoyili bo'yicha ishlaydi. YD3-307BД (Peleng - 307) B-, A- va W-razvertka

(kengayma) lar, hamda berilgan ekvivalent o'lchamli, nuqson va egri chiziq boshlanishining (yoki sezgirligini vaqtinchalik sozlash) ekvivalent o'lchamini avtomatik hisoblash bilan nuqsonni aniqlashga to'g'rilash uchun PRD-turidagi umumlashtirilgan diagrammalar olish imkoniyatiga ega.



YD3-103 Peleng universal ultratovush defektoskopi [46] - universal turdagi yuqori mustahkamlik va ishonchli zamonaviy defektoskop (nazoratning ham ultratovush, ham uyurmatokli usulida qo'llaniladi; uyurmatokli nazoratning aktivatsiyasi – qo'shimcha buyurtma bo'yicha). Yoriq, bo'shliq,

g'ovak kabi nuqsonlar va materiallarning o'zga birjinsliligi va butunligining buzilishini aniqlash, hamda aniqlangan nuqson (aks etgan signal amplitudasi, ekvivalent yuza, koordinatalar va sh.o'.) lar tavsiflarini keyinchalik xotirlovchi qurilmada parametrlash va qayd qilishda foydalaniladi. Bundan

tashqari, ishning uyurmatokli rejimida asbob qo‘l nazorati va har xil skan-qurilmalardan foydalanib, yuzaki nuqsonlar tarqalishining chuqurligini baholash imkoniyatiga ega.



Ko‘pfunksiyali "ТОМОГРАФИК" УД4-Т defektoskopi [46]. Defektoskop-tomograflarning УД4-Т seriyasi qatoridagi texnologik yangi modeli zamonaviy raqamli elektron texnologiya bo‘yicha ishlab chiqilgan. Mohiyati bo‘yicha, mazkur ko‘pfunksiyali defektoskop oldingi

modelning bosh metodik va konseptual topilmalarini saqlagan holda sindirmaydigan nazorat asbob (qalinlik o‘lchagich, tenzometr, defektoskopning o‘zi va sh.o‘.) larining bir nechtasini o‘ziga birlashtirdi. Shulardan: ob’ektning akustik xossalarini (xech qanaqa qo‘shimcha qurilmalarsiz) o‘lchash imkoniyati va nuqsonning ham qatlamda, ham (masalan payvandli chokda) uning ekvivalent yuzasini bevosita o‘lchashda joylashishini ko‘rish, uning o‘lchami va shakli (konfiguratsiyasi) ning sifatli tahlili, hamda sezgirligini vaqtinchalik sozlashning avtomatik tuzatilishi.



Magnit kukunli doimiy magnitlardagi МД-6 defektoskopi [46] payvandli biriktiruvchi chok, qurilish metall konstruksiya, yuk ko‘taruvchi mexanizm, isituvchi qurilma va

sanoat-maishiy asbob-uskuna va materiallarning magnit kukunli diagnostikasi uchun qo‘llaniladi. МД-6 defektoskopning ishchi harorati atmosfera bosimi 450 dan 800mm rt.ust. gacha, havoning namligi 98% gacha bo‘lganda - 40 dan + 50°C gacha qiymatlar diapazonida bo‘ladi.



Pulsar-1.1 uchun Y3-datchigi [46]. Pulsar (2 dona) asbobiga shaparak nurlash uchun ultratovush datchiklar.

Vizual (ko‘z bilan ko‘rib) nazorat (VIN) [46] – ko‘rinadigan spektrda ob‘ekt nurlanishini qabul qiladigan, ko‘rish organlari yordamida amalga oshiriladigan organoleptik nazorat. Material va konstruksiyalarning kattaroq nuqsonlari oddiy ko‘z bilan vizual nazorat yordamida o‘rnatiladi. Nazariy nuqsonlarni qidirishda ob‘ektlarning tashqi tomonini vizual tekshirish vizual optik asbob va uskuna (linza, lupa - zarrabin (katta qilib ko‘rsatadigan ikki tomoni qabariq shisha, mikroskop, endoskop, radiusli shablon, o‘lchov shchupi, burchak o‘lchagich, chuqurlik o‘lchagich) lar yordamida va ularsiz ham amalga oshiriladi.



Boroskop



Videoendoskop



O‘lchov instrumenti



VIN komplekti



Mikroskop



Fibroskop



Endoskop



Teleskop

Vizual o‘lchov
nazoratining jiddiy
kamchiligi o‘rganiladigan
ob‘ektning faqat
ko‘rinadigan joylarini
tekshirish bilan cheklanadi.

Vizual ko'rik, diagnostika usuli va sifati bo'yicha qanchalik mukammal bo'lmasin, u kompleks sanoat defektoskopiyasida bir bosqich sifatida haqiqatdan zarur. Juda ko'p hollarda amaliyotda VIN sindirmaydigan nazorat (SN) va texnik diagnostika (TD) ning boshqa usullari bilan birga qo'shib olib boriladi. Tahlil doim VIN ni o'tkazishdan boshlanadi. Shunday ish sharoitlari borki, unda harorat yoki kimyoviy muhit havf tug'dirishi mumkin, hamda ob'ekt konfiguratsiyasi (tashqi ko'rinishi) yoki konstruksiyasi uning holatini to'la tahlil qilish imkonini bermaydi, unda sindirmasdan nazorat qilish masalasini hal qilish uchun sanoat televizion tizimlari, yoritgich asboblari, distansion kameralar, televizion ustanovkalar, itarib kirgiziladigan robotlar va transportda tashish tizimlari qo'llaniladi. Bunga o'xshash asboblarda distansion boshqarish tizimiga ega, va distansion vizual nazorat bo'yicha kompleks deb nomlanadi.

Nazoratning har qanday turida o'zining kamchiligi bor. Vizual nazorat o'tkazishda olingan ma'lumotlarning ishonchliligi pastligini e'tiborga olish lozim va mazkur usulning nisbiy sezgiriligi bilan hisoblashmoq zarur.

VIN quyidagi hollarda qo'llaniladi [46]:

- vizual-optik nazoratda to'g'ridan-to'g'ri ko'rik va diagnostika qilish imkonini bo'ladigan detallarning ancha yirik sirtqi nuqson (ochiq kavak, yoriq, qatlamlanish, g'udur, kovakchalar, va sh.o'.) larini, hamda kichikroq yoriqlarni rangli, magnit kukunli, lyuminessensiyali defektoskop va rentgen-grafik nazoratlarni qo'llash orqali qidirish uchun;

- konstruksiyalardagi yirik yoriq, shikastlanishlar, sodir bo'ladigan chakka o'tish, ifloslanish joylarining, yopiq konstruksiyalarning ichidagi begona predmetlarning ko'rigi uchun;

- defektoskopning boshqa (akustik, uyurmatokli, kapillyarli va sh.o'.) boshqa usullarini qo'llab, sirtida aniqlangan nuqsonlar xarakterining tahlili va turini aniqlash uchun;

- payvandli birikmalar sirtini tekshirish va nuqson (kovakcha, teshik,

aralashma-begona narsa, ko‘chgan qatlam, kuygan, valiklar orasidagi cho‘kish, qo‘pol tangachalar bilan qoplanish, hamda asosiy materialning boshqa payvandlash yuzasi bilan urinish joy) larni qidirish uchun.

Vizual nazorat qo‘llaniladigan ish sohalari [46]:

Sanoat materiali (detallarning yarim mahsuloti, yarimfabrikati) va payvandli birikmalarning vizual va o‘lchov nazorati texnologik jarayonning barcha ko‘lamlarida olib boriladi:

- buyum va materiallarning kirish nazoratida;
- yig‘ma qism va buyumlarni tayyorlashda;
- qism (detal) lar va yig‘ma qismlarni payvandga tayyorgarligida;
- qism (detal) lar va yig‘ma qismlarni yig‘ishga tayyorgarligida;
- payvandga tayyorlangan detal va yig‘ma qismlarni yig‘ishda;
- payvandlash jarayonida;
- tayyor payvandli birikma va eritmalarni tekshirishda;
- material va payvandli birikma (eritma) lardagi nuqsonli uchastkalarining tahlili va tuzatuvida;
- texnik qurilma va inshootlarni ekspluatatsiya qilish jarayonida, shu jumladan, ularning o‘rnatilgan ekspluatatsiya qilish muddati o‘tishi bilan material va ishlab-chiqarish payvand choklarining sifatini texnik baholashda.

VON asboblari qo‘llanishiga qarab uch guruhga bo‘linadi [46]:

- yashirishgan ob’ektlarni qidirish va tahlil qilish uchun asbob-uskunalar (endoskop, boroskop, videosistema va periskopik defektoskoplar);
- defektoskopchi ish joyidan uzoqlashgan ($l > 250\text{mm}$) ob’ektlarni nazorat qilish uchun asboblari - teleskopik lupa, binokl va qaraydigan quvurchalar;
- mutaxassis ko‘zidan uning eng yaxshi ko‘rish diapazoni $1 < 250\text{ mm}$ masofasida joylashgan yaqin joylashagan kichik ob’ektlarni teshirish uchun uskunalar (lupa va mikroskoplar).

Bundan tashqari, foydalanishga qarab *sex* va *dala fazifasidagi* asboblarga bo‘linadi.

Sex vazifasidagi asboblari haroratning minimal farqi $+5^{\circ}$ dan $+20^{\circ}\text{C}$ gacha bo'lganda, nisbatan uncha katta bo'lmagan namlik bilan normal atmosfera bosimida qo'llaniladi.

Dala vazifasidagi asboblari haroratning eng keskin - 55° va $+60^{\circ}\text{C}$ ko'rsatkichlarida, mu'tadil silkinish, vibratsiyalarda, yillik qor yog'ish va sh.o'.larda tuzuk ishlashi lozim. Mustahkam saqlovchi korpusda transportda tashish vaqtida shikastlanishlarni oldini olish uchun, VON ning barcha detal va asbob-uskunalarini fiksatsiya (mahkamlab) qo'yish uchun qurilma bo'lishi lozim.

O'lchov nazorati – VIN ning ikkinchi tashkil etuvchisi. Nazorat vositasi yordamida amaliy o'lchash yo'li bilan fizik kattalik qiymatini topishga o'lchov deyiladi. Vizual o'lchov ekspertizasini qo'llash kamchiligiga yuzaki ko'rikni keltirish mumkin. Oddiy ko'z bilan aniqlanadigan nuqson o'lchami $0,1\div 0,2$ mm dan katta.

Vizual tekshirish o'tkazishda optik asboblardan foydalaniladigan asboblarga vizul-optik asboblari deyiladi.

Vizual-optik usul – uskunalarining minimal komplekti bilan tekshirish, asosan ko'rish organlari va taktil sezishlardan foydalaniladi. Vizual ko'rik yordamida fizik-mexanik xossalarini tahlil qilish usuli axborot yig'ish uchun qo'llaniladigan, nurlanishning spektral doirasi chegarasi bilan belgilangan boshqa sindirmaydigan usullar turlaridan farq qiladi. Borish qiyin bo'lgan joylarni kuzatish va tekshirish *endoskop*, *videoendoskop* hamda *videoendoskopik tizimi* va *videokroulerlar* yordamida amalga oshiriladi.



MIIC – 3M o'lchagich mikroskopi (beton yuzasidagi yoriqlarni ochilish giligini aniqlash uchun). Mikroskop har xil predmetlarni 25 va 50 marta alashtirib ko'rsatish va ularning chiziqli o'lchamlarini aks etishi va tishida o'lchash uchun mo'ljallangan. Mikroskop ishlab chiqarish, fan, imning turli sohalarida foydalanishi mumkin: materiallarni sinash tiqligi, yemirilishi); qog'ozga tushirish platasini nazorat qilish;

ekspertiza (tekshiruv) o'tkazish; mikroob'ektlarni kontaktsiz usulda o'rganish va o'lchash; bino va inshootlarni tekshirishda beton yuzasidagi yoriqlarni ochilish kengligini aniqlash.

O'zlashtirish uchun nazorat savollari

Mustahkamlik o'lchagichlar to'g'risida umumiy ma'lumotlar bering.

Sindirmaydigan usullar to'g'risida umumiy ma'lumotlar bering.

Muhitga singib boruvchi usulning mohiyati?

Sinashning mexanik usullarini tushuntiring.

Akustik (ultratovushlar va chastotasi pastroqlari) usul mohiyati?

Magnitli, elektrmagnitli va elektrli usullarni tushuntiring.

Materiallarni sinashning mexanik usullarini keltiring.

Metall mustahkamligi qanday baholanadi?

Polda priborining vazifasi?

Beton mustahkamligi qanday baholanadi?

K. P. Kashkarovning etalon bolg'asi yordamida beton mustahkamligi qanday baholanadi?

Sklerometr bilan beton mustahkamligi baholanadi?

Otish usulining vazifasi?

Jinsga singib boruvchi usul mohiyatini tushuntiring.

Suv bilan sinashning mohiyatini tushuntiring.

Kerosin bilan sinash mohiyatini tushuntiring.

Siqilgan havo bilan sinash mohiyatini tushuntiring.

Bo'shliq (vakuum) bilan sinash mohiyatini tushuntiring.

Ultratovush to'lqinlarining o'tish shartlari nimadan iborat?

Tovush jo'natish usullarini keltiring.

Ultratovush usullarining qo'llanish sohalarini keltiring.

Betondagi yoriqlar chuqurligi qanday aniqlanadi?

Betondagi yuza yoriqlar chuqurligi qanday aniqlanadi?

Inshootlardagi beton birjinsliligini nazorat qilish qanday amalga oshiriladi?

Betonning yuqori kuchsizlangan qatlamining qalinligi qanday aniqlanadi?

Impulsli tovush usullarining mohiyati?

“Zarbali to‘lqinlar” usulining mohiyati?

Vibratsiya usulining mohiyati?

Beton namunalarini rezonans usulida sinash.

Qoziqlar diagnostikasining PDS-MG4 priborda qanday tavsiflar aniqlanadi?

Mustahkamlik o‘lchagichlari to‘g‘risida ma’lumot bering.

Betonning mustahkamligini aniqlashning sindiruvchi usuli to‘g‘risida ma’lumot bering.

Betonning mustahkamligini aniqlashning sindirmaydigan usul to‘g‘risida ma’lumot bering.

Defektoskop – bu nima?

VIN qanday hollarda qo‘llaniladi?

10-BOB. TRANSPORT INSHOOTLARINING KAPITAL TA'MIRI VA ELEMENTLARINI KUCHAYTIRISH

10.1. Temirbeton konstruksiyalarni kuchaytirish usullarining rivojlanish tarixi

1938 y. Angliyada tortuvchi boltlar bilan mexanik usulda shprengelni oldindan zo'riqtirish yordamida to'sinlarni kuchaytirish usuliga patent olingan edi. Yetarli darajada tez-tez har xil halqa va yukdan bo'shatuvchi konstruksiyalar ham qo'llanildi [19, 47].

Kuchaytirish masalalari bilan boshqa davlatlarda ham ko'p muhandislar va olim (R. Zaliger, Lamprext, A. Kleynlegel, E. Freysine, A. Losse va b.) lar shug'ullangan bo'lsa ham, ularning tajribasi uzoq vaqt umumlashtirilmadi.

1919 y. Rossiyada muhandis V. A. Struve qo'shimcha armatura va o'ramli halqa yordamida temirbeton kolonnani kuchaytirishni amalga oshirdi. 1930-yillarda Rossiyada halqa bilan bir qatorda yukdan bo'shatuvchi konstruksiyani ham qo'llay boshlashdi, uning tarqalishi ishni bajarish qulayligi va tezligiga imkon yaratdi.

Shuni ta'kidlash lozimki, kuchaytirish amaliyoti eksperimental tadqiqotlarga asoslangan edi. 1933-1935 yy. Prof. A.A. Gvozdev rahbarligida eski beton bilan yangi betonning tishlashishi o'rganiladi, bu halqa yordamida kuchaytirishni tatbiq qilish uchun katta ahamiyatga ega edi. I. M. Litvinov temirbeton mustahkamligichni bir taraflama oshirish (kuchaytirish) yordamida kuchaytirish usulini tavsiya qildi. 1937-1938 yy. Moskva metropoliteni laboratoriyasida muhandis I.F. Sharov gorizontal armatura va xomutlarni qo'shib "ko'ylak" va nakladkalarni torkretlash usulini tadqiq qildi. 1938 y. muhandis A.A. Sudarikov qo'shimcha to'g'ri va qiyshiq armatura bilan va uni keyin betonlab kuchaytirilgan temirbeton to'sinni sinab qo'rdi.

1939-1940 yy. V.V Pinajyan rahbarligida halqa va qo'shimcha armatura bilan kuchaytirilgan temirbetonli to'sin o'rganildi. To'sinlar ko'prik konstruksiyalarini imitatsiya qiladigan dinamik yuklar ta'siriga sinaldi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, qo'zg'aluvchi dinamik yuklar ta'siri ostidagi temirbeton konstruksiyalarni halqalar yordamida kuchaytirish mumkin ekan. Bu usul Ulug' Vatan urushi vaqtida shikastlangan temirbeton konstruksiyalarni tiklashda keng qo'llanildi.

1940-yillar oxirida kuchaytirishning konstruksiyalarni oldindan zo'riqtirishga asoslangan usuli paydo bo'ldi. 1948 y. N. M. Onufriev egiladigan temirbeton elementlarni gorizontal, shprengel yoki kombinatsiyalashgan oldindan zo'riqtirilgan tortgichlar yordamida kuchaytirishni taklif etdi. 1948-1949 yy. muhandis A. D. Strunkin po'lat shprengellar bilan kuchaytirilgan temirbeton to'sinlarning eksperimental tadqiqotini o'tkazdi.

1949 yildan boshlab prof. Y.I. Lozovoy yuk ostida turgan temirbeton konstruksiyalarni kuchaytirish usullarini ishlab chiqdi va ularni amaliyotda tatbiq etdi. Bunda ko'p hollarda mavjud konstruksiya yangi elementlarni kiritib kuchaytirildi: qo'shimcha armatura, siqishning fazoviy bog'lami, boshlang'ich uzayish yoki qisqarish bilan bir taraflama bog'lam sistemalari. Kuchaytirish elementlarning kuchlanganlik holatlari termik, elektrotermik yoki termomexanik usullar yordamida sodir qilinadi. Ular eng soddasi hisoblanadi. Cho'zilgan va siqilgan zonalarini mahalliy oldindan zo'riqtirish orqali egiladigan temirbeton konstruksiyalarni kuchaytirish va ularda ekspluatatsion yukdan sodir bo'lgan kuchlanishlar ishorasiga teskari kuchlanishlar sodir qilish usuli ishlab chiqildi. Bir va ko'p oraliqli ramalarni termokuchlangan bir taraflama bog'lamlarni kiritish orqali kuchaytirish usullari ishlab chiqildi va amalga oshirildi. Termik (elektrotermik) usul bilan kuchlanishning kerakli ishorasini olish soddaligi yirik armaturalanmagan konstruksiya (poydevor, sig'im va sh.o.) larni kuchaytirishni amalga oshirish imkoniyatini yaratdi [19, 47].

Kuchaytirishning qo'llaniladigan aksariyat usullarini shartli ravishda ikki

guruhga bo'lish mumkin. Birinchisiga yuklarni mavjud konstruksiyadan kuchaytiriladigan konstruksiyaga to'la yoki qisman uzatish, ya'ni yukdan bo'shatish deb nomlanadigani kiradi, ikkinchisiga – mavjud konstruksiyaning ko'taruvchanlik qobiliyatini oshirish bilan bog'lig'i. Bunda birinchi holda inshootga ta'sir qiladigan barcha yoki qisman yukni qabul qiladigan, va bu bilan inshootning mavjud elementiga uning ta'sirini kamaytiradigan umuman chiqarib tashlaydigan yangi konstruksiya ko'tariladi.

Konstruksiyalarning dastlabki ko'taruvchanlik qobiliyatini oshirish kuchaytiriladigan elementning ko'ndalang kesimini oddiy oshirish yoki dastlabki konstruktiv sxemasini o'zgartirish orqali erishish mumkin. Temirbeton konstruksiyani ko'taruvchanlik qobiliyatini oshirishga yo'naltirilgan konstruktiv sxemani o'zgartirish, konstruksiya hisobiy sxemasining o'ziga yoki uning kuchlanish-deformatsiyalanish holatiga taalluqli bo'lishi mumkin. Bu qo'shimcha tayanch, bog'lanish, tortuvchi va tirgovchi konstruksiyalarni qo'shish yo'li bilan erishiladi.

U yoki bu kuchaytirish usulining samaradorligini asosiy muammosi kuchaytirish elementlarining kuchaytiriladigan elementlar bilan mustahkam va ishonchli birikishi hisoblanadi. U ikkalasining birgalikda deformatsiyalanishini, binobarin, ekspluatatsion yukdan sodir bo'lgan kuchlarni bir vaqtda qabul qilishini ta'minlashi lozim. Shuning uchun beton va temirbeton konstruksiyalarni rekonstruksiyasi bo'yicha ishlarni bajarishda alohida puxtalik talab etiladi va u yetarlicha mehnattalab hisoblanadi.

Halqalar, asosan, siqilishga ishlaydigan – ustun kolonnalari, temirbeton fermalarning siqilgan elementlarini kuchaytirishda qo'llaniladi.

“Ko'ylak” va bir taraflama kengaytirish egiladigan va nomarkaziy siqiladigan kesimlarni kuchaytirish uchun qo'llaniladigan usul. “Ko'ylak” konstruksiyalari halqalarnikiga o'xshash, ammo ularning bir tarafi ochiq qoladi.

10.2. Sun'iy inshootlarning kapital ta'miri va uning umumiy qoidalari

Sun'iy inshootlarning kapital ta'miri o'z ichiga ekspluatatsiya normal rejimini qoniqtirmaydigan elementlar va ayrim qismlarini almashtirish bo'yicha tiklash ishlarini; inshootlarni qisman qayta qurish va kuchaytirish, ularning saqlovi sifatini kafolatlash maqsadida har xil yordamchi qurilishlar qilishni oladi. Kapital ta'mirni o'tkazishning asosiy tamoyili sun'iy inshootlarning mustahkamligi, ishonchliligi va xizmat qilish muddatini cho'zishni ta'minlanlash hisoblanadi. Kapital ta'mir ishlariga kiradi: ko'priklar oraliq qurilmalari va tayanchlarini kuchaytirish, oraliq qurilmalar gidroizolyasiyasini almashtirish, nogabaritlikni bartaraf etish; nuqsonli oraliq qurilmalarni almashtirish; ko'prik brislari va ko'prik polotnosining boshqa elementlarini butunlay almashtirish; oraliq qurilmalarni ko'tarish; metall oraliq qurilmalarni butunlay bo'yoqlash; quvurlarni uzaytirish va kallaklarini qayta terish; doimiy muz va muz qatqalog'lariga qarshi kurashni ta'minlash bo'yicha chora-tadbirlar o'tkazish; ishga yaroqli holat va uzoq muddatli ekspluatatsiyasini ta'minlashga yo'naltirilgan boshqa yirik ta'mirlash ishlari [11, 17, 19, 34, 47].

Kapital ta'mirni o'tkazish muddati, ishlar nomenklaturasi va hajmi haqiqiy holati bo'yicha tekshirish ma'lumotlari asosida va inshoot istiqbolli ekspluatatsiyasining hisobga olib o'rnatiladi.

Kapital ta'mir bo'yicha ishlar ishlab chiqarish ishlari (IChI) loyihasi bo'yicha amalga oshiriladi, unda nafaqat konstruktiv yechimlar, balki yig'ma industrial konstruksiyalarning qo'llanishi va ta'mirlash ishlarining keng mexanizatsiyasidan foydalanishni ko'zda tutuvchi texnologik jarayonlar ishlab chiqiladi.

Kapital ta'mir bo'yicha yo'l distansiyasining ko'prik (tonnel) brigadalari tomonidan olib boriladigan tiklash ishlari, ko'prik ustasi tomonidan ishlab chiqiladigan oylik rejalar bo'yicha amalga oshiriladi.

Ko'priklar oraliq qurilmalari va tayanchlarini kuchaytirish va almashtirish,

to'la bo'yoqlash, ko'prik polotnosini almashtirish va b. lar bo'yicha ta'mirlash ishlarini bunday ishlarni olib borishga litsenziyasi (guvoxnomasi) mavjud bo'lgan, ixtisoslashtirilgan yo'l bo'linma (ko'prik otryadi, ko'prik poyezdi, sun'iy inshootlar, distansiya) lari kuchi bilan amalga oshiriladi.

Umumiy qoidalar. Ko'priklar va quvurlarning kapital ta'miri o'z ichiga inshootlar va ularning elementlarini yangilash, mustahkamlik va ekspluatatsion tavsiflarini ushlab turish, xizmat qilish muddatini uzaytirish, ekspluatatsiya davrida yo'qotgan ishonchliligini va u bo'yicha xavfsizligi va poyezdlarning to'xtovsiz harakatini ta'minlashda o'rnatilgan tezlik bilan zamonaviy poyezdlar yukini o'tkazish xususiyatini tiklashga yo'naltirilgan ishlar kompleksini oladi [9, 11, 17, 34, 47].

Ko'priklar va quvurlarning kapital ta'miri bo'yicha ishlar tarkibi Instruksiya [9] ga muvofiq quyidagicha tavsiya etiladi:

- ko'priklar bruslari va ko'prik polotnosining boshqa elementlarini to'la almashtirish;
- ballastsiz ko'prik polotnosi plitasini almashtirish;
- bo'yoqlarni butunlay yangilash;
- nuqsonli oraliq qurilmalarni almashtirish;
- yedirilgan elementlar va inshootlar qismini to'g'rilash yoki almashtirish;
- kuchsiz elementlar va inshootlar qismini kuchaytirish;
- oraliq qurilmalarni ko'tarish;
- nogabaritlikni bartaraf etish;
- inshootlarni qisman qayta qurish;
- abadiy muzloqni saqlanishi va muz qatqalog'i bilan kurashish bo'yicha chora-tadbirlar;
- kuzatuv va boshqa moslamalarni qurish.

Temir yo'l sun'iy inshootlarining kapital ta'miri bo'yicha ishlarni bajarishning me'yoriy davriyligi taxminan Instruksiya [9] bo'yicha qabul

qilinadi. Kapital ta'mir bo'yicha ishlar muddati va hajmi har bir aniq holatda davriy ko'riklar asosida, hamda ko'prik sinov, g'avvos-tekshiruv stansiyalari yoki ilmiy-tadqiqot bo'linmalari tomonidan, iqlimiy, ekspluatatsion va boshqa mahalliy sharoitlarni e'tiborga olib o'tkazilgan tafsilotli tekshiruvlar hisobotlarining ma'lumotlari bo'yicha ko'priklar va quvurlarning haqiqiy holati bo'yicha o'rnatiladi.

Sun'iy inshootlarning kapital ta'miri tasdiqlangan texnik echimlarga muvofiq bajariladi. Texnik hujjatlar tarkibiga, qoidaga ko'ra, ta'mir va inshootni qayta qurish bo'yicha asosiy chizmalar, hisob-kitob va texnik yechimlardan tashqari, ta'mirlash ishlarini bajarishda poyezdlar harakati xavfsizligini ta'minlash bilan bog'liq chora-tadbirlarni tashkil etish va bajarish uchun konstruksiyalar, vaqtinchalik inshootlar qurilmalari chizmalari ham ishlab chiqiladi va taqdim etiladi. Kapital ta'mir bo'yicha ishlar, liniyaning yuk kuchlanganligi va uning rivojlanish istiqbolini e'tiborga olib, o'rnatilgan tartibda tasdiqlangan texnologik xarita yoki loyihalar bo'yicha amalga oshiriladi [9, 47].

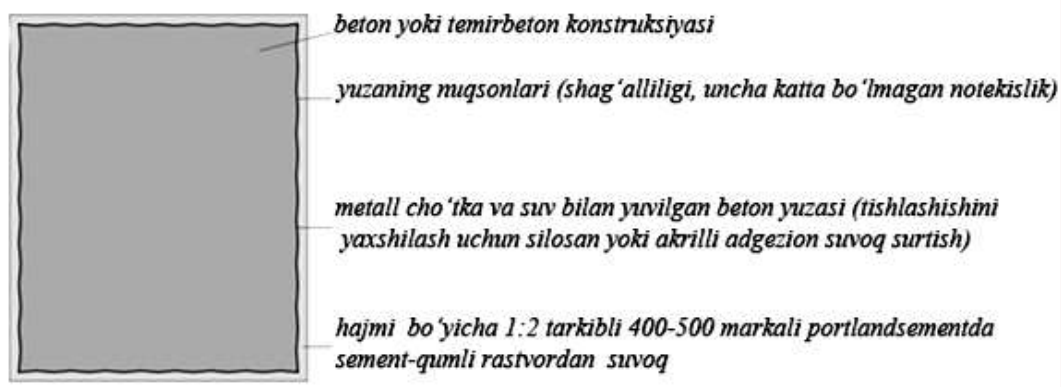
Sun'iy inshootlarning kapital ta'miri ixtisoslashtirilgan yo'l bo'linma (ko'prikpoyezd, sun'iy inshootlar bo'yicha distansiya va b.) larning kuchlari bilan amalga oshiriladi. ko'priklarning kapital ta'miri bo'yicha sermehnat va murakkab ishlarni, hamda aniq ishlarni bajarish uchun ruxsatnoma (litsenziya) ga ega bo'lgan ixtisoslashtirilgan qurilish-ta'mirlash tashkilotlarini jalb qilish tavsiya etiladi [9, 47].

Ko'priklar va quvurlarning ta'miri poyezdlarning xavfsiz harakatini ta'minlashda va ko'proq ular harakati grafigini buzmasdan amalga oshiriladi. Hajmi bo'yicha katta va murakkab ishlarni bajarish uchun, poyezdlar harakati grafigida "tanaffus" ko'zda tutiladi; qoidaga ko'ra, kunlarning yorug' vaqtida va mazkur ishlar bilan yuzaga kelgan poyezdlarning harakat tezligiga cheklovlar kiritiladi. Ishlarni tashkillashtirish bo'yicha qabul qilingan tashkiliy va texnik yechimlar "tanaffus" larning minimal zaruriy muddatini ko'zda tutishi lozim [9, 47].

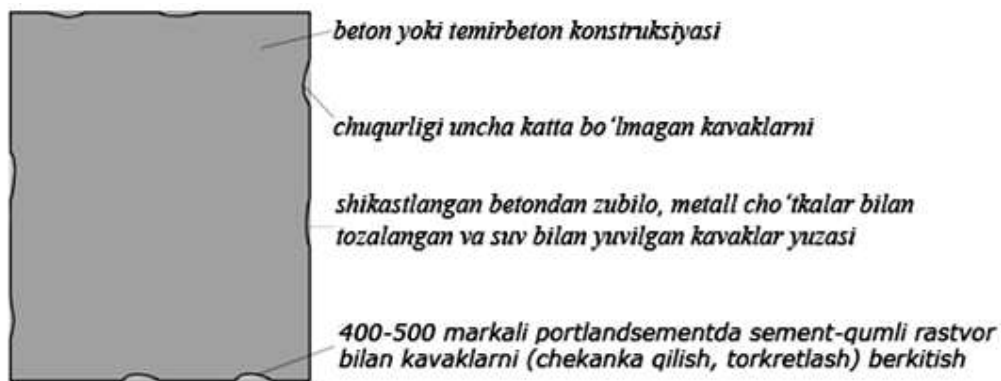
10.3. Temirbeton konstruksiyalarni ta'mirlash va kuchaytirish usullari

Quyida beton va temirbeton konstruksiyalarning nuqsonlarini bartaraf etish usullari keltiriladi [47].

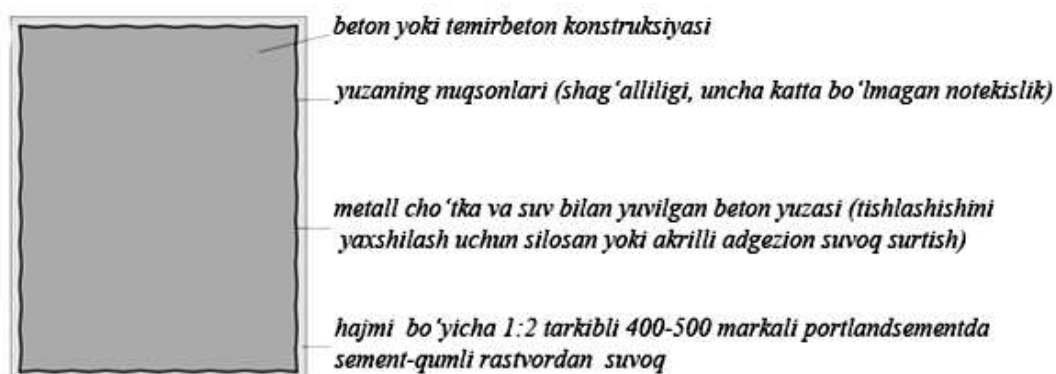
Suvab chiqish orqali shag'alli yuzani bartaraf etish



Chuqurligi uncha katta bo'lmagan kavaklarni sement-qumli rastvor bilan berkitish



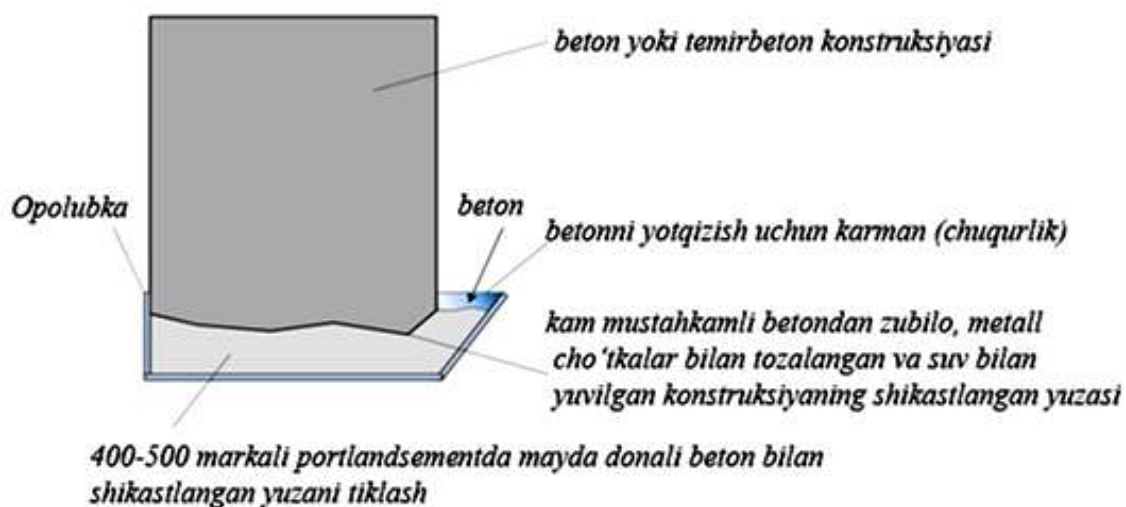
Chuqur kavaklarni beton bilan berkitish



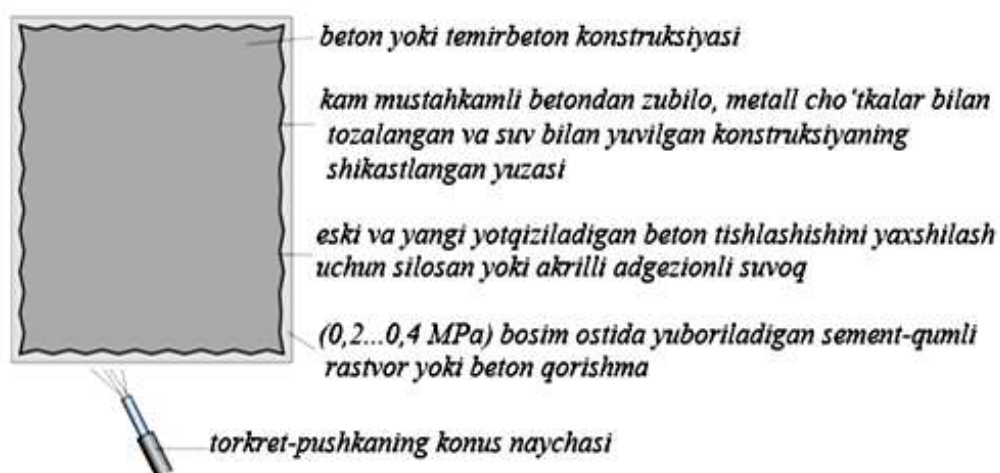
Kesimini teshib o'tgan kavak va ichki bo'shliqlarni sement-qumli rastvor bilan to'ldirish



Yuzani betonlashtirib tiklash

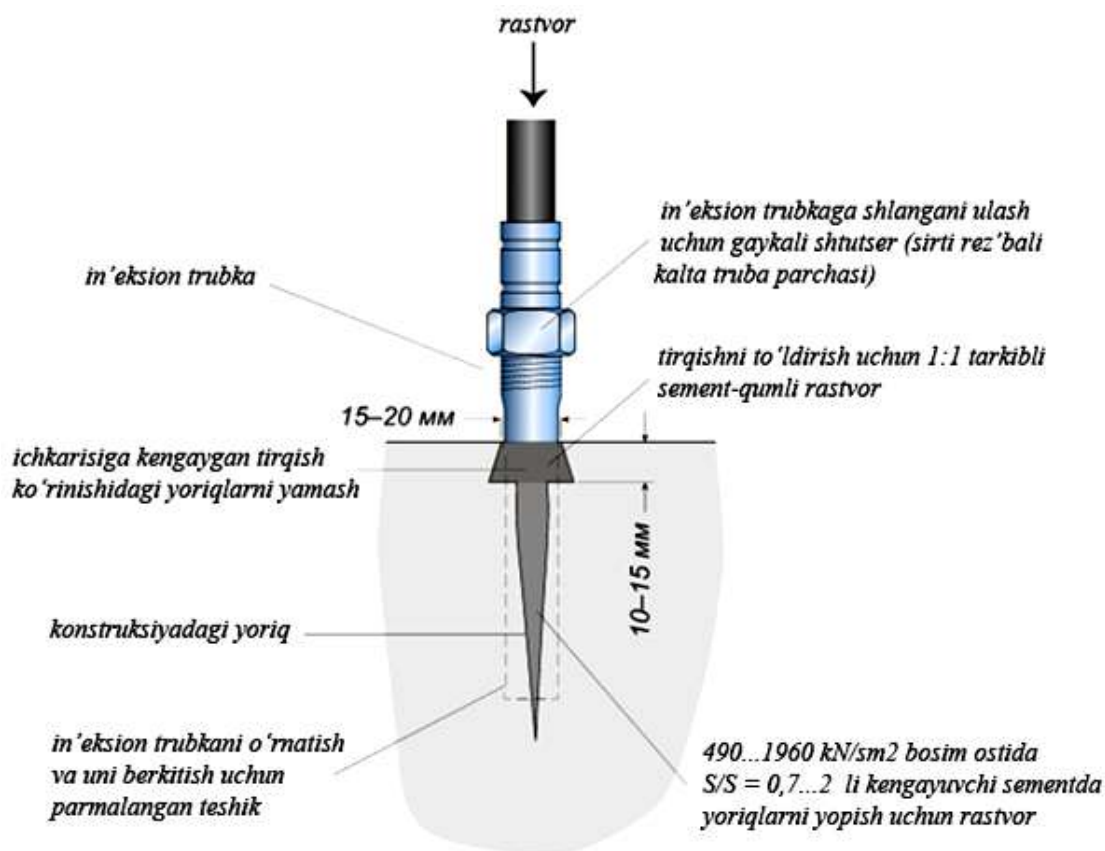


Torkretlash bilan yuzani tiklash

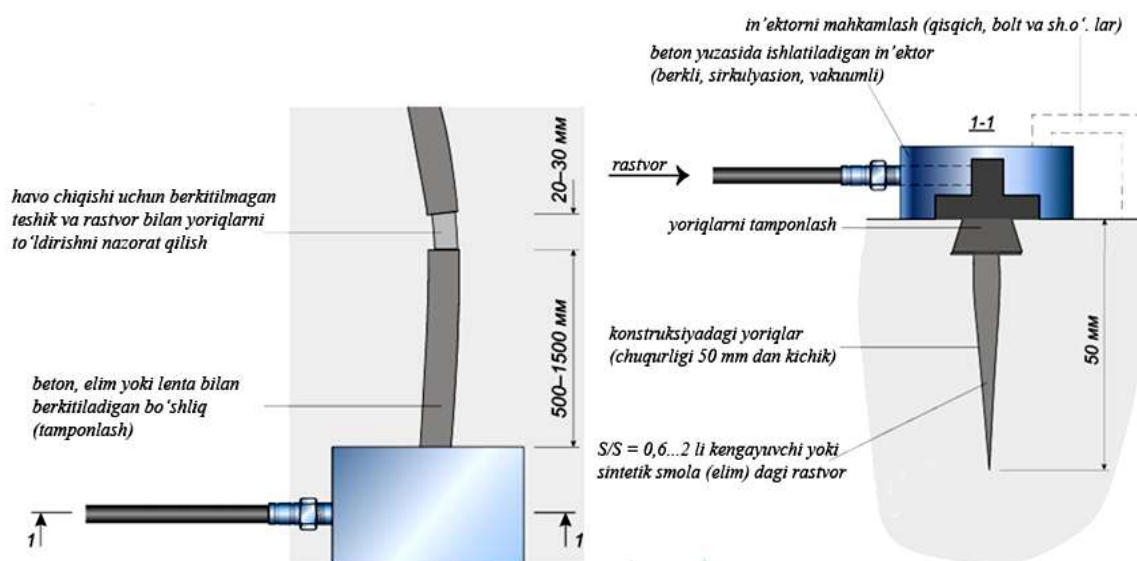


Quyida beton va temirbeton konstruksiyalarda yoriqlarni berkitish usullari ko'rsatilgan [47].

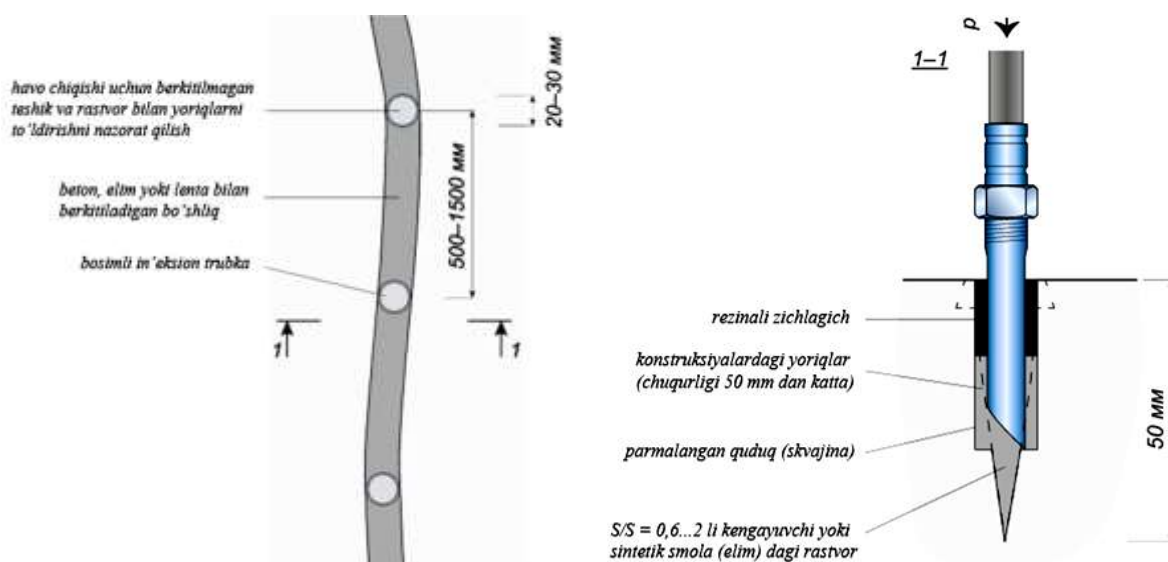
Ochilish eni 0,3mm dan kichik yoriqlarni sement-qumli rastvor yordamida to'ldirish



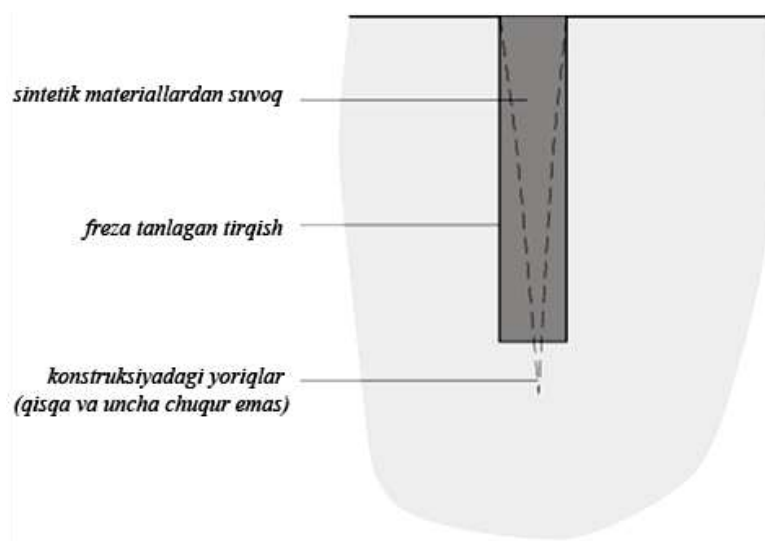
Ochilish eni 0,3mm dan katta va chuqurligi 50mm dan katta yoriqlarni sement-qumli rastvor yordamida to'ldirish



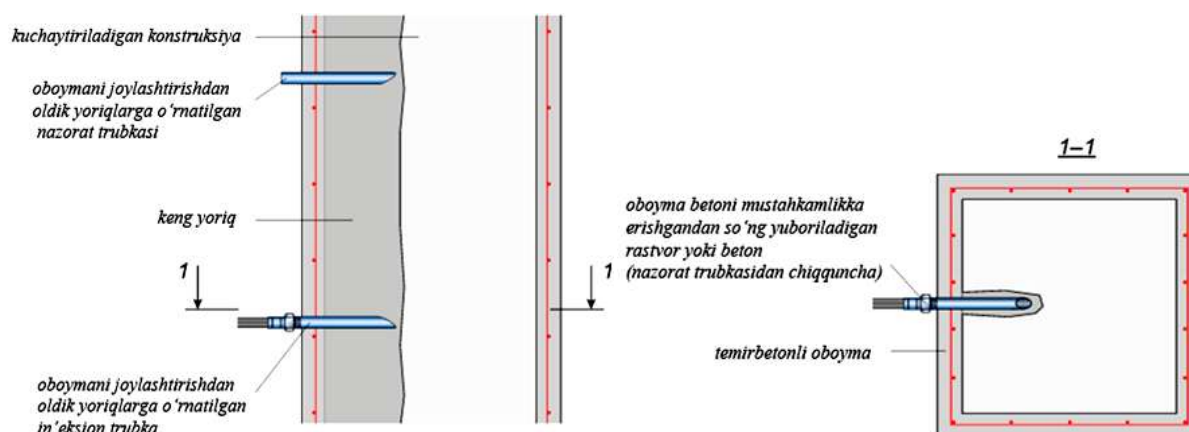
Ochilish eni 0,3mm dan katta va chuqurligi 50mm dan katta yoriqlarni sement-qumli rastvor yordamida to'ldirish



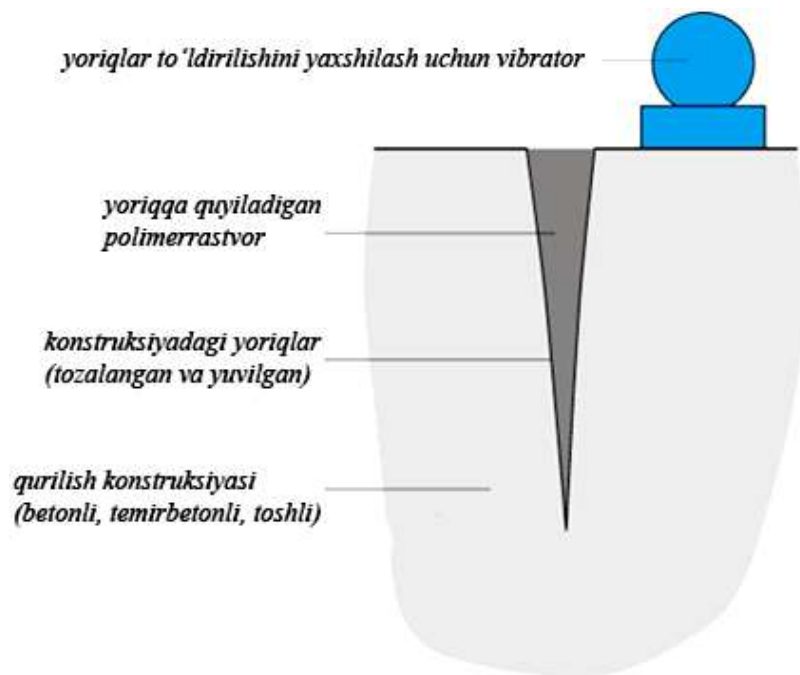
Uncha chuqur bo'lmagan qisqa yoriqlarni sintetik materiallar bilan suvoq



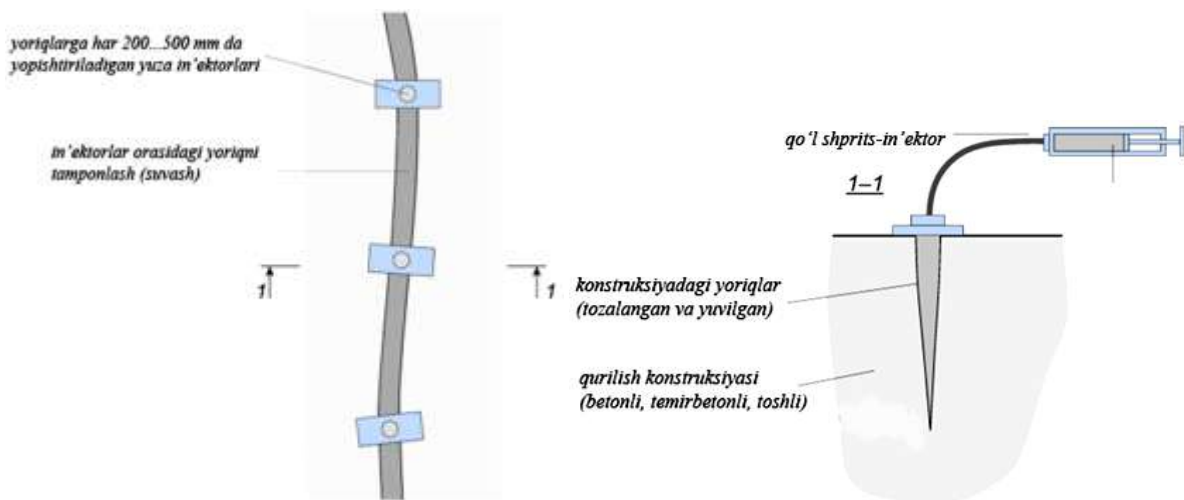
Bir vaqtda oboyma (halqa) larni joylashtirib keng yoriqlarni berkitish



Polimerrastvor bilan gorizontal yuzadagi yoriqlarni to'ldirish

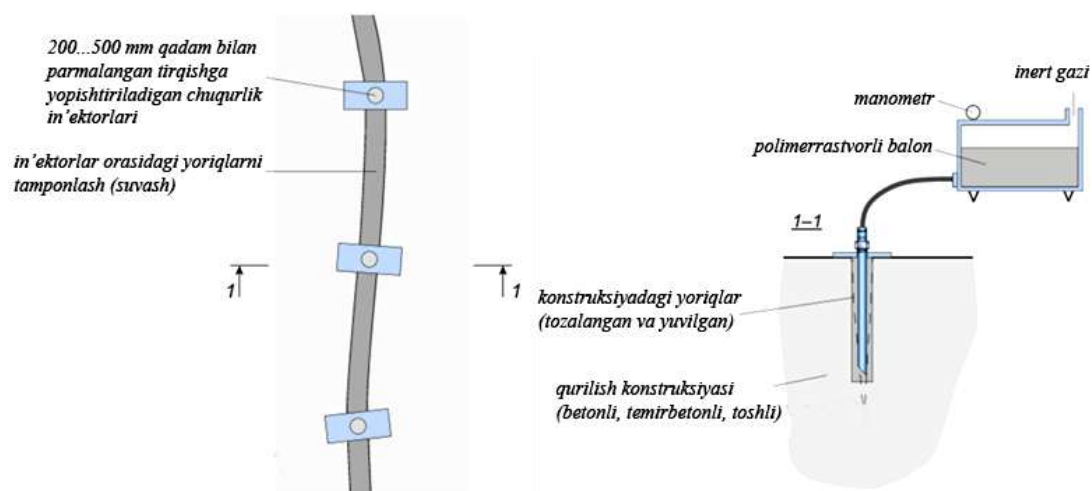


Yuza in'ektorlari orqali vertikal va qiya yoriqlarga polimerrastvorni haydash

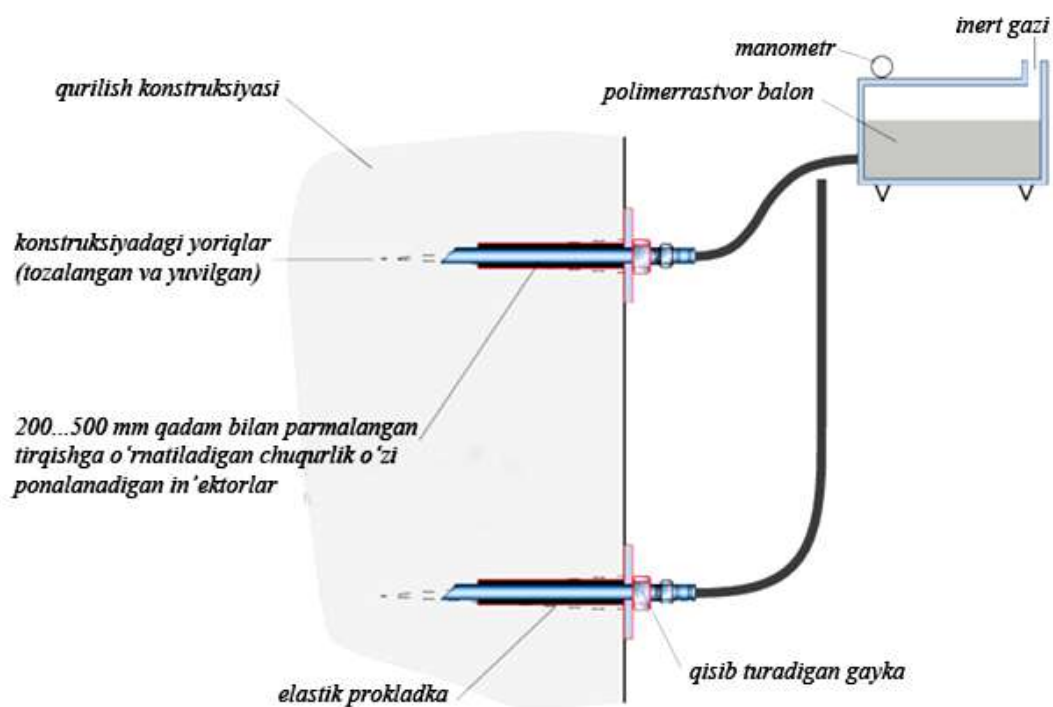


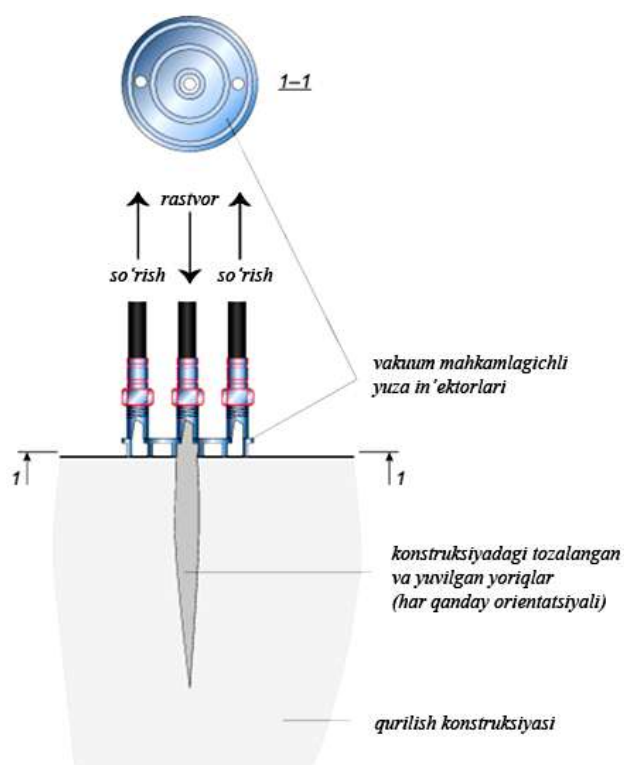
Chuqurlik in'ektorlari orqali vertikal va qiya yoriqlarga polimerrastvorni bosim

ostida haydash



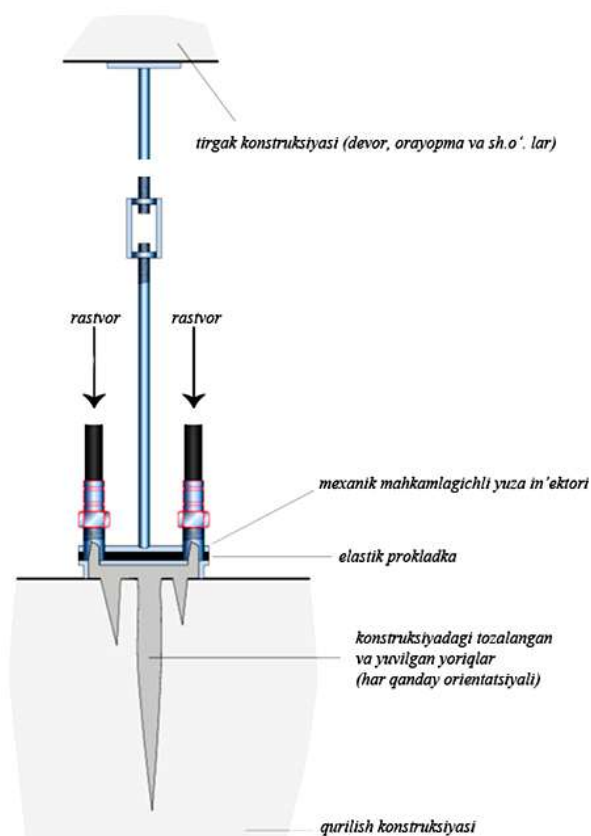
Har qanday orientatsiyali yoriqlarga chuqurlik o'zi ponalanadigan in'ektorlar orqali polimerrastvorni bosim ostida haydash





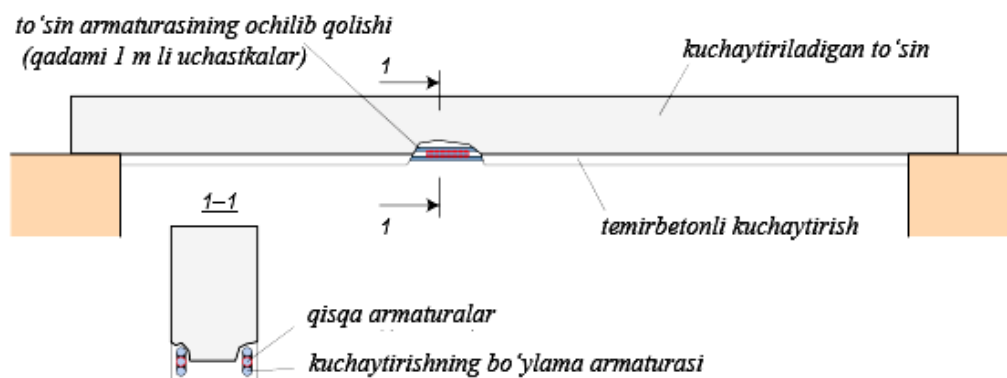
Vakuum mahkamlagichli yuza in'ektorlari orqali polimerrastvorni bosim ostida haydash

Rasporli mahkamlagich bilan yuza in'ektorlari orqali polimerrastvorni bosim ostida haydash

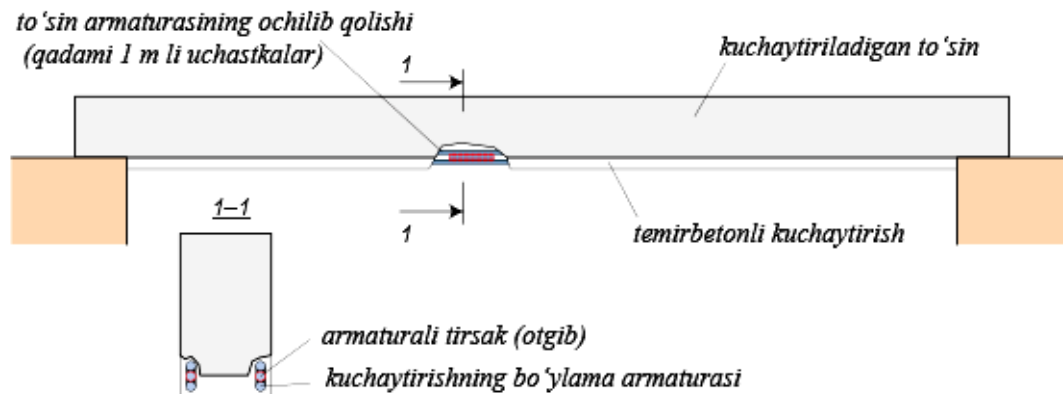


Quyida temirbeton to'sinlarni kuchaytirish usullari ko'rsatilgan [15, 47].

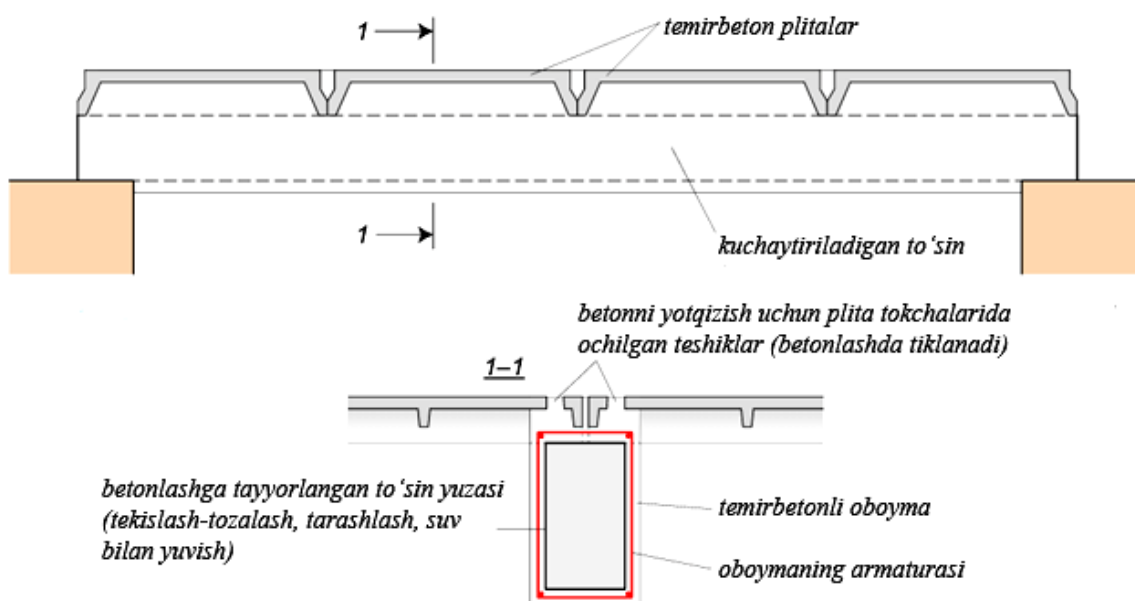
Ko'taruvchanlik qobiliyatini ozgina oshirish uchun to'sinlarni ostidan kuchaytirish



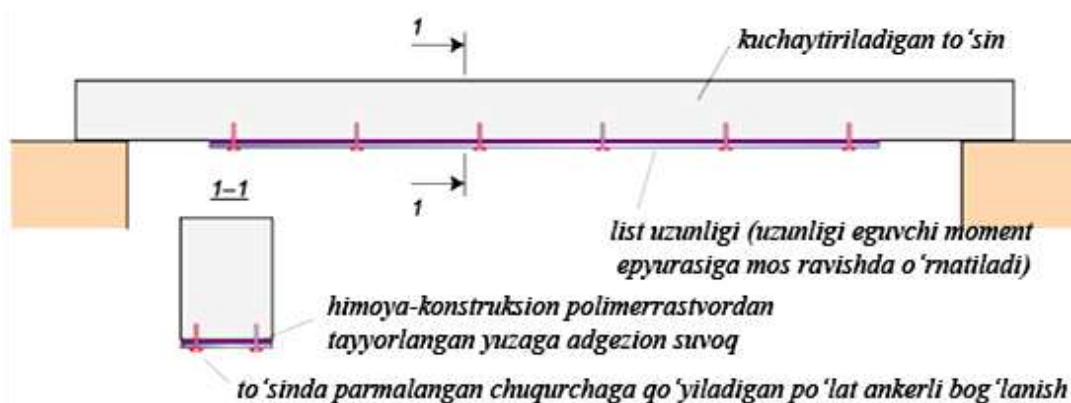
Ko'taruvchanlik qobiliyatining ozgina oshirish uchun to'sinlarni ostidan kuchaytirish



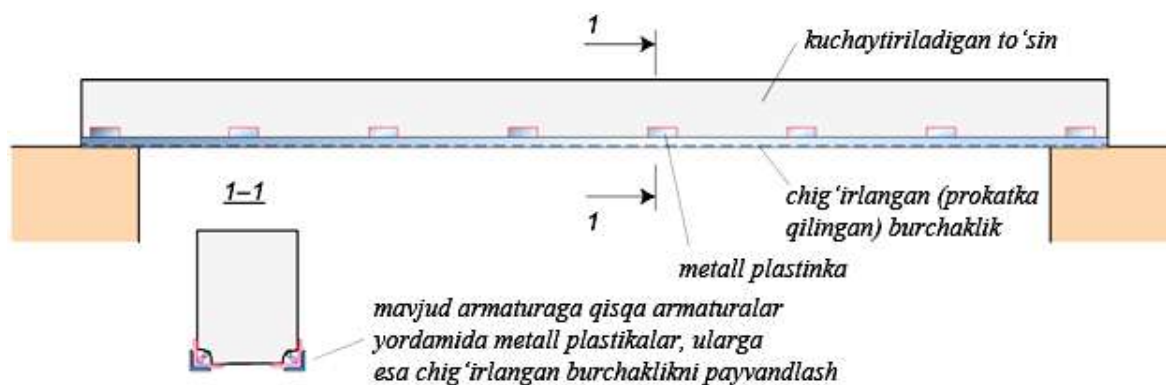
Temirbeton oboymani joylashtirib temirbeton to'sinlarni kuchaytirish



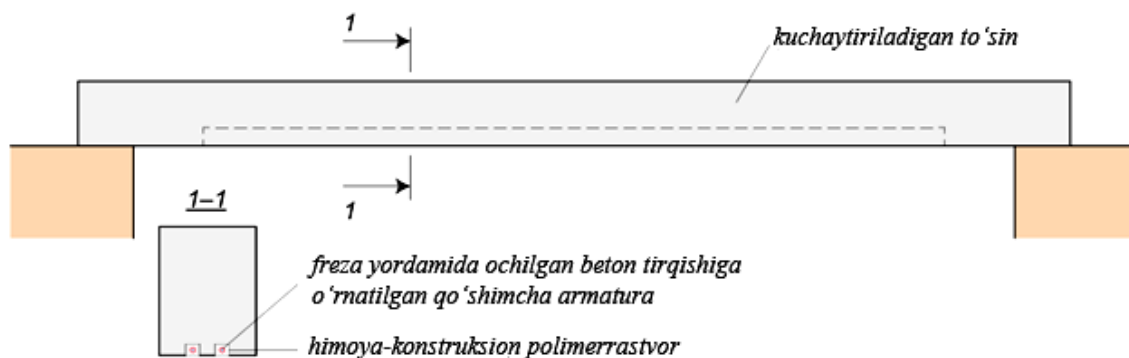
Polimerastvorda tashqi listli armaturani o'rnatib temirbeton to'sinlarni kuchaytirish



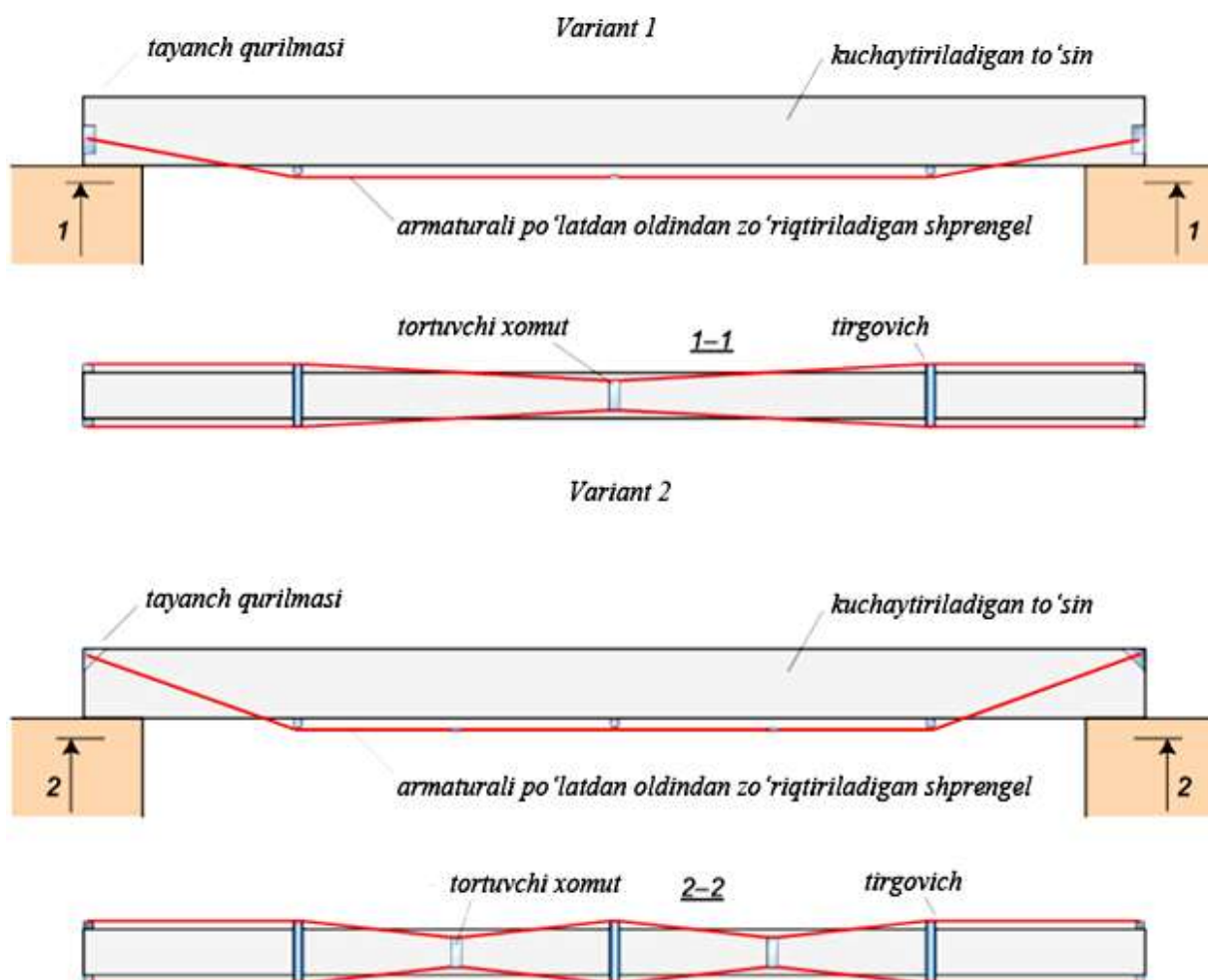
Metall burchaklik (ugolok) larni o'rnatish orqali temirbeton to'sinlarni kuchaytirish

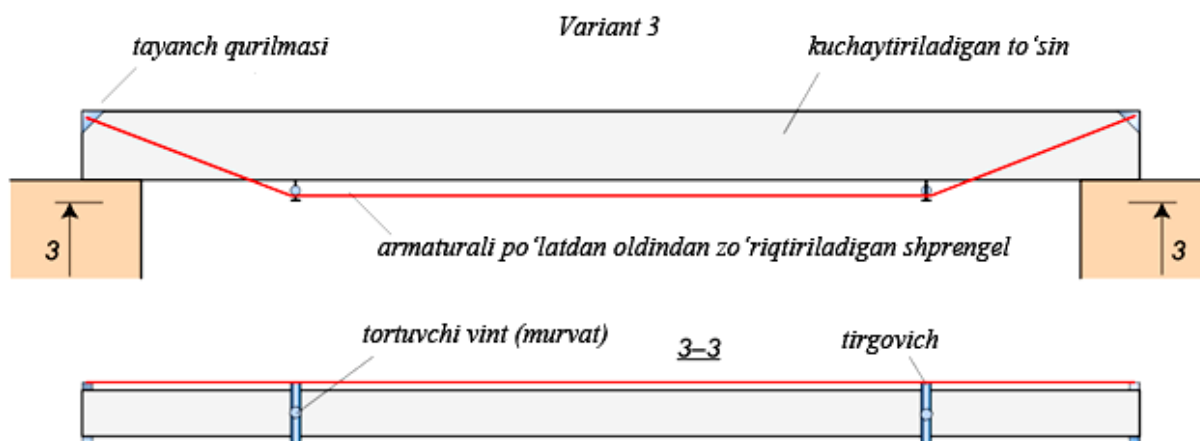


Polimerrastvorda qo'shimcha armaturani o'rnatish orqali temirbeton to'sinlarni kuchaytirish

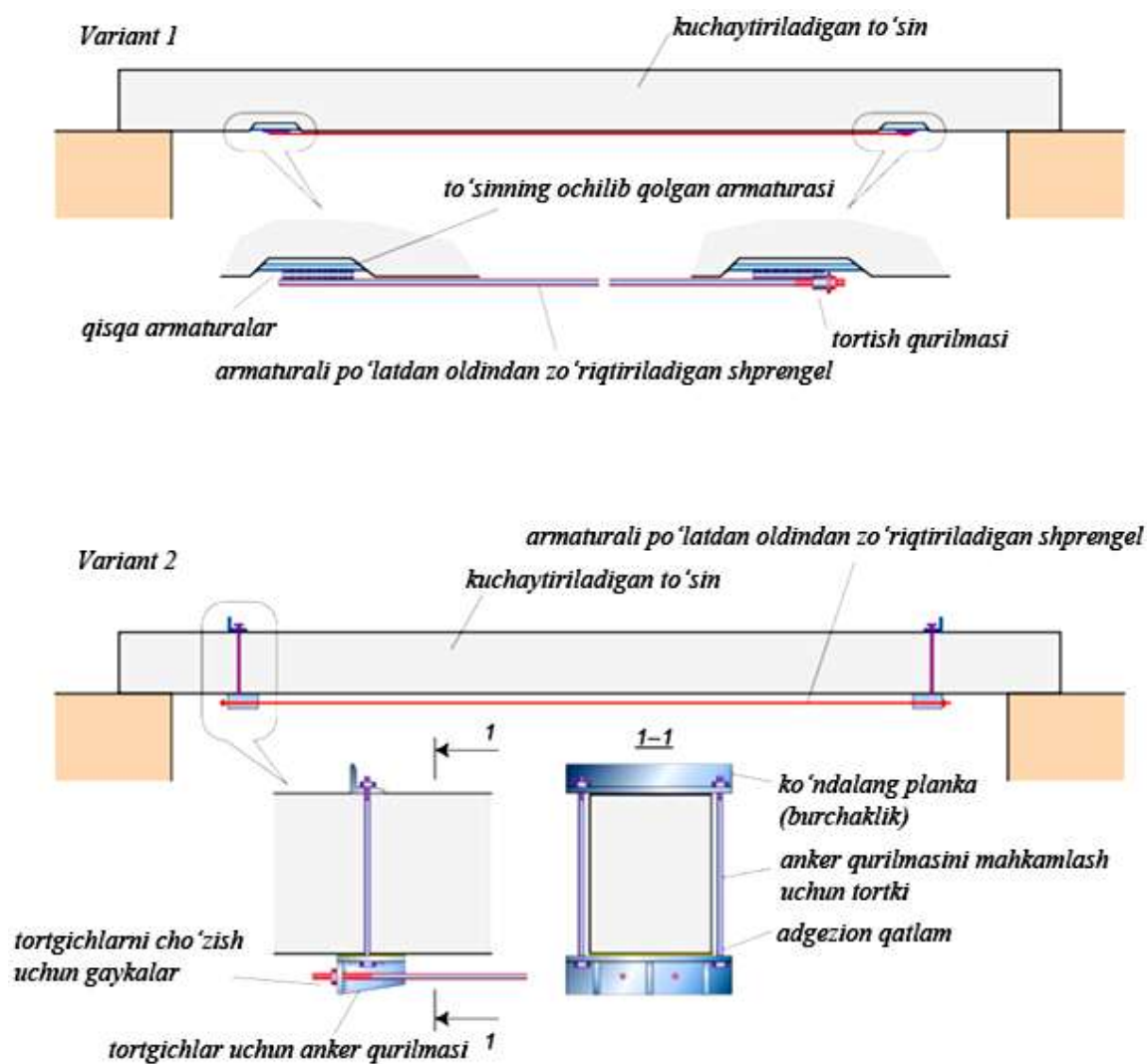


Armaturali shprengellarni o'rnatish orqali temirbeton to'sinlarni kuchaytirish

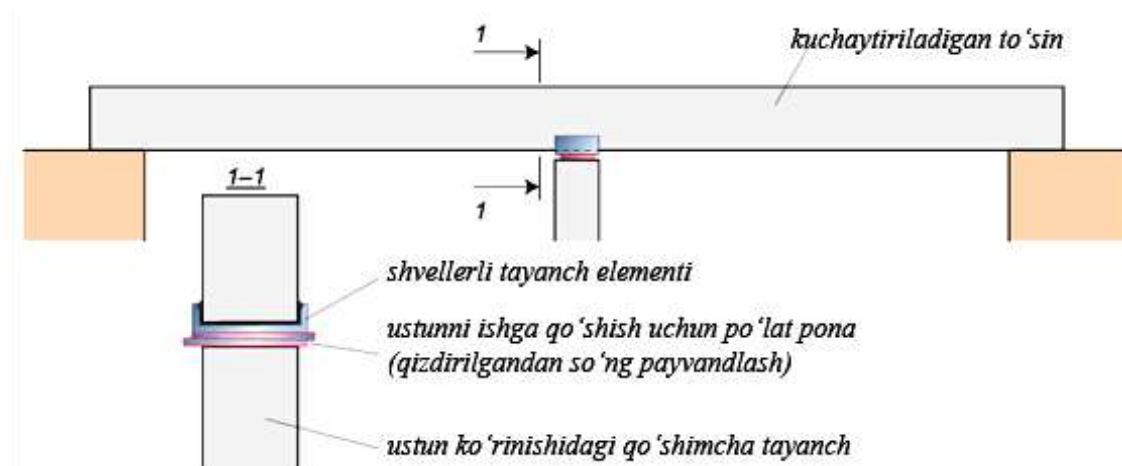




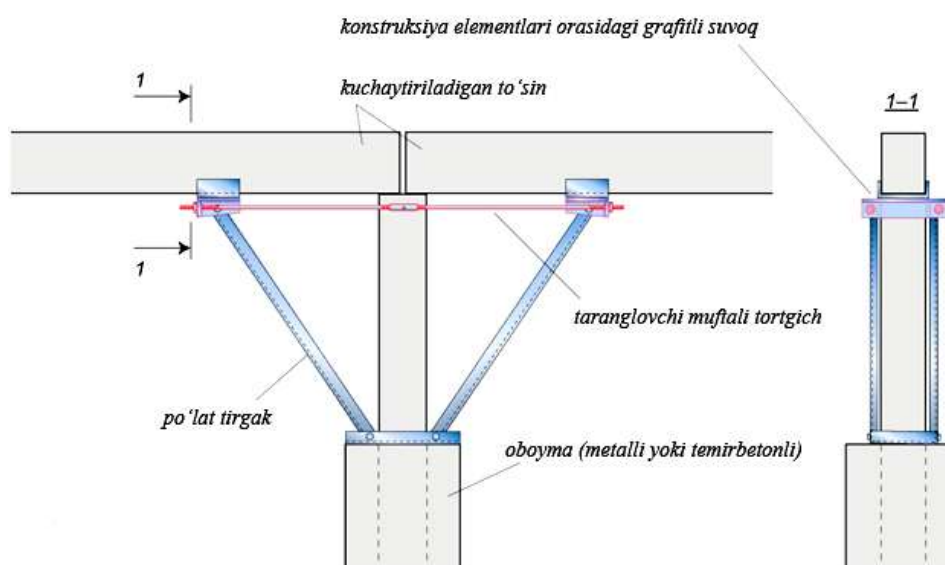
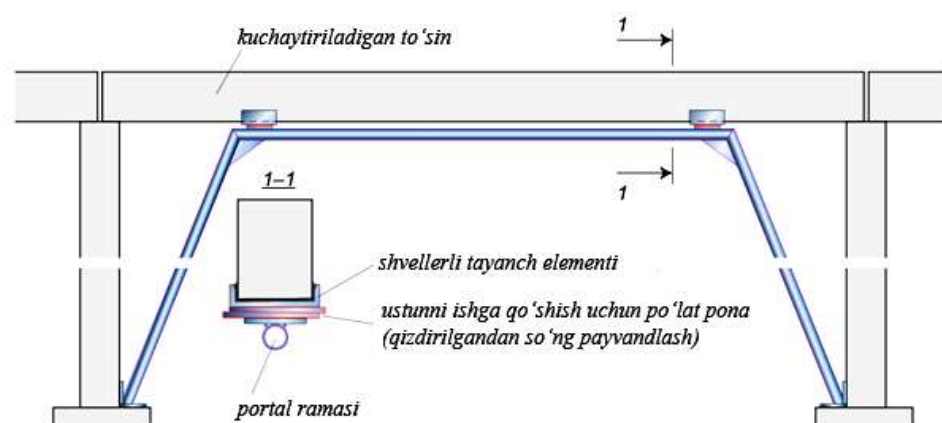
Armaturali po'latdan tortgichlarni o'rnatish orqali temirbeton to'sinlarni kuchaytirish



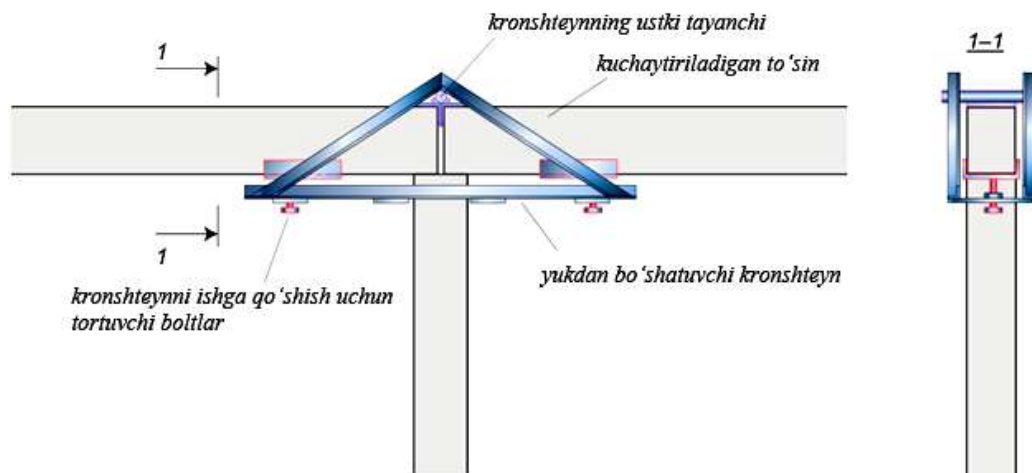
Yukdan boʻshatuvchi ustunlarni qurish orqali temirbeton toʻsinlarni kuchaytirish



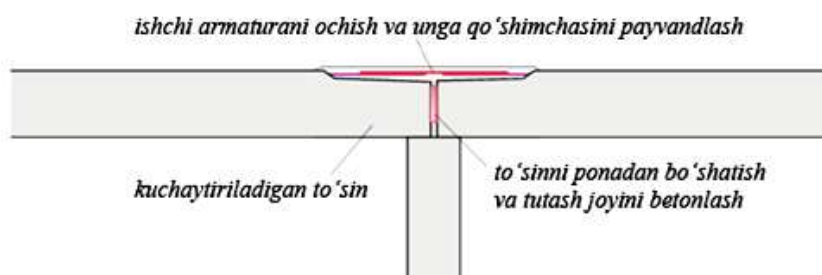
Yukdan boʻshatuvchi portalli ramalarni qurish orqali temirbeton toʻsinlarni kuchaytirish



Yukdan bo'shatuvchi kronshteyn (tayanch) larni qurish orqali temirbeton to'sinlarni kuchaytirish

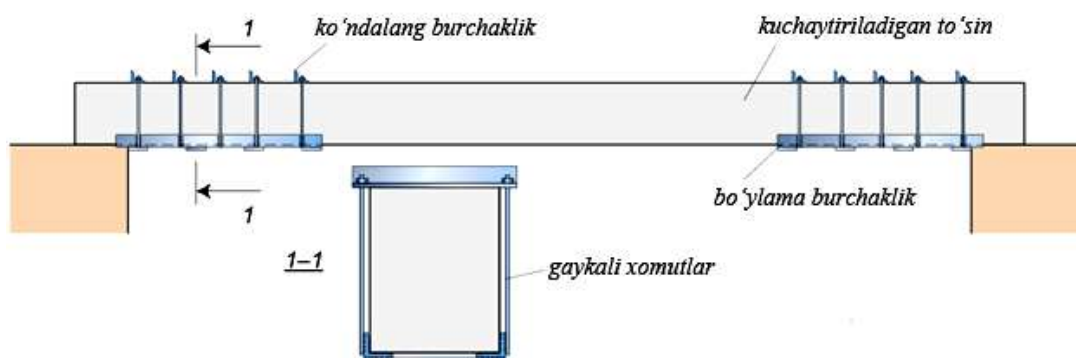


To'sin tayanch qismlarini qo'shimcha sterjenlarni yelimlab kuchaytirish

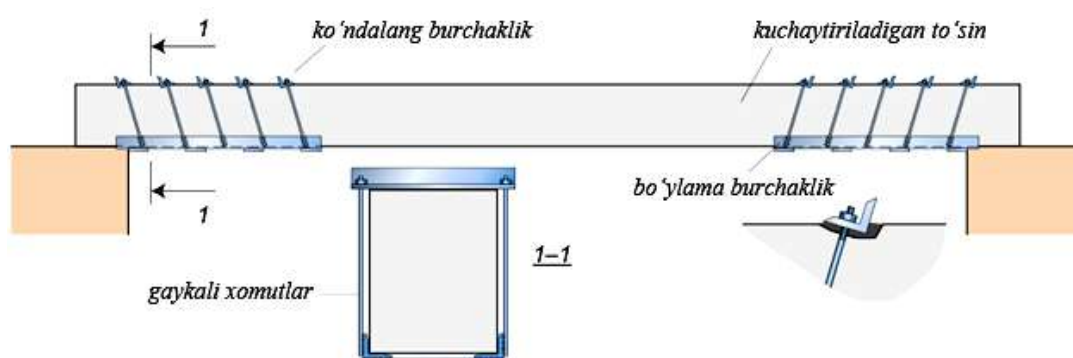


To'sin tayanch qismlarini kuchaytirish usullari

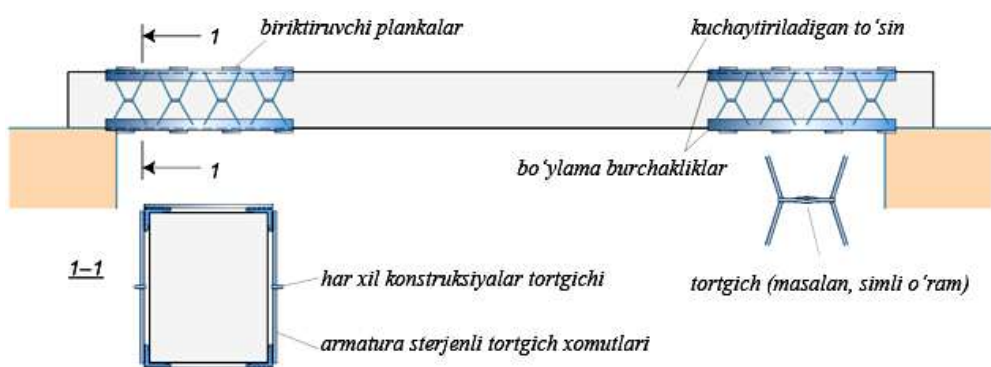
To'sin tayanch qismlarini ko'ndalang xomutlar o'rnatib kuchaytirish



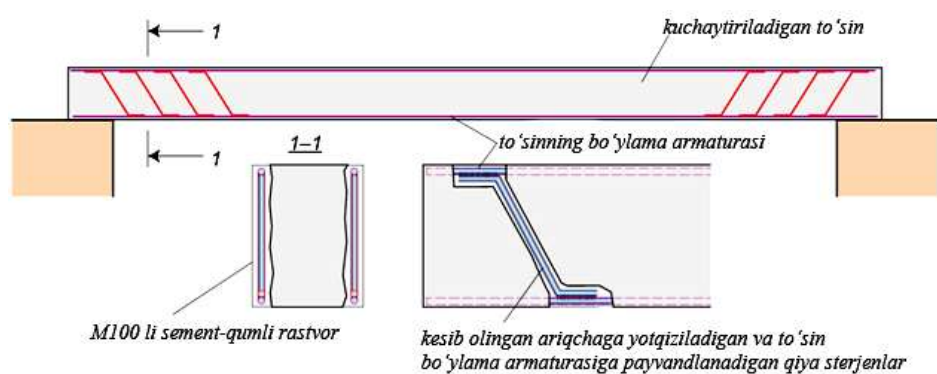
To'sin tayanch qismlarini ko'ndalang xomutlar o'rnatib kuchaytirish



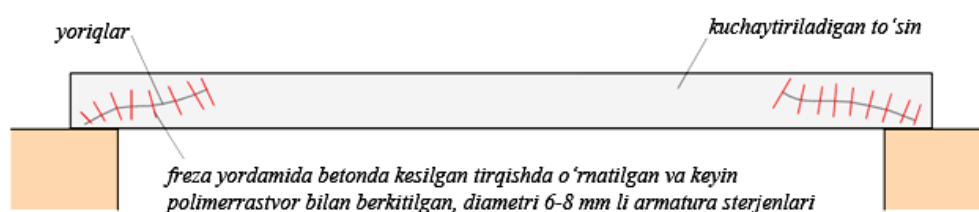
To'sin tayanch qismlarini tortuvchi xomutlar o'rnatib kuchaytirish



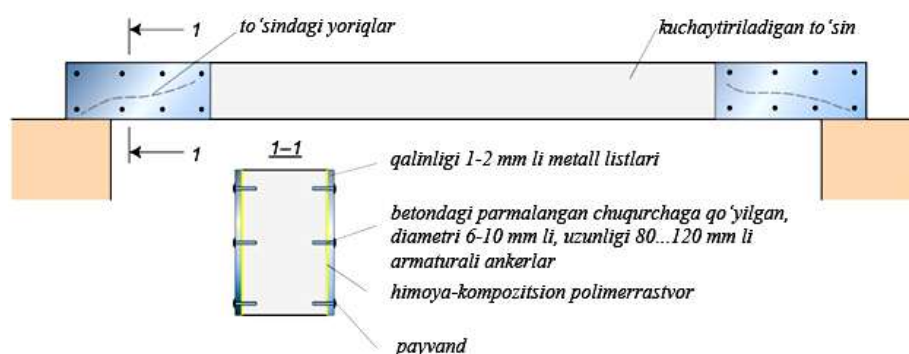
To'sin tayanch qismlarini qo'shimcha qiya sterjenlarni payvandlab kuchaytirish



To'sin tayanch qismlarini qo'shimcha sterjenlarni yelimlab kuchaytirish

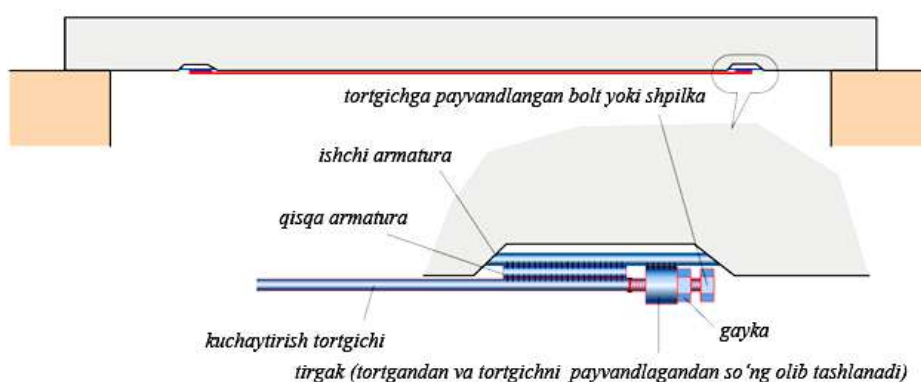


Metall listni yopishtirib to'sin tayanch qismlarini kuchaytirish

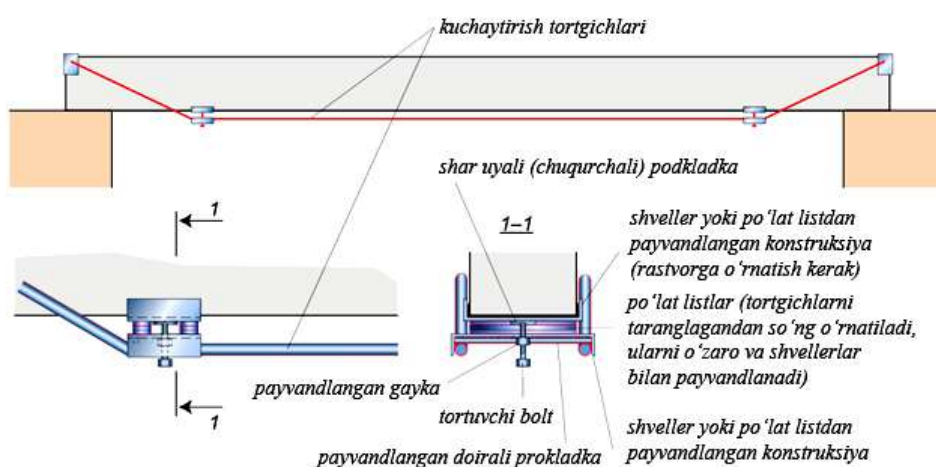


Temirbeton konstruksiyalarning tortgichlarida oldindan zo'riqlashlarni hosil qilish usullari [47]

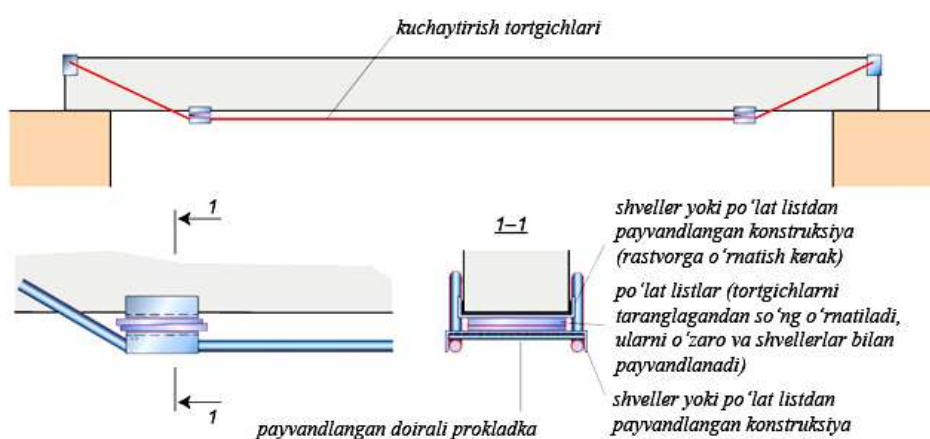
Gaykalarni burab tortgichda oldindan zo'riqlash hosil qilish



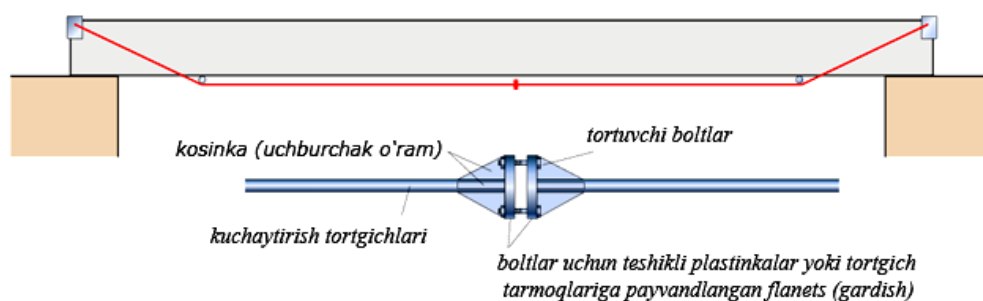
Boltlar yordamida taranglab tortgichda oldindan zo'riqlash hosil qilish



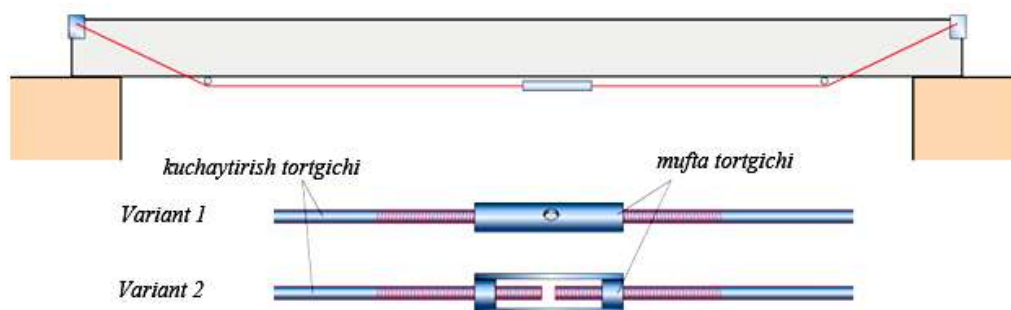
Plastinkalarni ponalab tortgichda oldindan zo'riqish hosil qilish



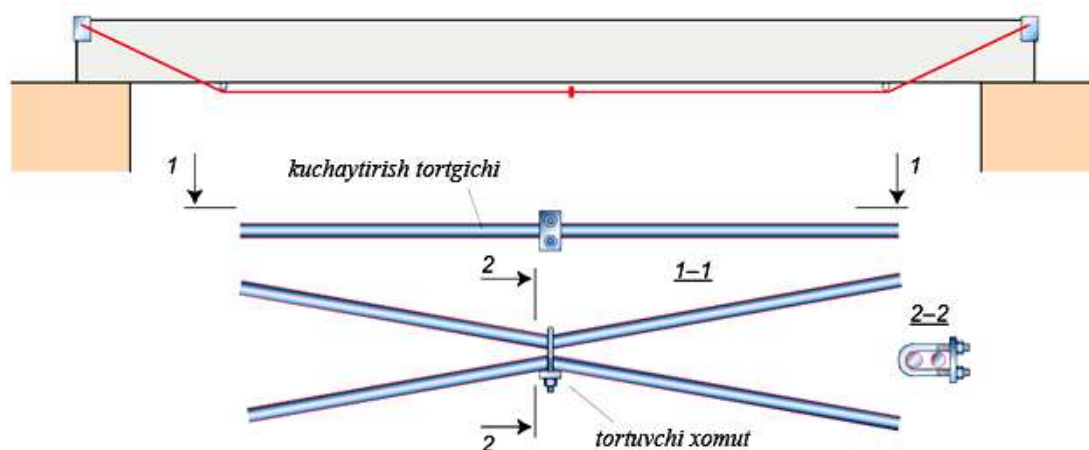
Boltlarni tortib tortgichda oldindan zo'riqish hosil qilish



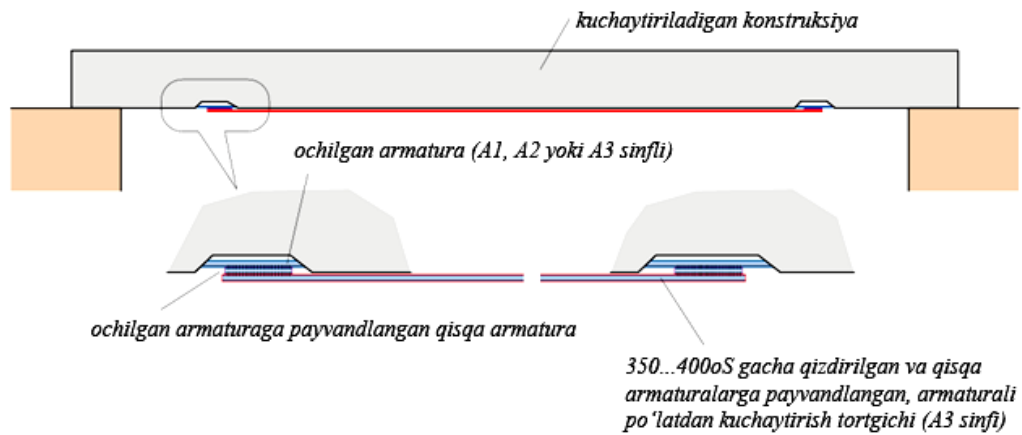
Muftalarni tortib tortgichda oldindan zo'riqishni hosil qilish



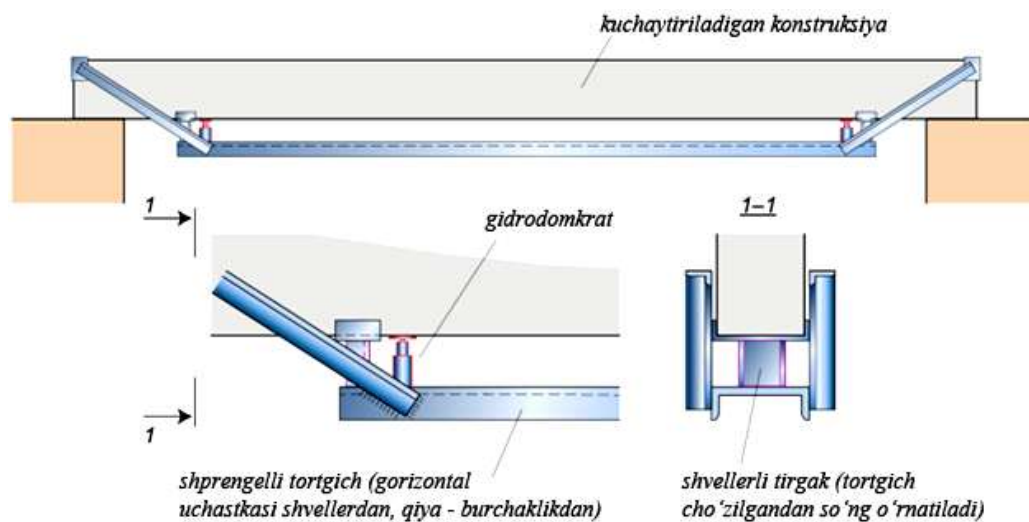
Xomutlarni tortib tortgichda oldindan zo'riqish hosil qilish



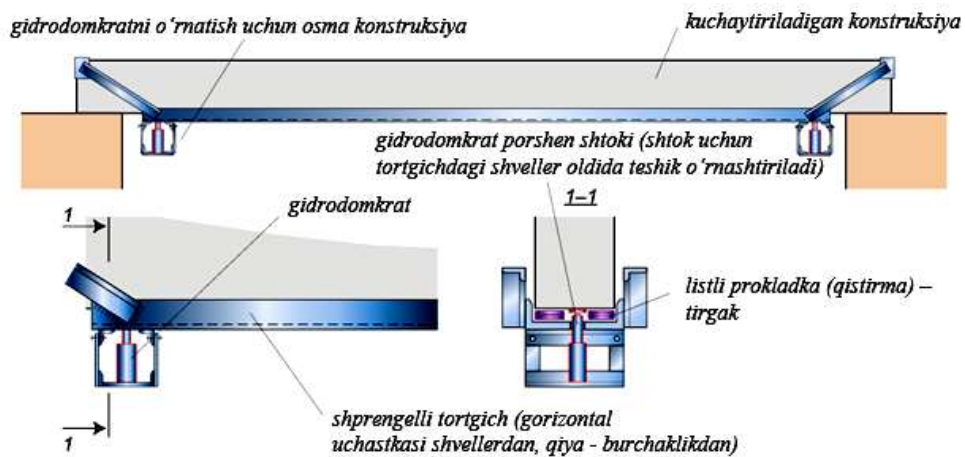
Qizigan tortgichni ochilgan armaturaga payvandlab oldindan zo'riqish hosil qilish



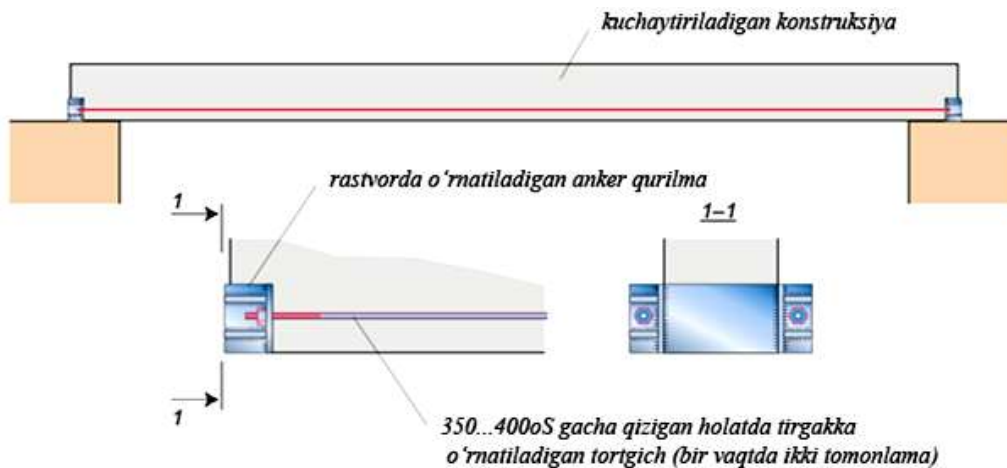
Konstruksiya va tortgich orasida gidrodomkratni o'rnatib oldindan zo'riqish hosil qilish [47]



Tortgich ostiga gidrodomkratni o'rnatib oldindan zo'riqish hosil qilish



Tirgakka qizigan tortgichni o'rnatib oldindan zo'riqish hosil qilish



10.4. Suv o'tkazuvchi quvurlarni ta'mirlash va kuchaytirish

Suv o'tkazuvchi quvurlarni joriy saqlashning ta'mirlash ishlariga quyidagilar kiradi [11, 17]:

- cho'kindi bo'tazorlardan tozalash;
- novlarni qisman singanida ularni ta'mirlash;
- o'zan mahkamlanishlarini ta'mirlash;
- ochilish eni 0,3mm gacha bo'lgan yoriqlarni yopish;
- zveno va seksiyalar orasi 10mm gacha ochilganda grunt to'kmasdan

choklarni ta'mirlash;

- armaturani yalang'ochlamasdan lokal beton singan bo'laklarini, beton va temirbeton terimning kavak va bo'shliqlarini bartaraf etish.

Suv o'tkazuvchi quvurlarni ta'mirlash va kuchaytirish. Suv o'tkazuvchi quvurlarning ta'mirlash ishlariga zvenolar terimlari yuzasini torkretlash, temirbetonli "ko'ylak" (qobiq) va gilza qurish, quvur zonasidagi zamin grunti yoki ko'tarmani sementlash, gidroizolyasiyasini almashtirish, kallaklarini uzaytirishlar kiradi.

Hozirgi kunda suv o'tkazuvchi quvurlarni kotlovan qazimasdan, ya'ni ularni ochmasdan ta'mirlashning bir qancha usullari mavjud. Gidravlik hisob noto'g'ri o'tkazilishi, va quvurni, masalan, almashtirish talab etilgan hol bundan mustasno hisoblanadi.

Shunday qilib, birinchi usul buyumni mustahkamlashga asoslangan. Texnologiya, polimer materialdan tayyorlangan shoxobchani ta'mirlanadigan konstruksiyaning ichiga sudrab kirgizishdan iborat. Undan keyin shoxobchaga havo bosim bilan yuboriladi, shu bilan ortiqcha bosim yaratiladi.

Bu shoxobcha havo bosimi ostida quvurning ichida uning barcha egilishlarini takrorlaydi. Keyin uni ultrabinafsha yoriqlik bilan nurlantiriladi, natijada u qattiq bo'lib qoladi.

Bunda ta'mirlash tarkibi devorining qalinligi 8mm atrofida bo'ladi. Bunday ta'mir shunisi bilan yaxshiki, u nafaqat konstruksiyaning ish qobiliyatini to'laligicha tiklaydi, balki unga qo'shimcha mustahkamlik zaxirasini beradi – taxminan 1,5–2 marotaba. Butun ta'mirlashga bir necha soatgina vaqt ketadi [17, 47].



Suv o'tkazuvchi quvurni ta'mirlash

SPR nomini olgan ikkinchi texnologiya, katta diametrli quvurlar uchun yaroqli. Bu

usulni nafaqat dumaloq kesim quvurlar uchun, balki ko'ndalang kesimi boshqa shaklli quvurlarda ham amalga oshirish mumkin. Texnologiyaning mohiyati shundan iboratki, ichkarisi polivinilxloriddan (PVX) tayyorlangan maxsus profil o'raladi. Bu plastik yana maxsus qo'shimcha bilan armaturalanadi.

Konstruksiyaning ichki korpusi (PVX dan) tayyorlanib bo'lgandan so'ng, u bilan dastlabki quvur orasi yuqori tiksotropli qum-sementli rastvor bilan to'ldiriladi. Bunday ta'mir ko'taruvchanlik xususiyatini 2,5 va xatto 3 marta oshiradi.

Uchinchi texnologiya (relayning usuli) bo'yicha ta'mirlash eski quvur ichiga shishaplastikdan tayyorlangan yangisini qo'yishdan iborat. Yangi konstruksiya zvenosining ichi o'zaro tutashtiriladi. Ikki devor orasidagi bo'shliq, oldingi holatdagi kabi, sement-qumli rastvor bilan to'ldiriladi.

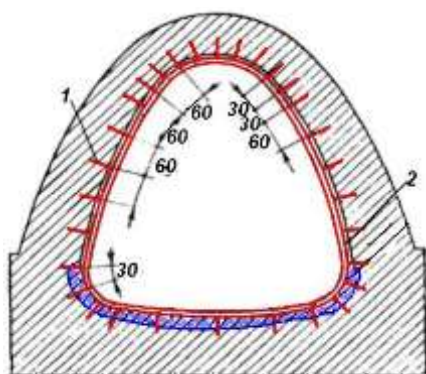
Zvenolar terimi yuzasini torkretlash. Quvurlarning yirik gumbazlarini kuchaytirishda terimni shamoldan yemirilishi, muz va qumning zarbali va yedirilish ta'siri, havo va suvdagi tajovuzkor aralashmalar ta'siri, muzdan tushirishdan himoyalash uchun, yedirilgan yuzalarni, hamda uncha chuqur bo'lmagan kavak, singan bo'lak va yoriqlari mavjud bo'lgan yuzalarni tiklashda torkret qo'llaniladi.

Mustahkamligini oshirish va kirishish yoriqlari sodir bo'lishini oldini olish uchun, torkret qatlami metall to'r bilan armaturalanadi. Armaturalash diametri 36mm li, kvadrat tomonlari 50100mm bo'lgan armaturali to'rlar bilan amalga oshiriladi. To'r to'qiladigan sim bilan terimga kiritilgan ankerlarga mahkamlanadi. Ankerlar diametri 8-10mm li egilgan uchlari bilan 150-200mm chuqurlikdagi diametri 15-20mm li tuynukka sementli rastvor (qorishma) bilan mahkamlanadi. Ankerlar orasidagi masofa 300-600mm. To'r terim yuzasidan 10mm dan ortiq masofada o'rnatiladi (10.1-rasm) [17, 47].

Quvur yuzasini torkretlash bo'yicha ishlar tarkibiga quyidagilar kiradi [17, 47]:

- terim yuzasini kir, chang, hamda qatlamlanadigan qismlardan tozalash;

- skrebka, metall choʻtka, zubilo (iskana) bilan terim yuzasida gʻadir-budirlik berish uchun kertik qurish;
- chuqurligi 5sm dan boʻlgan kavaklarni suyuq sementli rastvor bilan berkitish;
- quvur terimi yuzasini bosim ostida suv bilan yuvish va siqilgan havo bilan tozalash;
- quvur yuzasini qatlamlab torkretlash.



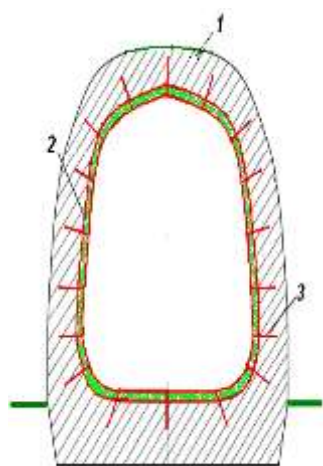
10.1-rasm. Metall toʻr boʻylab torkretli qobiq: 1 – anker; 2 – torkretli qatlam

Torkret qatlamining qalinligi 5–40mm ni tashkil etadi. Quvur yuzasining butun eni boʻylab torkretlash balandligi 1,0–1,5m li gorizontalar polosalari bilan amalga oshiriladi. Vertikal yuzalarni torkretlash pastdan yuqoriga qarab amalga oshiriladi. Torkret qoplama mustahkamligi 70% ga etganda, qoidaga koʻra, yotqizilgandan soʻng har 8–10 soatda sachraydigan suv oqimi bilan kuniga 1-2 marta toʻla mustahkamligiga erishguncha namlab turiladi [17, 47].

Torkretlash terimning suv oʻtkazmasligini taʼminlan uchun ham amalga oshiriladi. Torkret qatlami shikastlanishlar xarakteri va oʻlchamlari, talab qilinadigan mustahkamligi va qalinligiga bogʻliq holda armaturalangan va armaturalanmagan boʻlishi mumkin. Terimning 20mm chuqurlikgacha shikastlanishlarida taʼmirli torkretlash qoʻllaniladi. Quvurlar yuzasining kattagina shikastlangan uchastkalari metall toʻrlar boʻyicha torkretlanadi.

Temirbetonli “koʻylak” va gilza qurish. Suv oʻtkazuvchi quvurlar terimining 100–150mm chuqurlikgacha shikastlanishida, ayrim toshlarning tushib ketishida, koʻp sonli boʻylama va koʻndalang yoriqlarning mavjudligida va nov (lotok) ning sinishida temirbetonli “koʻylak” quriladi yoki quvur gilzalanadi.

Temirbetonli qobiq ko'tarma bosimini qabul qilish uchun mo'ljallangan va quvurning qulashi xavfi tug'ilgan hollarda quriladi (10.2-rasm). Eski terim bilan yaxshi bog'lanishi uchun unga 0,6–0,8m qadam bilan diametri 12-20mm li anker o'rnatiladi. Ankerlarga 1010 yoki 2020mm katak bilan diametri 12–20mm li armaturali ichki va tashqi to'rlar mahkamlanadi. Quvur konstruksiyasi va uning o'lchamlariga bog'liq holda to'rlar faqat bitta tashqi qatorda o'rnatiladi.

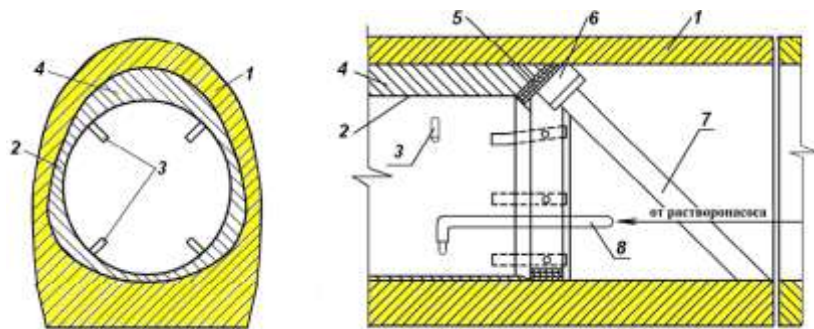


10.2-rasm. ovalsimon quvurda temirbeton “ko‘ylak” ni qurish: 1 – ta’mirlanadigan quvur; 2 – temirbetonli “ko‘ylak”; 3 – metall shtir

Gilzalar sifatida uzunligi 1m bo‘lgan temirbetonli zvenolardan foydalanilganda beton qorishmasi

3 dan 5 tagacha zvenolar loyiha holatida o'rnatilganda yotqiziladi. Temirbeton “ko‘ylak” (qobiq) ning qalinligi 15–30sm qabul qilinadi. Qobiq qolipda betonlanadi, mustahkamligi bo'yicha beton sinfi B20 dan kam bo'lmasligi kerak, sovuqbardoshligi esa suv muhitida ekspluatatsiya qilinadigan mazkur region konstruksiyalariga qo'yiladigan talablarga mos bo'lishi kerak [24].

Quvurlarni gilzalash qobiqlarni qurishdagi kabi amalga oshiriladi (10.3-rasm) [17, 47]. Gilzalash uchun temirbetonli zveno yoki metall quvurlardan ko'ndalang kesimi dumaloq gilzadan foydalaniladi.



10.3-rasm. ovalsimon quvurni metall quvur-gilzadan foydalanib gilzalash:
 1 – ta'mirlanadigan quvur; 2 – metall quvur-gilza; 3 – patrubok (qisqa quvur);
 4 – beton qorishmasi bilan to'ldirish; 5 – yon qolipi; 6 – pona; 7 – tirgak (podkos);
 8 – rezinali shlang

Gilzalar sifatida metall quvurdan foydalanilganda, gilza uzunligi 3 – 6m oralig'ida qabul qilinadi. Ishni tashkil etish ketma-ketligi quyidagilarni o'z ichiga oladi [17, 47]:

- quvurning ichki yuzasini shikastlangan uchastkalarini tozalash va yuvish;
- gilzaning bitta seksiyasini sudrab kirgizish va ponalash;
- tirqishlarni kanop tiqib berkitish va yon tomonlariga qolip o'rnatish;
- gilza va eski quvur orasidagi bo'shliqni beton nasos yordamida beton qorishmasi bilan to'ldirish.

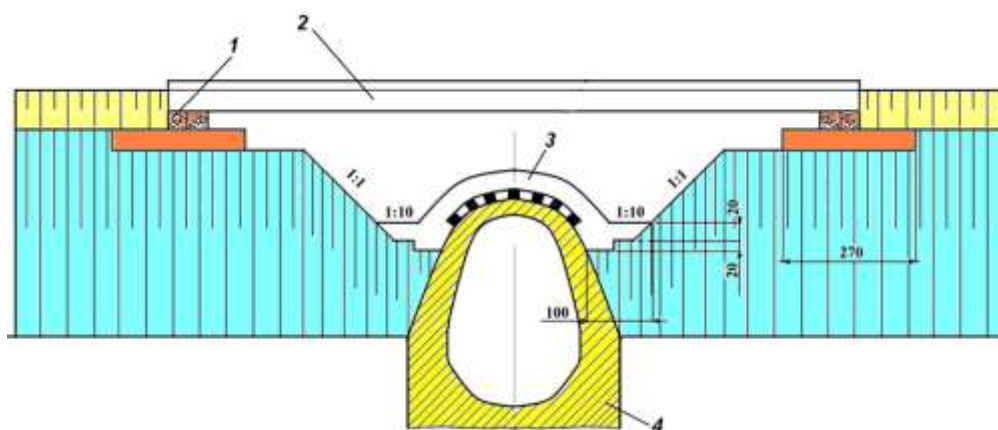
Temirbetonli “ko'ylak” qurish va gilzalash quvur tuynugini kamaytiradi, bu suv oqish tezligini oshiradi, shuning uchun, qoidaga ko'ra, chiqish o'zanini kuchaytirish bo'yicha, uning yuvilib ketishini oldini olish uchun choralar ko'riladi.

Quvur zonasidagi zamin grunti yoki ko'tarmasini sementlash. Zamin gruntlarining mustahkamligi yetarlicha bo'lmasa, quvurning cho'zilishiga yoki anchagina cho'kishiga olib kelishi mumkin.

Quvur perimetri bo'ylab ko'tarma gruntlarini sementlash gidroizolyasiya ishi qoniqarli bo'lmaganda, uning natijasida terim orqali suvning jadal sizib o'tishi (drenajlanishi) da amalga oshiriladi. Qoplamada uning butun qalinligi bo'yicha tuynuk burg'ilanadi. Dastlab quduq (skvajina) 1:5 – 1:6 tarkibli rastvor bilan bosib to'ldiriladi. Devor ortini 1:2 – 1:3 tarkibli va gumbaz ortini esa 1:3 –

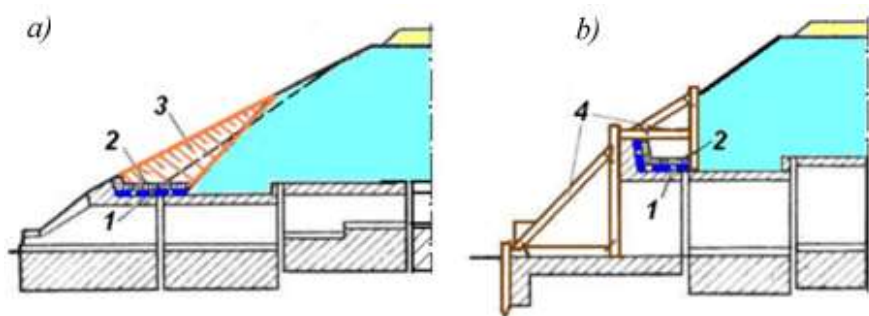
1:4 tarkibli rastvor bilan ikkinchi bor to'ldirish amalga oshiriladi. Terim ortini bosim bilan to'ldirish devorning ostki qismidan yuqori yarusiga qarab ketma-ketlikda boshlanadi, rastvor bilan to'ldirish uning qulflavchi qismida tugatiladi. Quvur zaminini rastvor bilan to'ldirish uning o'rta qismidan boshlanadi va chetki uchastkalari yo'nalishida davom ettiriladi. Terim orti yoki zamin gruntini rastvor bilan to'ldirish texnologiyasi – xuddi terimni sementlashdagi kabi [17, 47].

Gidroizolyasiyani ta'mirlash. Quvurning gidroizolyasiyasini ta'mirlash uchun ko'tarma gruntini olib tashlash kerak va poyezdlar harakatini ham ta'minlash talab etiladi. Bu vaqtinchalik o'rnatilgan paketlar bo'yicha poyezdlarni o'tkazish yo'li orqali erishiladi. Butun quvur uzunligi bo'ylab gidroizolyasiyani almashtirish poyezdlar harakatini tanaffussiz yuk tushirish ko'priklari yordamida amalga oshiriladi (10.4-rasm) [17, 47].



10.4-rasm. Quvurning butun uzunligi bo'ylab paket himoyasi ostida gidroizolyasiyani qurish sxemasi: 1 – shpalli to'shama; 2 – yuk tushirish ko'priklari; 3 – izolyasiya; 4 – mavjud quvur

Izolyasiyani yotqizish uchun quvurning ochiq yuzasi diqqat bilan metall cho'tkalar bilan chang-chungdan tozalanadi va suv bilan yuviladi. Yuk tushuruvchi ko'priklarni o'rnatish va olib tashlash poyezdlar orasidagi “tuynuk” da ishlarni xavfsiz olib borishning tegishli qoidalariga amal qilgan holda bajariladi (10.5,a-rasm) [17, 24].



10.5-rasm. Quvurning chetki uchastkalaridagi gidroizolyasiyani qurish sxemasi:
a – ko‘tarma qiyaligini mahkamlamasdan; *b* – ko‘tarma qiyaligini mahkamlash orqali;
 1 – gidroizolyasiya; 2 – ezilgan loy qatlami; 3 – quvur ostidagi ko‘tarmaning
 ochiladigan qismi; 4 – ushlab turuvchi devor

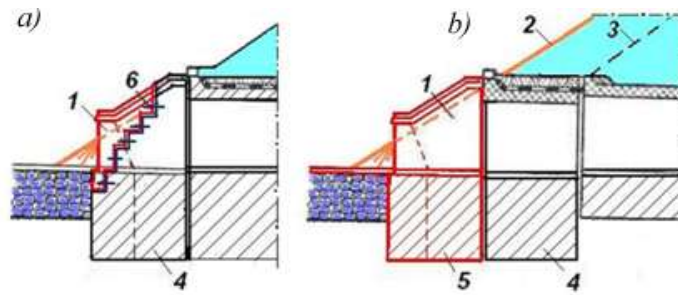
Quvurning chetki uchastkalaridagi gidroizolyasiyani almashtirish ochiq kotlovan (poydevor yotqizish uchun qazilgan chuqur) larda tik yoki mustahkamlash inshooti bilan ta‘minlangan qiyalik yordamida amalga oshiriladi (10.5,*b*-rasm) [17, 24].

Quvur kallaklarini cho‘zish. Kallaklarni ta‘mirlash ularning poydevorga ham tarqaladigan ancha seryoriqligida, hamda inshootning turg‘unligini yo‘qotishga xavf tug‘diradigan katta deformatsiyalarda bajariladi.

Kallaklarni uzaytirish gruntни quvurga to‘kilishini oldini olish uchun amalga oshiriladi. Kallakni qaytadan qurish yoki uni yig‘ma konstruksiya bilan almashtirish ko‘tarma qiyaligini umumiy talablar bo‘yicha vaqtinchalik mustahkamlash bilan amalga oshiriladi.

Quvurni uncha katta bo‘lmagan uzaytirishda va yangi poydevor qurish murakkabligida kallaklarni ulab uzaytirish va qiyalik qanotlarini uzaytirish amalga oshiriladi (10.6,*a*-rasm) [24].

Kallaklarni balandlik bo‘yicha ulab ko‘tarish (1m dan kam) uchun toshli, betonli va temirbetonli bloklardan foydalaniladi, ularni mavjud terim bilan metall ankerlar yordamida biriktiriladi (10.6,*b*-rasm). Plandagi konturi bo‘yicha murakkab kallaklar (yoqali, koridorli, voronkasimon) butun perimetri bo‘ylab monolit beton yoki temirbeton bilan ulab uzaytiriladi [24].



10.6-rasm. Kallaklarni ulab uzaytirish va quvurni uzaytirish sxemasi:
 a – kallaklarni ulab uzaytirish; b – quvurni uzaytirish; 1 – yangi kallak;
 2 – ko‘tarma qiyaligining yangi holati; 3 – ko‘tarma qiyaligining amaldagi mavjud
 holati; 4 – mavjud poydevor; 5 – yangi poydevor; 6 – anker

Gofrirovka qilingan metall quvurlarni ta'mirlash. Gofrirovka qilingan metall quvurlarda eng ko‘proq tarqalgan nuqsonlar quvur ichki yuzasi qo‘shimcha himoya qoplamasining buzilishi, ko‘ndalang kesimining pachoqlanishi (yassilanishi), boltli birikmalari zonasida metallning uzilishi va gofrlar turg‘unligining yo‘qolishi hisoblanadi.

Qo‘shimcha himoya qoplamasi – bitumli mastika (mumsimon modda) va loklarni ta'mirlash quvurlar qurilishida qo‘llanilgan o‘sha materiallardan foydalanib amalga oshiriladi. Metall yuzasi chang-chung, eski qoplama qoldiqlaridan tozalanadi va qatlam-qatlam yangi qoplama yotqiziladi. Agar eski bitumli qoplamada yoriqlar to‘ri mavjud bo‘lsayu, ammo metall bilan tishlashishini yo‘qotmagan bo‘lsa, yangi materialni yotqizmasdan kavsharlash (qalaylash) lampasi yordamida eritish bilan ta'mirlanadi. Agar quvurlar sovuq iqlimiy sharoitlarda ekspluatatsiya qilinayotgan bo‘lsa, unda ratsional qo‘shimcha himoya qoplamasi to‘ldirilgan epoksidli smolalar asosida tayyorlangan materialdan yotqiziladi [17, 47].

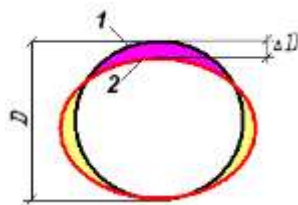
Gofrirovka qilingan metall quvurlarda novlar, qoidaga ko‘ra, monolit betondan yasaladi. Tajriba shuni ko‘rsatdiki, singan monolit novlarni ta'mirlash juda murakkab va sermehnatli, ta'mirlangan novlarning uzoqqa chidamliligi kam. Ularni statsionar sharoitlarda tayyorlanadigan kombinatsiyalangan yig‘ma novlar bilan almashtirish eng ratsionalli.

Yig'ma novlar yotqiziladigan zonada quvur metalli singan nov qoldiqlari, cho'kindilar va qo'shimcha himoya qoplamadan tozalanadi. Keyin qalinligi 3 – 5sm li epoksidli smola asosidagi polimerrastvor qatlami bo'ylab nov bloki yotqiziladi. Sovuq iqlimiy sharoitli tumanlar va yuqori tajovuzkorli suvning oqimida joylashgan quvurlarni ta'mirlashda novlarning doimiy suvda joylashgan qismini polimerbetonli bloklardan yasash maqsadga muvofiq [17, 47]. Ko'ndalang kesimning ruxsat etilgan qiymatlaridan oshadigan yassilanishida (10.7-rasm) va boltli birikmalar zonasidagi metallning uzilishida quvur kuchaytiriladi.

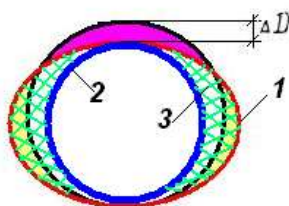


10.7-rasm. Ekspluatatsiya qilinayotgan quvurda yig'ma novni qurish: 1 – gofrirovka qilingan metall quvur; 2 – novning yig'ma bloki; 3 – himoya qoplamasi; 4 – boltlarni almashtirish

Gofrirovka qilingan quvurning nuqsonli uchastkalarida diametri kichikroq bo'lgan qalin devorli metall yoki temirbeton quvur qo'yiladi, ular orasidagi bo'shliq beton yoki rastvor bilan to'ldiriladi (10.8, 10.9-rasmlar) [17, 47].



10.8-rasm. Gofrirovka qilingan metall quvur ko'ndalang kesimining deformatsiyalanish (yassilanish) sxemasi: D – ko'ndalang kesimning loyihaviy diametri; ΔD deformatsiya (yassilanish) qiymati; 1 – loyihaviy holat; 2 – deformativ holat



10.9-rasm. Deformatsiyalangan quvurni kuchaytirish sxemasi: 1 – deformatsiyalangan quvur konturi; 2 – kichikroq diametrli yangi qo'yilgan quvur; 3 – beton bilan to'ldirish

Uzun quvurlarni o'rnatishda rastvor maxsus o'rnatilgan haydovchi quvurchalar orqali to'ldiriladi [17, 47].

Bulardan tashqari, mikrotonnel deb nomlanadigan ta'mirlash mavjud, ammo u keng qo'llanilmaydi, chunki faqat dumaloq kesimli konstruksiya va faqat bir diametr uchun mo'ljallangan asbob-uskunalar komplekti juda qimmat turadi.

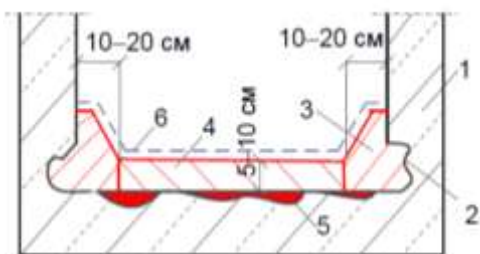
Yakunida shuni ta'kidlash lozimki, ta'mirlash boshqa texnologiyalar bilan ham amalga oshirilishi mumkin. Yuqorida faqat eng ko'p tarqalganlari taqdim etildi, ular bu sohada dunyoning eng ilg'or mutaxassislari tamonidan patentlangan.

Novlarni ta'mirlash. Ta'mirlash ishlarining o'ziga xos xususiyati davriy (vaqti-vaqti bilan) amal qiladigan ochiq suv oqimlarida joylashgan quvurlarga suvni ko'chirish zarurati hisoblanadi. Bunday quvurlarda ish joyini quritishning asosiy usullari quyidagilar hisoblanadi [17, 47]:

- yordamchi quvur yoki novlar bo'yicha suvni ko'chirish;
- quvur oldida suv to'plovchini qurish, keyinchalik uni nasos bilan chiqarib tashlash;
- suv o'tkazmaydigan qolip (opalubka) qo'llash.

Mazkur ishlarni amalga oshirishda mehnat harajatining anchaligini e'tiborga olib, qoidaga ko'ra, novlarning qisman sinishida ularni ta'mirlash yozgi mavsumda ochiq suv oqimida suv yo'qligida amalga oshiriladi. Barchasidan ko'proq siqilishdagi mustahkamlik bo'yicha sinfi B30, sovuqbardoshligi F300, suv o'tkazmasligi W8 dan ko'p bo'lgan monolit beton qo'llaniladi.

Ta'mirlash ishlari quyidagi tartibda o'tkaziladi (10.10-rasm) [17, 47]: novni eski material, chang-chung, cho'kindilardan tozalash; betonni tayyorlash; betonni yotqizish; yuzasini tekislash, zichlantirish va silliqlash; bitum yoki tiokolli mastika (zamazka) bilan gidroizolyasiyalash.



10.10-rasm. Quvur novini ta'mirlash: 1 – suv o'tkazuvchi quvur; 2 – ichki chetlari (vut) ning sinishi; 3 – vutning yangi betoni; 4 – nov zaminining yangi betoni; 5 – bir tekislovchi qatlam; 6 – gidroizolyasiya

Zveno va seksiyalar orasi 10mm gacha ochilganda grunt to'qmasdan choklarni bekitish. Zveno va seksiyalar orasidagi shikastlangan choklar sement yoki polimersementli rastvor bilan bekitiladi [24]. Ta'mirlash ishlari ma'lum

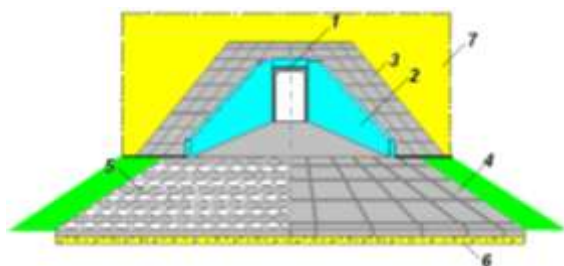
ketma-ketlikda olib boriladi: chok, zvenolar chetlari va seksiyalarni eski rastvorlan (kreysmeysel, ilgak, metall cho'tkalar yordamida) tozalash; choklarni bitum yoki smola bilan shimdirilgan kanop losini tiqib berkitish; choklarni ta'mirlash rastvorlardan bilan ikki qabulda to'ldirish: oldin qisman, beton qotishidan so'ng esa – butunlay; chok zonasidagi yuzani germetiklash.

Choklarni berkitish uchun ta'mirlash rastvorlari 0,35–0,45 suvsementli nisbat bilan tarkibi 1:2 bo'lgan sement-qumli rastvordan foydalanib, yuqori markali portlandsement asosida tayyorlanadi [17, 24].

O'zan mahkamlanishini ta'mirlash. Ikki yoki bir qatlam terilgan tosh ko'rinishidagi mahkamlanish mo'yna (5sm dan ko'p) qatlamiga tosh va shag'al (10–15sm) bo'shliqni shibbalash yoki shag'allab yotqizish bilan tiklanadi. Suvning tezligi ancha katta bo'lganda, ta'mirlanadigan uchastkalarining tosh terimi qo'shimcha sementli rastvor quyish bilan mustahkamlanadi. Toshning yirikligi suv oqimining tezligiga bog'liq holda belgilanadi [17, 24].

Ishning asosiy tarkibiga quyidagilar kiradi [17, 47]: eski tosh terimini buzib olish; yotqiziladigan qatlamni tayyorlash (ortiqchasini kesib olish, chuqurlarni to'ldirish, yuzasini tekislash va zichlantirish); toshlarning o'lchamlari bo'yicha tanlab va choklarning bog'lanishiga amal qilib tosh (betonli yoki temirbetonli plita) lar bilan terish; bo'shliqlarni shag'al bilan to'ldirish va so'ng zichlantirish.

Quvur suv ko'chiruvchi o'zanini mahkamlanish ta'miriga katta e'tibor qaratiladi, chunki chiqadigan oqim katta tezlikka ega bo'ladi (tahminan quvurdagi tezlikka nisbatan 1,5 marta ko'p) va, oqib, quvurning chiquvchi kallagi va zvenolarining yuvilib ketishini chiqarishi mumkin (10.11-rasm).



10.11-rasm. Suv o'tkazuvchi quvur o'zanini mahkamlash: 1 – quvur seksiyasi; 2 – kallak (quvurning boshi); 3 – ko'tarma qiyaligini mahkamlash; 4 – o'zanni plitalar bilan mahkamlash; 5 – o'zanni tosh terimi bilan mahkamlash; 6 – qalinligi 5 -10sm qum-shag'alli tayyorlov; 7 – ko'tarma

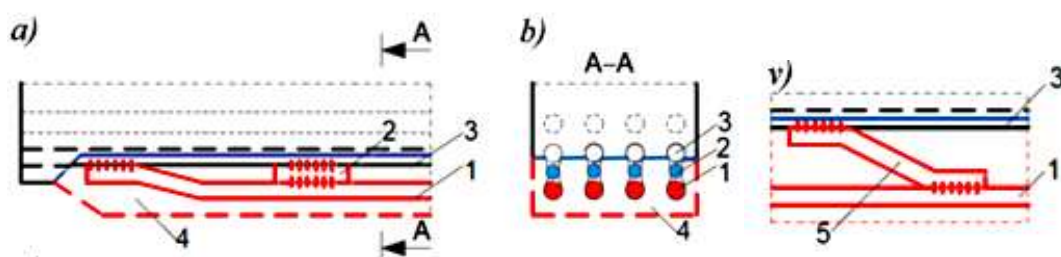
10.5. To'sinli temirbeton oraliq qurilmalarini kuchaytirish

To'sinli temirbeton oraliq qurilmalarni kuchaytirish ularning normal va bosh cho'zuvchi kuchlanishlar bo'yicha ko'taruvchanlik xususiyati va yuk ko'taruvchanligini oshirish zarurati yuzasidan amalga oshiriladi [17, 24]. To'sinli temirbeton oraliq qurilmalarni kuchaytirish ikkita asosiy usullar bilan amalga oshiriladi:

- yangi material (armatura, beton) qo'shish yo'li bilan uning ko'ndalang kesimini oshirish orqali;
- statik sxemasini o'zgartirish orqali.

Kuchaytirish usulini tanlash oraliq qurilmalar elementlarining fizik holati, ularning konstruktiv amalga oshirilishi, yuk ko'taruvchanligi, ishni tashkillashtirish va ko'priklarning ekspluatatsiyasiga bog'liq.

Oraliq qurilmalarni ularning ko'ndalang kesimini kattalashtirish orqali kuchaytirish. Normal kuchlanish bo'yicha (ishchi sterjenlar korroziyasi tufayli kesimining kuchsizlanishi) yuk ko'taruvchanligini 15% gacha oshirish maqsadida kuchaytirish bosh to'sinlar belbog'larining cho'zuvchi armaturasini qo'shish orqali amalga oshiriladi (10.12-rasm).



10.12-rasm. Temirbetonli oraliq qurilmalar bosh to'sinlarini armatura qo'shib kuchaytirish: a – kalta armatura orqali armatura sterjenlarini payvandlash yordamida; b – ko'ndalang kesim A-A; v – karkasni payvandlab; 1 – kuchaytirishning bo'ylama armaturasi; 2 – mavjud armatura; 3 – kalta sterjen (armatura); 4 – yangi beton; 5 – qiya sterjen

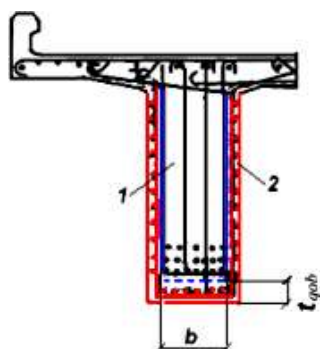
Oraliq qurilmalar bosh to'sinini kuchaytirish bo'yicha asosiy ishlar quyidagilardan iborat: beton himoya qatlamini sindirib olish va ishchi sterjenlar

ostki qatoridagi mavjud armatura diametrining yarmigacha ochish; eski armaturani tozalash; uzunligi 10–20mm li qisqa armatura yordamida kuchaytirish armaturasini payvandlash; qolipni oʻrnatish; betonlash.

Bundan tashqari, bosh toʻsin betonining olib tashlangan himoya qatlami torkretlab tiklanadi. Toʻsinli temirbeton oraliq qurilmalarning yuk koʻtaruvchanligini ancha oshirish (15–35% gacha) maqsadida kuchaytirish boʻylama va koʻndalang sterjenlar, hamda qisqa xomutlar tashkil topgan qoʻshimcha armaturali karkasni payvandlash orqali amalga oshiriladi (10.11, v - rasm). Ish quyidagi ketma-ketlikda bajariladi [17, 24]:

- armaturali karkasni tayyorlash va beton qatlamini olib tashlash;
- karkaslarni mavjud armaturaga payvandlash;
- eski betonni yangi qatlam bilan tishlashishini oshirish uchun polimersementli yoki epoksid-tiokolli qatlam bilan toʻldirish;
- qolipni oʻrnatish;
- sinfi B30 dan kam boʻlmagan beton bilan betonlash.

Bosh toʻsinning bosh choʻzuvchi kuchlanishlar boʻyicha oraliq qurilmalarini kuchaytirish zarurati tugʻilganda, devorlari qalinligi $t_{qob} \geq 5 \div 10$ sm boʻlgan, ularni egilgan sterjen va xomutlar bilan armaturalab, temirbeton qobiqlar ichiga olinadi (10.13-rasm). Qobiq xomutlari yuqoriga ballast korita plitasi armaturasiga payvandlanadi.

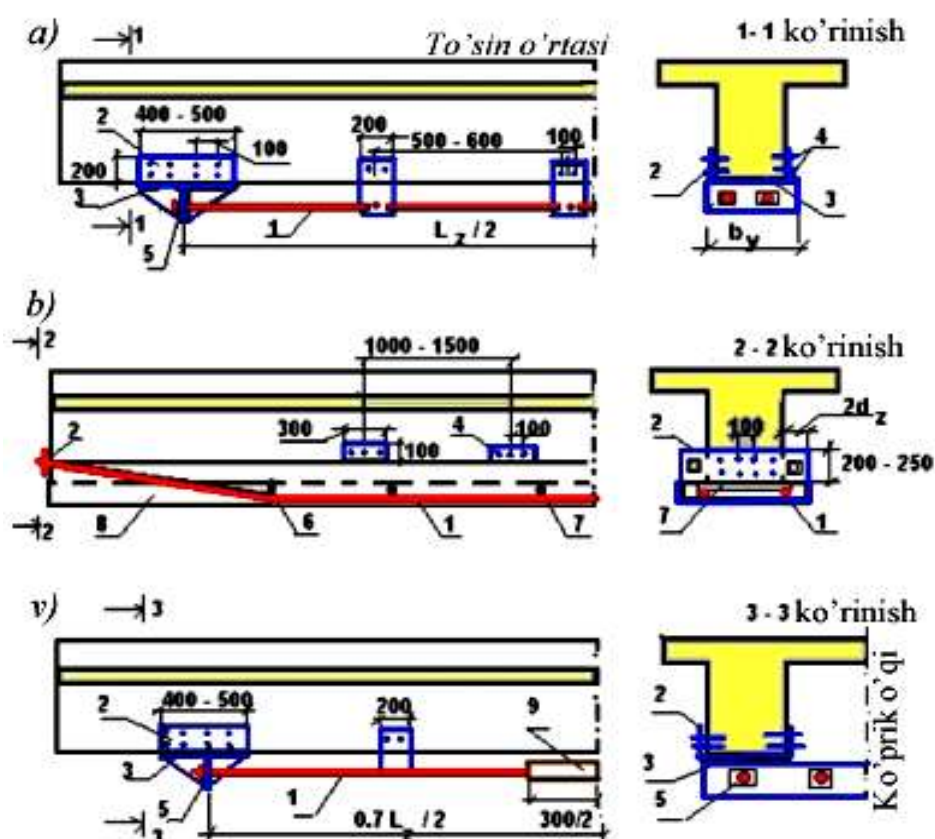


10.13-rasm. Oraliq qurilma bosh toʻsinini temirbetonli qobiq bilan kuchaytirish: 1 – kuchaytirishgacha bosh toʻsin; 2 – temirbetonli qobiq; b – bosh toʻsin eni; t_{qob} – qobiq qalinligi

Armaturaning ostki asosiy qoʻshiladigan sterjenlari mavjudiga payvandlanadi. Betonlash qolipda amalga oshiriladi [17, 24]. Qushimcha armatura karkasini oʻrnatish murakkabligi va sermehnatligi, uni mavjud

armatura bilan kuchsiz bog‘lanishi to‘sinlarni kuchaytirishdagi bu usulning kamchiligi hisoblanadi.

Oraliq qurilmalarning statik sxemasini o‘zgartirish orqali kuchaytirish. Temirbeton oraliq qurilmalar uchun ularning statik sxemasini o‘zgartirishda kuchaytirishgacha va undan keyin ham ichki kuchlar ekspluatatsion epyurasi ishoralarining mos tushishini ta‘minlash zarur [17, 24]. Barcha ma‘lum yechimlardan bunga eng ko‘p sxemasi quyida 10.14-rasmda keltirilgan kuchaytirishning shprengelli konstruksiyalari javob beradi.



10.14-rasm. Oraliq qurilmani shprengelli konstruksiyalar bilan kuchaytirish: a – armaturali sterjenlardan shprengellar; b – xuddi shunday tutam qilib yig‘ilgan (po‘lat tros va kabellar) yuqori mustahkamli sim; v – shprengelli qurilma; 1 – shprengel; 2 – po‘lat list; 3 – vertikaliga payvandlangan gorizontal po‘lat list; 4 – dyubel; 5 – ankerli; 6 – hovon; 7 – fiksator; 8 – ushlab turuvchi shveller (№ 10–12); 9 – biriktiruvchi mufta

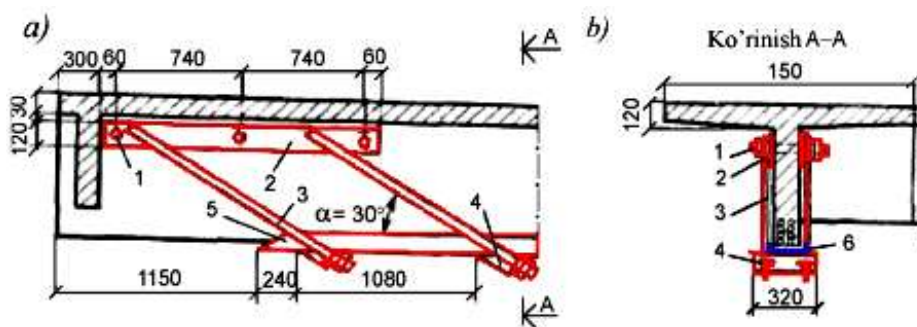
Shprengellar, qoidaga ko‘ra, har bir to‘sin qovurg‘asining ikki tomonidan uning bo‘ylama o‘qiga simmetrik ravishda parallel tekisliklarda o‘rnatiladigan ikki tarmoq (bo‘toq) dan shakllantiriladi. Ularni tayyorlash uchun yuqori

mustahkamli simlar, tutam qilib yig'ilgan yoki zavodda tayyorlangan eshilgan po'lat trosalar, hamda yuqori mustahkamli armaturadan tashkil topgan kabeldan foydalaniladi. To'sinlarni samarali yukdan bo'shatish maqsadida shprengellarni odatda oldindan zo'riqtirishadi, buning uchun oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalarni tayyorlashda qo'llaniladigan ankerli mustahkamlagich va asbob-uskunalaridan foydalaniladi. Zarurat tug'ilganda shprengellar domkratlar yordamida vertikal tekislikda ularni cho'zib yoki shprengel belbog'i va to'sinning ostki belbog'i orasiga tirgaklar o'rnatib zo'riqtirilishi mumkin [17, 24].

Shprengelli tortgichlarni qurish bo'yicha asosiy ishlar quyidagilardan tashkil topgan:

- po'lat listlarni dyubel yoki boltlar bilan bosh to'singa mahkamlash;
- to'sin tayanch oldi kesimlarida ankerli tirgaklarni qurish;
- diafragma (ushlab turuvchi shveller) larni qurish;
- shprengelli tortgirlarni qurish;
- shprengelli tortgichlarni domkratlar yordamida hisobiy kuchga tortish;
- tirgaklarda ankerlarni qurish;
- shprengelli tortgichlarni germetiklash.

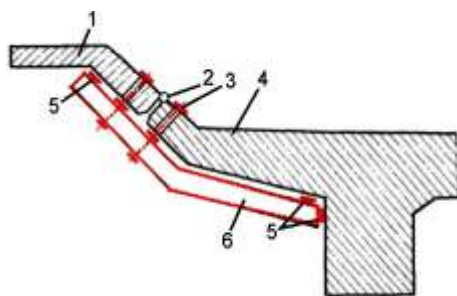
Oraliq qurilmalarni qiya uzatmalar qurish bilan kuchaytirish. Amaliyotda temirbetonli oraliq qurilmalarni kuchaytirish har xil po'lat elementlarni (listli yoki prokatli (chig'irlangan)) qo'shish orqali ko'proq amalga oshirilmoqda. Bosh to'sinni kuchaytirishning variantlaridan biri cho'zilgan zonada po'lat halqa va tayanch oldi uchastkalarda qiya uzatmalar bilan kuchaytirish hisoblanadi. Bu yechimlarda tashqi armaturalash prinsipidan foydalanishadi, u, xususan, ekspluatatsiya qilinayotgan ko'priklarni kuchaytirishda qo'llanadi (10.15-rasm).



10.15-rasm. Temirbetonli bosh to'sinni tayanch oldi qismida qiya uzatmalar bilan kuchaytirish sxemasi: a – o'q bo'ylab ko'rinish; b – to'sinning ko'ndalang kesimi; 1 – bolt; 2 – plastinkalar; 3 – qiya uzatmalar; 4 – tirgaklar; 5 – shveller (qobiq); 6 – polimerli rastvor

Temirbeton oraliq qurilmalarni kuchaytirish bo'yicha ishlar ekspluatatsiya qilnayotgan inshootlarda amalga oshirishini e'tiborga olsak, qoidaga ko'ra, poyezdlar harakatida tanaffussiz, ularga xavfsizlik va ishlarning yuqori sifatini kafolatlaydigan ancha jiddiy talablar qo'yiladi [17, 24].

Oraliq qurilmalarni tutib turuvchi konstruksiyalar yordamida kuchaytirish. Temirbetonli oraliq qurilmalarning nuqsonli konsollarini kuchaytirish uchun har xil tutib turuvchi konstruksiyalar qo'llaniladi (10.16-rasm) [17, 24].



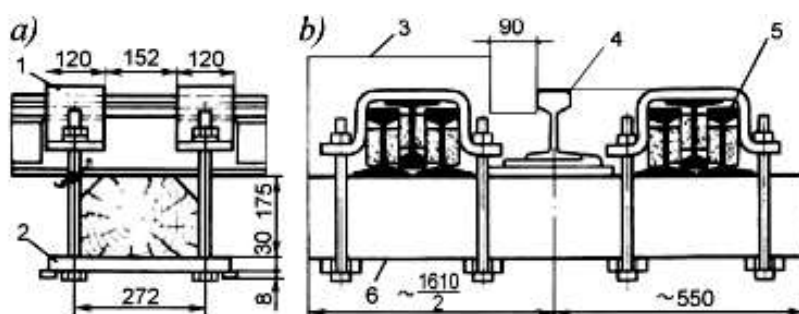
10.16-rasm. Ko'tarma konsollari bilan temirbeton oraliq qurilmani kuchaytirish uchun tutib turuvchi to'sin qurish: 1 – ko'tarma konsol; 2 – sharnir; 3 – gayka, shayba va qistirma (prokladka) lari bilan boltlar komplekti; 4 – konsolning qo'zg'almas qismi; 5 – prokladkalar; 6 – tutib turuvchi (ko'taruvchi) to'sin

Oraliq qurilmalar ballast koritasining gidroizolyasiyasini ta'mirlash. Suv qochiruvchi quvur (trubka) chalar zonasidagi gidroizolyasiyani ta'mirlash, ularni loyqalardan tozalash va nuqsonli quvurchalarni almashtirish uchun kichik uzunlikdagi (2,5 – 3,0m) relsli paketlardan foydalanishadi (10.17-rasm) [17, 24].

Relsli paketlar yaqinlashtirilgan shpallarda nuqsonlar zonasida o'rnatiladi. Paket oralig'i chegarasida shpallar maxsus xomutlarda osiladi, u ballastning qisman o'yig'ini bajarish, nuqsonli joyni ochish va mazkur paket himoyasida ta'mirni amalga oshirish imkonini beradi. Ishlarni bajarish vaqtida tezlik 25km/s

gacha chegaralanadi.

Yuzasi bo'yicha anchagina shikastlangan gidroizolyasiyaning ta'miri uchun yotqizilgan brus orqali ballast korita plitasiga tayanadigan yukdan bo'shatuvchi inventar paketlar qo'llaniladi. Paketlar pasaytirilgan qurilish balandliligiga ega, u paketning uzunligi 5,7m bo'lganda 0,235m ga va 11,7m orlig'ida esa 0,251m ga teng. Paketlarni o'rnatish va ularni echib olish temir yo'l kran (yo'lyotqizgich) lari bilan amalga oshiriladi [17, 24].



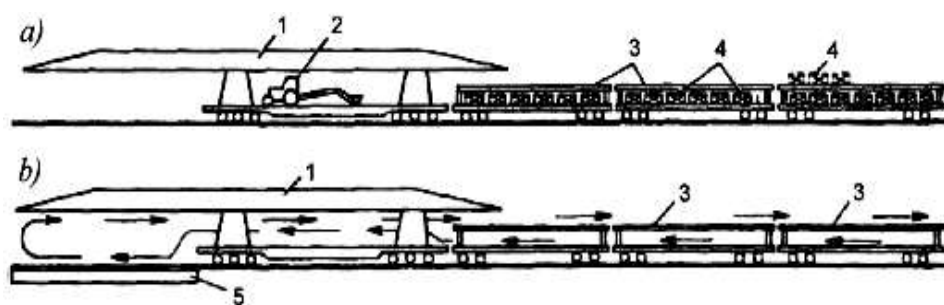
10.17-rasm. Xomutli yukdan bo'shatuvchi relsli paket sxemasi: a – fasad;
b – ko'ndalang kesim; 1 – xomutning ustki plankasi; 2 – xomutning ostki plankasi;
3 – gabarit chizig'i; 4 – yo'l relsi; 5 – paket relslari; 6 – shpala

Gidroizolyasiyaning ta'miri uchun materiallar sifatida beton va sement-qumli rastvor, mastika, armaturalovchi mato (shishatola, shishato'r, antiseptiklangan mato, gidroizol) lar, armaturalovchi himoya qatlam, diametri 1 – 2mm li kataklari 5050 dan 7575mm gacha bo'lgan simdan tayyorlangan metall to'rlar qo'llaniladi. Yaxshilangan fizik-mexanik va texnologik tavsiflari bilan farqlanadigan boshqa gidroizolyasiya material (tiokolli mastika, perxlorvinilli plyonka, tekislanadigan qatlamga yelimlanadigan rezina ko'rinishidagi gilamga o'xshash material va b.) lari ham o'z tatbig'ini topmoqda [17, 24].

Temirbeton oraliq qurilmalar ballast koritalari gidroizolyasiyasining ta'miri uchun Rossiya yo'l va inshootlar Bosh boshqarmasi konstruktorlik byurosida chiqqan ixtisoslashtirilgan poyezdlari o'z tatbig'ini topmoqda. Gidroizolyasiyaning ta'miri uchun tiokol mastika (Moskva, Ko'priklar ITI texnologiya) sini qo'llab ixtisoslashtirilgan poyezd yo'l yotqizuvchi kran va

g'ildirakli liniya (iz) bilan jihozlangan ikki qavat (yarus) li platformalardan tashkil topgan (10.18-rasm).

Ishlab chiqarish ishlari texnologiyasida g'ildirakli traktor-ekskvator va maxsus yordamchi asbob-uskuna (ballast koritasi yuzasini quritish uchun apparaturasi bilan taglik, mastikani tayyorlash uchun qorishtirgich) lardan foydalanish ko'zda tutilgan. Ishlab chiqarish uchun zaruriy material (qum, chaqiq tosh) lar o'zini o'zi bo'shatadigan konteyner-dozatorlarga joylashtiriladi, tiokolli mastikani tayyorlash uchun komponent (tarkibiy qism) lar qorishtirgich tagligiga joylashtiriladi.



10.18-rasm. Ballast koritalari gidroizolyasiyasining ta'miri uchun ixtisoslashtirilgan poyezd sxemasi: a – transport holatida; b – ish holatida (strelkalar bilan konteynerlar ko'chishining texnologik potogi ko'rsatilgan); 1 – yo'l yotqizuvchi kran; 2 – traktor-ekskavator; 3 – ikki qavatli g'ildirakli liniyalari bilan platformlar; 4 – konteyner va taglik (poddon) lar; 5 – ta'mirlanadigan uchastka

Peregon (ikki qo'shni stansiya orasidagi masofa) ga uzatishda transtor-ekskvator yo'l yotqizuvchi platformasida joylashtiriladi. Texnologik asbob-uskuna, materiallari bilan konteyner va yuksiz konteynerlar texnologik jarayonlarda ulardan foydalanish ketma-ketligini e'tiborga olib, g'ildirakli platformalarning ostki yarusida joylashtiriladi. Ishlar "tanaffus" da amalga oshiriladi. "Tanaffus" dan so'ng poyezdlar harakati cheklovsiz amalga oshiriladi. Ixtisoslashtirilgan poyezddan foydalanish ballast koritasi 8-10m ning gidroizolyasiyasini bir soatda ishlarni jadal sur'ati (tempi) bilan ta'mirlash imkonini beradi [17, 24].

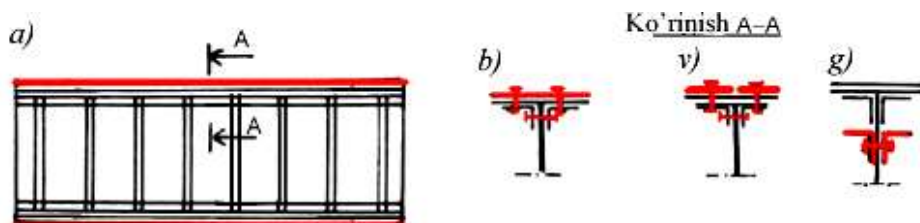
10.6. Butun bosh to'sinli metall oraliq qurilmalarni kuchaytirish

Oraliq qurilma konstruksiyasi, kuchsiz elementlarning mavjudligi, yuk ko'taruvchanligini oshirish zaruriylik darjasi va mahalliy sharoitlarni e'tiborga olib kuchaytirishning har xil usullari qo'llaniladi [17, 24]:

- bir vaqtda elementlarning mustahkamlagichlarini kuchaytirish bilan ularning ko'ndalang kesimlarini kattalashtirish;
- to'sinlar sistemasini o'zgartirish (to'sin ostiga shprengellarni o'tkazish, uzlukli to'sinlarni uzluksizlarga aylantirish) bilan kuchaytirish;
- birgalikdagi ishga jalb qilingan temirbeton plitani qurish yo'li bilan po'lat oraliq qurilmani po'lattemirbetonga aylantirish;
- qatnov qismi ortotrop plitasini kuchaytirish.

Elementlarning ko'ndalang kesimini kattalashtirib oraliq qurilmalarni kuchaytirish. Elementlar ko'ndalang kesimini kattalashtirishda kuchaytirish metalli ko'ndalang kesim o'qiga nisbatan simmetrik joylashtiriladi. Kuchaytirish ko'prik bo'ylab poyezdlar harakatini to'xtatmasdan ham lokal (mahalliy), taqdim etilgan "tanaffus" da ularning harakatini to'xtatib ham amalga oshiriladi. Kuchaytirishni loyihalashda ko'prik bo'ylab ishlarni tashkillashtirish jarayonida poyezdlar harakati tangligi ("tanaffuslarning *tirgak* qisqarishi", harakat tezligi cheklovlari) ning kamayishiga alohida e'tibor qaratiladi [17, 24].

Butun bosh to'sinlari bilan oraliq qurilma yuk ko'taruvchanligini ozgina oshirishda ularni kuchaytirish gorizontallist (yarimlist) yoki burchaklik (ugolok) larni belbog'larga qo'shish orqali bajariladi (10.19-rasm).



10.19-rasm. Metall oraliq qurilma to'sinini kuchaytirish: a – o'q bo'ylab ko'rinish;

b – gorizontallistni qo'shish; v – gorizontall yarimlistlarni qo'shish;

g – burchakliklarni qo'shish

Bunda gorizontal list (yarimlist) larni oʻrnatish yuqori mustahkamli boltlar yordamida belbogʻ burchakliklariga ularni biriktirish orqali amalga oshiriladi.

Ustki gorizontal listlarga ega boʻlmagan toʻsinlarda, toʻsinning butun uzunligi boʻylab ustki gorizontal list qoʻyish tavsiya etiladi. Bunda koʻprik bruslarini yotqizish (kesish) osonlashtiriladi. Gorizontal yarimlistlar bilan oraliq qurilma toʻsinlarini kuchaytirishda ishlarning quyidagi tartibiga amal qilishadi [17, 24]:

- yarimlistda belgilangan joylari boʻylab toʻla diametrda tuynuklar parmalanadi;

- toʻsinning birinchi yarmida poyezdlar oʻtish orasidagi vaqtda qalpoqcha (golovka) lar olib tashlanadi va parchin mix sterjeni urib chiqariladi;

- yarimlist bilan tutash yuzasi tozalanadi;

- oldindan tozalangan yarimlist yotqiziladi;

- yuqori mustahkamli boltlar kirgizib mahkamlanadi.

Boʻylama toʻsinlarni har bir belbogʻida ikkita qoʻshimcha burchakliklarni qoʻyish orqali kuchaytirishda “tanaffus” da ishlarni tashkillashtirishni toʻlaligicha chiqarib tashlash mumkin (10.18,g-rasm). Bu operatsiya (ish) larni bajarishga odatda qirqib olib tashlanadigan yoki mos balandlikdagi yangisi bilan almashtiriladigan bikrlikning vertikal burchakliklari xalaqit beradi [17, 24].

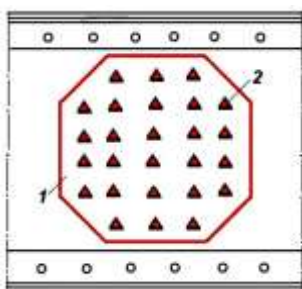
Oraliq qurilmalarni kuchaytirishda asosan yuqori mustahkamli boltlardagi birikmalar qoʻllaniladi. Bu birikmalar parchin mixli birikmalarga nisbatan katta bikrlikka ega, u eski va yangi qoʻshiladigan metallning birgalikdagi ishini yaxshi taʼminlaydi, uning foydalanish samaradorligini oshiradi, tuynuklar yaqinidagi kuchlanishlar pastroq konsentratsiyaga ega buladi. Yuqori mustahkamli boltlardagi birikmalarda kuchlarni uzatish boltlarni tortish natijasida vujudga keladigan biriktiriladigan elementlar tutashish yuzalaridagi ishqalanish kuchlari tufayli amalga oshiriladi. Shuning uchun tuynuklardagi boltlarni anchagina (3mm gacha) tirqish bilan oʻrnatish mumkin. Bu tuynuklarning oz boʻlsa ham bir-biriga mos tushmaslik imkoniyatini beradi, u

kuchaytirish elementlarini tayyorlash va oʻrnatishni yengillashtiradi [17, 24].

Yoriqlarni yuqori mustahkamli boltlarda nakladkalar yordamida yopish. Metall oraliq qurilmalarning elementlaridagi yoriqlarni yopish uchun tekis yoki burchaklilik ikki tomonli (bir tomonli) nakladkalar qoʻllaniladi. Boltlar kuchi va ishini yaxshi uzatishni taʼminlaydigan ikki tomonli nakladkalarni qoʻllashni koʻproq afzal koʻrishadi. Nakladkalarning oʻlchamlari yopiladigan yoriqlar va hisob-kitob va loyihaga muvofiq boltlarning talab qilinadigan soniga bogʻliq holda belgilanadi. Tekis nakladkalar uchun ularning minimal qalinligi 10mm ga teng, maksimali esa 16mm dan kam qabul qilinadi (10.20-rasm) [16, 17, 47].

Bunda asosiy ishlar tarkibi quyidagilarni oʻz ichiga oladi [16, 17, 47]:

- yoriqlar uchini parmalash;
- nakladka va taʼmirlanadigan elementning tutashish (qum purkagich apparati yoki qattiq metall choʻtkalar bilan) yuzalarini tozalash;
- tutashish yuzalarini boʻyoq surtish, gruntovkalash yoki yelimfriksion qoplamalar yotqizish yoʻli bilan epoksid smola yordamida konservatsiyalash (korroziyadan saqlash);
- nakladkalarni loyihaviy holatda oʻrnatish va yuqori mustahkamli boltlarni joylashtirib, ularni tortish;
- birikmalarni germetiklash.



10.20-rasm. Oraliq qurilma toʻsinini ikki tomonlama nakladkalar bilan yopish orqali kuchaytirish: 1 – nakladka; 2 – yuqori mustahkamli boltlar

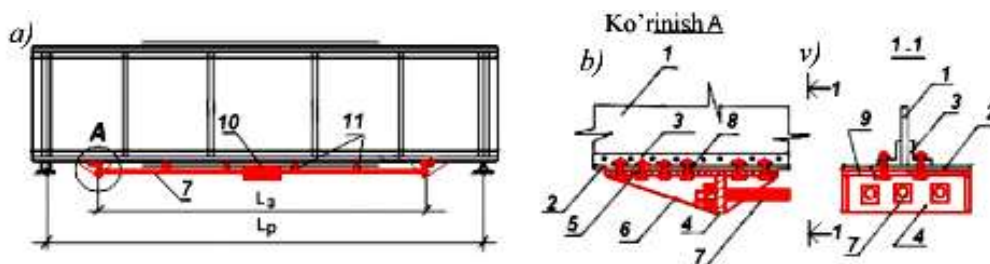
Qoʻshimcha birklik burchaklik (qovurgʻa) larni qoʻyish. Oraliq qurilmalarning turgʻunligi boʻyicha yuk koʻtaruvchanligi yetarlicha boʻlmaganda qoʻshimcha birklik burchaklik (qovurgʻa) larni qoʻyish amalga oshiriladi (10.21-rasm) [16, 17, 47].

Figure 1 consists of two parts. Part (a) shows three schematic diagrams of slab reinforcement. The first diagram shows a simply supported slab with reinforcement bars bent up at the ends. The second diagram shows a continuous slab over two supports with reinforcement bars bent up at the supports and bent down in the spans. The third diagram shows a continuous slab over three supports with reinforcement bars bent up at the supports and bent down in the spans. A detail 'A' is indicated on the third diagram. Part (b) is a detailed cross-section of a slab, labeled 'Ko'rinish A'. It shows the reinforcement layout with dimensions: 200, 5*100, 100, 200, 6-100, 8-80, 120, and 40. A red cross symbol is shown at the bottom right.

Oraliq qurilmalarni oldindan zo‘riqtirilgan shprengellar bilan kuchaytirishda dumaloq kesimli sterjenlar ko‘rinishidagi yuqori mustahkamli po‘lat, hamda boshqa prokatli profillarni qo‘llash samarali. Oldindan zo‘riqtirilgan shprengellarda (belbog‘lar uchun) korroziyadan ishonchli himoyalanganda yuqori mustahkamli simdan *tayyorlangan tros va tutamlarni qo‘llash imkoniyati mavjud*. Oldindan zo‘riqish domkrat, polispast (yuk ko‘taruvchi mexanizm), vintli moslama va b. lar yordamida hosil qilinadi (10.22-rasm) [1]. Shprengelli tortgichni oraliq qurilma bosh to‘sinini bilan biriktirishni tirgak va diafragmalar yordamida amalga oshirishga ruxsat etiladi (10.23-rasm) [16, 17, 47].

227

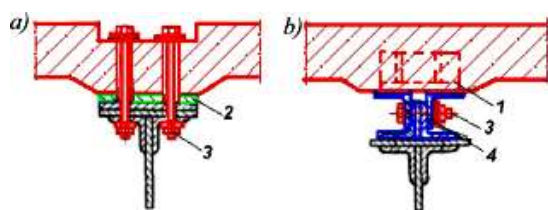
oraliq qurilmani po'lat temirbeton oraliq qurilmaga aylantirish orqali kuchaytishi. Harakati yuqorida bo'lgan oraliq qurilmalarning yuk ko'taruvchanligini ancha oshirish, to'sinlar bilan birgalikdagi ishga kiritilgan temirbeton plitani bosh to'sinlarning ustki belbog'larida o'rnatish orqali erishiladi. Bunday kuchaytirish natijasida po'lat temirbetonli oraliq qurilma olinadi (10.23-rasm) [16, 17, 24].



10.23-rasm. Shprengelni oraliq qurilma bosh to'siniga mahkamlash tafsiloti:

a – o'q bo'ylab ko'rinish; *b* – (tirgakning) *A* tuguni; *v* – 1-1 bo'yicha ko'ndalang kesim;
 1 – oraliq qurilma to'sinining vertikal listi; 2 – gorizontall listi; 3 – to'sin ostki belbog'ini mahkamlash burchakligi; 4 – tirgakning vertikal devori; 5 – tirgakning gorizontall listi;
 6 – bikrlilik qovurg'asi; 7 – tortgich; 8 – yuqori mustahkamli boltlar (St 40X, db 22–24 mm); 9 – payvandli chok; 10 – ikki rezbali mufta; 11 – diafragma

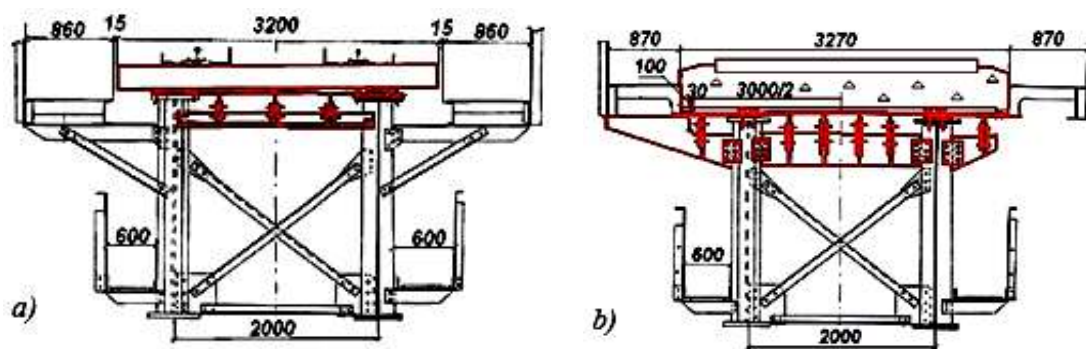
Temirbetonli plita monolit yoki yig'ma bo'lishi mumkin. Temirbeton plitani to'sinlar ustki belbog'lari bilan birgalikdagi ishini ta'minlash uchun, yuqori mustahkamli boltlar (10.24,a-rasm), to'sin yoki stoliklarga mahkamlanadigan bikr tirgaklar (10.24,b-rasm) yordamida biriktiradi. To'sin bilan tishlashishni oshirish uchun, plita (epoksid smola, qum, polietilenpoliamin, dibutilftalatdan-tashkil topgan) yelimqumli rastvorga yotqiziladi [17 17, 24].



10.24-rasm. Temirbeton plitani oraliq qurilma bosh to'sini bilan quyidagilar yordamida biriktirish sxemasi: *a* – yuqori mustahkamli boltlar; *b* – stolik; 1 – bikr tirgak; 2 – yelimqumli rastvor; 3 – yuqori mustahkamli bolt; 4 – stolik

Plitani to'sinlar belbog'lari bilan biriktirishda maxsus qo'yiladigan po'lat qismlar – plitaning betoniga kiritib mahkamlanadigan tirgaklar yordamida, – va stoliklarga tayanishida (10.24,b-rasm) montaj jarayonida rastvor va betonni

yotqizish bilan bog‘liq namli jarayonlarga yo‘l qo‘yilmaydi chunki u “tanaffus” lar muddatini qisqartiradi. Oraliq qurilmalarni temirbeton plitalar bilan kuchaytirish uchun, uzoq muddatli “tanaffus” lar talab etiladi. Ularni qisqartirish uchun kuchaytiriladigan oraliq qurilmani doimiy tayanchdan vaqtinchasiga ko‘chirib va uning o‘rniga kuchaytirish vaqtida zaxiradagisini qo‘yib, kuchaytirish chetda bajariladi [17, 24]. *Butun devorli oraliq qurilmani qatnov qismi ortotrop plitasi bilan kuchaytirish.* Uzunligi 18,2m dan 33,6m gacha bo‘lgan butun bosh to‘sinlari bilan payvandli oraliq qurilmalarning yuk ko‘taruvchanligi va uzoqqa chidamliligini oshirish, ayniqsa ularda charchoq yoriqlari rivojlanganda, ularni ortotrop plitalar yordamida kuchaytirish yo‘li bilan amalga oshiriladi (10.25-rasm) [30, 18].



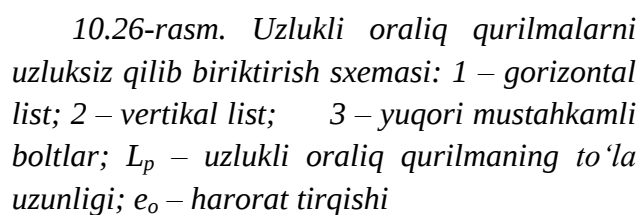
10.25-rasm. Oraliq qurilmani ortotrop plita yordamida kuchaytirish:

a – ballastsiz ko‘prik polotnosi bilan; b – ballast koritasi bilan

Yoriqli oraliq qurilmalarning xizmat qilish muddati kuchaytirilgandan so‘ng yilida 40mln brutto/km yaqin yuk kuchlanganligida 40 yildan 60 yilgacha tashkil etadi. Bunda oraliq qurilma to‘siniga dinamik ta’sir kamayadi. Metallning asosiy sarfi harakat ballastsiz ko‘prik polotnosi (BKP) bo‘ylab bo‘lgan yangi tipovoy metall oraliq qurilma massasining 40% ni va harakat ballast bo‘yicha bo‘lgan yangi qutisimon oraliq qurilma massasining 30% gachasini tashkil etadi. Bundan tashqari, ortotrop plita oraliq qurilma bosh to‘sinini atmosfera ta’siridan saqlaydi [17, 47].

Payvandli metall oraliq qurilmalarni ortotrop plita bilan kuchaytirishda

Agar ko‘prik tuynugi (otverstie) bir nechta uzlukli oraliq qurilmalar bilan yopilgan bo‘lsa, unda kuchaytirishda ularni uzluksiz qilib biriktirish maqsadga muvofiq bo‘lishi mumkin (10.26-rasm) [17, 24].



10.7. To'sinli ko'priklarning tayanchlarini kuchaytirish

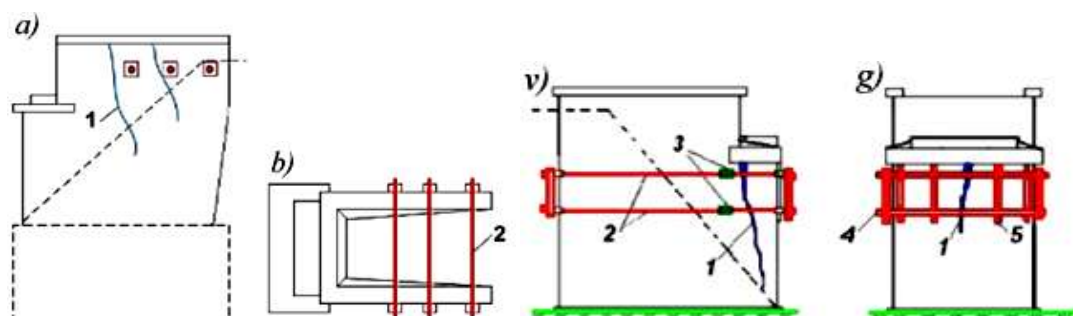
- uzatma, xomut va karkaslarni oʻrnatish;
- temirbeton belbogʻlarni qurish;
- terimni sementlash;
- yuzalarni torkretlash;
- temirbetonli “koʻylak” (qobiq) larni qurish;
- qoplamanining taʼmiri va terimni qayta terish;
- toshli, betonli va xarsangtoshli terimdagi yoriqlarni berkitish;
- podfermenniklarni kuchaytirish;
- qirgʻoq tayanchlarini uzaytirish.

230

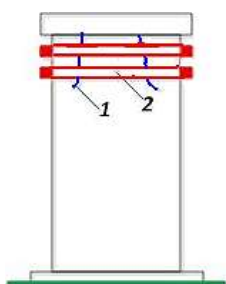
- qirg'oq tvayanchlarining teskari devorlarini;
- qirg'oq tvayanchlarining old devorlarini;
- yoriqlarning ruxsat etilmagan rivojlanishida oraliq tayanchlarni.

Qirg'oq tayanchlarining teskari devorlarini kuchaytirish, terim va gruntli to'ldirma orqali o'tkaziladigan uzatmalar yordamida, keyinchalik ularni tortish bilan bajariladi (10.27-rasm) [17, 47]. Uzatmalar diametri 25-30mm li sterjenlardan tayyorlanadi va tortish uchun gaykalar bilan ta'minlanadi. Uzatmalar gaykasi ostiga ikki tomonidan keng shayba yoki shvellerli to'sinlar qo'yiladi.

Qirg'oq tayanchlarining devorlarini kuchaytirish uchun, uzatma va vintli tortuvchi muftalar yordamida mahkamlanadigan karkaslar rels, qo'shtavr, shvellerlardan tayyorlanadi (10.27-rasm).



10.27-rasm. Qirg'oq tayanchlarini uzatma va karkaslar bilan kuchaytirish: a – teskari devorlarni uzatmalar bilan (ko'priq o'qi bo'ylab ko'rinish); b – xuddi shunday (rejadagi ko'rinishi); v – yon tomon devori tekisligida karkas bilan; g – xuddi shunday old devorning; 1 – yoriq; 2 – uzatmalar; to'sin karkaslari 3 – tortuvchi mufta (ikki o'qni ulovchi qism yoki mexanizm) lar; 4 – karkas to'sinlari; 5 – taqsimlovchi to'sinlar (ustunlar)

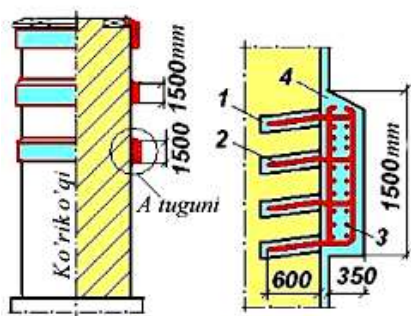


Oraliq tayanchlarni rezkali muftalar bilan tortiladigan prokatli metall dan tayyorlangan metall xomutlar yordamida kuchaytirishadi (10.2-rasm) [17, 47].

10.28-rasm. Oraliq tayanchlarni metall xomutlar bilan kuchaytirish: 1 – yoriq; 2 – xomut

Tayanchlarni temirbeton belbog'lar qurish orqali kuchaytirish. Terimning

ancha buzilishida oraliq tayanchlarni kuchaytirish temirbeton belbog‘ yoki qobiqlar yordamida amalga oshiriladi. Ular balandligi $1\div1,5\text{m}$ va qalinligi $25\div40\text{sm}$ bo‘lgan bitta yoki bir nechta gorizontal ko‘rinishda quriladi (10.29-rasm). Belbog‘lar soni tayanchlar holatiga bog‘liq. Gorizontal yoriqlar bitta belbog‘ bilan, vertikal va qiya yoriqlar esa balandligi bo‘yicha ikki-uch va undan ko‘p belbog‘lar bilan yopiladi (10.29-rasm).



10.29-rasm. Oraliq tayanch terimini temirbetonli belbog‘lar bilan kuchaytirish: a – umumiy ko‘rinish; b – ko‘ndalang kesim; v – A tuguni; 1 – teshik (skvajina) ning monolitlash betoni; 2 – anker; 3 – armaturali karkas; 4 – belbog‘ning monolitlash betoni

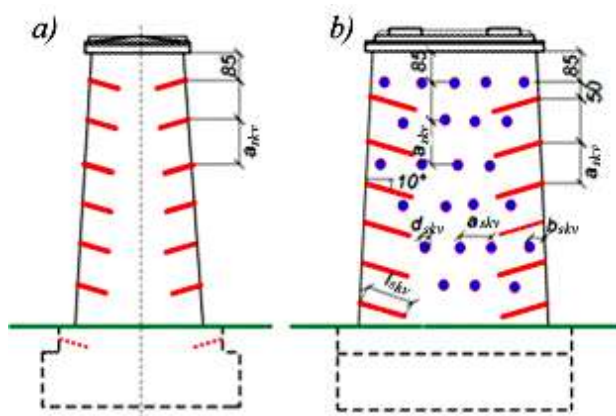
Tayanchning butun balandligi bo‘yicha belbog‘larni qurishda ustki belbog‘ karniz toshi ostki sathida, ostki belbog‘ esa PSS dan yuqorida (ishlarni tashkillashtirish shartlari bo‘yicha) quriladi. Tayanch balandligi bo‘yicha belbog‘lar orasidagi masofa fasad bo‘yicha tayanch qalinligidan katta qabul qilinadi. Belbog‘ diametri 25mm gacha bo‘lgan stenjenli armaturadan tayyorlangan to‘rlar bilan armaturalanadi, ular tayanch terimiga ($25\div30\text{mm}$ diametrli) $50\div75\text{sm}$ chuqurlikka kirgiziladigan, $18\div25\text{mm}$ li po‘lat ankerlar yordamida mahkamlanadi. Mo‘tadil iqlim (klimat) li yerlarda temirbetonli belbog‘larni tayyorlash uchun sinfi B22,5 dan kam bo‘lmagan monolit beton qo‘llaniladi, tayanchning suv va muz gorizontining o‘zgaradigan zonasida va sovuq iqlim sharoitlardagi yerlarda joylashishida esa – B35 va F300 (sovuqbardoshligi bo‘yicha) [17, 18, 23].

Terimni sementlash orqali tayanchlarni kuchaytirish. Sementlash terimga burg‘ilangan skvajinalar orqali sementli rastvorni haydab to‘ldirishni o‘z ichiga oladi. Yuboriladigan sementli rastvor yoriq va bo‘shliqlarni to‘ldiradi, terimni mustahkamlaydi va u orqali suv filtratsiyasi (sizishi) ga qarshilik ko‘rsatadi. Skvajinalarni burg‘ilash odatda qoplama choklari bo‘ylab bajariladi va shaxmat

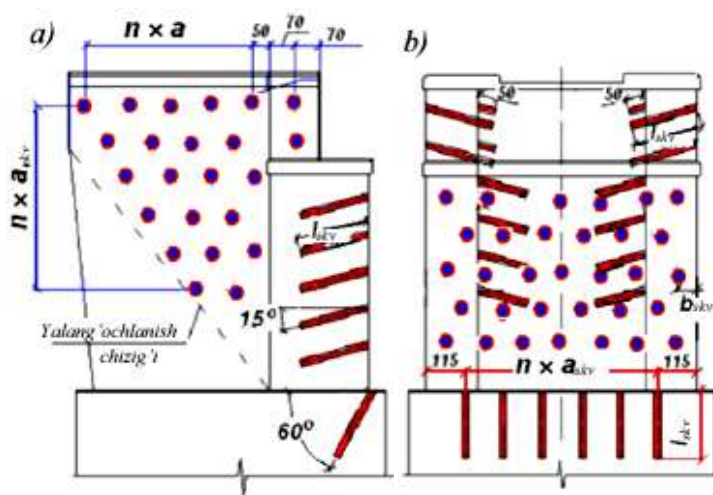
tartibida joylashtiriladi (10.30, 10.31-rasmlar).

Bunda quyidagi asosiy ko'rsatkichlar ko'zda tutiladi: burg'ılanadigan skvajina diametri $d_{skv} = 36 \div 65 \text{ mm}$ skvajinaning yon tomonlarida gorizontga nisbatan $10-15^\circ$ burchak qiyaligida burg'ilashadi, fermaosti maydonlaridan esa sement rastvorini bosim ostida yuborilganda ko'chib ketmasligi uchun, terim chetidan kamida $0,5-0,6 \text{ m}$ uzoqlikda vertikal qilib burg'ilashadi; skvajina qadami qo'shimchalarsiz sement rastvorini yuborishganda $a_{skv} = 0,81,2 \text{ m}$; xuddi shunday plastifikatorli qo'shimchalar bilan $a_{skv} = 1,22,0$; tayanch jinsi terimi chetidan skvajina markazigacha bo'lgan masofa $b_{skv} = 0,50,6 \text{ m}$; burg'ılanadigan skvajina chuqurligi shunday hisob bilan belgilanadiki, unda sementli qorishma massaviy barcha bo'shliq va yoriqlarni to'ldirsin va, qoidaga ko'ra, yirik tayanchlar uchun skvajinalarning ikki tomondan joylashishida massiv qalinligining $3/8$ qismidan oshmasligi kerak.

Ko'priklar tayanchi terimini sementlash quyidagi asosiy ishlarni o'z ichiga oladi: skvajinalarni burg'ilash; sementli rastvorni yuborish uchun skvajinalarni tayyorlash; sementli rastvorni skvajinalarga yuborish.



10.30-rasm. Oraliq tayanch terimini sementlash: a – o'q bo'ylab ko'rinish; b – ko'priklar o'qiga ko'ndalang ko'rinish; l_{skv} – chuqurligi; d_{skv} – skvajina diametri; a_{skv} – skvajinalar qadami; b_{skv} – skvajinadan terim chetigacha bo'lgan masofa



10.31-rasm. Qirg'oq
tayanchini sementlash:
a – o'q bo'ylab ko'rinish;
b – ko'prik o'qiga
ko'ndalang ko'rinish

Skvajinalarni sementlashga tayyorlash o'z ichiga yuvish va siqilgan havo oqimi bilan purkash (tozalash) ni oladi. Bo'shliq va tirqishlarni loyqa bosgan holda yuvishdan oldin terimga 5% li natriy (kaustik soda) quyiladi. Skvajinalarni yuvish, deyarli butun uzunligi bo'yicha skvajinaga erkin kiritiladigan uzun trubkalar yordamida, 2atm bosim ostida amalga oshiriladi. skvajinalarning chuqurligi katta bo'lganda ularni yuvish 4atm bosim ostida in'ektor yordamida amalga oshiriladi. Skvajinalarni yuvish yuqoridan pastga qarab, gorizontalar bo'yicha bajariladi va skvajinadan qaytib oqib chiqadigan suv toza bo'lgunga qadar davom ettiriladi. Skvajina yuvilgan so'ng 2atm bosim ostida 10÷15daq siqilgan havo oqimi bilan purkaladi, keyin esa qanop tolasi (пакля) bilan o'ralgan yog'ochli tiqin (пробка) yordamida berkitiladi; tiqin mazkur skvajinani sementlash oldidan chiqarib olinadi [17, 47].

[17, 47] ga muvofiq terimga sementli rastvorni yuborish, skvajina ichidagi o'lchangan harorat +5°C dan past bo'lganda, issiq joy qurmasdan taqiqlanadi. Sementlash uchun, qoidaga ko'ra, markasi 300 dan kam bo'lmagan sement va aralashmalarsiz qumdan tayyorlangan toza sementli rastvor qo'llanadi. Terimga yuboriladigan sementli rastvor sifatini yaxshilash uchun, plastifikatorli qo'shimchalardan foydalaniladi.

Terimga sementli rastvorni yuborish uchun havoni siqib uzatuvchi kompressorlar qo'llaniladi, ishlar hajmi uncha katta bo'lmaganda – dastaki porshenli (plunjerli) nasoslar. Qabul qilingan bosimda sementli rastvorning

singishi umuman to'xtasa, skvajinalar qoniqarli sementlangan hisoblanadi. Sementlash yakunlangandan so'ng skvajinalar hajmi bo'yicha 1:1:0,67 (sement, qum va suv) tarkibli sementli rastvor bilan bekitiladi [17, 47].

Terimni torkretlash orqali tayanchlarni kuchaytirish. Torkretlash – muhandislik inshootlarining temirbeton, beton va toshli terimlarni ta'mirlash va kuchaytirishda konstruksiya yuzasiga, siqilgan havo bosimi ostida bir yoki bir necha qatlam sement, qum va suvdan tayyorlangan rastvorni yotqizish usuli. Bunda oddiy beton yoki rastvor xossasidan farqlanadigan, zichlantirilgan torkret qatlami yuzaga keladi. Torkret oddiy betonga nisbatan yuqori mexanik mustahkamlik, sovuqbardoshlik, suv o'tkazmaslik, inshoot terimi bilan yaxshi tishlashish xususiyatlariga ega. Barcha jarayonlarning mexanizatsiyalashgani torkretlashning afzalliklariga kiradi [17, 47].

Mustahkamligini oshirish va kirishish yoriqlari sodir bo'lishidan saqlash uchun torkret qatlamni metall to'rlar bilan armaturalash tavsiya etiladi. Muhandislik inshootlari terimini torkretlash bo'yicha ishlar loyihaga mos ravishda va amaldagi hujjatlar talablariga muvofiq bajariladi [17, 47].

Ko'priklar tayanchlari terimining yuzasini torkretlash bo'yicha ishlar quyidagilarni o'z ichiga oladi [17, 47]:

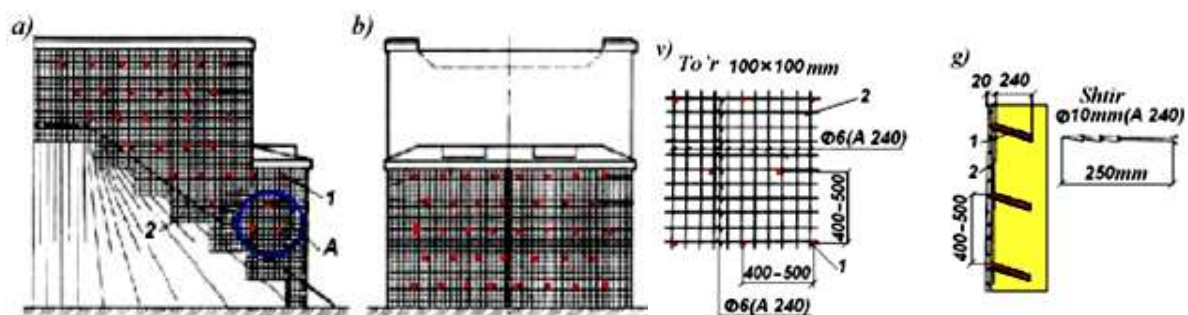
- terimning torkretlanadigan yuzasini tayyorlash;
- sementli-qumli qorishmani tayyorlash;
- torkretni yotqizish;
- torkret qoplamani parvarishlash;
- torkret ishlari sifatini nazorat qilish.

Torkretlash uchun yuzani tayyorlashda terimning bo'shashgan qismlarini olib tashlaydi, yoriqlar va nuqsonli joylar tozalanadi, bu joylar va uning atrofida kertik qilinadi, yuza qurum, balchiq, chang, mazut dog'i va sh.o'. lardan tozalanadi. Torkretlanadigan yuzani tozalash simli cho'tkalar yoki qumpurkagich apparat bilan toza quruq qum bilan amalga oshiriladi. Yuza tozalangandan so'ng unga siqilgan havo purkaladi va keyin bosimli suv oqimi

bilan yuviladi.

Yirik tayanchlarning ta'mirida torkret qatlam 20 – 40mm qalinlikda quriladi. Bunda torkret qatlami metall to'r bilan armaturalanadi, u qatlamni katta mustahkamlikka erishtiradi va kirishish yoriqlaridan saqlaydi. Torkretni armaturalash quyidagicha amalga oshiriladi: torkretlash lozim bo'lgan barcha yuzalarda bir-biridan 400-500mm masofada diametri 16-20mm li va chuqurligi 150-200mm li tuynuklar ochiladi, ularga diametri 8-10mm li uchlari qayirilgan shtir (to'g'rilash moslamasi) (anker) lar sementli rastvorda kirgizib mahkamlanadi. Ankerlarga to'qilgan simlar bilan diametri 3-6mm li, kvadrat tomonlari 25mm dan 100mm gacha bo'lgan to'rlar ko'rinishidagi armatura mahkamlanadi (10.32-rasm) [17, 25, 47].

To'rlarni shtirlarga biriktirish to'qilgan simlar bilan bajariladi, to'r yuzadan kamida 10mm masofada o'rnatiladi. Torkretlash uchun ishlar maxsus torkret-qurilma yordamida bajariladi.

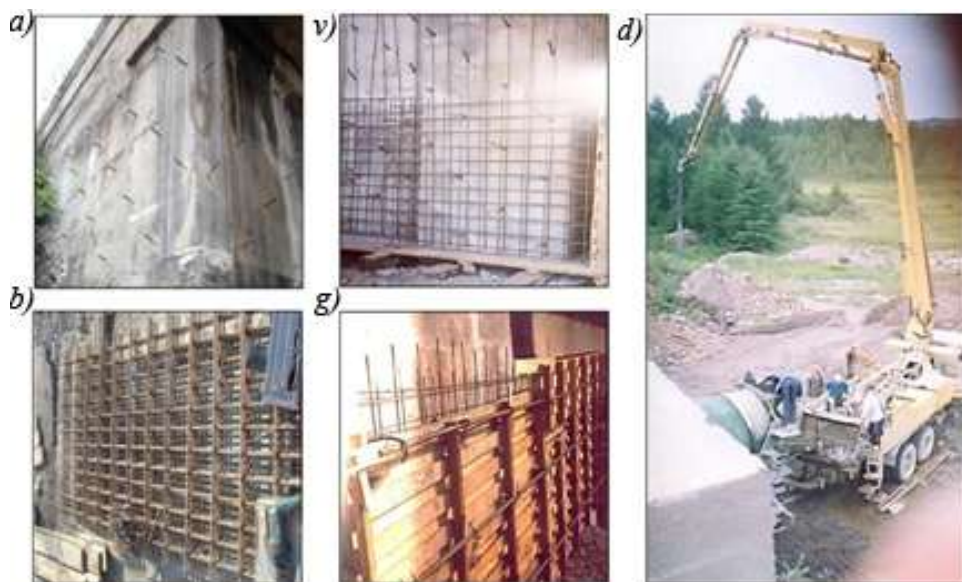


10.32-rasm. Qirg'oq tayanchi terimi yuzasini torkretlash: a – o'q bo'ylab ko'rinish; b – ko'prik o'qiga ko'nlalang ko'rinish; v – armaturali to'r (A tugun); g – shtirlar o'rnatiladigan zonadagi ko'ndalang kesim; 1 – shtir (anker); 2 – armaturali to'r

Tayanchlarni temirbeton “ko'ylak” (qobiq) qurish orqali kuchaytirish. Temirbeton “ko'ylak” ning qalinligini 12–15sm katta (qolipda betonlash sharti bilan), qoplama to'liq almashtirilganda esa 50-60smdan katta. Tayanchlarni mavjud terim ishiga qo'shilgan temirbeton “ko'ylak” (qobiq) lar bilan kuchaytirish tashqi yuklardan uni bo'shatish ta'sirini ta'minlaydi.

Ko'priklar tayanchlarida temirbeton “ko'ylak” (qobiq)larni qurish bo'yicha

ishlar tarkibi o'z ichiga quyidagilarni oladi (10.33-rasm): yuzani tozalash; shpur (tuynuk) larni burg'ilash; ankerlarni o'rnatish va keyin uni monolitlashtirish; armaturali to'rlarni montaj qilish; yig'iladigan-yechiladigan qolipni montaj qilish; betonlash; qoliplarni yechib olish; armatura va beton ishlarining sifatini nazorat qilish.



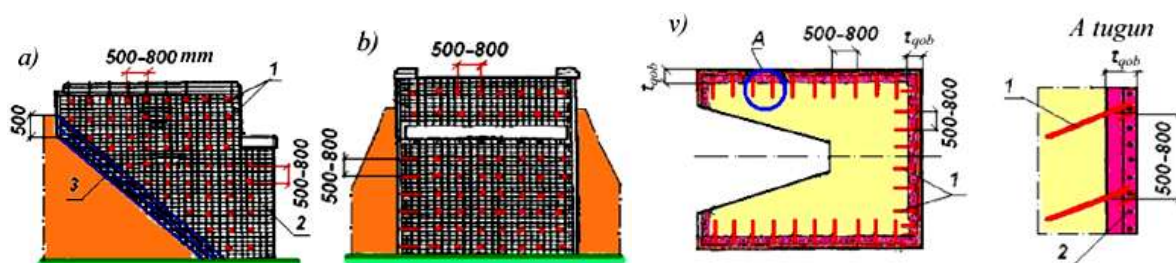
10.33-rasm. Temirbetonli “ko'ylak” ni qurish: a – ankerlarni qurish; b – armaturali setkani montaj qilish; v – ko'pqatorli armaturali to'rni montaj qilish; g – yig'iladigan-yechiladigan qolipni montaj qilish; d – betonnasos bilan betonlash

Temirbeton “ko'ylak” (qobiq) ni tayanchning eski terimi bilan bog'lanishi anker (shtir) lar o'rnatish va uning yuzasini tarashlash orqali ta'minlanadi. Shpur (tuynukcha) larni burg'ilash ankerning kamida 8-10 diametri chuqurligida perforatorlar yordamida amalga oshiriladi. Shpurlarning diametri, qoidaga ko'ra, anker diametridan 20mm katta qilib olinadi. 12–20mm diametrli ankerlar 1:3 (sement-qum) tarkibli rastvor bilan monolitlashtiriladi [17, 24, 47].

Qobiqlar terimga kirgizilgan shtirlar bilan mahkamlanadigan metall to'rlar bilan armaturalanadi. Katak o'lchamlari 100÷200mm bo'lgan to'rlar A240 sinfli diametri 10÷16mm li armaturadan tayyorlanadi va shtirlarga to'qiladigan sim bilan bog'lanadi. Qirg'oq tayanchlarida qobiqlar ochiq yuzalar bo'ylab gruntga 400÷500mm kirgizib quriladi (10.34-rasm). Qobiq poydevor qirg'og'iga

tayanadi, yuqorisidan zich qilib karniz osti yoki kordon toshlari yaqiniga keltiriladi.

Qobiqni betonlashni butun konturi bo'ylab birdaniga amalga oshirish tavsiya etiladi. Yotqiziladigan betonli qorishma yuzasining gorizontga nisbatan qiyalik burchagi 35° dan katta bo'lmasligi va betonni yotqizish va zichlantirish (tebratish) da uning qatlamlanishini keltirib chiqarmasligi. Betonlash konstruksiyaning simmetrikligini e'tiborga olib chetidan o'rtasiga qarab olib borilishi lozim. Zamonaviy sharoitlarda qolipning butun konturi bo'ylab betonlash uchun beton nasoslar o'z tatbig'ini topmoqda.



10.34-rasm. Qirg'oq tayanchining temirbetonli "ko'ylagi" (qobiq'i): a – o'q bo'ylab ko'rinish; b – ko'priq o'qiga ko'ndalang ko'rinish; v – tayanchning ko'ndalang kesimi; 1 – anker (shtir) lar; 2 – armaturali to'r; 3 – tortgichlar; t_{ob} – qobiq qalinligi

Qolipda beton mustahkamligiga erishish davrida talab etiladigan namli rejim ta'minlanadi va nazorat qilinadi. Qirg'oq tayanchlari yon devorlarining temirbeton qobiqlari sinish darajasiga qarab shkaf devori yuqorisi bo'ylab yoki uning butun balandligi bo'ylab (terimni ajratib olish bilan) tortgichlar bilan o'zaro tortiladi (10.8,a-rasm). Ko'tarma tomonidan qobiq teskari devor yon tomoniga kirgiziladi yoki tortgichlar bilan biriktiriladi. Qirg'oq tayanchlari teskari devori yon tomonlarining yuqorisi bo'ylab tortgichlarni qurish ishlari yukdan bo'shatuvchi osma paketlar o'rnatilgandan so'ng o'yiqlarda amalga oshiriladi. Paketlarni olib qo'yish va o'rnatish "tanaffus" da, ish joyini to'xtash signallari bilan chegaralab va ish joyi bo'ylab poyezdlarning 25km/s dan katta bo'lmagan tezligi bilan harakati to'g'risida (to'xtash signallari olib tashlangandan so'ng) ogohlantirish berish bilan bajariladi [17, 24]. Temirbeton

“ko‘ylak” ni haqiqiy sharoitlarda qurish, qoidaga ko‘ra, poyezdlar harakatida tanaffussiz amalga oshiriladi (10.7-rasm).

Qobiqni ta'mirlash va ko'prik tayanchlarini qayta terish. Qobiqning ta'miri mahalliy buzilishida ayrim nuqsonli toshlarini almashtirish bilan amalga oshiriladi. Yangi qobiq toshlari bo'shliqlarni tozalash va sementli rastvor bilan to'ldirish orqali joyiga yotqiziladi. Agar qobiqlarni katta masshtabda almashtirish talab etilsa, unda yangi qobiqni tayanch eski terimi bilan biriktiradigan maxsus konstruksiya qo'llanadi. Buning uchun eski terimga maxsus uchli ilmoqlarni kiritib mahkamlanadi, ular bilan yangi qobiq toshlari ankerli halqa (skoba) lar bilan biriktiriladi. Past suv sathida shikastlangan qobiqlarni almashtirish, qoidaga ko‘ra, qishda, suvning past sathida muzlatib bajariladi [17, 24, 47].

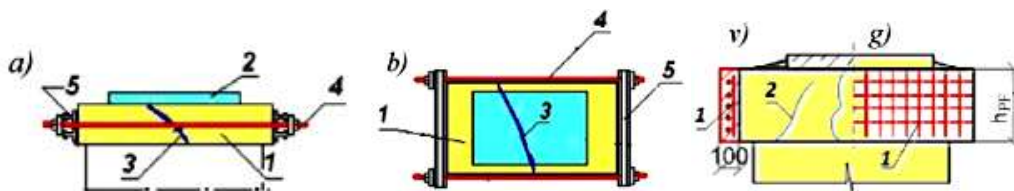
Tayanchlarni qayta terish ekspluatatsiya davrida ancha nuqsonlar olgan terimning qoniqarsiz holatida bajariladi. Mazkur ishlar yukdan bo'shatuvchi tayanchlarni qurish bilan loyiha bo'yicha bajariladi. Ko'priklar tayanchlarining buzilgan xarsang toshli terimini qisman qayta terishda eski terim yaroqsiz rastvori bilan to'laligicha olib tashlanadi. Yangi terim choklarni to'g'ri bog'lashni e'tiborga olib bajariladi. Rastvor bilan terimda qo'llaniladigan tosh yaxshi bog'lanishi uchun, u loyqa va changdan tozalanadi, yuviladi, yotqizishdan oldin esa suv bilan namlanadi. Terim tugashi bilan ularni etti kun nam holatda ushlab turib, chipta, eski xalta va sh.o'. lar bilan yopiladi. Tayanchlarni qayta terishda betonli terim oddiy usullar bilan bajariladi [24, 47].

Ko'priklar tayanchlarini podfermennik, kordon toshlari bilan kuchaytirish. Ayrim bo'shab qolgan kordon yoki karniz toshlarini qayta terish bu toshlar yotqizilgan eski rastvor olib tashlanib, yangisini quyib amalga oshiriladi. Bunda ishning quyidagi tartibiga amal qilinadi: toshlarni ponalarga o'rnatish va shoqul (отбеч) va sathi bo'yicha tekshirish; choklarni kam filtrlovchi material (masalan, qog'oz yoki kanop losi) bilan tashqarisidan yuvish va yotqizish; 1:2 tarkibli sementli rastvor bilan choklarni to'ldirish; rastvor qotganidan so'ng pona va

kanop losini olib tashlash; choklarni soʻtishni amalga oshirish.

Podfermenniklarda yoriqlar va yorilish (parchalanish) xavfi sodir boʻlganda ularni kuchaytirish metall xomutlarni oʻrnatish yoki temirbeton halqalarni qurish yordamida amalga oshiriladi (10.35-rasm).

Qirgʻoq tayanchlarini uzaytirish. Eksploatatsiya qilinayotgan koʻpriklarning qirgʻoq tayanchlarini uzaytirish kirish koʻtarmasining choʻkishi va kirish koʻtarmasi konuslarining siljishi sodir boʻlganda, hamda uzunligi boʻylab geometrik koʻrsatkichlarni oshirish zarurati tugʻilganda amalga oshiriladi. Qirgʻoq tayanchlarini choʻzish ikki usulda bajariladi:



10.35-rasm. Podfermenniklarni kuchaytirish: a, b – metall xomutlar bilan; a – koʻprik oʻqiga koʻndalang koʻrinish; b – rejasi; v, g – temirbeton halqa bilan; v – halqa boʻyicha qirqim; g – halqani armaturalash; 1 – 6–8 mm diametrli armatura bilan katak oʻlchamlari 100x100mm boʻlgan armaturali toʻr; 2 – yoriq

- chaqiq tosh bilan toʻldirilgan tubsiz temirbeton kajava (quti) larni qurish orqali;

- temirbeton shvellerlarni qurish orqali.

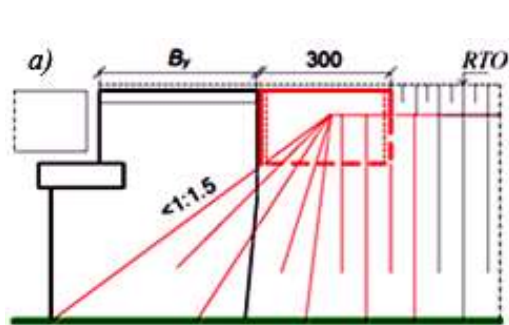
Tubsiz temirbeton kajavalar bilan qirgʻoq tayanchlarini uzaytirish koʻtarmaning 0,9 -1,4m choʻkishida, hamda ularning uzunligini choʻzish zaruratida qoʻllaniladi (10.36,a, b, v-rasmlar). Temirbeton shvellerlar bilan uzaytirish, qoidaga koʻra, 2m dan kam bajariladi (10.36, g, d-rasmlar).

Qirgʻoq tayanchlarini chaqiq toshlar bilan toʻldirilgan tubsiz temirbeton kajavalar bilan kuchaytirishda, ularning kirish koʻtarmasi gruntining gorizontaal taʼsiridan boʻshashi sodir boʻladi. Qirgʻoq tayanchlarga yukning kamayish xissasi ularni uzaytirishdagi temirbeton kajavalarining soniga bogʻliq holda oʻrtacha 20% dan 40% gacha tashkil etadi.

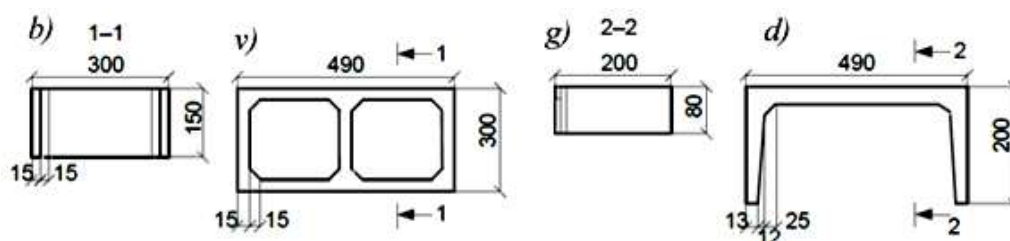
Qirgʻoq tayanchlarini uzaytirish boʻyicha ishlarni tashkillashtirish

texnologik xarita yoki loyihalar bo'yicha amalga oshiriladi va quyidagi asosiy ishlarni o'z ichiga oladi: qirg'oq tayanchi tashqarisidagi gruntни loyihaviy otmetkasiga ishlab chiqish; qum-shag'al to'shama va drenajni qurish; temirbeton kajava (shveller) larni montaj qilish; kajavani chaqiq tosh bilan to'ldirish; kirish ko'tarmasi konusini loyihaviy holatgacha to'ldirish.

Ishlar ko'pincha dastlab shakllantirilgan ishchi qo'zg'aluvchi tarkibdan foydalanib bajariladi, unga manyovrli teplovoz, kranli universal asbob-uskuna va platforma jalb qilinadi.



10.36-rasm. Qirg'oq tayanchini tubsiz temirbeton kajava bilan uzaytirish: a – ko'prik o'qi bo'ylab tayanchning ko'rinishi; b – tubsiz temirbeton kajavaning 1–1 bo'yicha ko'ndalang kesimi; v – kajava rejasi; g – temirbeton shvellerning 2–2 bo'yicha ko'ndalang kesimi; d – shveller rejasi; V_u – qirg'oq tayanchining uzunligi; RTO – rels tagligi otmetkasi



Tayanchlarning nazorati, saqlovi va ta'miri. 1) Nazorat tayanchlar konstruksiyalarida ishlatiladigan qurilish materialiga bog'liq holda belgilanadi.

Tayanchlarning suv osti qismining ko'rigi uchun g'avvoslar jalb qilinadi. Tayanchlar holatni uzoq muddat kuzatish uchun tayanchlar konstruksiyasida nazorat markalarini o'rnatish va ularni teodolit yoki nivelir siljishlar yordamida doimiy reperli otmetkalar bilan bog'lash lozim.

2) Saqlov bo'yicha asosiy qoidalar [17, 24]:

2.1) Tayanch qismlarning metall qismi zangdan doimiy tozalanib turiladi va bo'yoqlanadi. Ishchi yuzalar grafit qo'shilgan yopishqoq moydan tashkil topgan grafitli emulsiya bilan moylanadi.

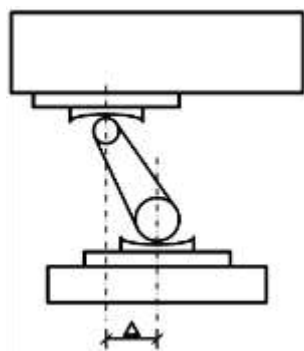
Rezinali tayanch qismlar ifloslanish va yog‘, moy va zararli aralashmalardan tashkil topgan moddalardan tozalab turiladi.

2.2) Qo‘zg‘aluvchi tayanch qismlarini, ularning holatini to‘g‘rilash momentidagi haqiqiy haroratni e‘tiborga olib, loyiha holatiga qaytarish zarur.

Balansir (ikki yelkali pishang) larni tayanch plita o‘qiga nisbatan hisobiy siljishi (10.37-rasm):

$$\Delta = (t - t_{o'rt} - 10)\alpha l,$$

bunda t – havoning haqiqiy harorati, °C; t_{sr} – mazkur mintaqa uchun o‘rtacha yillik harorat, °C; α – chiziqli kengayish koeffitsienti, po‘lat uchun - 0,000012, temirbeton uchun esa 0,000010 qabul qilinadi (SP 35.13330.2011); l – tayanch qismning qo‘zg‘almaydiganidan ko‘riladigan qo‘zg‘aladiganigacha bo‘lgan masofa, sm.



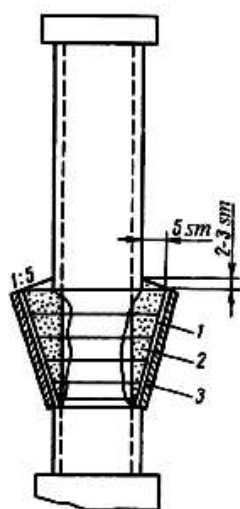
10.37-rasm

2.3) Podfermennik va bosh to‘sin yuzalarida suvning turib qolishi, supurindi, loy va begona narsalarning to‘planishiga yo‘l qo‘yilmaydi.

2.4) Gorizontall yuzalarda vaqti-vaqti bilan yemirilish darajasiga qarab 20 % li qiyalik bilan sementli rastvordan quyiladigan maydocha quriladi.

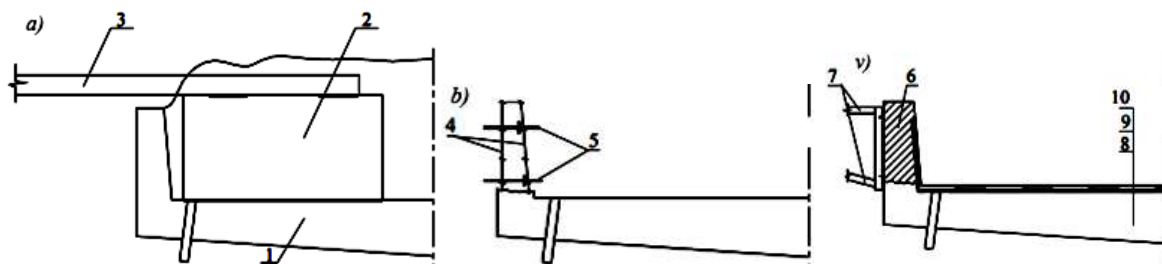
2.5) Yig‘ma qoziqli va ustunli tayanchlarda suvning o‘zgaruvchan sathida ochilish eni 0,2mm dan katta bo‘lgan, hamda konstruksiyaning qolgan uchastkalarida ochilish eni 0,3mm dan katta bo‘lgan yoriqlarni in‘eksiyalash usulida berkitish tavsiya etiladi.

2.6) Ayrim qoziq yoki ustunlarning anchagina lokal shikastlanganida tiklashning quyidagi usulini qo‘llash mumkin. Buning uchun beton kesib olinadi, armatura tozalanadi, qoziq yoki ustun konturi bo‘ylab qo‘shimcha armaturali karkas o‘rnatiladi va polimerbeton yotqiziladi (10.38-rasm).

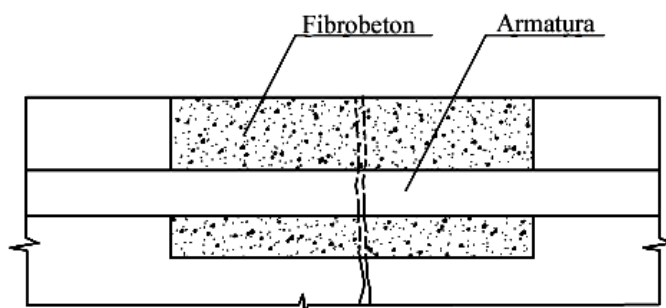


10.38-rasm. 1 – armaturali karkas; 2 – polimerbeton; 3 – qolip

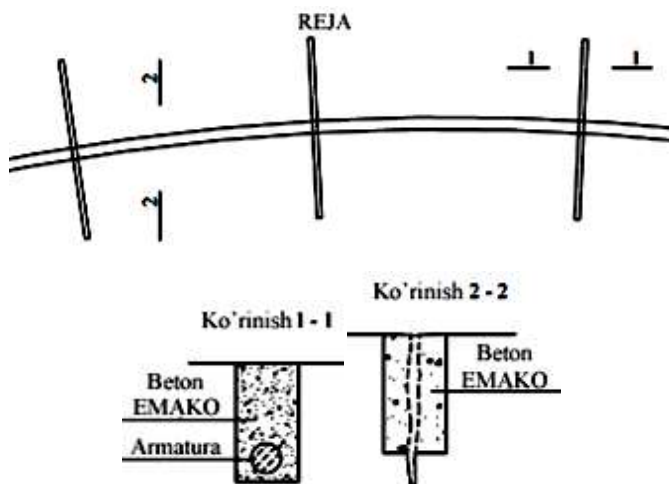
2.7) Tayanchning qoziq yoki ustunlarining ko‘p qismi anchagina shikastlanishida uni yig‘madan monolitga qayta qurish mumkin. Buning uchun barcha qoziq yoki ustunlar perimetri bo‘ylab betonli massiv bilan qoplanadi.



10.39-rasm. Temirbetonli ballast koritasining ta‘mirlov sxemasi: 1 – mavjud konstruksiya; 2 – temirbeton to‘sin; 3 – konsolli to‘sin; 4 – armatura; 5 – shpilkalar; 6 – MACFLOW® sementli beton; 7 – trotuar konsolining metall konstruksiyasi; 8 – tekislaydigan qatlam; 9 – rulonli gidroizolyasiya; 10 – himoya qatlam



10.40-rasm. EMACO® fibrobeton yordamida konstruksiyalarning yaxlitligini tiklash sxemasi: 1 – fibrobeton; 2 – armatura



10.41-rasm. Betonli va toshli
konstruksiyalarning yaxlitligini tiklash
sxemasi: 1 – armatura; 2 –EMACO®
betoni

Kirish yo'llari va regulyasion inshootlarining ta'miri. Kirish yo'llari va regulyasion inshootlar ta'miri o'z ichiga quyidagilarni oladi:

- suv yuvib ketgan joylarni o'tkazuvchi plitalarni yotqizish orqali grunt yoki tosh materialini yotqizish yo'li bilan bartaraf etish;
- kirish yo'llari qirg'oq, konus va qiyaliklarining ancha yuvilganida maxsus loyihalar bo'yicha yangi yoki qo'shimcha regulyasion inshootlarini qurish.

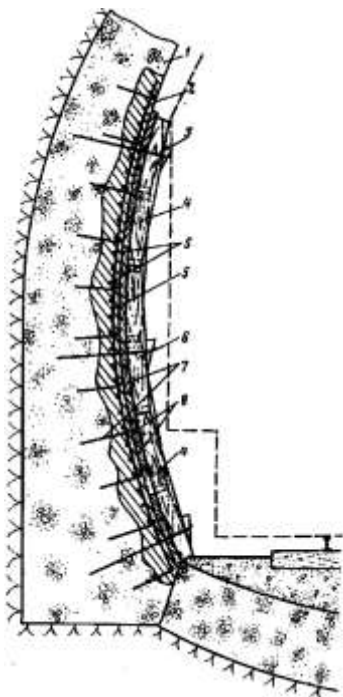
10.8. Tonnellar konstruksiyalarining reabilitatsiyasi

Tonnel obdelkasi, portallari, tuynuklari va kameralarining joriy ta'miri. Ilgari qurilgan ko'pchilik temir yo'llar, vatanimizdagi tonnel qurilishi amaliyotida hozirda qo'llanmaydigan, tosh yoki g'isht obdelkasiga ega. Undan keyingi yillarda ko'proq quyma (monolit) betondan va o'ta murakkab gidrogeologik sharoitlardagina istisno tariqasida – cho'yan va temirbeton obdelkalar qo'llana boshlandi. Qator nomaqbul omillar ta'siri ostida obdelkada, unda mahalliy shikastlanishlar hamda buzilishlarga olib keladigan, turli nuqsonlar paydo bo'lishi mumkin. Aniqlanganki, tonnel obdelkalarining ko'pchilik deformatsiyalari qo'qqisdan emas, balki qandaydir vaqt davomida ro'y beradi. Tonnel obdelkasi tosh termasining tez-tez uchrab turadigan shikastlanishlari – tosh termasi choklarining yorilib va uqalanib ketishi bo'lib,

ayrim hollarda suv termaning tanasiga kirib borib, muzlab, uni buza boshlaydi. Tosh termasi buzilgan choklarini tiklash texnologiyasi ularni tozalash va suv bilan yuvishni, hamda yangi sement qorishmasi bilan to'ldirishni ko'zda tutadi. Buzilgan choklarni qorishma bilan yuzaki suvalishi taqiqlanadi. Devor va ravoqlardagi choklarni ulashni (rasshivkalashni) poyezdlar aro tanaffuslardagi "darcha"larda maxsus havozaalardan turib bajariladi [11, 18, 23].

Tonnel obdelkasi ravog'ining termasidagi kuchsiz qotirilgan pardozlov toshlari poyezdlar harakati va tonnel ichida ishlayotgan odamlar xavfsizligi uchun jiddiy havf tug'diradi. Ravoqda topilgan bunday toshlarni zudlik bilan qotirish yoki vaqtincha olib tashlash lozim. Tonnellar devorlari va ravoqlarining ayrim toshlarni vaqtincha (muvaqqat) qotiriluvini ochiq choklarga, qattiq navli yog'ochlardan yasalgan ponalarni qoqish yo'li bilan bajariladi. Kuchsizlanib qolgan pardoz toshlarini almashtirish uchun toshlarni muzlashga bardoshlilik, mustahkamligi kamida 40 MPa bo'lgan, darzlarsiz jinslardan tayyorlab olinadi. Tushib ketgan toshlar qaytib o'rniga qo'yish uchun qorishmani 1:3 nisbatda olingan markasi kamida 400 bo'lgan sement va donadorligi 0,5÷1 mm li qumdan $S/S=0,5$ qilib tayyorlanadi; qorishmani tayyorlash uchun ishlatiladigan suv tarkibida sulfatlar miqdori 1500 mg/l dan oshmasligi kerak. Qator hollarda olib tashlangan toshlar o'rniga sinfi B30 va undan yuqori bo'lgan beton yotqiziladi. To'ldirmani yaxshiroq ushlanib qolishi uchun betonni qo'shni toshlarga sanchiladigan metall shtirlari bilan armaturalanadi.

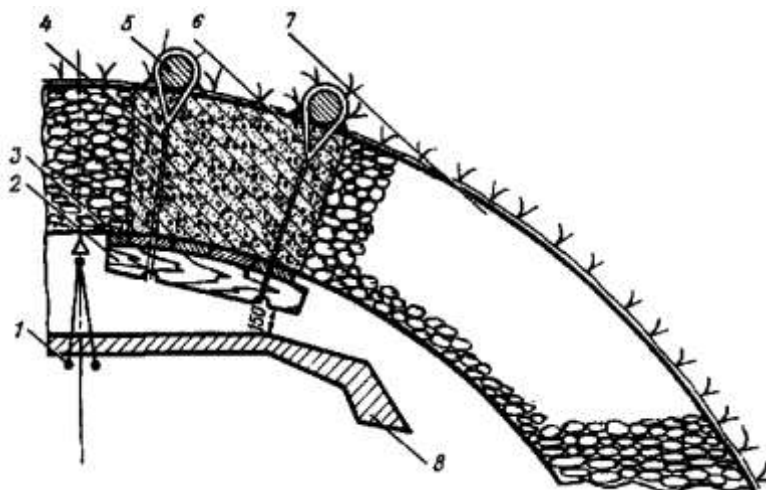
Tonnel ravog'ida o'pirilishlar paydo bo'lganida, obdelka ushbu uchastkalarda zudlik bilan qotirilishi darkor. Yon tarafdin tutashgan obdelkaning mustahkamligi yetarlicha bo'lganida, bunday qotirish obdelkalar ortiga qalamchalar (korotishlar)ni o'rnatib olib (osma sektorli krujalalarni bog'lash uchun) hamda yog'och taxtalardan ship tortqisini o'rnatib bajariladi (10.42-rasm). O'pirilish joyiga tutash tonnel obdelkasining mustahkamligi etarlicha bo'lmaganida qotirishni yuk ko'taruvchi krujalalar yordamida, ularni ichki tarh bo'ylab o'rnatib amalga oshiriladi [11, 18, 23].



Eski tonnellar obdelkasida suvlarning buzuvchi ta'siri hamda tosh termasining sifatsizligi tufayli, obdelkaning qaytadan sozlashni talab qiladigan mahalliy deformatsiyalari paydo bo'lishi mumkin.

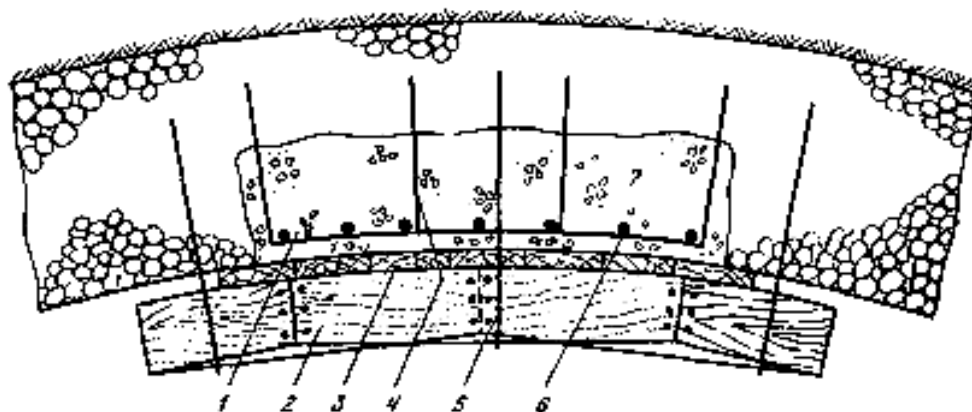
10.42-rasm. Tunnel obdelkasini temirbeton bilan qotirish: 1 – obdelka; 2 – nuqsonli qatlamni o'yib olish; 3 – ponalar; 4 – k rujalalar; 5 – armatura; 6 – chegaralar; 7 – shtirlar; 8 – qolip

Ko'pchilik qadimda qurilgan, davriy tarzda muzlash va erishga duchor bo'lib turadigan, suvlangan tonnellarning tosh yoki beton sirti ayrim uchastkalari shunchalik buziladiki, hatto uni olib tashlash va yangi tosh termasi bilan almashtirish zarurati vujudga keladi. Ko'pchilik hollarda almashtirish tosh termasi materialini uning buzilish chuqurligigacha o'yib olib tashlab, tunnel obdelkasidagi o'yilgan joylarga qalinligi 10 dan 30 sm gacha bo'lgan temirbeton "ko'yлак" bilan qoplab berkitib bajariladi (10.43-rasm).

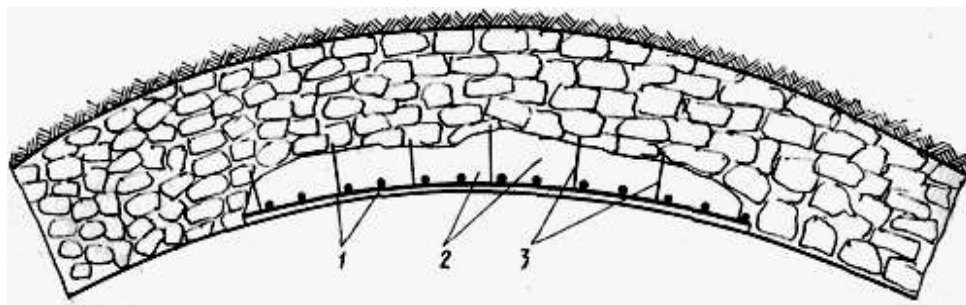


10.43-rasm. Ikki tomoni ochiq (skvoznoy) o'pirilishni bo'shatish va betonlashga tayyorlash: 1 – kontakt simlari; 2 – lekalo; 3 – qolip; 4 – sim; 5 – yog'och yoki metalldan qilingan o'rnatma detal; 6 – temirbeton; 7 – ravoqning eski tosh termasi; 8 – tok qabul qilgich konturi

Tonnel obdelkasining ravog'idagi sidra bo'lmagan o'pirilishlarni to'ldirish va kuchaytirish, kamida 40 sm chuqurlikkacha sanchiladigan metall chegaralar yordamida tosh termasining buzilmagan qismiga osiladigan sektorli krujalalar o'rnatib bajariladi. Bunday o'pirilishning betonli to'ldirmasi, kamida 25 sm chuqurlikkacha sanchiladigan metall shtirlarga mahkamlanadigan ko'ndalang va bo'ylama armatura bilan kuchaytiriladi (10.44-rasm). Betonlash jarayonida er osti suvlarini qochirish hamda keyinchalik obdelka orti bo'shliqlariga qorishma haydab to'ldirish uchun, o'pirilishni betonlashdan avval bir nechta metall naychalar o'rnatib olmoq lozim. O'pirilishni quymalash (monolitlash) maqsadida himoya qoplamasining pastki qismi, obdelkaga ankerlar vositasida mahkamlanadigan metall to'ri bo'yicha tushiriladi (10.45-rasm) [11, 18, 23].



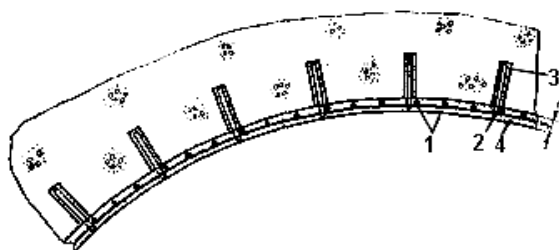
10.44-rasm. Ikki tomoni ochiq bo'lmagan (neskvoznoy) o'pirilishlarni beton bilan qoplash: 1 – o'pirilish; 2 – yog'och krujalalar; 3 – qolip; 4 – shtirlar; 5 – chega (skoba); 6 – armatura; 7 – yangi quyilgan beton



10.45-rasm. Aeratsiyalangan qorishmadan himoyalov qatlamini o'rnatish: 1 – metall to'r; 2 – aerosement; 3 – shtir

Kuchsiz jinsdan qilingan tosh yoki yetarlicha mustahkamlikka ega bo'lmagan betondan yasalgan tunnel obdelkasining sirti ko'pincha, yemirilish jarayonlari, lokomotivlarda yonib chiqqan gazlar, tajovuzkor suvlar sababli, shuningdek davriy ravishda muzlab erish keltirib chiqaradigan tezkor buzilishga duchor bo'ladi. Obdelkaning buzilishi yuzasidan boshlanadi hamda obdelkaning ichiga qarab davom etishi mumkin.

Tonnellar toshli yoki betonli obdelkalarini emirilishdan himoyalashning hamda unga yanada ko'proq namqaytaruvchanlik xususiyaini berishning eng oqilona usuli muhofazaluvchi qoplamalar tushirishdir. Qoplamani tushirishdan avval obdelka sirti tozalanadi va suv bilan yuviladi. Obdelka tosh termasida chuqur darzlar mavjud bo'lganida, shuningdek uning namlanganligida qoplamani metall to'ri uzra tushiriladi (10.46-rasm).

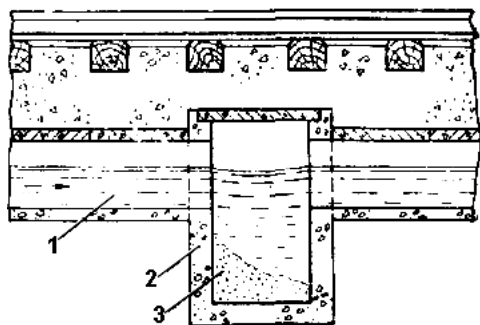


10.46-rasm. Qoplamalar uchun to'rni mahkamlash: 1 – to'r; 2 – shtirlar; 3 – chuqurligi 20 sm gacha bo'lgan shpurlar; 4 – torkretli yoki aerotsementli qoplama

Tunnel obdelkasiga kirib boruvchi yer osti suvlari mavjudligida uning yuzasida namlikdan dog'lar, oqmalar, chakkilar va hatto suv oqimchalari paydo bo'ladi. Yer osti suvlari uzoq vaqt filtrlanib tursa, tosh termasi betoni va qorishmasining sho'rlanib yuvilishi va buzilishi ro'y beradi, obdelkaorti bo'shliqlari paydo bo'ladi. Temir yo'l tonnellarining suvlanganligi yer yuzasidagi suvlarning filtratsiyasi ehtimoli borligiga ko'pdan bog'liqdir. Yer yuzasidagi suv qochirish gruntga doir suv qochirish ariqlari va usti ochiq beton novlari yordamida amalga oshiriladi. Tunnel usti ariqlari va novlari balchiqlanmasligi maqsadida ular kamida 0,002 nishablikka va tegishli aksfiltratsion to'siqqa ega bo'lishi kerak. Yer yuzi suvlarining to'planib turib qolmasligi uchun, tunnel usti yer yuzasiga reja tortish, yer yuzi suvlarining oqib ketishiga xalaqit qiluvchi do'ngliklarni qirqib olib tashlash, hamda yuza

darzlarning barchasini ezilgan loy tuproq bilan to'ldirib chiqish lozim. Yer yuzasidagi chashmalar novlarga yoki tosh yotqizilgan ariqlarga buriladi. Qadimda qurilgan ko'pchilik tonnellarning obdelkalarida obdelkaga kirib borayotgan yer osti suvlarini tunnel ichiga chiqarib yuborish uchun drenaj teshiklari ko'zda tutilgan. Drenaj chiqargichlaridagi suv debitini kamaytirish, chunonchi ularning butkul to'xtatilishi kolmatatsiyaning aniq belgisidir. Tunnel obdelkasidagi drenaj darchalaridan yer osti suvlari chiqib kelishining to'xtashi yoki sezilarli kamayishi ko'pchilik hollarda ularning yuvilib kelayotgan jinslar bilan tiqilib qolishi oqibatida ro'y beradi. Bunday drenajlarning suv berish qobiliyatini tiklash uchun ularni lomlar yoki shtangalar vositasida obdelkaning bor qalinligi bo'ylab tozalanadi. Skvajinalarning drenajlovchi xossalarini amalda tiklashning imkoni yo'q, shu tufayli suv berish qobiliyatini yo'qotgan skvajinalar o'rniga yangilari burg'ılanadi. Tunnel va unga tegishli barcha uskunalarning joiz bo'lgan ahvoli unda mavjud suv qochirish uskunalarning sozligi va samaradorligiga ham ko'pdan bog'liqdir. Tunnel ichiga kirib boruvchi hamma suvlar, tunnelning o'rtasidan yoki yontaraflaridan devorlar oldida joylashtirilgan markaziy nov bo'yicha chiqariladi. Bunday novlarning yon tarafdin joylashishi ko'pincha bir izli tonnellarda uchraydi. Odatga ko'ra, novlar betonlardan qilinadi va ustidan temirbeton plitalar bilan yopiladi. Markaziy nov me'yoriy ishining darzlar, uni yuvilma jinslar yoki to'kilib tushgan ballast bilan to'silib qolishi tufayli har qanday buzilishi u orqali qochirilayotgan suvning sizib ketishiga, zamin gruntlarining suyuqlanishiga olib kelishiga hamda teskari ravoqlar yoki tirama plitalarning deformatsiyasini keltirib chiqarishiga olib kelishi mumkin. Kichik bo'ylama nishablik bilan o'tkazilgan va yuvilma material bilan tiqilib qoladigan tunnel novlarida har 50÷100 m oralatib, vaqti-vaqti bilan tozalab turiladigan loy to'plagichlar o'rnatish maqsadga muvofiqdir (10.47-rasm). Markaziy nov bo'ylab chiqarilayotgan suvlarning qisman sizishi oshkor qilinganida zudlik bilan shikastlanishni bartaraf qilish chora-tadbirlarini ko'rmoq zarur. Nov bo'ylab oqayotgan suv, shikastlangan uchastka

chegaralarida diametri 12÷22 sm bo'lgan metall yoki asbotsementli quvurchalar yotqizib, ta'mirlanayotgan uchastka chegaralarida muvaqqat orato'siqlar o'rnatib o'tkaziladi [11, 18].



10.47-rasm. Tunnel novidagi loy to'plagich: 1 – nov; 2 – loy to'plagich; 3 – yuvilib keluvchi material

Tonnellarning kapital ta'miri. Tonnellarning me'yoriy ekspluatatsiyasi har doim ham joriy ta'mirlashni o'tkazish bilan ta'minlanavermaydi. Qator hollarda yuqorida uqtirib o'tilgan omillar tunnel konstruksiyasining ustuvorligi va yuk ko'tarish qobiliyatini yo'qolishini keltirib chiqarishi, deformatsiyalarning ortishiga va butun tunnel inshootini kapital ta'mirlovining zaruriyatiga olib keladi. Tunnel obdelkasining hech bo'lmaganida bitta chegaraviy holatga (yuk ko'tarish qobiliyati, haddan ziyod deformatsiyalar yoki choklar, yoki darzlarning ochilishi kabi) yetib borishida uning bundan keyingi ekspluatatsiyasi to'xtatiladi. Tunnel inshootida jiddiy nuqsonlarning vujudga kelishi (obdelkadagi darzlar va ayrim joylarining ko'pchishi, beton termasining qatlamlanib va sho'rlanib maydalanishi, o'piriqlarning vujudga kelishi, ruxsat etilmaydigan deformatsiyalar, choklarning haddan tashqari ochilishi, yer osti suvlarining obdelka orqali sizishi, hamda qish davrida muz qoplamalarining paydo bo'lishi va h.k.), konstruksiyaning chegaraviy holatiga erishishi quyidagi sabablar tomonidan keltirib chiqarilishi mumkin [11, 18, 23]:

- natijasi loyihaga asos qilib olinadigan, to'laqonli bo'lmagan boshlang'ich ma'lumotlar bo'lgan, kesib o'tilayotgan tog' massivining muhandis-geologik va gidrogeologik sharoitlarini o'rganilmaganligi keltirib chiqargan kamchiliklar;

- loyihalash mobaynida tonnel konstruksiyasining eksplutatsion, statik va dinamik sharoitlariga ta'sir etuvchi asosiy omillarni yetarlicha e'tiborga olmaslik, obdelkaning hisob-kitoblarda, tog' bosimining amaldagi bosimi qiymatiga to'g'ri kelmaydigan xatolar va h.k.;

- tonnelni bunyod qilish jarayonida ishlarni amalga oshirish qoidalariga rioya qilmaslik oqibatida kelib chiqadigan qurilish kamchiliklari; yuk ko'taruvchi konstruksiyalarning qurilish materiallarini past sifati yoki noto'g'ri tanlanishi;

- tonnel inshootidan foydalanishdagi kamchiliklar va ular ustidan yomon texnik nazorat. Masalan, suv qochirish novlari va drenajlarining qoniqarsiz ishi teskari ravoqlari va devorlarining deformatsiyalariga olib keladi, tonnel usti suv qochirishining qoniqarsiz ishi tonnelning suvlanganligini oshiradi, obdelka ahvoli ustidan qoniqarsiz nazorat va joriy ta'mirning o'z vaqtida emasligi yuk ko'taruvchi konstruksiyasining o'zida ham o'ta jiddiy nosozliklar paydo bo'lishiga olib kelishi mumkin.

Bunday nuqsonlar tonnel inshootini kapital ta'miri yoki rekonstruksiyasi uchun ixtisoslashgan qurilish tashkilotlarini jalb qilishni talab qiladi. Inshootni kapital ta'miri mobaynida u yoki bu sabablarga ko'ra buzilgan konstruksiyalarning dastlabki ko'rinishi, o'lchamlari va holati tiklanadi. Bunday tiklovni qator ko'ngilsiz omillarning uzoq vaqt ta'sir etishi oqibatida konstruksiyaning xizmat muddati tugab, uning ishdan chiqishida qo'llash maqsadga muvofiq bo'ladi.

Tonnel inshootini rekonstruksiyasida obdelka kuchaytiriladi yoki mavjud konstruksiyasini baquvvatrog'iga almashtiriladi, tonnel uzaytiriladi yoki uning ayrim uchastkalari, ba'zi hollarda esa butkul inshootni o'yiqli bilan almashtiriladi. Bunday ishlarning zaruriyati qidiruvlar va loyihalash jarayonida, keyinchalik inshootning yaxlitligiga sezilarli ta'sir ko'rsatgan, ma'lum omillar e'tiborga olinmagan, ya'ni qidiruv va loyihalashdagi kamchiliklar borligi ravshan bo'lgan taqdirda paydo bo'ladi.

Ekspluatatsiya tajribasi shuni ko'rsatdiki, tunnel inshootining me'yoriy ekspluatatsiyasining ishdan chiqishi ularning buzilishi oqibatida emas, balki ayrim omillarning: bir izli tonnellarni ikki izlisiga almashtirilgandagi vaqtinchalik yoki doimiy nogabaritlili (ularning sababi juda ham xilma-xildir) yoki bir izli tunnel o'tkazuv qobiliyatining yetarli emasligi va h.k. Shu tufayli temir yo'l tonnellari uchun ularning me'yoriy va chegaraviy ekspluatatsiyasi katta ahamiyatga ega. Me'yoriy foydalanishda tunnel inshooti hech qanday cheklovlarsiz ishlatiladi, shu vaqtning o'zida chegaraviy ekspluatatsiya sharoitlarida u o'ta sezilarli cheklashlar bilan ishlatilishi mumkin. Tunnel ekspluatatsiyasining chegarasi ko'pincha uning mustahkamligi, ustuvorligi, deformatsiyasi, yoriqbardoshlili chegarasidan ertaroq ro'y beradi va "ma'naviy qarishi" bilan bog'liqdir.

Qoidaga ko'ra, kapital ta'mir jarayonida obdelkaning ba'zi elementlarini qayta o'rnatish, tunnelni quritish, yo'lining tepa qurilmasini ta'mirlash bo'yicha ishlar va tunnel inshootini qayta qurish yoki uning konstruksiyasini o'zgartirish bilan bog'liq bo'lmagan boshqa ishlar bajariladi. Tunnel inshootlarini rekonstruksiyasi mobaynida obdelkani kuchaytirish yoki uni baquvvatrog'iga almashtirish bo'yicha ishlar bajariladi, obdelkasiz tonnellarda obdelka bunyod etiladi, nogabaritlilik bartaraf etiladi, bir izli tonnellarni ikki izlilariga almashtiriladi, tonnellar uzaytiriladi, ularni quritish hamda gidroixotasi bajariladi va h. k. Tonnellar kapital ta'mirlovi va rekonstruksiyasining o'ziga xos xususiyati shundaki, ularni ish fronti juda ham tor hamda ko'pchilik hollarda ularni poyezdlarning harakatlanib turishi sharoitida olib borishga to'g'ri keladi, shuning uchun ushbu ishlar juda ham ko'p mehnat sarfiga ega bo'lib, sezilarli material sarfini talab qiladi.

Qidiruvning izchil o'tkazilganligi, loyihaning yaxshi tuzilganligi va uni og'ishmay bajarilishi, shuningdek tunnelni asrash jarayonida oshkor qilingan nosozliklarni o'z vaqtida bartaraf etilishi uning kapital ta'miri va rekonstruksiyasi zaruriyatini istisno qiladi. Bunday hollarda tunnel inshootlarini

kapital ta'mirlashga ehtiyoj faqatgina xizmat muddati chegarasi yetib kelganidagina paydo bo'ladi. Rekonstruksiya qilishga zaruriyat ekspluatatsiya chegarasiga yetib kelishi bilan bog'liqdir. Temir yo'l tonnellarining ekspluatatsiyasida ularning kapital ta'mirlovi yoki rekonstruksiya zaruriyati qoidaga ko'ra qandaydir bitta sababga ko'ra kelib chiqmaydi, balki bir qator sharoitlarga bog'liqdir. Masalan, nogabaritlikni bartaraf etish bilan birvarakayiga mavjud konstruksiyani almashtirishni, obdelkasiz tonnelda obdelka bunyod qilish esa shu bilan birga uni quritish maqsadini ham ko'zlashi mumkin.

Tonnellarda ta'mirlash ishlarini tashkil qilish va amalga oshirish. Ishlab turgan tonnellarni ta'mirlash va rekonstruksiya qilish bilan bog'liq har qanday ishlarni va boshqa ishlab chiqarish jarayonlarini bajarish, konstruktiv xususiyatlar, qirqib o'tilayotgan tog' massivining gidrogeologik sharoitlari hamda poyezdlarni o'tkazib turish lozimligini keltirib chiqaradigan qator omillarning ta'siri ostida murakkablashadi. Bunday omillarga quyidagilar kiradi [11, 18, 23]:

- tonnel obdelkasining chegaraviy gabarit tarhi vujudga keltiruvchi torlik, materiallarni joylab taxlash imkonining yo'qligi hamda poyezdlar yaqinlashganida ishlarni avvaldan to'xtatishning zarurligi;

- ko'pchilik ta'mirlash ishlarini faqatgina "darcha"da bajarish kerakligi;
- ishlar uchastkasini to'xtatuv signallari bilan to'sish zarurligi;
- ishlarni amalga oshirishda qo'shimcha tarzda ko'chma yorituvni qo'llash zarurligi;

- havo muhitining parovozlar va vagon o'choqlari tutuni yoki teplovozlari va mashinalar dvigatellaridan chiqadigan is gazlari bilan ifloslanganligi;

- tonnellarda ishlayotganlarning kasalga chalinishiga olib keladigan yelvizak (skvoznyak) larning mavjudligi;

- tonnellardagi barcha ta'mirlash ishlarini, ish kuchidan, mexanizatsiya vositalaridan va transportdan cheklangan vaqt mobaynida foydalanishni eng

muqobil tarzda koordinatsiyalash imkonini beradigan grafiklar bo'yicha bajarilishi;

- ta'mirlov brigadalarini yuqori unumdorli ijro asboblari, mashinalar, mexanizmlar va transport vositalari bilan jihozlash;

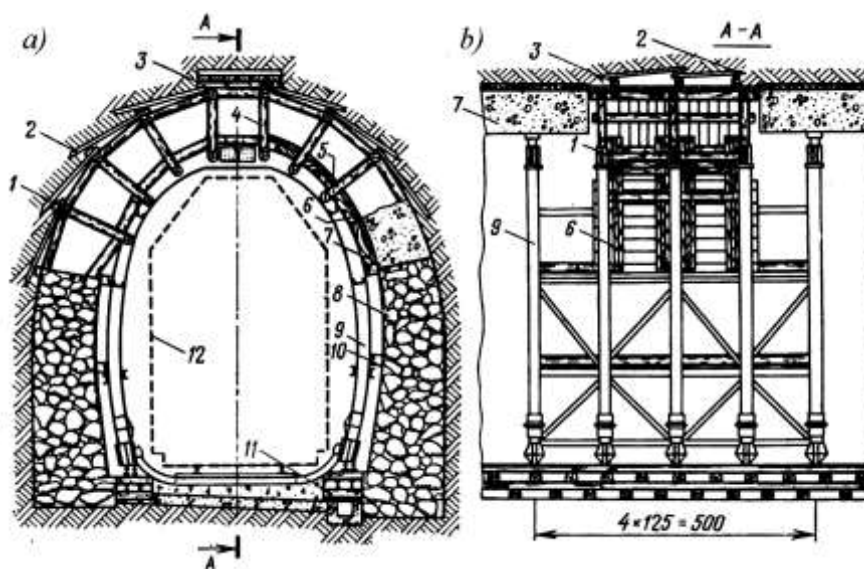
- ishlayotgan xodimlarni maxsus kiyimlar bilan ta'minlash;

- boshlanayotgan ishlarni bajarishning xavfsiz usullari haqida yo'riqnoma berish.

Obdelka ravoqlari va devorlarini qayta terish. Tonnellarning kapital ta'mirlanuvchi tartibida bajariladigan, tonnel obdelkasi elementlarini butkul yoki qisman qayta tiklanishi, qoidaga ko'ra, ularning konstruktiv o'zgarishlari yoki kuchaytirishni ko'zda tutmay, balki deformatsiyalangan yoki qandaydir sabablarga ko'ra yaroqsiz holatga kelgan termaning almashtirish maqsadiga egadir. So'nggi vaqtlarda eski tonnellarning tosh termalarini almashtirish uchun asosan beton qo'llanmoqda. Ushbu maqsadlarda, tezkor qotuvchi portlandsementdan yasalgan, yer osti suvlarida sulfat ta'siri mavjud bo'lganda esa sinfi kamida B30 bo'lgan, sulfatga bardoshli yoki glinozemli sementdan tayyorlangan, betonning ushlanishini tezlashtiruvchi qo'shimchalarga ega bo'lgan, sinfi kamida B20 bo'lgan betonni qo'llamoq lozim. Nuqsonli ravoqlarni qayta terishning o'lchamlari unchalik katta bo'lmaganda (kengligi ko'pi bilan $1,2 \div 1,5$ m bo'lgan), tosh ishlarini tor sharoitlarda bajarishning qiyinligi sababli olib tashlanayotgan tosh termasini beton bilan almashtiriladi. Nuqsonli terma olib tashlanganidan so'ng hamda qoldirilayotgan obdelkaning qirralariga to'g'ri radial shakl berilgach, qirralar metall setkalar yordamida puxtalik bilan tozalanadi, betonlashdan oldin suv bilan yuviladi. Obdelka ortida kuchsiz jinslar mavjudligida o'yiqli taxtalardan qilingan tortmalar bilan qotiriladi. Vujudga kelgan teshikka uzunligi $1,8 \div 2,0$ m bo'lgan rels kalta qalamchalari kiritiladi, ularni qoldirilayotgan obdelkaga tayantirilib, ularga sim eshmaları yordamida ravoq obdelkasi tarhining profili bo'ylab yig'iladigan sektorli yog'och krujalalar osiladi, ularning ortiga esa taxtalar kiritiladi. O'yiqni

qolipning bir yoki ikki taxtasini chetga surib turib ochiladigan tuynuklar orqali betonlanadi, bunda qolip ortiga yuborilayotgan beton qorishmasini puxta shibballanishi ta'minlanadi.

Beton loyihaviy mustahkamligiga erishgach, qolip bilan birgalikda krujalalar olib tashlanadi, sim eshmalarining uchlari qirqiladi, qayta tiklangan obdelkaning sirti esa sement qorishmasi bilan suvab sayqallanadi. Shu bilan bir vaqtning o'zida beton tanasida qoldirilgan diametri 40÷50 mm li quvurchalar orqali obdelka ortiga 1:2 yoki 1:3 tarkibli sement-qumli qorishma, unga zarurat bo'lganida qorishmaning ushlanish muddatini yo'lga soluvchi hamda uning nam o'tkazmaslik xossasini orttiruvchi qo'shimcha solib haydaladi. O'ta kuchli deformatsiyalangan obdelkalarda tunnel ravoqlarining qayta tiklanishi uzunligi 3 m gacha, biroq halqa uzunligining uchdan bir qismidan ortiq bo'lmagan tutib turuvchi inventar krujalarning alohida-alohida seksiyalarini qo'llab amalga oshiriladi (10.48-rasm).

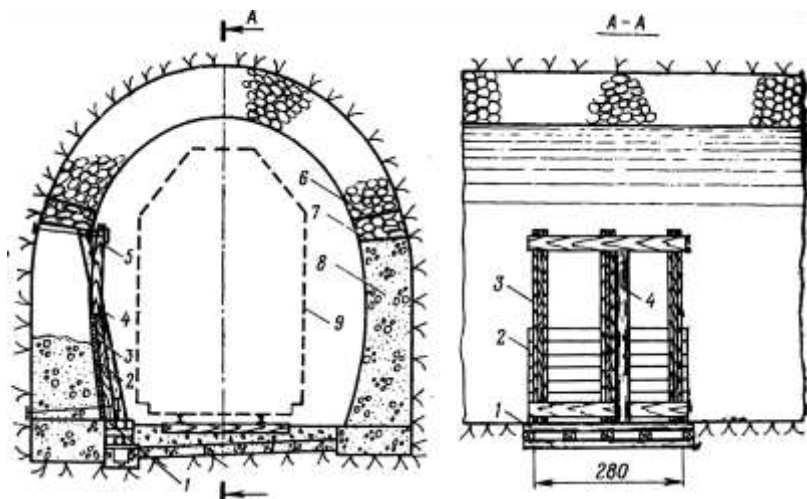


10.48-rasm. Kuchsiz jinslarda joylashgan tunnel ravog'i obdelkasini qayta o'rnatish:
a – eski obdelkani ko'chirib olish; b – yangi obdelka yaratish: 1 – krujalalar aro progonlar; 2 – qoqma mahkamlagich; 3 – tepa mahkamlagich; 4 – shtolnya; 5 – qolip;
6 – uchta taxtali krujala; 7 – yangi yotqizilayotgan beton; 8 – eski tosh termasi;
9 – ko'chma metall mahkamlagichning tutib turuvchi krujalalari;
10 – oraqistirma va ponalar; 11 – krujalalar osti tayanchlari;
12 – 1-T gabaritining tarhi

Ravoqning nuqsonli eski termasi temir yo'l platformasida yig'ilgan ko'chma havoalardan turib bolg'asi bilan ravoqning qulf qismidagi shtolnya kovlanmasidan boshlab ishlanadi. Shtolnya ko'tarib turuvchi krujallarga ko'chma yoki yig'ma-yechma metall mahkamlagichlar vositasida to'la bo'lmagan eshik chaspaklari ko'rinishida mahkamlanadi.

Shtolnyani to'la uzunligi bo'ylab o'tilgandan so'ng, ravoq tovonlari tomonga qarab siljib, o'yiqlarning tog' bosimini qabul qilishga qodir bo'lgan ishonchli fazoviy qotiriluvni ta'minlab, tunnel o'qidan har ikki tarafdin termanni ko'chirib olishga tushiladi. So'ngra uchta taxtadan yig'iladigan metall mahkamlagichni qo'shni elementlarga qotiruvchi yog'och krujalalar, keyin esa puxta jipslangan hamda randalangan qirqma taxtalardan qilingan qoliplar o'rnatiladi. Ravoqni betonlashning qalinligi $20\div 25$ sm bo'lgan radial qatlamlar yaratib, qayta o'rnatilayotgan qismning ikkala tarafidan va butkul uzunligi bo'ylab ravoq tovonidan uning qulfiga tomon siljib amalga oshiriladi. Ravoqning kengligi $60\div 80$ sm li qulf qismini qolipga oid radial o'rnatilgan orato'siq bilan ajratiladi va yotqizilgan beton qotganidan so'ng olib tashlanadi, vujudga kelgan fazoni esa yanada quyuqroq (bikroq) beton qorishmasi vositasida qiya qatlamlar ko'rinishida puxta shibbalab uchidan boshlab to'ldiriladi. Beton loyihaviy mustahkamligiga erishgach, obdelka orti bo'shliqlarini to'ldirish uchun betonlash mobaynida o'rnatilgan quvurchalar orqali sement-qumli qorishma haydaladi, so'ngra esa ravoqning qayta o'rnatilgan qismi qoliplardan xalos qilinadi va mahkamlagichlar boshqa uchastkaga suriladi.

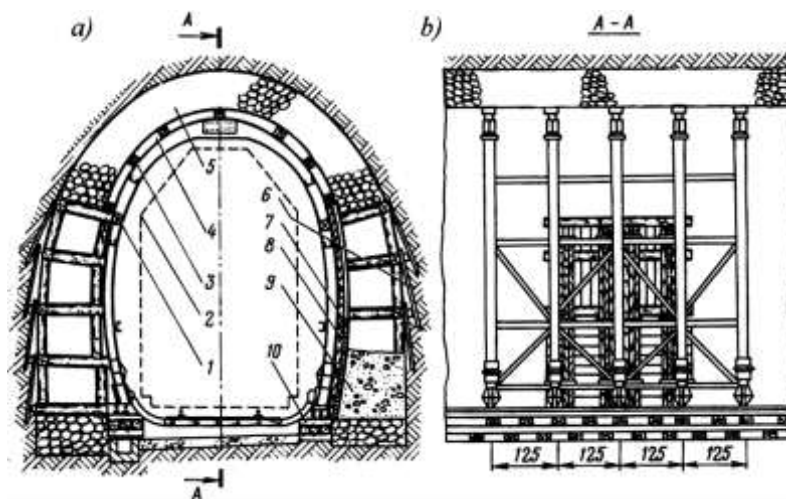
Qoyasimon gruntlarda o'tkazilgan tonnellarining nuqsonli devorlarini saylanma qayta o'rnatiluvchi yog'och krujalalar (ular jinslarda ankerlar vositasida mahkamlanadi) hamda ular ustiga kiygiziladigan qolip yordamida, ravoqni vaqtincha yog'och kashaklar bilan tirab qotirib amalga oshiriladi (10.49-rasm).



10.49-rasm. Qoyasimon jinslarda joylashgan tunnel devorlarini qayta o'rnatish:
 1 – krujala osti tayanchlari; 2 – qolip; 3 – krujalalar; 4 – shtrebel; 5 – tirab qo'yilgan krujalalarni ushlab turish uchun o'rnatma anker; 6 – eski obdelka; 7 – saqlab qo'yiladigan oraqistirma qator; 8 – yangi yotqizilgan beton; 9 – 1-T gabarit tarhi

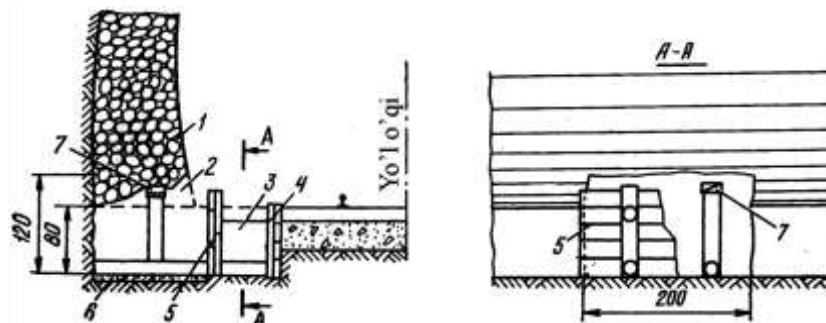
Qayta o'rnatilayotgan devorlarning uzunligi salmoqli bo'lganida, shuningdek tonnellar kuchsiz jinslar ichidan o'tgan taqdirda qayta o'rnatuv uzunligi 3 m gacha, biroq halqa uzunligining uchdan bir qismidan ortiq bo'lmagan, seksiyali qilib tutib turuvchi metall krujalalarni qo'llab bajariladi. Termani otboyka bolg'alari yordamida, havozalardan turib pastdan tepaga tomon ko'chiriladi, bunda jinsni muvaqqat yog'och mahkamlagich bilan qotirib boriladi (10.50-rasm).

Devorlar pastdan tepaga yo'nalishda qalinligi 20÷25 sm bo'lgan qatlamlar bilan beton qorishmasini ko'chma vibrator vositasida shibbalab betonlanadi, bunda ravvoq to'voni ostida beton qota boshlagach qattiq beton qorishmasi bilan to'ldiriladigan, balandligi 50÷60 sm li tirqish qoldiriladi. Yangi yotqizilgan beton loyihaviy mustahkamligiga erishgandagina qo'shni uchastkalardagi termani ko'chirib olish ruxsat etiladi. Obdelka orti fazosiga sement-qumli qorishma devorlarni qoliplardan bo'shatish oldidan haydaladi. Haydash betonga oldindan qo'yilgan quvurchalar orqali bajariladi [11, 18, 23].



10.50-rasm. Kuchsiz jinslarda joylashgan tunnel devorlarini qayta terish:
 a – eski termi ko‘chirish; b – yangi obdelkani tiklash: 1 – krujalalar aro progonlar;
 2 – 1-T gabaritining tarhi; 3 – oraqistirmalar va ponalar; 4 – ko‘chma metall
 mahkamlagichning tutib turuvchi krujalalari; 5 – eski obdelka; 6 – qoqiluvchi mahkamlagich;
 7 – qolip; 8 – uchta taxtadan iborat krujalalar; 9 – yangi yotqizilayotgan beton; 10 – krujala
 osti tayanchlari

Tonnellarning tosh termasini qayta terish yaxshi ahvolda bo‘lgan, deformatsiyalangan devorlarning ko‘chirib olingan tosh materialidan eski qorishmaning qoldiqlari tozalab olinganidan so‘ng, undan foydalanib bajarilishi mumkin. Bunday tiklash beton bilan to‘ldirishdagidek tartibda, faqat qolip o‘rnatmasdan bajariladi. Tunnelning nuqsonli poydevorlari shaxmat tartibida joylashtirilgan handaqlardan qilingan, uzunligi 2 m gacha bo‘lgan uchastkalar bilan almashtiriladi. Kuchsiz jinslarda handaq qotirmasi 10.51-rasmda keltirilgan sxema bo‘yicha bajariladi.

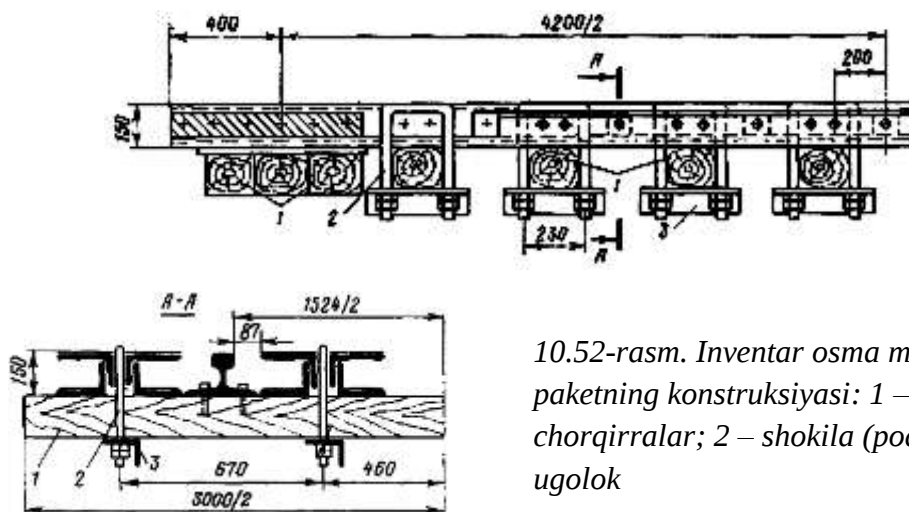


10.51-rasm. Devorlar poydevorlarini qayta terish: 1 – eski terma; 2 – eski termi ko‘chirish; 3 – handaqlar; 4 – mixluma (rasstrel); 5 – qolip; 6 – chaqiqtoshli tayyorlov qatlami; 7 – ponalar

Almashtirilayotgan poydevorlar poydevor ustki sathi bo'yicha, handaqlarning qarama-qarshi tarafidan qotiriluvchi shchitli qolip o'rnatilib, qalinligi 10 santimetrli tayyorlov qatlami ustidan betonlanadi.

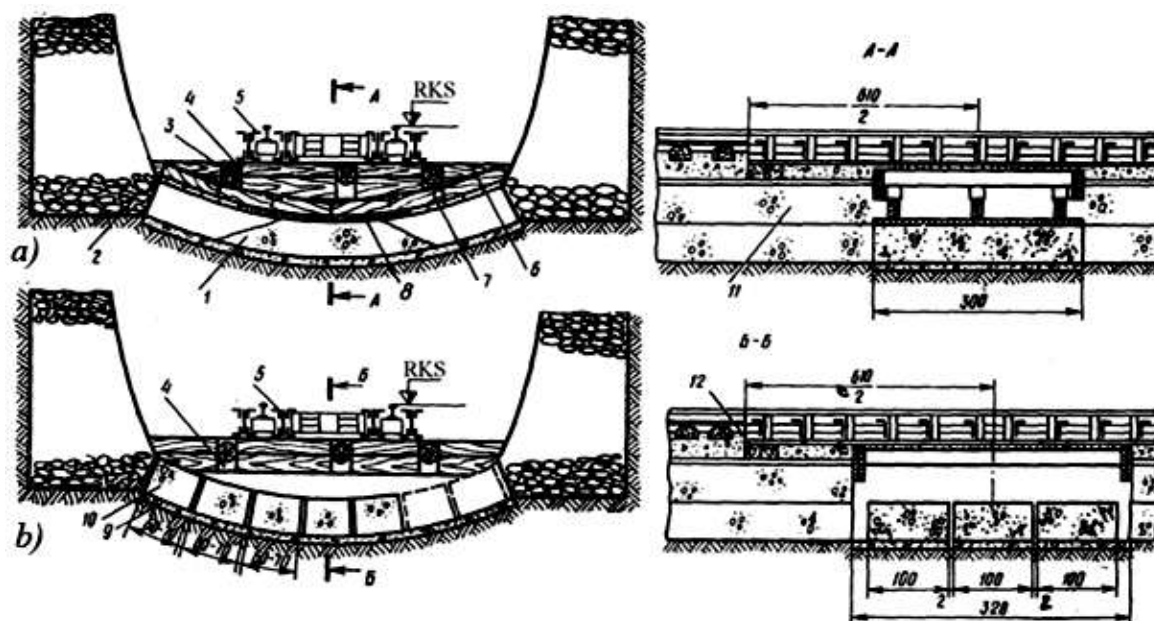
Teskari ravoqlar va novlarni qayta terish. Tonnellarning yaroqsiz holga kelgan teskari ravoqlarini qayti terish hisobiy oralig'i 3,5 dan 5,7 m gacha bo'lgan pastlashtirilgan qurilish balandligiga ega bo'shashtiruvchi inventar metall paketlar panasida turib bajariladi (10.52-rasm). Bunday inventar paketlar mavjud bo'lmaganida eski relslarning 4 metrli kalta qirqmalaridan qilingan osma rels paketlari qo'llanishi mumkin. Bitta temir iz uchun 1a xilidagi oltita relsdan yig'iladigan, 3 m gacha oraliqni qoplaydigan bunday rels paketining maksimal uzunligi 3.6 m dan iboratdir. Bunday paket lokomotivlarning 15 km/soat tezliklargacha o'tkazish imkonini beradi. Massasi relslar bilan birgalikda 5 t atrofida bo'lgan inventar metall paketlari "darcha" lar vaqtida temir yo'lda yuruvchi yo'l yotqizgich krani yordamida o'rnatiladi va yechib olinadi. Mavjud paketning uzunligiga qarab, teskari ravoqlarning qayta terish uzunligi ko'pi bilan 3 m bo'lgan seksiyalarda bajariladi [11, 18, 23].

Teskari ravoqlarning qayta terish bo'yicha ishlar quyidagi tartibda bajariladi: bo'shashtiruvchi paketlar o'rnatilgach, ballast qirqib olinadi va olib tashlanadi, so'ngra otboyka bolg'alari va metall ponalar vositasida nuqsonli teskari ravog'i tonnelning bor uzunligida bajariladi, shu bilan bir vaqtning o'zida o'yiqlik devorlar yog'och taxtali qoplama vositasida otma mix bilan mixlab qotiriladi. Suv qochirish novida suv mavjud bo'lganida uni diametri 20...40 sm bo'lgan asbotsement quvuri yoki muvaqqat yog'och novi bo'ylab o'yiqlik uzra o'tkaziladi. Teskari ravoq ishlatilib bo'lingan termasi olib tashlanganidan so'ng (10.53,a-rasm) qalinligi kamida 10 sm li chaqiqtoqlik tayyorlama qilinadi, shkala va qolip o'rnatiladi, so'ngra yangi ravoqni betonlashga tushiladi.



10.52-rasm. Inventar osma metall paketning konstruksiyasi: 1 – chorqirralar; 2 – shokila (podveska); 3 – ugolok

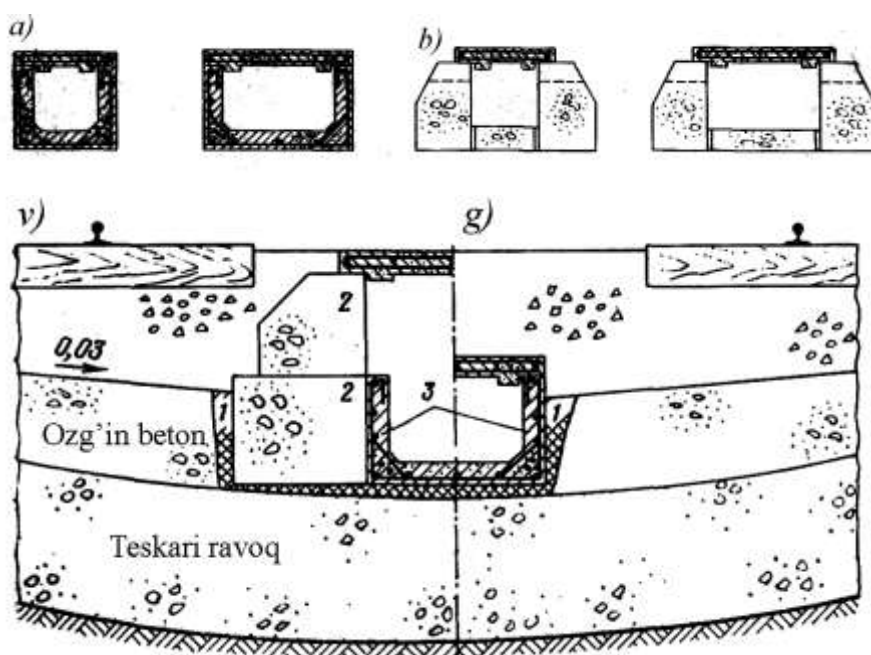
So‘nggi yillarda teskari ravoqlarni qayta terish uchun, massasi 600 dan 1000 kg gacha bo‘lgan bloklarni rels yotqizgich kranlari vositasida chaqiqtoosh tayyorlamasi uzra sementli qorishma ustidan o‘rnatiluvchi yig‘ma beton ham qo‘llaniladigan bo‘ldi. Teskari ravoqlarning tovonlari qalinligi 10...20 sm bo‘lgan qattiq beton bilan monolitlanadi (10.53,b-rasm).



10.53-rasm. Teskari ravoqni qayta terish: a – monolit betondan qilingan ravoq; b – yig‘ma betondan qilingan ravoq; 1 – yangi yotqizilgan beton; 2 – eski terma; 3 – otma mixlamalar; 4 – ikki taxtali ushlatmalar; 5 – osma paket; 6 – yog‘och taxtalardan qilingan yon tortqi; 7 – ikki yog‘och taxtali lekalo; 8 – qolip; 9 – chaqiqtooshli tayyorlama; 10 – yig‘ma beton; 11 – to‘ldirgich ozg‘in beton; 12 – tayanch chorqirralar

Yo‘l ballasti va bo‘shatuvchi paketni yechish ravoq ostini to‘ldiruvchi ozg‘in beton o‘zining 70% li loyihaviy mustahkamligiga erishgach amalga oshiriladi. Shu bilan bir vaqtning o‘zida, qayta terish oqibatida ishdan chiqqan suv qochirish novi tiklanadi [11, 18, 23].

Deformatsiyalangan yoki suv qochirish ko‘hna novlarini qayta yotqizish hozirgi kunda, qoidaga ko‘ra, ularni yig‘ma beton yoki temirbeton novlarning, o‘lchamlari odatdagi sharoitlarda bir izli tonnellar uchun 30×30 sm, ikki izlilari uchun esa 50×50 sm dan iborat turkumlashtirilgan konstruksiyalar bilan almashtiriladi (10.54,a,b-rasm). Yer osti suvlarning sizib kelish miqdori juda sezilarli bo‘lganida novlarning kesimi hisob-kitob qilib aniqlanadi. Suv qochiruvchi nov yig‘ma konstruksiyasining maksimal massasi 1 t dan oshmaydi, bu esa ularni drezinadagi kranlardan o‘rnatish imkonini beradi. Bloklar sement qorishmasi bilan monolitlanadi. Blokli konstruksiyalararo choklarning eni ko‘pi bilan 1 sm bo‘lishi kerak.



10.54-rasm. Yig‘ma novlar: a – temirbetonli; b – betonli; v – teskari ravoqli tonnelda novni o‘rnatish, ko‘rik qudug‘i bo‘yicha qirqim; g – shunga o‘xshash, faqat nov bo‘yicha qirqim; 1 – bloklarni beton bilan to‘ldirish; 2 – yig‘ma beton bloklari; 3 – temirbeton nov

Teskari ravoqli yoki betonli qattiq asosga yotqizilgan yo‘lli tonnellarda

novlar ravoq usti qismidagi to'ldirgich ozg'in betonda joylashtiriladi (10.54, v, g-rasm). Nov bo'ylab oqayotgan suv ishlarni amalga oshirish davrida muvaqqat yog'och novlar yoki kesimi yetarlicha bo'lgan asbotsement quvurlar bo'ylab o'tkaziladi. Tonnelga oid suv qochirgich novlarni qayta o'rnatishda ko'rik quduqlari ham yig'ma betonli bloklardan qayta o'rnatiladi.

O'zlashtirish uchun nazorat savollari

Temirbeton konstruksiyalarni kuchaytirish usullarining rivojlanish tarixiy bayonini keltiring.

Sun'iy inshootlarning kapital ta'miri va uning umumiy qoidalarini keltiring.

Ko'priklar va quvurlarning kapital ta'miri bo'yicha ishlar tarkibi nimadan iborat?

Temirbeton konstruksiyalarni ta'mirlash va kuchaytirish usullari to'g'risida ma'lumot bering.

Quyida beton va temirbeton konstruksiyalarning nuqsonlarini bartaraf etish usullari to'g'risida ma'lumot bering.

Suvab chiqish orqali shag'alli yuzani bartaraf etish tartibini keltiring.

Chuqurligi uncha katta bo'lmagan kavaklar sement-qumli rastvor bilan qanday bartaraf etiladi?

Chuqur kavaklar beton bilan qanday berkitiladi?

Kesimini teshib o'tgan kavak va ichki bo'shliqlari sement-qumli rastvor bilan qanday to'ldiriladi?

Yuza betonlashtirib qanday tiklanadi?

Torkretlash bilan yuza qanday tiklanadi?

Ochilish eni 0,3 mm dan kichik yoriqlarni sement-qumli rastvor yordamida qanday to'ldirish mumkin?

Ochilish eni 0,3mm dan katta va chuqurligi 50 mm dan katta yoriqlarni sement-qumli rastvor yordamida qanday to'ldirish mumkin?

Ochilish eni 0,3mm dan katta va chuqurligi 50 mm dan katta yoriqlarni

sement-qumli rastvor yordamida qanday to'ldirish mumkin?

Uncha chuqur bo'lmagan qisqa yoriqlarni sintetik materiallar bilan qanday suvalanadi?

Bir vaqtda oboyma (halqa) larni joylashtirib keng yoriqlarni berkitish tartibini keltiring.

Polimerrastvor bilan gorizontal yuzadagi yoriqlar qanday to'ldiriladi?

Yuza in'ektorlari orqali vertikal va qiya yoriqlarga polimerrastvorni haydash sxemasini keltiring.

Chuqurlik in'ektorlari orqali vertikal va qiya yoriqlarga polimerrastvorni bosim ostida haydash qanday amalga oshiriladi?

Har qanday yo'nalgan yoriqlarga chuqurlik o'zi ponalanadigan in'ektorlar orqali polimerrastvorni bosim ostida haydash qanday amalga oshiriladi?

Vakuum mahkamlagichli yuza in'ektorlari orqali polimerrastvorni bosim ostida haydash qanday bajariladi?

Rasporli mahkamlagich bilan yuza in'ektorlari orqali polimerrastvorni bosim ostida haydash qanday bajariladi?

Ko'taruvchanlik qobiliyatini ozgina oshirish uchun to'sinlarni ostidan kuchaytirish qanday amalga oshiriladi?

Temirbeton oboymani joylashtirib temirbeton to'sinlarni kuchaytirish sxemasini keltiring.

Polimerrastvorda tashqi listli armaturani o'rnatib temirbeton to'sinlarni kuchaytirish qanday amalga oshiriladi?

Metall burchaklik (ugolok) larni o'rnatish orqali temirbeton to'sinlarni kuchaytirish qanday bajariladi?

Polimerrastvorda qo'shimcha armaturani o'rnatish orqali temirbeton to'sinlarni kuchaytirish sxemasini keltiring.

Armaturali shprengellarni o'rnatish orqali temirbeton to'sinlarni kuchaytirish qanday amalga oshiriladi?

Armaturali po‘latdan tortgichlarni o‘rnatish orqali temirbeton to‘sinlarni kuchaytirish qanday bajariladi?

Yukdan bo‘shatuvchi ustunlarni qurish orqali temirbeton to‘sinlarni kuchaytirish sxemasini keltiring.

Yukdan bo‘shatuvchi portalli ramalarni qurish orqali temirbeton to‘sinlarni kuchaytirish qanday amalga oshiriladi?

Yukdan bo‘shatuvchi tirgak (podkos) larni qurish orqali temirbeton to‘sinlarni kuchaytirish sxemasini keltiring.

Yukdan bo‘shatuvchi kronshteyn (tayanch) larni qurish orqali temirbeton to‘sinlarni kuchaytirish qanday bajariladi?

Uzluksiz tizim (sistema) ni yaratish orqali temirbeton to‘sinlarni kuchaytirish sxemasini keltiring.

Quyida to‘sin tayanch qismlarini kuchaytirish usullari to‘g‘risida ma’lumot bering.

To‘sin tayanch qismlarini ko‘ndalang xomutlar o‘rnatib kuchaytirish sxemasini keltiring.

To‘sin tayanch qismlarini ko‘ndalang xomutlar o‘rnatib kuchaytirish qanday bajariladi?

To‘sin tayanch qismlarini tortuvchi xomutlar o‘rnatib kuchaytirish qanday amalga oshiriladi?

To‘sin tayanch qismlarini qo‘shimcha qiya sterjenlarni payvandlab kuchaytirish sxemasini keltiring.

To‘sin tayanch qismlarini qo‘shimcha sterjenlarni yelimlab kuchaytirish qanday bajariladi?

Metall listni yopishtirib to‘sin tayanch qismlarini kuchaytirish qanday amalga oshiriladi?

Temirbeton konstruksiyalarning tortgichlarida oldindan zo‘riqishlar qanday sodir qilinadi?

Boltlar yordamida taranglab tortgichda oldindan zo‘riqish hosil qilish

tartibini keltiring.

Plastinkalarni ponalab tortgichda oldindan zo‘riqish qanday hosil qilinadi?

Boltlarni tortib tortgichda oldindan zo‘riqish qanday sodir qilinadi?

Muftalarni tortib tortgichda oldindan zo‘riqishni hosil qilish tartibini keltiring.

Xomutlarni tortib tortgichda oldindan zo‘riqish qanday sodir qilinadi?

Qizigan tortgichni ochilgan armaturaga payvandlab oldindan zo‘riqish hosil qilish tartibini keltiring.

Konstruksiya va tortgich orasida gidrodomkratni o‘rnatib oldindan zo‘riqish hosil qilish sxemasini keltiring.

Tortgich ostiga gidrodomkratni o‘rnatib oldindan zo‘riqish hosil qilish tartibini keltiring.

Tirgakka qizigan tortgichni o‘rnatib oldindan zo‘riqish hosil qilish sxemasini keltiring.

Suv o‘tkazuvchi quvurlarning joriy saqlashning ta‘mirlash ishlariga nimalar kiradi?

Suv o‘tkazuvchi quvurlarni ta‘mirlash va kuchaytirish to‘g‘risida ma‘lumot bering.

Zvenolar terimi yuzasi qanday torkretlanadi?

Quvur yuzasini torkretlash bo‘yicha ishlar tarkibiga nimalar kiradi?

Metall to‘r bo‘ylab torkretli qobiq sxemasini keltiring.

Suv o‘tkazuvchi quvurlarda temirbetonli “ko‘ylak” va gilza qanday quriladi?

Alsimon quvurda temirbeton “ko‘ylak” ni qurish sxemasini keltiring.

Alsimon quvurni metall quvur-gilzadan foydalanib gilzalash sxemasini keltiring.

Quvurning gidroizolyasiyasini ta‘mirlashda ishni tashkil etish ketma-ketligi nimalarni o‘z ichiga oladi?

Quvur zonasidagi zamin grunti yoki ko‘tarmasi qanday sementlanadi?

Quvurning butun uzunligi bo'ylab paket himoyasi ostida gidroizolyasiyani qurish sxemasini keltiring.

Quvurning chetki uchastkalaridagi gidroizolyasiyani qurish sxemasini chizing.

Kallaklarni ulab uzaytirish va quvurni uzaytirish sxemasini chizing.

Gofrirovka qilingan metall quvurlarni ta'mirlash qanday amalga oshiriladi?

Ekspluatatsiya qilinayotgan quvurda yig'ma novni qurish qanday bajariladi?

Gofrirovka qilingan metall quvur ko'ndalang kesimining deformatsiyalanish (yassilanish) sxemasini keltiring.

Novlarni ta'mirlash qanday amalga oshiriladi?

Zveno va seksiyalar orasi 10mm gacha ochilganda grunt to'kmasdan choklarni bekitish tartibini keltiring.

Suv o'tkazuvchi quvur o'zani qanday mahkamlanadi?

To'sinli temirbeton oraliq qurilmalarini kuchaytirish to'g'risida ma'lumot bering.

To'sinli temirbeton oraliq qurilmalarni kuchaytirish sabablarini keltiring.

Oraliq qurilmalarni ularning ko'ndalang kesimini kattalashtirish orqali kuchaytirish qanday amalga oshiriladi?.

Normal kuchlanish bo'yicha (ishchi sterjenlar korroziyasi sabablarini keltiring.

Oraliq qurilmalar bosh to'sinini kuchaytirish bo'yicha asosiy ishlar nimadan iborat?

Oraliq qurilma bosh to'sinini temirbetonli qobiq bilan qanday kuchaytiriladi?

Oraliq qurilmalarning statik sxemasini o'zgartirish orqali kuchaytirish qanday bajariladi?

Oraliq qurilmani shprengelli konstruksiyalar bilan kuchaytirish sxemasini

keltiring.

Shprengelli tortgichlarni qurish bo'yicha asosiy ishlar nimadan tashkil topgan?

Oraliq qurilmalarni qiya uzatmalar qurish bilan kuchaytirish qanday bajariladi?

Temirbetonli bosh to'sinni tayanch oldi qismida qiya uzatmalar bilan kuchaytirish sxemasini keltiring.

Ko'tarma konsollari bilan temirbeton oraliq qurilmani kuchaytirish uchun tutib turuvchi to'sin qanday quriladi?

Oraliq qurilmalar ballast koritasining gidroizolyasiyasi qanday t'amirlanadi?

Xomutli yukdan bo'shatuvchi relsli paket sxemasini chizing.

Butun bosh to'sinli metall oraliq qurilmalarni kuchaytirish to'g'risida ma'lumot bering.

Metall oraliq qurilma to'sinini kuchaytirish qanday bajariladi?

Oraliq qurilma to'sinini ikki tomonlama nakladkalar bilan yopish orqali kuchaytirish qanday amalga oshiriladi?

Oraliq qurilma to'sinlariga qo'shimcha bikrlilik burchaklik (qovurg'a) larni qurish qanday bajariladi?

Oraliq qurilmalar to'sinlari sistemasini o'zgartirish orqali kuchaytirish to'g'risida ma'lumot bering.

Oraliq qurilma bosh to'sinlarini shprengellar yordamida kuchaytirish to'g'risida ma'lumot bering.

Shprengelni oraliq qurilma bosh to'siniga mahkamlash tafsilotini bering.

Temirbeton plitani oraliq qurilma bosh to'sini bilan biriktirish sxemasini keltiring.

Butun devorli oraliq qurilmani qatnov qismi ortotrop plitasi bilan kuchaytirish qanday amalga oshiriladi?

To'sinli ko'priklarning tayanchlarini kuchaytirish to'g'risida ma'lumot

bering.

Ko‘priklar tayanchlarini kuchaytirish o‘z ichiga ta‘mirlash ishlarining qanday turlarini oladi?

Qirg‘oq tayanchlarini uzatma va karkaslar bilan kuchaytirish sxemasini chizing.

Oraliq tayanch terimini temirbetonli belbog‘lar bilan kuchaytirish qanday amalga oshiriladi?

Terimni sementlash orqali tayanchlarni kuchaytirish tartibini keltiring.

Qirg‘oq tayanchini sementlash qanday bajariladi?

Terimni torkretlash orqali tayanchlarni kuchaytirish qanday bajariladi?

Ko‘prik tayanchlari terimining yuzasini torkretlash bo‘yicha ishlar nimalarni o‘z ichiga oladi?

Tayanchlarni temirbeton “ko‘ylak” (qobiq) qurish orqali kuchaytirish qanday amalga oshiriladi?

Qirg‘oq tayanchlarini uzaytirish tartibini keltiring.

Qirg‘oq tayanchini tubsiz temirbeton kajava bilan uzaytirish qanday bajariladi?

Tayanchlarning nazorati, saqlovi va ta‘miri to‘g‘risida ma‘lumot bering.

Saqlov bo‘yicha asosiy qoidalarini keltiring.

Temirbetonli ballast koritasining ta‘mirlov sxemasini keltiring.

EMACO® fibrobeton yordamida konstruksiyalarni ta‘mirlash tartibini keltiring.

Betonli va toshli konstruksiyalarning yaxlitligini tiklash sxemasini chizing.

Kirish yo‘llari va regulyasion inshootlarining ta‘miri to‘g‘risida ma‘lumot bering.

Tonnellar konstruksiyalarining rehabilitatsiyasi to‘g‘risida ma‘lumot keltiring.

Tonnel obdelkasi, portallari, tuynuklari va kameralarining joriy ta‘miri to‘g‘risida ma‘lumot bering.

Tonnel obdelkasini temirbeton bilan qotirish qanday bajariladi?

Ikki tomoni ochiq bo'lmagan (neskvoznoy) o'pirilishlarni beton bilan qoplash qanday bajariladi?

Aeratsiyalangan qorishmadan himoyalov qatlamini o'rnatish qanday amalga oshiriladi?

Qoplamalar uchun to'r qanday mahkamlanadi?

Tonnel novidagi loy to'plagichning vazifasi?

Tonnellarning kapital ta'miri to'g'risida ma'lumot keltiring.

Obdelka ravoqlari va devorlarini qayta terish qanday bajariladi?

Kuchsiz jinslarda joylashgan tunnel ravog'i obdelkasini qayta o'rnatish tartibini keltiring.

Qoyasimon jinslarda joylashgan tunnel devorlarini qayta o'rnatish sxemasini chizing.

Kuchsiz jinslarda joylashgan tunnel devorlarini qayta terish qanday amalga oshiriladi?

Devorlar poydevorlarini qayta terish qanday bajariladi?

Teskari ravoqni qayta terish sxemasini keltiring.

Yig'ma novlar to'g'risida ma'lumot bering.

11-BOB. TRANSPORT INSHOOTLARINING KOMPOZIT MATERIALLAR BILAN REABILITATSIYASI

11.1. Temirbeton ko'priklar elementlarini reabilitatsiyasida ishlatiladigan kompozit materiallar va ularning xossalari

Ko'priklar inshootlarida ishlatiladigan beton. Yuqoridagi fikrlarga qaramay, bugungi kunda eng nozik masala – beton masalasidir. Gap shundaki, O'zbekistonning iqlim sharoitida qator o'ta noxush ta'sir ko'rsatadigan omillar mavjud. Tabiiy jarayonlar sement tarkibiga jiddiy ta'sir ko'rsatib, avtotransport

tomonidan chiqarilayotgan karbonat angidrid gazi esa betonning kislota tufayli (chirishi) zanglashi sabab bo'ladi. Betonga bu kabi ko'rsatilgan fizik-kimyoviy ta'sirlar uning jadal yemirilishiga olib keladi. Sementbeton yemirilishi jarayonini sekinlashtirish uchun, u quyidagi xossalarga ega bo'lishi lozim: agressiv reagentlar uchun qarshilik ko'rsata olish, yuzasining pishiqligi va mustahkamligi, yoriqlarga yuqori bardoshlik, shuningdek sovuqqa va turli-tuman deformatsiyalarga nisbatan bardoshlik. Barcha keltirilgan xossalarga sof klinkerli sementlarni ulardan foydalanish hamda sement toshining maksimal zich, suyuqlik kira oladigan oraliqlarni qoldirmay, materialning o'zida kapillyar-uzlukli puffakchalar hosil qilgan holdagi tuzilmasini shakllantirish hisobiga ega bo'lish mumkin [11, 19, 27].

Betondan foydalanish muddatini uzaytirish va sement toshining suyuqlik kira olmaydigan tuzilmasini shakllantirish maqsadida sement qorishmalarini tayyorlash texnologiyasida maxsus qo'shimcha – superplastifikatorlarni qo'llash talab etilib, ular havoni o'ziga jalb etib, sementning qotish jarayonini sekinlashtirishga xizmat qiladi. Bundan tashqari, beton yuqori chastotali vibratsiyani qo'llagan holda yotqizilishi (zichlantirilishi) lozim.

Yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan betonni tayyorlash texnologiyasining o'ta muhim elementlaridan biri – mikrokremniy tuproqli to'ldirgichlardan foydalanish hisoblanadi. Mikrokremniy tuproqdan yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan beton olishda faol foydalanilib, butun dunyodagi qurilish ishlarida ko'pdan beri ishlatilib kelinadi. Mikrokremniy tuproqdan betonning tarkibiy qismi sifatida osmono'par binolar qurilishida birinchi bo'lib amerikaliklar foydalana boshlaganlar. Bu holda binoning barcha kommunikatsiya inshootlari asosiy qismi yotqizilgan monolit betondan tayyorlangan [27, 48].

Ko'prik konstruksiyalariga xizmat ko'rsatishning yakuniy bosqichi – muhitning zararli ta'siriga duch keladigan betonning ochiq yuzalarini gidroizolyasiya qilish bilan bog'liq muhofaza tadbirlari. Turli-tuman shimdirmalar, surtmalar, yelimlamalar va h.k. Yana bir narsa, betonning qotish

rejimi omili o'ta muhim ahamiyatga ega: beton ichidagi harorat 40°C dan, namlik esa 90% dan oshmasligi kerak. Yuqori sifatli beton ana shunday yo'l bilan olinadi [27, 48].

Endi bevosita ko'prik konstruksiyalari qurilishiga o'tamiz. Beton tayyorlashda beton uzellarining o'zida beton inshootlarining pishiqligi va holatiga bevosita ta'sir ko'rsatadigan ko'plab omillar qo'shimcha ravishda yuzaga keladi. Bunday omillarga: beton qorishmasi tarkibiy qismlarini noaniq dozalash, joyning iflosligi va changlanganligi, betonni tayyorlash joyidan qurilish joyiga tashish yo'lining uzoqligi (beton tarkibiga uning qotish jarayonini sekinlashtiradigan maxsus qorishmalar qo'shilmagan bo'lsa, tashish davomida beton sifati ancha yomonlashib, bu qotish rejimining buzilishiga sabab bo'ladi). Shuning uchun betonni tayyorlash, tashish, yotqizish va uning qotishi bilan bog'liq barcha texnologiya bosqichlarida nazorat ta'minlanishi shart.

Ko'prik konstruksiyalarini kuchaytirish uchun kompozitsion materiallar qo'llanishining dunyo tajribasi. Kompozit (kompozitsion) material (KM) – bu ikki va undan ko'p komponentlardan tashkil topgan, sun'iy yaratilgan bir jinsli bo'lmagan yaxlit material. Ko'pchilik kompozitlarda komponentlarni matritsa (yelim) va unga kiritilgan armaturalovchi element (tola) larga ajratish mumkin. Konstruksion vazifadagi kompozitlarda armaturalovchi elementlar odatda materialning zaruriy mexanik tavsif (mustahkamlik, bikrlilik va sh.o'.) larini ta'minlaydi, matritsa esa armaturalovchi elementlarni kuchaytiriladigan konstruksiya bilan birgalikdagi ishini ta'minlaydi.

Chet davlatlarda kompozitsion materiallardan, xususan fibroarmaturalangan plastiklardan faol foydalanish Ikkinchi jahon urushidan keyin boshlandi. AQSh da o'tgan asrning 50-yillaridayoq avtomobil sanoatida avtomashinalarning ayrim qismlari va tugunlarini tayyorlash uchun bu materiallar qo'llanilgan. Aerokosmik tarmoq an'anaviy metallga nisbatan charchoq sinishga kam duchor bo'ladigan, uchish va kosmik apparatlar ishlab chiqarish uchun engil va yuqori

mustahkamli kompozitlardan foylangan. Bu materiallar mudofaa sanoati, sport buyumlari va sh.o' . larda o'zining keng tatbiqini topdi [26, 27, 31, 32, 35 – 44].

Ammo qurilishda XX asrning 80-yillaridagina kompozitsion materiallar asosan temirbeton konstruksiyalarni kuchaytirish uchun o'z tatbiqini topadi. AQSh da bu avtomobil yo'llarini, temirbeton ko'priklarni yalpisiga qurish ishlfrini gurkirashiga va ularni yil davomida ekspluatatsiya qilishga olib keldi. Ko'priklarni savodsizlarcha saqlanishi va parvarishlash (muzni yo'qotish uchun tuz sepilishi) armaturada korrozion jarayonlarni rivojlanishiga olib keldi. ASCE (Fuqarolik muhandislarining Amerika assotsiatsiyasi) 2005 y. hisobot ma'lumotlariga ko'ra AQSh da deyarli 40% avtoyo'l ko'priklari, ularning keyingi ekspluatatsiyasini imkonsiz qiladigan konstruktiv va funksional nosozlikka ega. Xuddi shunga o'xshash vaziyatni G'arbiy Evropa mamlakatlari, Rossiya va O'zbekiston Respublikasida ham kuzatish mumkin. Ko'pgina ko'priklarning texnik holati ko'p sonli nuqson va shikastlanishlar mavjudligi bilan xarakterlanadi, ular inshootlarning ekspluatatsion va uzoqqa chidamliligini anchagina kamaytiradi.

Zamonaviy hisobiy yuklarni xavfsiz o'tkazish uchun, temirbeton ko'priklarni kapital ta'mir yoki rekonstruksiya qilishda oraliq qurilmalarning bosh to'sinlarini almashtirish yoki kuchaytirish talab etiladi. Temirbeton oraliq qurilmalarning ko'taruvchanlik qobiliyatini oshirishning samarali usuli KM lar bilan kuchaytirishning zamonaviy texnologiyasini qo'llash hisoblanadi. Rossiya, Yaponiya, G'arbiy Evropa mamlakatlarida avtomobil yo'llarini boshqarish, Kanada, Avstraliyalarda bu yuqori mustahkamli materiallardan foydalanish tarixiga 30 yildan oshdi [26, 27, 31, 32, 35 – 44].

Yaponiyada 1994 y. tahminan 50 yaqin ko'priklar plitalarining ostki cho'ziladigan yuzalari CFRP (ugleplastikli nakladkalar) polosalarini yopishtirish yordamida kuchaytirilgan edi. Qo'shilgan bu material nafaqat armaturali sterjenlardagi kuchlanishni kamaytirdi, balki plitali oraliq qurilmalarning egikliklarini ham kamaytirdi [37 – 44].

Reyn daryosi orqali o'tgan Oberriet-Meiningen ko'prigi Shveysariya va Avstriyani birlashtiradi. 1996 yilda plita qalinligini 8sm ga oshirish va plitaning ostki yuzasida 4m uzunlik va 75sm qadam bilan CFRP ning 160 polosasini yopishtirish yo'li bilan kuchaytirilgan edi.

1999 yilda CFRP polosalaridan foydalanib (eguvchi moment va ko'ndalang kuch bo'yicha ko'taruvchanlik qobiliyatini oshirish bilan) kuchaytirilgan edi. Kuchaytirishgacha ko'prik 2t yuk ko'taruvchanlikka ega edi, kuchaytirilgandan so'ng uning yuk ko'taruvchanligi 16t gacha oshdi.

Rossiyada ko'priklarning temirbeton oraliq qurilmalarini kompozitsion materiallar bilan kuchaytirish tajribasi 10 yildan ortiq hisoblanadi. ZAO «Triada Xolding», MCHJ «InterAkva», MCHJ «Praktik», MCHJ «VarmaStroy» va shu kabi boshqa firmalar ko'priklarning temirbeton oraliq qurilmalari va boshqa qurilish konstruksiyalarini kuchaytirish bo'yicha katta tajribaga ega.

Mamlakatimizda KM bilan temirbeton konstruksiyalarni kuchaytirish bo'yicha me'yoriy xujjat mavjud emas. Shuning uchun temirbetonli ko'prik konstruksiyalarini ta'mirlash va kuchaytirishda KM larni qo'llash bo'yicha batafsil tavsiyanoma beriladi.

Ko'prik inshootlarini kuchaytirishda ishlatiladigan zamonaviy kompozitsion polimer materiallar va ularning xossalari.

Tolalarning turlari [26, 27, 31, 32, 35 – 44]: uglerodli, aramidli, bazaltli, shisha tolali.

TAS: yuzani tiklash uchun ta'mirlov tarkibi, gruntovka qilish, shpaklyovka, xolst, plastina va ularni yotqizish uchun epoksid yelim, himoya qoplamalarini o'z ichiga oluvchi materiallarning kompleks sistemasi.

TAS ning mohiyati – qurilish konstruksiyalarda cho'ziluvchi kuchlarni qabul qilish. Kuchlar armaturalovchi elementlarga maxsus adgezion tarkiblar (epoksid yelim) orqali uzatiladi.

Uning vazifalari *vazifalari* quyidagilardan iborat [26, 27, 31, 32, 35 – 44]:

- *loyihalash va qurishda* – material sarfini saqlagan holda ta'mirlararo

muddatni oshirish bilan ko‘tariladigan konstruksiyalarning seysmochidamligi, mustahkamligi va ishonchliligini oshirish;

- *rekonstruksiya qilishda* – oshirilgan yuklarni qabul qilish yoki o‘zgartirilgan konstruktiv sxema bo‘yicha ish qobiliyatini ta‘minlash uchun;

- *kuchaytirishda* – tabiiy omil va tajovuzkor muhit yoki mexanik ta‘sirlarning uzoq muddat ta‘sir qilishi natijasida sodir bo‘lgan beton sinishi va armaturaning chirishi oqibatlarini bartaraf etish.

Ularning *afzalliklari* [26, 27, 31, 32, 35 – 44]:

- ugletola cho‘zilishga yuqori mustahkamlik va elastiklik moduliga ega;
- epoksidli kompaundning yuqori adgezion tavsiflari ugletolani har qanday yuza bilan ishonchli birikishini ta‘minlaydi;
- ugleplastik tajovuzkor muhit ta‘siriga yuqori bardoshlikka ega, inertli va korroziyaga uchramaydi.

Xolst: konstruksiyaning ko‘taruvchanlik xususiyatini tiklash uchun mo‘ljallangan, yuqori elastiklik moduli bilan uglerod tola asosidagi matoli material

Plastina: konstruksiyaning ko‘taruvchanlik xususiyatini tiklash uchun mo‘ljallangan, polimer matritsa bilan birlashtirilgan, uglerod tolaga ega bo‘lgan material.

Bog‘lovchi: kuchaytiriladigan konstruksiyaning yuzasiga xolst yoki plastinalarni yelimlash uchun mo‘ljallangan, epoksid smola asosidagi ikki komponentli yuqori mustahkamli polimer.

KM larni tanlash shunday jarayonki, u ekspluatatsiya qilinayotgan inshootlarning beton, po‘lat, terim va yog‘ochli konstruksiyalarini statik va dinamik tiklash uchun kuchaytirish metodikasiga kiradi. *Mapei* tizimi 20 yil davomida kuchaytirishning polimer asosi va *Mapei FRP System* tolali klassik tizim noorganik asos va *Mapei FRG System* tolali zamonaviyroq tizimi , hamda *MapeWrap EQ System* seysmik himoyaning innovatsion sistemasigacha mukammallashtirilgan va tizimlashtirilgan.

Gamma temirbetonli konstruksiyalar, oddiy va oldindan zo‘riqtirilgan beton, po‘lat, terim va yog‘och konstruksiyalarni statik va dinamik tiklash hamda kuchaytirish uchun maxsus ishlab chiqilgan, yuqori mexanik mustahkamli tola va epoksid smolani o‘z ichiga oluvchi kompozit materiallardan tashkil topgan. Kuchaytirishning bunday *Mapei FRP System* sistemasi CNR DT 200/2004 hujjatning texnik ko‘rsatmalariga mos keladi va bajarilgan ishlarning sifati va xavfsizligi nuqtai nazaridan ancha afzalliklarga ega bo‘lgan sistemaning A turi kabi sinflanadi.



Mapei FRP System

Sistema KM lardan tashkil topgan, u, an'anaviy FRP materillaridan farqli o'laroq, putssolan reaksiyasi bilan noorganik bog'lovchidan foydalanib, polimer



Planitop HPC va Planitop HPC Floor

yuqori mexanik ko‘rsatkichlari; sindirish kuchini so‘ndirishning o‘ta yuqori xususiyati, hamda yuqori yopishqoqliligi. Tolalar miqdorining ko‘pligi juda kuchsizlangan an'anaviy armatura bilan kolonnalarni kuchaytirish va CNR DT 204/2006 texnik hujjatga muvofiq xatto orayopma plitasining tashqi yuzasini oz miqdorda armatura bilan kuchaytirishda materialni qo‘llash imkonini beradi.

FRP materiallari yordamida o‘ziga xos ishlarni bajarish [37 – 44]:

- uchastkaning egilish va siljishga mustahkamligini oshirish lozim bo‘lgan joylarida restavratsiya, singan konstruksiyalarni statik va seysmik tishlash;
- bo‘ylama armaturalashni oshirishning zamonaviy usullari talab etiladigan joylarda ko‘taruvchanlik xususiyati yoki plastikligini yaxshilash uchun, siqilgan va bukilgan element (kolonna, ko‘prik tayanchi, tutun chiqaradigan quvur) larni ko‘ndalang o‘rash;
- deformatsiyalangan elementlarni, cho‘zilishda yuklar ta’siriga uchragan uchastkalarini tashqi o‘ram yordamida kuchaytirish;
- zarbalar ta’sirida qisman shikastlangan konstruksiyalarni tiklash;
- seysmik faollikdan so‘ng massasini oshirmasdan gumbazli konstruksiyalarni tiklash va restavratsiya qilish;
- seysmik faollikdan so‘ng tiklash maqsadida to‘sin-kolonna tugunlarini o‘rash;
- sxemalarini o‘zgartirmasdan transport inshootlari elementlarini kuchaytirish;
- yong‘in vaqtida shikastlangan konstruksiyalarni ta’mirlash;
- betonli konstruksiyalarda seysmik yuklarni bir xilroq qayta taqsimlash uchun KM bilan kuchaytirish.

Mapei FRP i FRG Systems tizimidan foydalanishdagi afzalliklar.

Mapei FRP i FRG System tizimi materiallaridan foydalanish tiklashning an’anaviy texnologiyasi bilan solishtirganda bir qator afzalliklarga ega, ular orasida quyidagilar ayon hisoblanadi:

- yotqizishning oddiyligi va tezkorligi: o‘zining o‘ta yengilligi sababli materiallar maxsus asbob-uskuna va texnikalarni qo‘llamasdan yotqiziladi, cheklangan ishchilar soni bilan, juda qisqa vaqt ichida va konstruksiyaning ekspluatatsiyasini to‘xtatmasdan;
- uzoqqa chidamliligining yuqoriligi;

- mexanik tavsiflarining yuqoriligi;
- qo‘llaniladigan kuchaytirishning an’anaviy usulda bajariladigan listli po‘latga nisbatan korroziyasi sodir bo‘lmaydi;
- konstruksiyaning massasi oshmaydi: *Mapei FRP* va *FRG System* yordamida tiklash strukturali kuchaytirilgan elementlarning massasini oshirmaydi. Bu omil juda muhim, chunki seysmik mintaqada joylashgan konstruksiyalarda yuklar konstruksiya massasiga to‘g‘ri proporsional.

Mapei FRP va FRG System tiklash, kuchaytirish konstruksiyani azaliy holatiga qaytarish imkonini beradi, chunki armaturlash va yelim qatlamini olib tashlash mumkin. Bu xususiyat xavfsizlikni ta’minlash zarurati bilan bog‘liq vaqtinchalik ishlar bajariladigan holda juda muhim hisoblanadi, ayniqsa so‘z tarixiy ahamiyatdagi konstruksiyalar to‘g‘risida borganda. Kolonna poydevorining bo‘ylama egilishga mustahkamligini “ankerlovchi tolalar” bilan armaturalangan fibrili KM yordamida kuchaytirish tizimida quyidagi usulda bajariladi [26, 27, 31, 32, 35 – 44].

Bo‘ylama egilishga mustahkamligini kuchaytirish: 1) *MapeWrap S Fabric*; *MapeWrap C UNI-AX*. 2) Ankerovka: *MapeWrap S Fabric*; *MapeWrap S FIOCCO*; 3) Klonnaning ko‘ndalang belbog‘i; Carboplate; Epojet.

Quyida po‘lat fibra va KM larning turlari va xossalari keltirilgan [33].

Po‘latli fibralar

<i>Po‘lat yarim mahsulotidan frezerlangan</i>	<i>Simdan to‘lqinli taram–taram qilib (rifellab) kesilgan</i>	<i>Uchlarida ankeri bilan simdan kesilgan</i>	<i>Uchlarida ankeri bilan listli po‘latdan kesilgan</i>
			

Xossalari: zichligi – $7,8\text{g/sm}^3$; cho‘zilishdagi mustahkamligi – $0,8\div 3,15\text{GPa}$; elastiklik moduli – 200GPa ; uzilishdagi uzayishi – $3\div 4\%$; sarfi – $20\div 100\text{kg/m}^3$.

Kompozit materiallar [35 – 44]

Polipropilenli fibra



Zichligi – $0,9\text{g/sm}^3$,
cho‘zilishdagi
mustahkamligi –
 $0,5\div 0,75\text{GPa}$, elastiklik
moduli – $5\div 77\text{GPa}$,
uzilishdagi uzayishi – 8%,
sarfi – $0,6\div 1,2\text{kg/m}^3$

Shishali fibra



Zichligi – $2,6\text{g/sm}^3$,
cho‘zilishdagi mustahkamligi –
 $1,05\div 3,85\text{GPa}$, elastiklik moduli
– $70\div 80\text{GPa}$, uzilishdagi
uzayishi – 8%, sarfi –
 $0,5\div 0,75\text{kg/m}^3$

Bazaltli fibra



Zichligi – $2,8\text{g/sm}^3$,
cho‘zilishdagi mustahkamligi
– $0,6\div 3,5\text{GPa}$, elastiklik
moduli – $7\div 60\text{GPa}$,
uzilishdagi uzayishi – 3,1%,
sarfi – $0,5\div 10\text{kg/m}^3$

Uglerodli lenta



Epojet



Epoksid smola bilan
shimdirilgan uglerod tolali
plastina, ikki tomonidan
polietilen plyonka (yupqa
qatlam) bilan himoyalangan

Uglerodli to‘r



Epojet LV



In‘eksiya uchun super oquvchan
ikki komponentli epoksidli smola

MapeWrap CBI-AX



Mapefix EP 385 – 585



Mikroyoriqlarni in‘eksiya
qilish uchun juda past
yopishqoqli ikki komponentli
epoksidli smola

Mapegrid B 250



Struktura yuklari uchun mo'ljallangan toza epoksidli smola asosidagi kimyoviy anker

Maperod C



Gruntovka qilib ishlov berilgan bazalt tolali to'rt (250 g/m²), tosh, g'isht, tuf va beton yuzalarini strukturali armaturalash uchun mo'ljallangan

Maperod G



Epoksid smola bilan shimdirilgan, uglerod tolali sterjenlar, shikastlangan betonli va terim elementlarini strukturali kuchaytirish uchun mo'ljallangan

MapeWrap 21



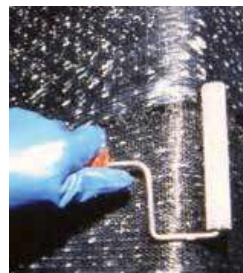
Beton yuzasini tekislash uchun qotish vaqti uzaytirilgan ikki komponentli tiksotrop epoksid shpaklyovka

MapeWrap 31



"Namlash usuli" bilan MAPEWRAP polotnolarni shimdirish uchun super oquvchan ikki komponentli epoksid smola

MapeWrap BUNI-AX



"Quruq usul" bilan MAPEWRAP polotnolarni shimdirish uchun o'rtacha yopishqoqli ikki komponentli epoksid elim

MapeWrap CQUADRI-AX



Juda yuqori (390 000 N/mm²) elastiklik modulli yuqori mustahkam uglerod tolali bir yo'nalishli polotno Shisha tolali PM

MapeWrap GUNI-AX



Shisha tolali simmetrik to'rt yo'nalishli polotno.

Ikki yo'nalishli ugleplastikli PM

MapeWrap CQUADRI-AX



Yuqori mustahkami uglerod tolali ikki yo'nalishli polotno

Sterjen (o'zak)li va



Rossiyada temirbeton ko'priklarni kuchaytirishda qo'llaniladigan tolalarning asosiy fizik-kimyoviy tavsiflari 11.1 va 11.2-jadvallarda keltirilgan [49].

11.1-jadval

Tolalar tavsiflari

Material	Elastiklik moduli E , GPa	Cho'zishdagi mustahkamlik chegarasi σ_r , MPa	Uzilishdagi deformatsiyasi ε_r , %
E-shisha	70÷80	2000÷3500	3,5÷4,5
Ugletola (yuqori elastikli)	390÷760	2400÷3400	0,5÷0,8
Ugletola (yuqori mustahkamli)	240÷280	4100÷5100	1,6÷1,73
Aramid-tola	62÷180	3600÷3800	1,9÷5,5
RVO	270	5800	2,1

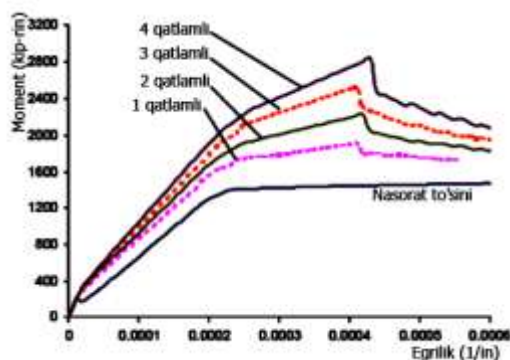
11.2-jadval

Epoksid yelim Sikadur® turidagi rastvor

Tavsiflari	Sikadur® lentalar uchun yelim	Sikadur® sementli rastvor	Sikadur® xolatlar uchun yelim
Siqilishdagi mustahkamligi, MPa	> 95	> 75	> 65
Qirqilishdagi mustahkamligi, MPa	> 6	> 6	> 6
Beton bilan adgeziyasi, MPa	> 4 (betonning sinishi)	> 4 (betonning sinishi)	> 4 (betonning sinishi)
Elastik moduli, MPa	≥ 12800	≥ 9000	≥ 3800

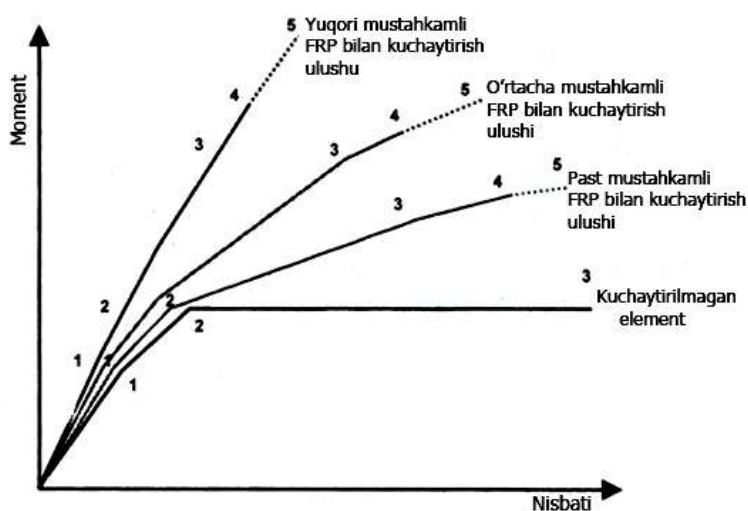
Quyida egiluvchi elementlarni KM bilan kuchaytirish namunalari va

ularning yuk ko'taruchanligini taqqoslash to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan [48].



11.1-rasm. Har xil sonli kuchaytirish qatlamlari bilan “moment - egrilik” diagrammasi

11.2-rasmda ko'priq to'sinlarini har xil mustahkamli kompozit materiallar bilan kuchaytirishdagi “Moment – egrilik” diagrammalarini taqqoslash keltirilgan.



11.2-rasm. “Moment - egiklik” orasidagi nisbiy diagramma: 1 – beton cho'zilishidan sodir bo'lgan yoriqlar; 2 – yumshoq po'lat; 3 – betonning cho'zilishdagi chegarasi; 4 – FRP ning uzilishigacha tishlashishning buzilishi; 5 – FRP ning uzilishi

Xorijiy tajriba tahlili yuk tushadigan konstruksiyalarni kuchaytirishda kompozit materiallarni qo'llashning maqsadga muvofiqligi va yaqqol samaradorlikka egaligidan dalolat beradi. Kuchaytirish uchun kompozitsion material turini tanlash foydalanish shart-sharoitlari hamda kuchaytirilayotgan konstruksiyaning nima uchun mo'ljallanganligidan kelib chiqib tanlanadi. Kompozitsion materiallarning temirbeton konstruksiyani kuchaytirishda jiddiy ahamiyatga ega bo'lgan fazilatlaridan biri – ularning yemirilishga qadar elastik deformatsiyalanishi bo'lib, ya'ni ular plastik xususiyatga ega bo'lmay, ularning uzilishi (yemirilishi) ham mo'rtlik ko'rinishda bo'ladi. Shuning uchun,

temirbeton elementlarni kompozit materiallar bilan kuchaytirishni loyihalashda ushbu materiallar bilan birga qo'llanadigan beton va po'latning elastik deformatsiya qiymatlari cheklab qo'yilishi talab etiladi [48]. Shuningdek, kompozitsion materialning elastik deformatsiyasi kuchaytirilayotgan konstruksiyada zo'riqlashlarning qayta taqsimlanishiga ko'maklashmasligini yodda tutish kerak.

Ba'zi hollarda egiluvchi temirbeton konstruksiyalar uchun oldindan zo'riqtirilgan kompozitsion materiallardan foydalanishga yo'l qo'yiladi. Oldindan zo'riqtirilgan kompozitsion material polosalarini qo'llash zo'riqtirilmaganlari oldida qator ustunliklarga ega [37 – 44]: kuchaytirilayotgan konstruksiyaning qarshilik momenti kattalashadi, yoriqlar hosil bo'lish jarayoni sekinlashadi, kuchaytirish materialining kichikroq kesimli bo'lishi talab etiladi, temirbeton konstruksiyaga tushishiga ruxsat etiladigan yuk ham kattalashadi. Biroq, jiddiy kamchiliklardan biri sifatida ishlar texnologiyasi murakkablashuvi tufayli ish qiymati va mehnattalabligining ortishi hamda qo'shimcha asbob-uskunalar qo'llanishi, ishlar davomiyligining ortishini ko'rsatish mumkin [37 – 44].

Ko'tarish imkoniyati hamda foydalanishga yaroqlilikni oshirish, shuningdek foydalanish va transport xarajatlarini kamaytirish, konstruksiyalarni kuchaytirish maqsadida, asosan, ajoyib fizik-mexanik xususiyatlarga ega bo'lgan ugletola asosidagi kompozit materiallar qo'llaniladi.

Seysmobardoshlilikni oshirishda shishatola asosidagi yedirilishga bardoshli mato so'zsiz ustunlikka ega. Ko'prik tayanchlarini transport shikastlanishlaridan himoya qilish zarurati tug'ilganida kevlar tolasi asosidagi matolar qo'llaniladi.

Zika kompaniyasi (Shveysariya) ko'priklar qurilishi va ularni qayta tiklash sohasida faol ish olib bormoqda [48]. Kompaniyaning ko'prik qurilishi va ta'miri uchun mo'ljallangan materiallari va ilg'or texnologiyalari Rossiyadagi yuzlab ko'priklar va yo'l o'tkazgichlar qurilishi va rekonstruksiyasida muvaffaqiyat bilan qo'llangan va qo'llanilmoqda [37 – 44].

Temirbeton konstruksiyalarni polimer materiallar yordamida kuchaytirishni qo'llangan material turlariga qarab sinflash (tasniflash) mumkin [48]: suyuq polimer (epoksid) tarkiblar (bir- va ko'p komponentli), epoksid tarkib shimdirilgan uglerod tolali plastinalar, yuqori darajadagi mustahkam uglerod tolali qoplamalar (polosalar va polotnolar), polimerlarning armaturalangan tolalaridan tashkil topgan xivich (simli o'rama).

Ugletolalar asosidagi kompozitlarni tatbiq etish jarayonida ularni qurilish konstruksiyasida ishonchli mahkamlash muammosiga duch kelindi. Armatura elementining mahkamlanishi uning konstruksiya ishiga qo'shilishini ko'zda tutib, tushgan kuchning qayta taqsimlanishiga ko'maklashishi texnologik bo'lib, uzoq muddat xizmat qilishini ta'minlashi kerak edi. Eng muvofiq mahkamlash tizimi montaj uchun qo'llanadigan maxsus epoksidli yelim qo'llanishini o'z ichiga oladi.

Shveysariyaning "ZIKA" [48] kompaniyasi tomonidan suv dispersiyasi asosida ishlab chiqilgan epoksidli tarkiblarni qurilish konstruksiyalarining hatto nam yuzasiga ham qo'llash mumkin [48].

Shveysariyaning "ZIKA" firmasining "**Zika karbodur**" tizimi ham yuksak talablarga javob beradi. O'zining universalligi va texnologiyabopligi sababli u jahon qurilish amaliyotida keng qo'llanilmoqda.

Kuchaytirish tizimi asosan to'sin va to'sinli plitalarning 50 t ga qadar oraliq eguvchi momentlarini qabul qila oladigan turli kesimli "**Zika karbodur**" ugleplastik polosalari, to'sinli konstruksiyalardagi ko'ndalang kuchlarni qabul qilish uchun mo'ljallangan G-simon "**Zika karbosher**" xomutlari, egiladigan va nomarkaziy siqilgan konstruksiyalardagi asosiy cho'zuvchi kuchlanishlarni qabul qila oladigan ugletoladan tashkil topgan «**Zika karbovrup**» to'qilgan mato (xolsti) ko'rinishidagi armatura elementlarini o'z ichiga olgan [48].

Bikrlik va yoriqbardoshlilikni oshirish uchun ugleplastik armaturani dastlab taranglatish mumkin. Temirbeton konstruksiyalarni kuchaytirish usulini ishlab chiqishda kuchaytirish elementlarini tashqi muhitning agressiv ta'siridan himoya

qilish hamda ularning kuchaytirilayotgan konstruksiya bilan birga ishlashini ta'minlash muammolarini hal qilishga to'g'ri keladi.

Muhim (mas'ul) temirbeton konstruksiyalarni kuchaytirish uchun mo'ljallangan ugleplastikli tizimda armaturali mahsulotlarning uch turi mavjud:

1. Eguvchi moment ta'siri zonasidagi to'sin konstruksiyalarini kuchaytirish uchun **«Zika karbodur»** ugleplastik polosalari;

2. Ko'ndalang kuch ta'siri zonasidagi egiluvchi konstruksiyalarni kuchaytirish uchun **«Zika karbosher»** G-simon xomutlari;

3. Bir tomonlama armaturalashni qo'llash, ko'ndalang kuchni qabul qilish va halqa (oboyma) hosil qilish uchun ugletoladan to'qilgan mato.

Yuqorida aytib o'tilgan tashqi armaturalash elementlari, temirbeton konstruksiyada ugletola bilan birga yetkazib beriladigan yuqori mustahkam epoksidli kompaund yordamida mahkamlanadi. Ugleplastikli armatura elementlari qo'llanishining samaradorligi yuzani tayyorlash hamda beton yuzasiga yelimlash sifati bilan belgilanadi.

11.2. Transport inshootlari elementlarini kompozit materiallar bilan kuchaytirish amaliyoti

Bugungi kunda sanoat qurilishidagi yetakchi yo'nalishlardan biri qurilish konstruksiyalari ishonchliligini oshirishga tizimli yondashishdan iborat. U har qanday muhandislik inshooti, shu hisobdan ko'prik hayotiy siklining barcha bosqichlarini qamrab oladi: loyihalashtirish, qurish, foydalanish, shu jumladan uning joriy holatining monitoringi, kuchaytirish, ta'mirlash oldidan diagnostika tadqiqotlarini o'tkazish, ta'mirlash bo'yicha loyiha ishlarini bajarish, bevosita ta'mirlash texnologiya ishlari, undan keyin bajarilgan ishlar sifatining nazorati. Bunday tizimli yondashuv ko'prik temirbeton konstruksiyalarini kuchaytirish hamda ta'mirlash texnologiyasini muvaffaqiyatli ishlab chiqish va material tanlash uchun talab etiladi.

Jahon amaliyotida ko‘priklarni kuchaytirishning eng keng tarqalgan usullari quyidagilardir: konstruksiya elementi ko‘ndalang kesimi yuzasini kattalashtirish (an’anaviy yondashuv); shuningdek polimerbetonli kompozit materiallarni qo‘llash.

Temirbeton konstruksiyalarni uglerod tolalar yordamida kuchaytirish konservativ usullarga nisbatan qator ustunliklarga ega [27, 31, 37 – 44]:

- konstruksiya elementining dastlabki kesimi saqlanib qoladi;
- devorlarni, yuk tushadigan konstruksiyalar va orayopmalarni kuchaytirish konstruksiyalar massasini ortishiga olib kelmaydi;
- kompozit materiallar chirishga nisbatan yuqori darajada chidamli hisoblanadi;
- qo‘llanish soddaligi, ishlarning qisqa muddatda amalga oshirilishi;
- murakkab havoza larni tiklamay ishlash imkoniyati, yuk ko‘tarish uskunalar i talab etilmaydi;
- o‘lchamga bog‘liq cheklovlar yo‘q – xolstlar va laminatlar uzunligi kamida 50m ni tashkil etadi.

11.3-jadval

Sika®Carbodur® tizimi va po‘lat polosalar bilan kuchaytirish samaradorligini taqqoslash

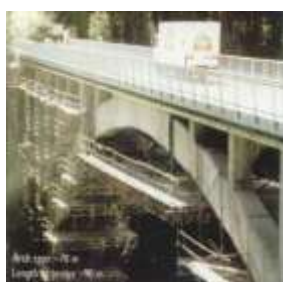
Mezonlar	Sika®Carbodur® sistemasi bilan kuchaytirish	Po‘lat polosalar bilan kuchaytirish
Xususiy vazni	Kam	Katta
Cho‘zilishdagi mustahkamligi	Juda baland	O‘rtacha
Konstruksiya balandligining oshishi	Juda kam	Kam
Korroziya ta’siriga uchrashi	Mavjud emas	Katta
Uzunligi	Har qanday	Cheklangan
Qo‘llanishi	Oddiy	Qiyin
Yukning taqsimlanishi	Faqat tola yo‘nalishida	Har qanday yo‘nalishda
Uzaro kesishishda qo‘llanishi	Oddiy	Qiyin
Charchoqlik sifat lari	A’lo darajada	Yetarli darajada

Narx ko'rsatkichlari	Yuqori	Past
Montaj narxi	Past	Yuqori
Montaj	Qo'shimcha moslamalarsiz	Yuk ko'targich va qisqichlar bilan
Ishlarni bajarish vaqti	Qisqa	Uzoq

Ko'p hollarda, konstruksiyalarni (shu jumladan yuk ko'taradigan konstruksiyalarni ham) ugleplastik yordamida kuchaytirish ham ishlarning bajarilish muddatlari, ham qiymatiga ko'ra an'anaviy usullarga nisbatan ancha maqbul bo'lib chiqadi.

Quyida keltiriladigan rasmlar Sika® kompaniyasi saytidan olingan [48].

Sika® – maxsus va qurilish kimyosi sohasida ishlaydigan xalqaro konserni. Konsernning sho'ba (дочерние) kompaniyalari ishlab-chiqarish, sotish va texnik yordam bo'yicha dunyoning 80 dan ortiq mamlakatlarida ish yuritadi. Sika® kompaniyasi bino va injener-texnik inshootlarning bozorda gidroizolyasiyasi, germetiklash, yopishtirish, tovush izolyasiyasi, kuchaytirish va himoyasi bo'yicha dunyo lideri hisoblanadi. Sika® sho'ba kompaniyalarida 10 000 dan ortiq odam ishlaydi.



Ko'prik konstruksiyalarini lentalar bilan kuchaytirish



*Moskva – Arxangelsk avtoyo‘lidagi Kexta daryosidan o‘tgan ko‘prikn
kuchaytirish (Rossiya)*



Toshli kolonna



Terim/Devor



Yog‘och konstruksiya



Plita va orayopma



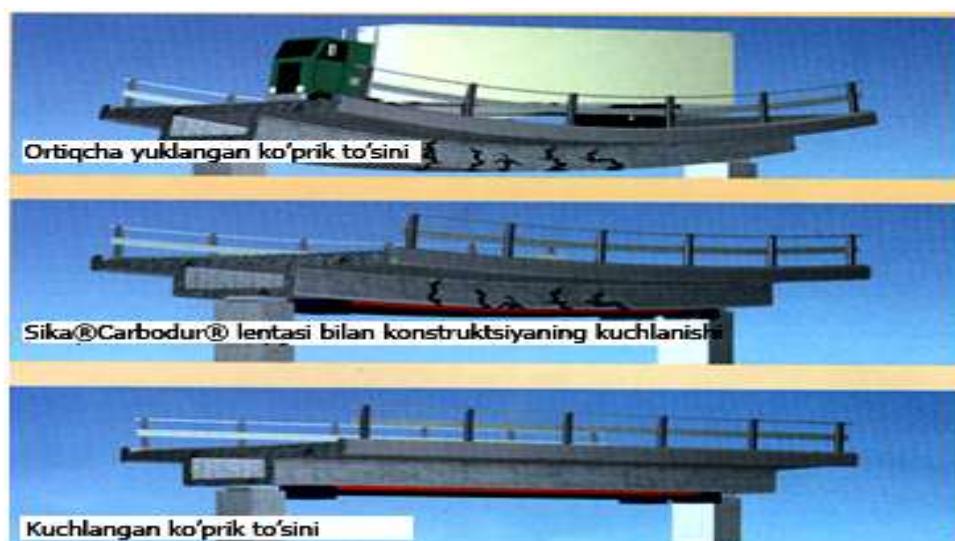
Temirbetonli to‘sin



*Murakkab geometriyali
elementlar*

Lentalarni konstruksiyaga yopishtirishdan oldin bevosita ularni oldindan zo‘riqtirish imkoniyati mavjud. Lentalarning oldindan zo‘riqishi po‘lat armaturadagi kuchlanishlarni kamayishi, egilishining va yoriqlar enining kamayishiga olib keladi. Yoriqlar qisman yopiladi, po‘lat armaturadagi kuchlanish kamayadi, konstruksiyaning yashovchanligi va xavfsizligi oshadi, lentalarning ko‘taruvchanlik qobiliyatidan yaxshi foydalaniladi [48].

Siqilgan va nomarkaziy siqilgan konstruksiya (kolonna) larni kuchaytirish elementlar kesimi atrofini kuchaytiriladigan konstruksiya bo‘ylama o‘qiga perpendikulyar yo‘nalishda tolalardan bandaj qurish orqali amalga oshiriladi. Bandajlar konstruksiyaning butun balandligi bo‘yicha o‘rnatiladi.



Sika®Carbodur® lentasi bilan oldindan zo‘riqtirish



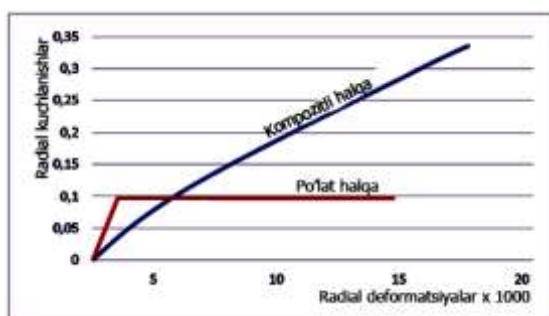
Rossiya, Lodeynoe Pole sh. temiryo‘l ko‘prigi

Muammo: ko‘prik tayanchi va bosh to‘sinlar betonining yemirilishi.

Yechimi: SikaWrap530 ugletola bilan yemirilgan betonni tiklash.



Kompozit materiallar (chapda) va po‘lat halqalar (o‘ngda) bilan kuchaytirilgan kolonnalarning umumiy ko‘rinishi [48]



11.3-rasm. Temirbeton kolonnalarni po‘lat va kompozit materiallar halqalari bilan kuchaytirishda ularning deformatsiyalanish grafiklarini taqqoslash



Moskva – Egorevsk avtoyo‘lining 56 km dagi Nerskaya daryosi ustidan o‘tgan ko‘prikn kompozit materiallar bilan kuchaytirish



Kompozit materiallar bilan ko‘priklar oraliq qurilmalarini kuchaytirish [48]



Tayanchlarni kuchaytirish



Qiya va normal kesimlar bo‘yicha bosh to‘sinlarni kuchaytirish



“Oktyabrsk” (Moskva) transport tunnelining temirbeton to‘sinlarini uglerod lamellari asosidagi Carboplate E170 va MapeWrap System bilan tashqi armaturalash orqali kuchaytirish, hamda to‘sinlar himoya qatlami va ular orasidagi choklarni yuqori mustahkamlikka ega fibroarmaturlangan Mapegrout Thixotropic tarkib bilan tiklash.

11.3. Ko‘priklarning kompozit materiallar bilan kuchaytirilgan temirbetonli konstruksiyalarini hisoblash metodikasi

Hisoblashning vazifasi inshootni ekspluatatsiyasi davrida ruxsat etilmagan chegaraviy holatlarning yuz berishidan kafolatlashdan iborat. Bu shunday yo‘l bilan amalga oshiriladiki, unda bitta sintezlaydigan zaxira koeffitsienti o‘rniga hisobiy koeffitsientlar tizimi kiritiladi, ular me‘yoriy qiymatlarga ko‘paytiriladi va hisobiy qiymatlar olinadi (yuklar, beton, po‘lat va b. larning qarshiligi).

Chegaraviy holatlar bo‘yicha hisoblashda ularning ikkita guruhi ko‘zda

tutiladi [27, 32]:

1. Mustahkamlik (ko'ndalang kesimlarning zaruriy o'lchami va yuzasini tanlash), chidamlilik (takrorlanadigan va ishorasi o'zgaradigan yuklarda charchashi) hamda turg'unlikka (ag'darilishga va konstruksiya shaklining yo'qotishiga) hisoblash.

2. Inshootlarni yoriqbardoshlikka (yoriqlar hosil bo'lishiga yo'l qo'ymaslik, qisqa muddatli yoriqlarning paydo bo'lishi va keyin ularning bekilishi, va yoriqlar enining cheklanishiga) hamda deformatsiyaga (egiladigan elementlarning egikligini) hisoblash.

Quyida uglerod, aramid va shisha tolalar asosidagi kompozit materiallar (KM) bilan tashqi armaturalash orqali kuchaytiriladigan temirbetonli to'sinlarning normal va qiya kesimlari mustahkaligini hisoblash metodikasi keltirilgan.

Hisoblashda tavr shakli to'sinlar uchun ba'zi bir qo'shimchalar bilan "Temirbeton konstruksiyalarni kompozit materiallar bilan kuchaytirish bo'yicha Qo'llanma" [32] tavsiyalari va eksperimental tadqiqotlar natijalari [27] asos qilib olingan.

Hisoblashda "Temirbeton konstruksiyalarni kompozit materiallar bilan kuchaytirish bo'yicha Qo'llanma" [32] tavsiyalari va [1, 2, 7, 8] mualliflarning eksperiment tadqiqot natijalari asos qilib olindi.

Egiluvchi temirbeton elementlarni chegaraviy holatning birinchi guruhi bo'yicha mustahkamlikka hisoblash uslubi.

KM lar bilan kuchaytirilgan temirbeton elementlarni hisoblashning asosiy qoidalari.

1. Cho'zilgan zona betonining mustahkamligi nolga teng qilib olinadi;
2. Chegaraviy holatda betondagi kuchlanish hisobiy siqilgan zona balandligi bo'yicha bir tekis taqsimlangan;

3. KM ning *me'yoriy* tavsiflari (cho'zilishdagi mustahkamligi R_f , elastiklik moduli E_f , cho'zilishning chegaraviy deformatsiyasi ε_f) [32] bo'yicha

namunalarning mexanik sinovlari yordamida aniqlanadi. KM ning me'yoriy tavsiflari ishonchlilik koeffitsienti S_f va ish sharoiti koeffitsienti S_E bilan me'yoriy tavsiflar bazasida aniqlanadi.

4. Tekis kesim gipotezasi qo'llaniladi;

5. KM armaturasi va beton to'la tishlashishini saqlaydi va chegaraviy holat sodir bo'lgunga qadar birgalikda ishlaydi;

6. Yelimli qatlamda siljish deformatsiyasi hisobga olinmaydi.

Hisoblash asosida konstruksiyalarni kuchaytirish bo'yicha Ko'rsatma tavsianomalari yotadi [32, 48].

Asosiy talablar, materiallar tavsiflari va asosiy hisobiy qoidalar [48] ga muvofiq qabul qilingan.

Tavr, qo'shtavr va korobka shaklli egiluvchi elementlar normal kesimini hisoblashni chegaraviy holatda kuchlar muvozanat shartlari asosida Qo'llanmaning 4.1.10 – 4.1.23 bandlariga [32] muvofiq o'tkazishga ruxsat etiladi.

Agar konstruksiyada shikastlanishlar mavjud bo'lmasa, beton va armaturaning tavsiflari [48] dan olinadi. Kuchaytiriladigan konstruksiyalarning tekshirish natijalari mavjud bo'lsa, beton va armaturaning tavsiflarini belgilash [48] talablarini e'tiborga olib amalga oshiriladi. KM ning me'yoriy tavsiflari (cho'zilishdagi mustahkamlik R_f , elastiklik moduli E_f , cho'zilishdagi chegaraviy deformatsiya ε_f) [48] ga muvofiq namunalarni mexanik sinash orqali, 0,95 ta'minlanganlik bilan aniqlanadi. KM hisobiy tavsiflari ishonchlilik koeffitsienti γ_f va atrof muhit ta'sirini hisobga oluvchi ish sharoitlari koeffitsienti S_E ni e'tiborga olib, [32, 48] larga muvofiq mi'eri tavsiflar bazasida aniqlanadi.

KM ning hisobiy tavsiflari ishonchlilik koeffitsienti γ_f va atrof muhit ta'sirini e'tiborga oladigan ish sharoiti koeffitsienti C_E ni hisobga olib aniqlanadi (11.4-jadv.).

KM ning har xil materiallari uchun ish sharoiti koeffitsienti C_E

Atrof muhit sharoiti	Tola material	Laminatlar	Matolar
Ichki xonalar	Uglerodli	0,95	0,9
	Shishali	0,75	0,7
	Aramidli	0,85	0,8
Ochiq havodagi konstruksiyalar	Uglerodli	0,85	0,8
	Shishali	0,65	0,6
	Aramidli	0,75	0,7
Tajovuzkor muhit	Uglerod	0,85	0,8
	Shishali	0,5	0,5
	Aramidli	0,7	0,6

Ishonchlilik koeffitsienti γ_f ning quyidagi qiymati qabul qilinadi:

- chegaraviy holatning birinchi guruhi bo'yicha hisoblashda – 1,1;
- chegaraviy holatning ikkinchi guruhi bo'yicha hisoblashda – 1,0.

KM ning ishonchlilik koeffitsienti γ_f va ish sharoiti koeffitsienti C_E ni hisobga olib cho'zilishdagi hisobiy mustahkamligi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$R_{ft} = \frac{C_E R_f}{\gamma_f} , \quad (11.1)$$

cho'zilishdagi hisobiy deformatsiya esa

$$\varepsilon_{ft} = \frac{C_E \varepsilon_f}{\gamma_s} . \quad (11.2)$$

Cho'zilishdagi elastiklik modulining hisobiy qiymati E_{ft} uning me'yoriy qiymatiga teng qilib qabul qilinadi:

$$E_{ft} = E_f = \frac{R_f}{\varepsilon_f} . \quad (11.3)$$

KM ning ajralishi undagi deformatsiya betonli asos tomonidan qabul qilinmagan holda sodir bo'lishi mumkin. KM ning ajralishini oldini olish uchun, uning deformatsiya chegarasini cheklash lozim. (11.1) ifoda KM ning ish sharoiti koeffitsientini k_m baholash imkonini beradi, u KM bilan kuchaytirish

elementining choʻzilishdagi bikrgiga bogʻliq:

$$k_m = \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{60\varepsilon_{ft}} \left(1 - \frac{nE_{ft}t_f}{360000} \right) \leq 0,9 \\ \frac{1}{60\varepsilon_{ft}} \left(\frac{90000}{nE_{ft}t_f} \right) \leq 0,9 \end{array} \right\}, \quad (11.4)$$

bunda t_f – KM monoqatlamining hisobiy qalinligi; n – KM qatlamining soni. Birinchi ifoda $nE_{ft}t_f \leq 180000$ boʻlganda, ikkinchisi esa $nE_{ft}t_f \geq 180000$ boʻlganda qoʻllaniladi.

Hisoblashlarda (11.1) ifodadan k_m koeffitsient yordamida KM uzilishining chegaraviy deformatsiyasiga etishi cheklanadi, u hisobiy yuklarda KM ning ajralishini oldi olinishini taʼminlaydi. KM bikrligi oshishi bilan ajralish ehtimoli oshadi va, tegishlicha, deformatsiyani cheklashga qoʻyilgan talablar ham qatʼiyoq boʻlib qoladi. Shuning uchun k_m koeffitsient bilan mohiyatan KM armaturasida sodir boʻladigan chegaraviy ruxsat etilgan kuch cheklanadi.

KM ning ruxsat etilgan chegaraviy hisobiy deformatsiyasi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\sigma_{fu} \leq E_f \varepsilon_{fu} \quad (11.5)$$

KM tashqi armaturasida chegaraviy holatda sodir boʻladigan maksimal deformatsiyalarni quyidagi ifodadan aniqlash mumkin:

$$\varepsilon_{fu} = \varepsilon_{cu} \left(\frac{h-x}{x} \right) - \varepsilon_{bi} \leq k_m \varepsilon_{ft} \quad (11.6)$$

KM dagi kuchlanishning ruxsat etilgan qiymati Guk qonuni boʻyicha quyidagicha aniqlanadi:

$$\sigma_{fu} \leq E_f \varepsilon_{fu} \quad (11.7)$$

KM tashqi armaturasining hisobiy R_{fu} mustahkamligi σ_{fu} ning qiymatiga teng qilib (4.4) ifoda boʻyicha qabul qilinadi.

$$R_{fu} = \sigma_{fu} \quad (11.8)$$

KM tashqi armaturasining choʻzilishdagi hisobiy deformatsiyasi

$$\varepsilon_{fu} = \frac{R_{fu}}{E_f} \quad (11.9)$$

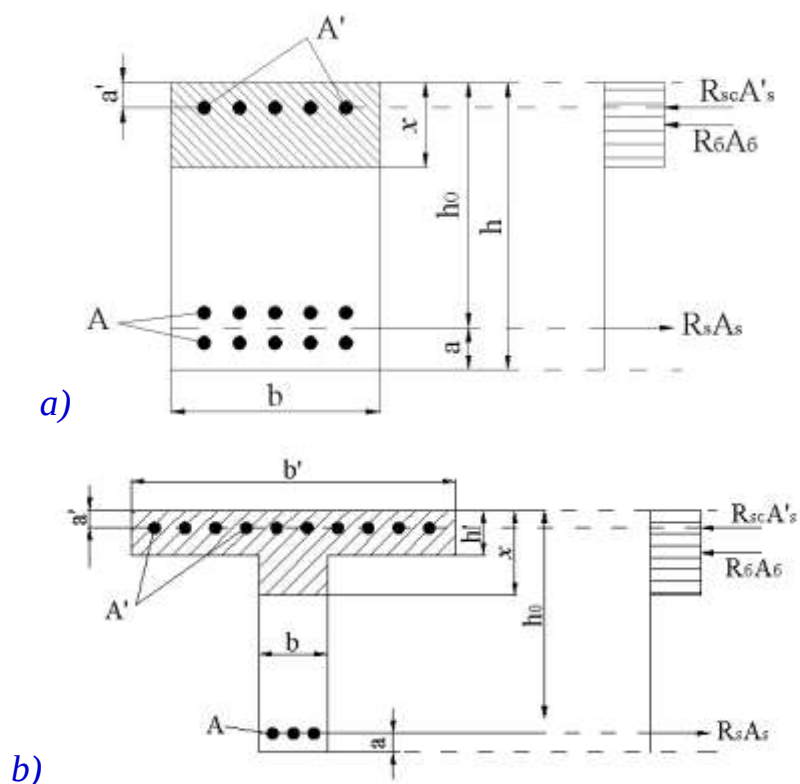
Normal kesimlarni mustahkamlikka hisoblashning umumiy sxemasi

a) Normal kesimni mustahkamlikka tekshirish

Hisoblashning yakuniy maqsadi ko'ndalang kesim qabul qila olishi mumkin bo'lgan eguvchi M_{ult} momentning chegaraviy qiymatini aniqlash va uni tashqi ekspluatatsion yukdan sodir bo'lgan eguvchi moment M bilan taqqoslash va, agar $M > M_{ult}$ bo'lib chiqsa, ya'ni chegaraviy moment tashqi yuklardan sodir bo'lgan amaldagi momentni qabul qila olmasa, unda kesimni kuchaytirish zarurati tug'iladi (ko'riladigan holda yuqori mustahkamli KM yordamida tashqi qo'shimcha armaturalash yo'li bilan).

Buning uchun, avvalambor kuchaytirishgacha chegaraviy holatda kuchlar muvozanatining umumiy tenglamalari asosida kesim mustahkamligi tekshiriladi.

11.4-rasmda oralig'ining o'rtasida qirqilgan, ko'ndalang kuch mavjud bo'lmaganda, ta'sir qilayotgan maksimal eguvchi moment M va chegaraviy holatda ichki kuchlarning joylashishi bilan birga ko'pri to'g'ri to'rtburchakli va tavr shaklli to'sini fragmenti ko'rsatilgan.



11.4-rasm

Deformatsiyanish diagramma (Prandtl diagramma) laridan kelib chiqib, beton va armaturada deformatsiyaning har qanday qiymatida kuchlanishlar hisobiy qarshiliklarga tengligidan (ya'ni diagrammaning gorizontall uchastkalarida beton va po'lat armatura uchun $\sigma_b=R_b$, $\sigma_s=R_s$) 2.2-rasmda ko'rsatilgan teng ta'sir etuvchi bo'ylama kuchlarni va muvozanat tenglamalari tizimini quyidagi umumiy ko'rinishda olamiz:

$$\sum_j N_j = 0; R_s A_s - R_{sc} A'_s - R_b A_b = 0; \quad (11.10)$$

$$\sum_j M_j = 0; M_{ult} = R_b S_b + R_{sc} A'_s (h_0 - a') = M, \quad (11.11)$$

(bu yerda kuch momenti cho'zilgan armatura yuzasi og'irlik markaziga nisbatan olingan va, shuning uchun, cho'zilgan armatura yuzasining statik momenti nolga teng).

Bu formulalarda tegishlicha beton siqilgan zonasi kesimi, ostki armatura va ustki siqilgan armatura yuzasi, S_b – cho'zilgan armatura og'irlik markaziga nisbatan beton siqilgan zonasi yuzasining statik momenti, M_{ult} – ichki kuchlarning chegaraviy momenti, M – tashqi kuchlardan sodir bo'lgan moment, R_b, R_s – tegishlicha beton va po'latning hisobiy qarshiliklari, h_0, a' – hisobiy balandlik va beton ustki himoya qatlamining qalinligi.

Agar kesimning yuk ko'taruvchanlik xususiyati beton va armaturaning bir vaqtda sinishiga mos kelsagina bu formulalar haqqoniy (to'g'ri).

Bu umumiy formulalardan kesimning aniq o'lchamlarida S_b aniqlanadi, keyin birinchi tenglamadan siqilgan zona balandligi x topiladi, u ikkinchi tenglamani hisoblash va qo'llash imkonini beradi [32].

Shunday qilib, masalan, balandligi h va eni b bo'lgan to'g'ri to'rtburchak kesimli to'sin uchun muvozanat tenglamalari sistemasi quyidagi ko'rinish oladi:

$$R_s A_s - R_{sc} A'_s - R_b b x = 0; \quad (11.12)$$

$$M_{ult}^s = R_b b x (h_0 - 0.5x) + R_{sc} A'_s (h_0 - a') \geq M. \quad (11.13)$$

Balandligi h va eni b bo'lgan tavr shaklli to'sin, eni va qalinligi b' va h' bo'lgan plita uchun esa $x \leq h'$ bo'lganda quyidagini olamiz:

$$R_s A_s - R_{sc} A_{sc} - R_b b' = 0; \quad (11.14)$$

$$R_{sc}A_{sc}(h_0-a') + R_b b' x(h_0 - 0,5x) \geq M. \quad (11.15)$$

$x > h'$ bo'lganda,

$$R_s A_s - R_{sc} A_{sc} - R_b b x - R_b (b' - b) h' = 0; \quad (11.16)$$

$$R_{sc} A_{sc}(h_0-a') + R_b b x(h_0 - 0,5x) + R_b (b' - b) h' (h_0 - 0,5h') \geq M. \quad (11.17)$$

(2.1) dan beton siqilgan zonasining haqiqiy balandligi aniqlanadi

$$x = \frac{R_s A_s - R_{sc} A'_s}{R_b b}. \quad (11.18)$$

Keyin beton siqilgan zonasining haqiqiy nisbiy (o'lchamsiz) balandligi topiladi

$$\xi = x/h_0. \quad (11.19)$$

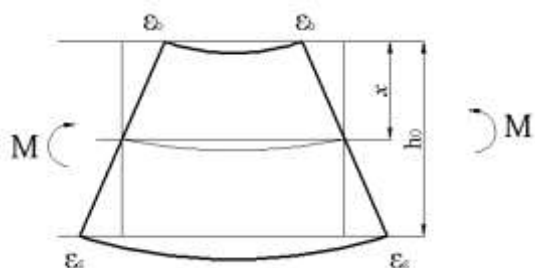
$M_0 \leq M_{ult}$ mustahkamlik shartidan kesim tanlanganda, bu yuzalarning uchta noma'lum qiymatlari bilan ikkita muvozanat tenglamalariga ega bo'lamiz, ya'ni masala statik noaniq va bu masalani yechish uchun faqat bitta deformatsiyaning birgalikdagi qo'shimcha tenglamasi talab etiladi. Bu shart uzun to'sinlar uchun o'zini yetarlicha yaxshi oqlagan tekis kesim gipotezasi ko'rinishida va Guk qonuni bo'yicha elastik bosqichda (qiya to'g'ri chiziqni) va plastik bosqichda (gorizontal to'g'ri chiziqni) kuchlanishlar va deformatsiyalar orasida chiziqli bog'liqlikni o'z ichiga olgan Prandtl $\sigma-\varepsilon$ diagrammasini qabul qilish uchun ifodalanadi.

Demak, muvozanat shartlari bo'yicha mustahkamlik hisobidan kelib chiqib, (2.3) dan ko'ramizki, siqilgan zona balandligining bir xil qiymatini sinish beton bo'yicha yoki armatura bo'yicha, yoki beton va armatura bo'yicha bir vaqtda sodir bo'lishiga bog'liq holda siqilgan beton va cho'zilgan armatura yuzalarining har xil qiymatlarida olish mumkin.

Shuning uchun bir vaqtda betonning eng ustki siqilgan tolasida va ostki armaturada chegaraviy holat sodir bo'ladigan beton siqilgan zonasining chegaraviy balandligi tushunchasi kiritilgan. Siqilgan zona chegaraviy balandligini topish uchun, beton ustki siqilgan tolasining chegaraviy deformatsiyalari $\varepsilon_{b,ult} = R_b/E_b$ va ostki armatura chegaraviy deformatsiyalari $\varepsilon_{b,ult}$

$= R_s/E_s$ orasida normal kesimning deformatsiyalanish shartidan kelib chiqib, bog‘liqlik o‘rnatish lozim.

Bu bog‘liqlik tekis kesim gipotezasi bilan o‘rnatiladi. Mazkur gipoteza bo‘yicha uchburchak o‘xshashligidan quyidagini olamiz (11.5-rasm) :



11.5-rasm

$$\frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_s} = \frac{x}{(h_0 - x)}. \quad (11.20)$$

(11.20) dan beton siqilgan zona balandligini quyidagi ko‘rinishda topamiz:

$$x = \frac{h_0}{1 + \frac{\varepsilon_s}{\varepsilon_b}} = \frac{h_0}{1 + \frac{\sigma_s}{E_s \varepsilon_b}} \quad (11.21)$$

va beton siqilgan zonasining haqiqiy nisbiy (o‘lchamsiz) balandligini aniqlaymiz

$$\xi = \frac{x}{h_0} = \frac{1}{1 + \frac{\varepsilon_s}{\varepsilon_b}} = \frac{1}{1 + \frac{\sigma_s}{E_s \varepsilon_b}}. \quad (11.22)$$

Beton siqilgan zonasi chegaraviy balandligini (h_0 bo‘yicha) va chegaraviy nisbiy balandligini topish uchun (11.21) va (11.22) larga betonning egilishdagi deformatsiyasi chegaraviy qiymati $\varepsilon_{d,ult}=0.0035$ ($\sigma_b=R_b$ bo‘lganda) va cho‘zilgan sterjenli armaturaning chegaraviy deformatsiyasi $\xi_{s,ult} = R_s/E_s$ ni ($\sigma_s=R_s$ bo‘lganda) qo‘yish lozim.

$$x_R = \frac{0.8h_0}{1 + \frac{\varepsilon_{s,ult}}{\varepsilon_{b,ult}}}. \quad (11.23)$$

Beton siqilgan zonasi chegaraviy nisbiy balandligi uchun SP 52–103–2003 bo‘yicha

$$\xi_R = \frac{x_R}{h_o} = \frac{0.8}{1 + \frac{\varepsilon_{s,el}}{\varepsilon_{b,ult}}} = \frac{0.8}{1 + \frac{R_s}{E_s 0.0035}} . \quad (11.24)$$

0,8 koeffitsienti beton siquvchi kuchlanishining egri chiziqli chegaraviy epyurasini bir tekis taqsimlangan epyuraga almashtirganda kiritiladi.

(2.8), (2.9) lardan ko‘rinadiki, bu chegaraviy qiymatlar faqat materialning deformativ xossalariga bog‘liq bo‘lib kesimning shakli va o‘lchamiga bog‘liq emas ekan, va ular 11.5 -jadvaldan olinadi.

11.5-jadval

Beton siqilgan zonasi nisbiy balandlining chegaraviy qiymatlari

Armatura sinfi	A240	A300	A400	A500
R_s (MPa)	215	270	355	435
ξ_R	0,612	0,577	0,531	0,493

Po‘lat sterjenli armaturadagi kuchlanishlar QMQ 2.03.01-97 bo‘yicha quyidagi empirik formuladan aniqlanadi:

$$\sigma_s = \frac{\varepsilon_{bul} E_s}{1 - \frac{\omega}{1.1}} \left(\frac{\omega}{\xi} - 1 \right) \leq R_s . \quad (11.25)$$

Bunda ε_{bul} qisqa muddat ta’sir qiladigan yuk uchun {p. 5.1.12 [41]} ga muvofiq $\varepsilon_{bo} = 0.002$ qabul qilinadi. ω – beton siqilgan zonasi deformativ xossalarining tavsifi $\omega = 0,85 - 0,008R_b$ oraliqda qabul qilinadi.

Shunday qilib, normal kesimning chegaraviy holatida ikkita muvozanat tenglamalari $N = 0, M_{ult} \geq M_o$ va qo‘shimcha $x \geq \xi_R h_o$ shart tenglik belgisida zaruriy uchta yuza A_b, A_s, A'_s ni so‘zsiz tanlash imkonini beradi.

$\xi > \xi_R$ (yoki $x > x_R$) bo‘lganda, cho‘zilgan armaturadagi kuchlanishlar xali o‘zining chegaraviy qiymatiga etmagan ($\sigma_s < R$), bu esa armatura kesimi yuzasini kamaytirish mumkinligidan dalolat beradi (kesim ortiqcha armaturalangan).

Boshqa so‘z bilan aytganda, agar siqilgan zona balandligi chegaraviysidan yuqorida joylashgan bo‘lsa ($x < x_R$), unda x_R sinish armatura bo‘ylab sodir bo‘ladi va uni tashqi armatura bilan kuchaytirish zarurati tug‘iladi, agar siqilgan

zona balandligi chegaraviy balandlikdan pastda joylashganda esa ($x > x_R$), unda sinish beton bo'yicha sodir bo'ladi. Bu holda mustahkamlik zaxirasi foydasiga $\sigma_s = R_s$, $x = x_R$ qabul qilinadi.

Agar mustahkamlik sharti $M_{ult} \geq M$ bajarilmasa, unda $\xi \leq \xi_R$ bo'lganda (ya'ni qachonki, sterjenli cho'zilgan armatura A_s yuzasi normal kesim mustahkamligini ta'minlash uchun yetarli bo'lmaganda), KM yordamida tashqi armatura bilan kuchaytirish hisobini amalga oshirish lozim.

b) Normal kesim mustahkamligining hisobi

KM tashqi armatura kesimining zaruriy yuzasini tanlash uchun, dastlab kuchaytirishgacha ta'sir qiladigan yuklardan sodir bo'ladigan konstruksiyadagi deformatsiyaning boshlang'ich sathini aniqlash lozim.

Kuchaytirishgacha normal kesim deformatsiyasi sathini aniqlash

Odatda elastik bosqichda ishlayotgan yoriqli kesim ko'rib chiqiladi. Bu holda siqilgan zona betonida kuchlanishning uchburchakli epyurasi (rasm 1) va materiallar elastiklik modullari $\alpha = E_s/E_b$ nisbatining doimiy qiymati qabul qilinadi. Bunda keltirilgan birjinsli (beton bo'yicha) deb nomlanadigan kesim ko'rib chiqiladi, unda armaturalar kesimlari A_s va A'_s yuzalari $\alpha_s A_s, \alpha_s A'_s$ ga teng bo'lgan betonning ekvivalent yuzasi bilan almashtiriladi, ya'ni keltirilgan (beton) kesim yuzasi $A_{red} = \alpha_s A_s + \alpha_s A'_s + A_b$ ga teng bo'ladi.

Keyin ikki material deformatsiyalarining $\varepsilon_s = \frac{\sigma_s}{E_s} = \varepsilon_b = \frac{\sigma_b}{E_b}$ tengligidan kelib chiqib, armatura va betondagi kuchlanishlar orasidagi bog'liqlik o'rnatiladi: $\frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_s} = \frac{\sigma_b E_s}{\sigma_s E_b} = \alpha_s \frac{\sigma_b}{\sigma_s}$, bundan $\sigma_s = \alpha_s \sigma_b$; bu yerda $\alpha_s = E_s/E_b$, ya'ni armatura va beton deformatsiyalarining tengligidan kelib chiqib, elastiklik modullari nisbati α_s bo'yicha bajariladi. Endi keltirilgan kesimni bir jinsli deb hisoblash mumkin (bitta material – betondan tashkil topgan). Keltirilgan kesim yuzasi A_s endi faqat beton yuzasidan (armatruaning egallagan yuzasisiz) hamda siqilgan va cho'zilgan armaturalar egallagan ekvivalent $\alpha_s A_s, \alpha_s A'_s$ yuzalardan tashkil topadi. Beton va armaturadagi kuchlanishlarni qurilish materiallarining

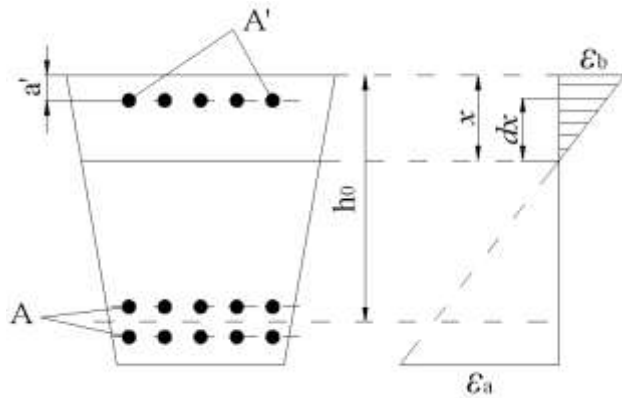
oddiy formulalaridan topish mumkin:

$$\sigma_b = \frac{M_0 x}{I_1}; \quad \sigma_s = a_s \frac{M_0(h_0-x)}{I_1}; \quad \sigma'_s = a_s \frac{M_0(x-a')}{I_1}, \quad (11.26)$$

bu yerda M_0 – kuchaytirishgacha kesim qabul qiladigan eguvchi moment; x – beton siqilgan zonasining balandligi; I_1 – kuchaytirishgacha yoriqli temirbeton kesim neytral o‘qiga nisbatan keltirilgan inersiya momenti.

Siqilgan zona balandligi neytral o‘qqa nisbatan keltirilgan kesim yuzasining statik momentini nolga tenglashtirib aniqlanadi.

Umumiy holda har qanday kesimli va qo‘sh (cho‘zilgan va siqilgan) armaturali to‘sinlar uchun quyidagi bog‘liqliklardan foydalaniladi. Uchburchaklar o‘xshashligidan (11.6-rasm) kuchlanish kuyidagicha topiladi.



11.6-rasm

$$\sigma = \sigma_b \frac{a_x}{x}. \quad (11.27)$$

Cho‘zilgan armaturadagi kuchlanish (Guk qonuni va tekis kesimlar gipotezasini hisobga olib) teng bo‘ladi:

$$\sigma_s = \varepsilon_s E_s = \frac{\sigma_b}{E_b} \frac{h_0-x}{x} E_s = a_s \frac{h_0-x}{x} \sigma_b, \quad (11.28)$$

siqilgan armaturadagi kuchlanish esa $\sigma'_s = a_s \frac{x-a'}{x} \sigma_b$.

To‘sin kesimidagi siquvchi va cho‘zuvchi kuchlar tenglik sharti

$$\int_A \sigma dA + a_s A_{sc} \frac{x-a'}{x} \sigma_b = a_s A_s \frac{h_0-x}{x} \sigma_b, \quad (11.29)$$

bunda $\int_A \sigma dA = \int_A \sigma_b \frac{ax}{x} dA = \int_A a_s x dA = \frac{\sigma_b}{x} S_b$;

S_b – neytral o‘qqa nisbatan siqilgan beton yuzasining statik momenti.

Natijada bo'ylama kuch muvozanat tenglamasi quyidagi ko'rinish oladi:

$$S_b + a_s A_{sc}(x - a') - a_s A_s(h_0 - x) = 0 \quad (11.30)$$

va undan beton siqilgan zonasi balandligi aniqlanadi.

Demak, to'g'ri to'rtburchak kesim uchun quyidagini olamiz:

$$a_s A_s(h_0 - x) - (a_s - E_b/E_b)A'_s(x - a') - \frac{bx^2}{2} = 0. \quad (11.31)$$

$x > h'$ bo'lganda esa tavr shaklli kesim uchun olamiz:

$$a_s A_s(h_0 - x) - (a_s - 1)A'_s(x - a') - \frac{bx^2}{2} - (b' - b)h' \left(x - \frac{h'}{2}\right) = 0, \quad (11.32)$$

ya'ni quyidagi ko'rinishda kvadrat tenglamani olamiz:

$$Ax^2 + Bx + C = 0.$$

Bunda x_R to'g'ri to'rtburchakli kesim uchun

$$A = 0.5b; \quad B = (a - 1)A'_s + A_s; \quad C = -(a - 1)A'_sa' - aA_sh_0. \quad (11.33)$$

$x > h'$ bo'lganda esa, tavr shaklli kesim uchun olamiz:

$$\begin{aligned} A &= 0.5b; \quad B = (b' - b)h' + a(A_{sc} + A); \quad C = \\ &= -0.5(b' - b)h'^2 + a(A_{sc}a' - A_sh_0). \end{aligned} \quad (11.34)$$

Kvadrat tenglamani echib, to'g'ri to'rtburchakli kesim uchun siqilgan zona balandligi x ni topamiz.

$$x = \frac{(-B + \sqrt{B^2 - 4AS})}{2A}. \quad (11.35)$$

Neytral o'qqa nisbatan keltirilgan to'g'ri to'rtburchakli kesim inersiya momenti teng bo'ladi:

$$I_1 = \frac{bx^3}{3} + a_s A_s(h_0 - x)^2 + (a_s - 1)A'_s(x - a')^2, \quad (11.36)$$

tavr shaklli kesim uchun esa

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{b'x^3}{3} - \frac{(b' - b)(x - h')^3}{3} + a_s A_s(h_0 - x)^2 + \\ &+ (a_s - 1)A'_s(x - a')^2; \end{aligned} \quad (11.37)$$

$$h' = 0, \quad b' = b$$

bo'lganda, tavr shaklli kesim uchun formulalar to'g'ri to'rtburchakli kesim formulalariga aylanadi, quyida keltiriladigan formulalar o'zgarishsiz qoladi.

Kuchaytirishgacha beton oxirgi ustki tolasi deformatsiyasi quyidagiga teng:

$$\varepsilon'_{bi} = -\frac{M_0 x}{E_b I_1} . \quad (11.38)$$

Unda kuchaytirishgacha betonning oxirgi ostki tolasi deformatsiyasi (kesimning eng ko'p cho'zilgan tolasi) tekis kesimlar gipotezasi asosida teng bo'ladi:

$$\varepsilon_{bi} = -\varepsilon'_{bi} \frac{h-x}{x} . \quad (11.39)$$

Agar kuchaytirishgacha konstruksiyaning kuchlanganlik – deformatsiya holatini hisobga olish talab etilsa, unda KM armaturasidagi eng so'nggi kuchlanish qiymatini $\sigma_{bi} = \varepsilon_{bi} E_f$ ga kamaytirish lozim bo'ladi.

Agar kuchaytirish tashqi yukni qo'yishgacha amalga oshirilgan bo'lsa, ya'ni konstruksiya boshlang'ich deformatsiyasini olib ulgurganiga qadar, unda uni qo'ygandan so'ng kesim eng ostki cho'zilgan tolasining natijaviy deformatsiyasidan KM armaturasi cho'zilishida qatnashmayotgan kuchaytirishgacha olingan boshlang'ich deformatsiya ε_{bi} ni ayirib tashlash lozim bo'ladi.

KM bilan kuchaytirishning hisobi oldidan dastlab [36] ga muvofiq ishonchlilik koefitsient γ_f va atrof muhit ta'sirini e'tiborga oluvchi ish sharoiti koefitsient S_E larini hisobga olib, KM ning barcha hisobiy tavsiflari (11.1 – 11.3) formulalardan hisoblanadi.

Masalan, KM ning hisobiy mustahkamligi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$R_{ft} = \frac{C_E R_f}{\gamma_f} = \frac{0.85 \cdot 3100}{1.1} = 2395 \text{ MPa}, \quad (11.40)$$

bunda R_f – KM ning cho'zilishdagi me'yoriy mustahkamligi; R_{ft} – KM ning cho'zilishdagi hisobiy mustahkamligi, cho'zilishning nisbiy deformatsiyasi esa quyidagi ifodadan topiladi:

$$\varepsilon_{ft} = \left(\frac{S_E \varepsilon_f}{\gamma_f} \right) = \frac{0.85 \times 0.0182}{1.1} = 0.0141 . \quad (11.41)$$

bunda $\varepsilon_f = R_f/E_f$ – KM ning cho‘zilishdagi me‘yoriy deformatsiyasi; ε_{ft} – KM ning cho‘zilishdagi hisobiy deformatsiyasi.

Cho‘zilishdagi elastiklik modulining hisobiy qiymati E_{ft} Guk qonuniga muvofiq ularning me‘yoriy qiymatiga teng qilib olinadi:

$$E_{ft} = E_f = \frac{R_f}{\varepsilon_f} = \frac{3100}{0.0182} = 170000 \text{ MPa} . \quad (11.42)$$

(11.40) –(11.42) lardagi t indeksi ishonchlilik va ish sharoiti koefitsientlari e‘tiborga olinganligini ko‘rsatadi.

Hisoblashlarda (11.4) ifodadan k_m koefitsient yordamida KM uzilishining chegaraviy deformatsiyasiga yetishi cheklanadi, u hisobiy yuklarda KM ning ajralishini oldi olinishini ta‘minlaydi. KM bikrligi oshishi bilan ajralish ehtimoli oshadi va, tegishlicha, deformatsiyani cheklashga qo‘yilgan talablar ham qat‘iyroq bo‘lib qoladi. Shuning uchun k_m koefitsient bilan mohiyatan KM armaturasida sodir bo‘ladigan chegaraviy ruxsat etilgan kuch cheklanadi.

(11.4) shartni tekshirish zarur.

$$nE_ft_f = 1 \times 170000 \times 1,4 = 238000 > 1800;$$

$$k_m = \frac{1}{60\varepsilon_{ft}} \left(\frac{90000}{nE_ft_f} \right) = \frac{1}{60 \times 0,0141} \left(\frac{90000}{238000} \right) = 0,447 < 0.9;$$

$k_m = 0,447$ qabul qilish lozim.

Unda KM ruxsat etilgan hisobiy deformatsiyasi

$$\varepsilon_{fu} \leq k_m \varepsilon_{ft} = 0.447 \times 0.0141 = 0.0063 . \quad (11.43)$$

KM dagi kuchlanishning ruxsat etilgan chegaraviy sathi Guk qonuni bo‘yicha aniqlanadi:

$$\sigma_{fu} = E_f \varepsilon_{fu} = 170000 \times 0,0063 = 1071 \text{ MPa} . \quad (11.44)$$

KM dagi kuchlanish σ_f KM armaturasining hisobiy qarshiligidan oshib ketmasligi kerak, ya‘ni

$$\sigma_f \leq R_{fu} = 1071 \text{ MPa} \quad (11.45)$$

Bundan tashqiri, armatura kesimining topilgan zaruriy yuzasi bo‘yicha $A_f = n_i b_i t_f$ KM qatlami soni n_i va eni b_i ni aniqlash usuli kelib chiqadi. Agar qatlam

sonini oshirsak, (11.4) formuladan kelib chiqadiki, koeffitsient k_m kamayadi, bu esa (11.44)–(11.45) formulalar bo'yicha KM armaturasidagi chegaraviy hisobiy kuchlanishni kamayishiga olib keladi. Shuning uchun qatlam sonini oshirish foydasiz. KM yopishtirish enini to'sin qovurg'a eni b ga teng qilib to'laligicha foydalanish zarur. Agar bu yetarlicha bo'lmasa, unda ikkinchi qatlamni qo'shishi kerak va b_2 ning shunday zaruriy enini aniqlash kerakki, KM kesimi yuzasining yig'indisi hisob bo'yicha talab qilinadiganiga teng bo'lsin. Agar $b_2=b$ bo'lganda bu ham yetarli bo'lmasa, unda uchinchi qatlamni qo'shish kerak va sh.o'.

Chegaraviy holatda KM armaturasidagi erishiladigan maksimal chegaraviy deformatsiyalar qiymati ($\sigma_f = R_f$ kuchlanishda) quyidagi ifodadan aniqlash mumkin:

$$\varepsilon_{fu} = \varepsilon_{cu} \left(\frac{h - x}{x} \right) - \varepsilon_{bi} \leq k_m \varepsilon_{ft}, \quad (11.46)$$

bunda ε_{fu} – KM ning cho'zilishdagi chegaraviy ruxsat etilgan deformatsiyasi (beton ostki tolasi sathida); ε_{cu} – beton eng ustki tolasining chegaraviy deformatsiyasi; ε_{bi} – kuchaytirishgacha beton eng (chetki) cho'zilgan tolasining boshlang'ich deformatsiyasi.

Kuchaytirish uchun qabul qilidigan KM barcha hisobiy va chegaraviy ruxsat etilgan ko'rsatkichlarini dastlab (11.40)–(11.45) formulalardan aniqlab olgandan so'ng KM ni e'tiborga olib, beton siqilgan zonasining chegaraviy nisbiy balandligi ξ_{Rf} ni aniqlashga kirishish mumkin, bunda element chegaraviy holati bir vaqtda sodir bo'ladigan ham cho'zilgan sterjenli armatura, ham KM armaturasidagi hisobiy mustahkamlik R_{fu} ning minimal qiymatiga teng bo'lgan kuchlanishlar quyidagi formuladan aniqlanadi:

– QMQ 2.03.01–97 bo'yicha

$$\xi_{Rf} = \frac{x_{Rf}}{h} = \frac{\omega}{1 + \frac{R_{fu}}{\varepsilon_{bul} E_f} \left(1 - \frac{\omega}{1.1} \right)} =$$

$$= \frac{0.714}{1 + \frac{1071}{0.002 \times 170000} \left(1 - \frac{0.714}{1.1}\right)} = 0.339; \quad (11.47)$$

$$x_{Rf} = \xi_{Rf} h = 0.339 \times 700 = 237 \text{ mm},$$

– SP 52–101–2003 bo'yicha

$$\xi_{Rf} = \frac{0,8}{1 + \frac{\varepsilon_f}{\varepsilon_{b,ult}}} = \frac{0,8}{1 + \frac{1071}{0.002 \times 170000}} 0,193, \quad (11.48)$$

bunda x_{Rf} – KM ni e'tiborga olib beton siqilgan zonasining chegaraviy balandligi, qisqa vaqt ta'sir qiladigan yuk uchun ε_{bulva} ε_{b0} teng qilib olinadi va uzoq muddat ta'sir qiladigan yuk uchun ε_{b2} b. 5.1.12 [41] ga muvofiq yoki $\varepsilon_{bu} = 0,002$ – betonning markaziy siqilishdagi chegaraviy deformatsiyasiga teng qilib olinadi, $\varepsilon_{b,ult} = 0,0035$ – betonning egilishdagi chegaraviy deformatsiyasi, $\varepsilon_f = \varepsilon_{fu}$ – kuchaytirishgacha olingan dastlabki deformatsiyalarni hisobga olmasdan KM armaturasining chegaraviy deformatsiyasi ($\sigma_f = R_f$ kuchlanishlarda) va kuchaytirishgacha olingan KM armaturasining dastlabki kuchlanishlar deformatsiyasini hisobga olmasdan.

E'tibor beramizki, (2.20) formula bo'yicha hisoblangan ξ_{Rf} ning qiymati beton sinfiga bog'liq emas, ammo (2.19) dan olingan natijalar (ωR_b ga bog'liq) shuni ko'rsatdiki, B15 sinfda ξ_{Rf} B60 sinfga nisbatan 1,84 marta katta. Ko'rilgan misolda $0,339/0,193 = 1,756$.

$R_{fu}/E_f = 1071/170000 = 0,0063$ nisbat (2.19) da KM armaturasidagi chegaraviy nisbiy deformatsiyani bildiradi, u (2.19) da po'lat oquvchanlik deformatsiyasiga nisbatan katta $\varepsilon_{s,el} = R_s/E_s = 335/200000 = 0,00167$ va, shuning uchun, ξ_{Rf} ξ_R ga nisbatan kichik ya'ni

$$\xi_{Rf} = 0,339 < \xi_R = 0,531.$$

Bu (2.19) va (2.9) formulalarni taqqoslashdan kelib chiqadi. Boshqacha so'z bilan aytganda, kuchaytirgandan so'ng siqilgan zonaning chegaraviy balandligi $x_{Rf} = \xi_{Rf} h = 0,339 \times 700 = 237$ mm kuchaytirishgacha siqilgan zona chegaraviy balandligi $x_R = \xi_R h_0 = 0,531 \times 650 = 345$ mm dan yuqorida joylashadi.

Siqilgan zonaning chegaraviy nisbiy balandligi ξ_{Rf} ni aniqlagandan so'ng kuchaytirilgan kesimning, ham sterjenli armatura, ham KM armaturasi bo'yicha bir vaqtda sinishida siqilgan zonaning haqiqiy nisbiy ξ_f balandligini aniqlash zarur.

Buning uchun butun kesim ostki cho'zilgan qirrasiga nisbatan ham bo'ylama kuch va ham eguvchi momenlar uchun muvozanat tenglamalaridan foydalanish zarur.

$$R_b bx + R_{sc} A'_s - \sigma_s A_s - \sigma_f A_f = 0; \sigma_s \leq R_s; \sigma_f \leq R_f; \quad (11.49)$$

$$M_{ult} = R_b bx(h - 0,5x) + A'_s R_{sc}(h - a') - A_s R_s a \geq M = 750 kNm. \quad (11.50)$$

(KM armaturasidagi cho'zuvchi kuchdan kuchaytirilgan kesim eng ostki qirrasiga nisbatan eguvchi momenti deyarli nolga teng, chunki armatura qatlamining balandligi bo'yicha koordinatalari qatlam qalinligining juda kichikligi (1–2 mm atrofida) tufayli beton eng cho'zilgan tolasi koordinatalariga teng qilib olinadi.)

(11.49), (11.50) formulalarda: $A_f = n_f b t_f$ – KM tashqi armaturasi kesimining qidirilayotgan yuzasi, b_f – KM lentasining eni, n_f – KM qatlamining soni, t – KM monoqatlamining qalinligi, σ_f – KM armaturasidagi kuchlanish, M – kesimdagi ekspluatatsion yukdan eguvchi moment, M_{ult} – kesim qabul qila oladigan chegaraviy eguvchi moment.

Ikkita muvozanat (11.49), (11.50) tenglamalariga KM tashqi armaturasining yana bitta noma'lum yuzasi qo'shilgani uchun (ya'ni masala yana statik noaniq bo'lib qoldi), yana bitta qo'shimcha shart qo'shish zarur bo'radi. Binobarin, bu muvozanat tenglamalari quyidagi ikkita shart bilan to'ldirilishi kerak:

$$\xi_f = \frac{x}{h} \leq \xi_{Rf} = 0.339 \text{ va } \xi = \frac{x}{h_0} = \frac{\xi_f f}{h_0} \leq \xi_R = 0.531. \quad (11.51)$$

Ammo (11.51)–(11.53) masalalarni yechish shu bilan qiyinlashadiki, yana bitta bir xil siqilgan zona balandligi x ikkita qo'shimcha shartni qoniqtirishi lozim va bu masalani echish iteratsion usulda bajarilishi kerak (siqilgan sterjenlarni turg'unlikka hisoblashda kesimni tanlash kabi).

Birinchi yaqinlashishda qanday boshlang'ich yuzani qabul qilishni o'ylamaslik uchun, bu yerda (11.49),(11.50) tenglamalar tizimini aniq yechish orqali aniqlash tavsiya qilinadi. Buning uchun oldin $x = \xi_f$ ni (11.49), (11.50) tenglamalar sistemasiga qo'yamiz va uni quyidagi ko'rinishda taqdim etamiz:

$$R_b b h \xi_f + R_{sc} A'_s - R_s A_s - \sigma_f A_f = 0 ; \quad (11.52)$$

$$0,5 \xi_f^2 - \xi_f + \frac{[-A'_s R_{sc} (h - a') + A_s R_s a + M]}{R_b b h^2} = 0 . \quad (11.53)$$

Keyin (11.53) tenglamadan KM ni e'tiborga olib, siqilgan zonaning haqiqiy nisbiy balandligi ξ_{f1} ni aniqlaymiz va dastlab yuza A_{f1} ni aniqlaymiz. Keyin (11.51) shartning bajarilishini tekshiramiz va sterjenli va tashqi armaturalardagi kuchlanishlarni tegishlicha quyidagi formulalardan hisoblaymiz:

$$\sigma_s = \frac{\varepsilon_{bul} E_s}{1 - \frac{\omega}{1.1}} \left(\frac{\omega}{\xi} - 1 \right) \leq R_s ; \sigma_f = \frac{\varepsilon_{bul} E_f}{1 - \frac{\omega}{1.1}} \left(\frac{\omega}{\xi} - 1 \right) - \varepsilon_{bi} E_f \leq \sigma_{fu} , \quad (11.54)$$

va zaruratda tashqi armatura yuzasini korrektirovka qiladigan yangisini belgilaymiz, uni e'tiborga olib odatdagidek (11.52) tenglamadan ξ_f miqdorning yangi qiymatini aniqlaymiz va xuddi shunday tekshirishni (11.53) takrorlaymiz, faqat endi (11.50) tengsizlikning bajarilishini ham qo'shib.

Ikkinchi (keyingilarda ham) yaqinlashishda A_{f2} yuzani belgilashda iteratsiyalar sonini qisqartirish uchun chegaraviy nisbiy balandlik ξ_{Rf} va topilgan birinchi haqiqiy nisbiy balandlik ξ_{f1} orasidagi o'rtacha arifmetik qiymat sifatida ξ_{f2} ni topish va ξ_{f2} bo'yicha (11.52) muvozanat tenglamasidan A_{f2} ni aniqlashni taklif yetamiz. Xuddi shunday, keltiriladigan parallel misolni ko'rishni davom ettirib, (11.53) tenglamani quyidagi ko'rinishda qayta yozamiz:

$$0,5 \xi_f^2 - \xi_f + a_m = 0, \quad \text{bunda} \quad a_m = [M - A'_s R_{sc} (h - a') + A_s R_s a] / R_b b h^2 = [750 \times 10^6 - 942 \times 355(700 - 30) + 3054 \times 355 \times 50] / 17 \times 300 \times 700^2 = 0.232.$$

Bu kvadrat tenglamani yechib, quyidagini olamiz:

$$\xi_{f1} = 1 - \sqrt{1 - 2a_m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.232} = 0.268 < \xi_{Rf} 0.339. \quad (11.55)$$

(11.51) dan

$$x = \xi_{f1} h = 0.268 \times 700 = 188 \text{ mm} \quad \xi_1 = \frac{x}{h_0} = \frac{188}{650} = 0.289 <$$

0.531 topamiz, ya'ni kesim ortiqcha armaturalanmagan.

(11.55) tenglamani (11.52) ga qo'yib, KM armaturaning talab qilinadigan kesim yuzasini olamiz:

$$A_{ftal} = \frac{R_b b h \xi_f + R_{sc} A'_s - R_s A_s}{\sigma_f} =$$

$$= \frac{17 \times 300 \times 700 \times 0.268 \times + 355 \times 942 - 355 \times 3054}{1071} = 195 \text{ mm}^2;$$

$$A_f = n_b b_f = 1 \times b_f \times 1.4 = 195, \text{ KM polosasi eni } b_f = 195/1.4 = 139 \text{ mm}^2.$$

Bunda QMQ 2.03.01–97 bo'yicha aniqlanadigan KM armaturasidagi kuchlanish (KM armaturasining dastlabki kuchlanishsiz) quyidagiga teng bo'ladi:

$$\sigma_f = \frac{\varepsilon_{du1} E_f \left(\frac{\omega}{\xi_{f1}} - 1 \right) - \varepsilon_{bi} E_f}{1 - \frac{\omega}{1.1}} = \frac{0.002 \times 170000 \left(\frac{0.714}{0.268} - 1 \right) -}{1 - \frac{0.714}{1.1}} -$$

$$- 0.001569 \times 170000 = 2283 > \sigma_{fu} = 1071 \text{ MPa} . \quad (11.56)$$

KM armaturasi uchun bunday ortiqcha kuchlanishga yo'l qo'yib bo'lmaydi. Shuning uchun KM armaturasi kesimi yuzasini oshirish lozim bo'ladi. Buning uchun ikkinchi yaqinlashishda dastlab hisoblaymiz va (11.52) dan

$$\xi_{f2} = (\xi_{Rf} + \xi_{f1})/2 = (0.339 + 0.268)/2 = 0.303;$$

$$A_{f2} = (R_b h \xi_{f2} + R_{sc} A'_s - R_s A_s) / \sigma_f =$$

$$= \frac{17 \times 300 \times 700 \times 0.303 \times + 355 \times 942 - 355 \times 3054}{1071} = 312 \text{ mm}^2$$

ni topamiz.

(11.51) shartni tekshiramiz

$x_{f2} = \xi_{f2} h = 0.303 \times 700 = 212 \text{ mm}$, $\xi = x_{f2}/h_0 = 212/650 = 0.326 < \xi_R = 0.531$, ya'ni kesim ortiqcha armaturalanmagan. KM armaturasidagi kuchlanishni

tekshirish lozim (sterjenli armaturadagi kuchlanishni tekshirmasa ham bo‘ladi, chunki kesim ortiqcha armaturalanmagan).

$$\sigma_f = \frac{\varepsilon_{bu1} E_f}{1 - \frac{\omega}{1.1}} \left(\frac{\omega}{\xi_{f2}} - 1 \right) - \varepsilon_{bi} E_f = \frac{0.002 \times 170000}{1 - \frac{0.714}{1.1}} \left(\frac{0.714}{0.303} - 1 \right) - 0.00117 \times 170000 = 1047 < MPa,$$

ya’ni KM armaturasidagi kuchlanish ruxsat etilganidan kichik. Farqi $(\sigma_{fu} - \sigma_f)/\sigma_{fu} = (1071 - 1047)/1071 \approx 0,02\%$ ni tashkil etadi, ya’ni tashqi armatura mustahkamligidan to‘liq foydalaniladi.

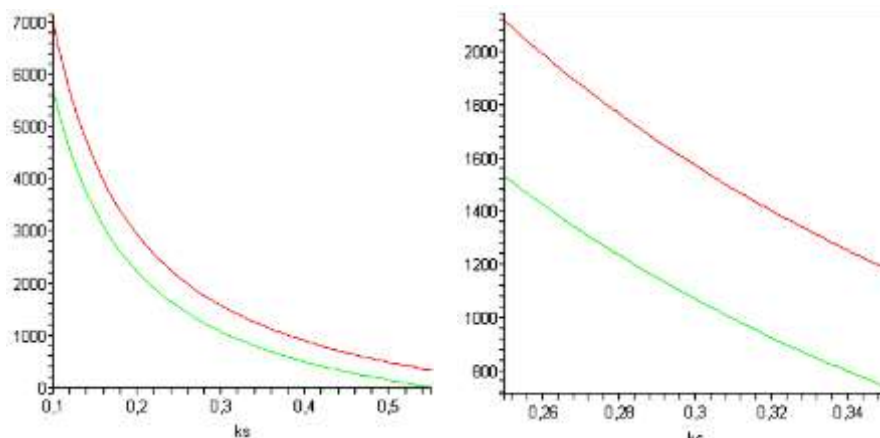
Kuchaytirilgan kesim tomonidan qabul qilinadigan chegaraviy eguvchi moment (11.50) ifodadan quyidagiga teng;

$$\begin{aligned} M_{ult} &= R_b b h (h - 0,5x) + A'_s R_{sc} (h - a') + A_s R_s a \geq M = \\ &= 17 \times 300 \times 212 (700 - 0.5 \times 212) + 942 \times 355 (700 - 30) - \\ &\quad - 3054 \times 355 \times 50 = 813 > 750 \text{ kNm}. \end{aligned}$$

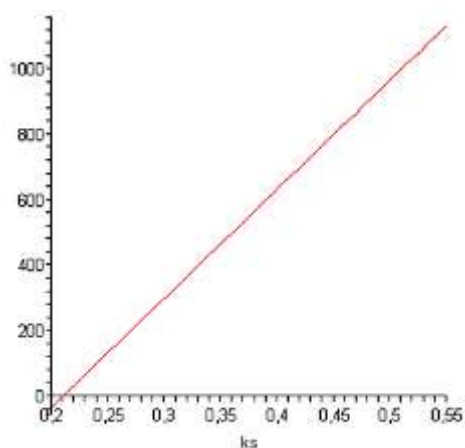
Kesim mustahkamligi ta’minlangan. Bu yerda tavsiya etilgan modifikatsiyalangan iteratsion jarayon [36] dan afzalligi bilan farq qiladi, KM kesimi yuzasini ketma-ket yaqinlashishlarda intuitiv (sezgiga asoslanib) belgilashni talab y etmaydi (bu jarayon aniqligi qat’iy), iteratsiya soni kamayadi (uchta o‘rnida ikkita) va tafovut foizi kamayadi (5% o‘rnida 0,02%).

Grafik usul. (To‘g‘ri to‘rtburchakli to‘sinlarni kuchaytirish hisobining davomi). Grafik usulni qo‘llab, KM armaturasining zaruriy yuzasini aniqlashda yanada ko‘poq soddalashtirishga erishish mumkin. Buning uchun har xil sinfli beton va armaturalar uchun, hisobiy qiymatlarning har xil nisbatlarida sterjenli va tashqi armaturalardagi kuchlanishlarni beton siqilgan zonasi nisbiy balandligining funksiyasi kabi qarab, ularning grafigini qurish yetarli. Grafik bo‘yicha beton siqilgan zonasi nisbiy balandligining qanday qiymati KM armaturasidagi maksimal ruxsat etilgan kuchlanishiga mos kelishini bevosita aniqlash mumkin va (xuddi shunday grafik bo‘yicha) tegishlicha KM armaturasining yuzasini va to‘sin kesimi qabul qila oladigan chegaraviy

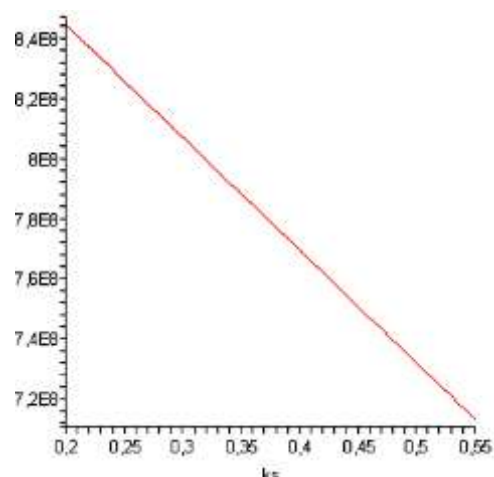
momentni aniqlash mumkin. Quyida keltirilgan grafiklar mualliflar [26] tomonidan Maple 9.5 algoritmik tilda tuzilgan dasturi asosida qurilgan.



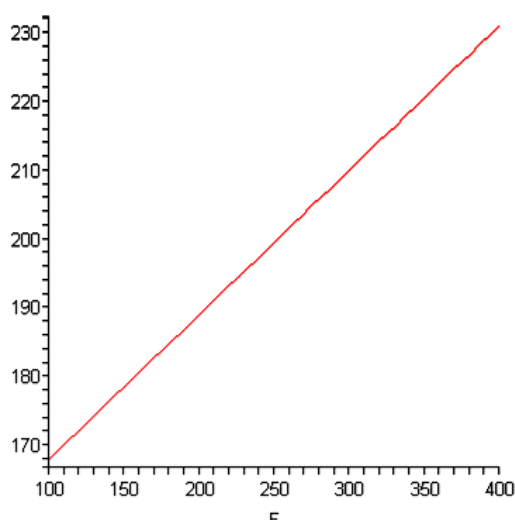
11.7-rasm. Sterjenli va KM armaturasidagi kuchlanishlarning beton siqilgan zonasi balandligi bilan bog'liklik grafigi



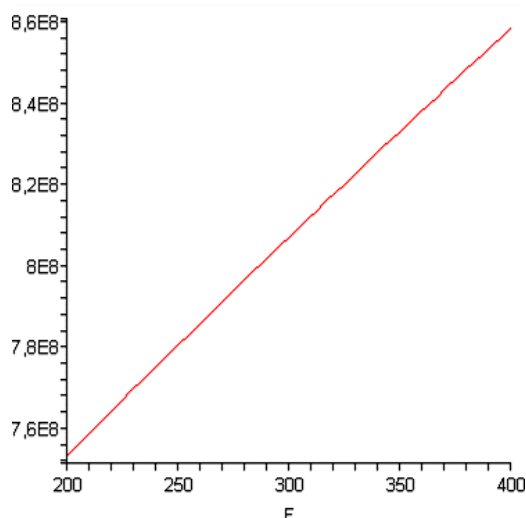
11.8-rasm. KM armaturasi kesim yuzasining beton siqilgan zonasi balandligi bilan bog'liklik grafigi



11.9-rasm. Kesim chegaraviy momentining beton siqilgan zonasi balandligi bilan bog'liklik grafigi



11.10-rasm. Beton siqilgan zonasi balandligining KM armaturasi ko'ndalang kesimi yuzasi bilan bog'liklik grafigi



11.11-rasm. Kesim chegaraviy momentining beton siqilgan zonasi balandligi bilan bog'liklik grafigi

Ammo kuchaytirish hisobining teskari usuli samaraliroq hisoblanadi, KM ni e'tiborga olib beton siqilgan zonasining nisbiy balandligi bo'yлама kuchlar muvozanat tenglamasidan emas, KM armaturasidagi kuchlanishlar chegaraviy kuchlanishlariga tengligidan aniqlanadigani:

$$\sigma_f = \frac{\varepsilon_{bu1} E_f}{1 - \frac{\omega}{1.1}} \left(\frac{\omega}{\xi_{f2}} - 1 \right) - \varepsilon_{bi} E_f = \sigma_{fu} . \quad (11.57)$$

A_f yuza esa bo'yлама kuch muvozanat (2.24) tenglamasidan aniqlanadi, bunda moment bo'yicha (2.25) mustahkamlikning ikkinchi sharti qoniqtiriladi.

Siqilgan zona nisbiy balandligining qiymatiga bog'liq holda armatura va beton bo'yicha kesimning quyidagi sinish hollarini belgilaymiz :

a) $\xi < \xi_{Rf} < \xi_R$; b) $\xi_{Rf} < \xi < \xi_R$; v) $\xi_{Rf} < \xi_R < \xi$.

Muvozanat tenglamalaridan kelib chiqadi:

$$R_b b x + R_{sc} A'_s - R_s A_s - \sigma_f A_f = 0; \quad (11.58)$$

$$M_{ult} = A_f \sigma_f (h - 0,5x) + A_s R_s (h_0 - 0,5x) + A'_s R_{sc} (0,5x - a'). \quad (11.59)$$

Demak, agar (11.58), (11.59) formulalarga $\sigma_f = R_{fu}$ qo'yilsa, "a" hol sodir bo'ladi, unda kuchaytirilgan kesim ham sterjenli armatura, ham KM armaturasi bo'yicha sinish sodir bo'ladi.

"b" holda (11.58), (11.59) formulalar bo'yicha cho'zilgan va siqilgan

armaturalardagi kuchlanishlar oquvchanlik chegarasiga yetganda sodir bo‘ladi.

“v” holda (11.58), (11.59) formulalarga $R_s = \sigma_s$ ni qo‘yish lozim bo‘ladi. Unda beton va sterjenli armatura bo‘yicha sinish sterjenli armatura va KM armaturasidagi chegaraviy qiymatga etmagan kuchlanishlarda sodir bo‘ladi.

v) uchun ko‘prikning tavr shaklli to‘sin normal kesimi mustahkamligini hisoblash uslubi.

Ko‘prik tavr shaklli to‘sin kesimini hisoblash asosida tavr shaklli to‘sin uchun ba’zi bir qo‘shimachalar e’tiborga olingan Ko‘rsatmaning tavsiyalari [34] yotadi.

Tavr, qo‘sh-tavr va korobka shaklli egiluvchi elementlar normal kesimini hisoblashni chegaraviy holatda kuchlar muvozanat shartlari asosida Ko‘rsatmaning 4.1.10 – 4.1.23 bandlariga muvofiq [32] o‘tkazishga ruxsat etiladi.

Kuchaytirilgan tavr shaklli kesimning mustahkamlik shartini qovurg‘a, chiqiq va KM qabul qiladigan momentlar yig‘indisi sifatida ifodalash mumkin, ya’ni

$$M < M_r + M_{fc} + M_f = R_b b x (h_0 - 0,5x) + R_b (b'_f - b) (h_0 - 0,5h_f^1) + R_{fu} A_f a_s . \quad (11.60)$$

Muvozanat sharti

$$R_s A_s + R_{fu} A_f - R_{sc} A'_s - R_b (b'_f - b) h'_f - R_b b x = 0 . \quad (11.61)$$

Kuchaytirishgacha deformatsiyaning dastlabki sathini hisobga olganda beton chetki fibrallari deformatsiyalari uchun formulalar oldingidek qoladi, faqat keltirilgan kesimning neytral o‘qqa nisbatan inersiya momenti o‘zgaradi. U quyidagiga teng bo‘ladi:

$$I_1 = \frac{b'_f x^3}{3} - \frac{(b'_f - b)(x - h'_h)^2}{3} + a_s A_s (h_0 - x)^2 + (a_s - 1) A'_s (x - a')^2 \quad (11.62)$$

bunda x quyidagi kvadrat tenglamani yechish orqali topiladi

$$a_s A_s (h_0 - x) - (a_s - 1) A'_s (x - a') - \frac{b x^2}{2} - (b'_f - b) h'_f \left(x - \frac{h'_f}{2} \right) = 0. \quad (11.63)$$

Tavr shaklli kesim uchun $\xi \leq \xi_R$ (sinishning birinchi holati) shart bajarilishi kerak. Tokchasi siqilgan zonada joylashgan tavr shaklli to'sin kesimining hisoblashda ikkita hol mavjud bo'lishi mumkin: 1) siqilgan zona tokcha chegarasida joylashgan; 2) siqilgan zona qovurg'ani kesib o'tadi.

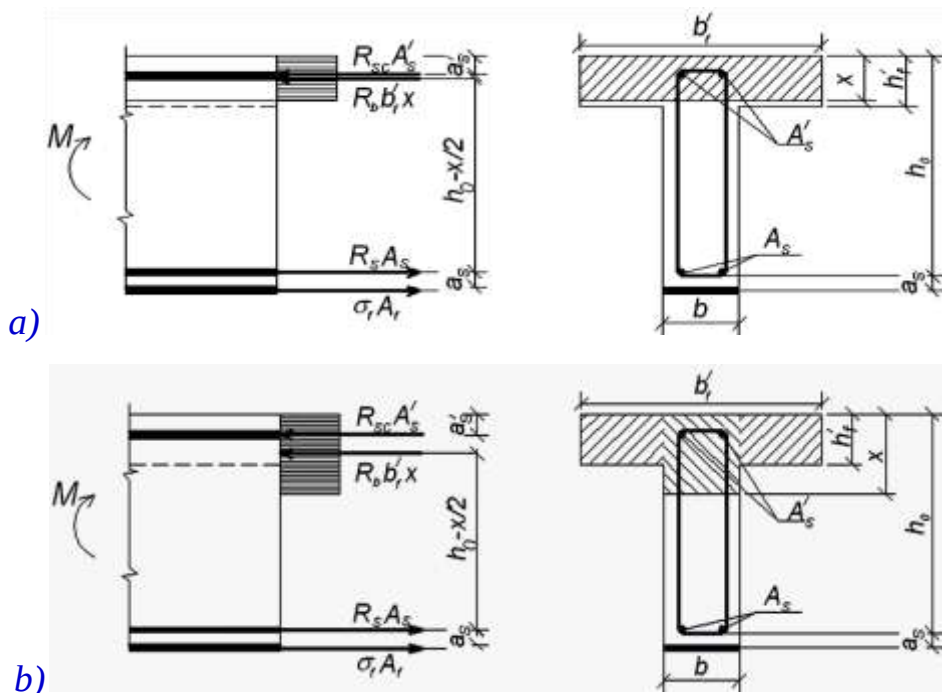
1-hol. Agar beton siqilgan zonasi tokcha chegarasida joylashgan bo'lsa, ya'ni $x < h_f$ (11.12,a-rasm), unda bunday tipdagi tavr shaklli kesim tokchasining eni b'_f , ishchi balandligi h_o ga teng bo'lgan to'g'ri to'rtburchak kabi hisoblanadi.

2-hol. Beton siqilgan zonasi tokcha chegarasidan chiqadi va qovurg'aga tarqaladi, ya'ni $x > h'_f$ (11.12,b-rasm). Bu holat faqat siqilgan tokcha qabul qiladigan tashqi moment ichkisidan katta bo'lganda sodir bo'ladi.

$$M > R_b b'_f h'_f (h_o - 0,5 h'_f) + R_{sc} A'_s (h_o - a'_s) + R_{fu} A_f a_s, \quad (11.64)$$

armaturaning soni ma'lum bo'lganda esa

$$R_{fu} A_f + R_s A_s > R_b b'_f h'_f + R_{sc} A_s. \quad (11.65)$$



11.12-rasm. Kuchaytirilgan tavr shaklli element ko'ndalang kesimida kuchlarning joylashishi

2-hol tokcha kengligi uncha katta bo'lmagan (rivojlanmagan) kesimlarda

uchraydi. Muvozanat tenglamasidan foydalanib, siqilgan zona balandligini aniqlaymiz:

$$R_s A_s + \sigma_f A_f - R_b b x - R_b (b'_f - b) h'_f - R_{sc} A'_s = 0. \quad (11.66)$$

Siqilgan zona balandligi x kuchaytirilgan kesim armatura va KM bo'yicha singanda, ($\xi < \xi_{Rf} < \xi_R$) quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$x = \frac{R_{fu} A_f + R_s A_s - R_b (b'_f - b) h'_f + R_{sc} A'_s}{R_b b}. \quad (11.67)$$

Unda M_{ult} ning qiymati quyidagicha topilishi mumkin:

$$M_{ult} = R_{fu} A_f a_s + R_{sc} A'_s (h_0 - a'_s) + R_b (b'_f - b) h'_f (h_0 - 0.5 h'_f) + R_b b x (h_0 - 0.5 x). \quad (11.68)$$

Siqilgan zona balandligi x kuchaytirilgan kesim siqilgan zonasi betoni singanda, hamda cho'zilgan va siqilgan sterjenli armaturalardagi kuchlanishlar oquvchanlik chegarasiga etganda, quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\xi_{Rf} < \xi < \xi_R \text{ bo'lganda } x = \frac{\sigma_f A_f + R_s A_s - R_b (b'_f - b) h'_f - R_{sc} A'_s}{R_b b} \quad (11.69)$$

Unda chegaraviy eguvchi moment quyidagiga teng:

$$M_{ult} = A_f \sigma_f a_s + R_{sc} A'_s (h_0 - a'_s) + R_b (b'_f - b) h'_f (h_0 - 0.5 h'_f) + R_b b x (h_0 - 0.5 x). \quad (11.70)$$

Agar cho'zilgan sterjenli armatura va KM polosalaridagi kuchlanishlar chegaraviysiga yetmagan bo'lsa, siqilgan zona betoni mustahkamligi esa oxiriga yetgan va siqilgan sterjenli armatura oquvchanlik chegarasiga yetgan holda, siqilgan zona balandligi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\xi_{Rf} < \xi_R < \xi \text{ bo'lganda } x = \frac{\sigma_f A_f + \sigma_s A_s - R_{sc} A'_s - R_b (b'_f - b) h'_s}{R_b b}. \quad (11.71)$$

Unda chegaraviy eguvchi moment:

$$M_{ult} = \sigma_{fu} A_f a_s + R_{sc} A'_s (h_0 - a'_s) + R_b (b'_f - b) h'_s (h_0 - 0.5 h'_f) + R_b b x (h_0 - 0.5 x). \quad (11.72)$$

KM va sterjenli armaturadagi kuchlanishlar tegishli quyidagi (11.73) va

(11.74) ifodalardan topilishi mumkin:

$$\sigma_s = \frac{\varepsilon_{bul} E_s}{1 - \frac{\omega}{1.1}} \times \left(\frac{\omega}{\xi} - 1 \right); \quad (11.73)$$

$$\sigma_f = \frac{\varepsilon_{bul} E_f}{1 - \frac{\omega}{1.1}} \left(\frac{\omega}{\xi_f} - 1 \right) - \varepsilon_{bi} E_f, \quad (11.74)$$

bunda ε_{bil} (11.25) ifodadan aniqlanadi.

Hisoblashda siqilgan zona balandligini iteratsion usulda topish tavsiya etiladi. Birinchi bosqichda (11.45) ifodadan olingan siqilgan zona balandligi qabul qilinadi. Keyin (11.52) va (11.53) ifodalardan sterjenli armatura va KM dagi kuchlanishlar hisoblanadi va ichki kuchlar muvozanati tekshiriladi. Agar u bajarilmasa, unda siqilgan zona balandligiga aniqlik kiritiladi. Bu hisoblashlar ichki kuchlar muvozanati bajarilgunga qadar takrorlanadi.

Hisoblashning bunday tartibi uning birinchi bosqichida ($\xi > \xi_R$) bo'lgan (keragidan ortiqcha armaturalangan) holatlar uchun ham tavsiya etiladi. Ikkinchi bosqichda muvozanat tenglamasiga (11.52) ifodadan olingan kompozitdagi kuchlanishni kiritish, siqilgan zona balandligini ancha kamayishiga olib keladi. Keyingi bosqichda x ning qiymatini birinchi ikkitasining o'rtacha arifmetik qiymatiga teng qilib, hisoblashni qaytarish lozim. Tajribadan ma'lumki, 4-iteratsiyada qoniqarli natijaga erishish mumkin ($\approx 5\%$).

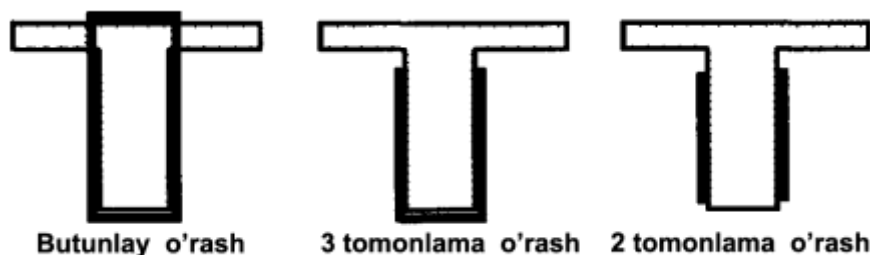
KM armaturasi kesimi yuzasi tanlangandan so'ng ulardagi kuchlanish va deformatsiyalarni tekshirish lozim, ular 4.1.7 band bo'yicha aniqlangan chegaraviy ruxsat etilgan R_{fu} yoki ε_{fu} qiymatlardan oshib ketmasligi kerak. Bu shart beton siqilgan zonasining haqiqiy nisbiy balandligi ξ (11.41) ifodadan topilgan uning chegaraviy qiymatidan kichik bo'lganda amal qiladi..

KM topilgan yuzasi bo'yicha mustahkamlik tekshiruvi o'tkaziladi. Kuchaytirilgan normal kesim hisoblari tugagandan so'ng, qiya kesim bo'yicha yuk ko'taruvchanlik xususiyatini ta'minlash tekshiruvi o'tkazilishi lozim.

Egiluvchi element qiya kesimining mustahkamligini hisoblash. KM sistemasi bo'ylama o'qqa qiya bo'lgan kesimni kuchaytirish uchun ham

qo‘llanishi mumkin. Kuchaytirish element o‘qiga ko‘ndalang yoki tayanch kesimidagi potensial yoriqlarga perpendikulyar yo‘nalishda KM ni yopishtirish orqali amalga oshiriladi.

11.13-rasmda qiya kesimlarni kuchaytirishda qo‘llaniladigan yopishtirishning asosiy sxemalari keltirilgan. To‘sinlar uchun asosan elementning uch yoki ikki tomoniga KM ni yopishtirishdan foydalaniladi.



11.13-rasm. Qiya kesimni kuchaytirishda KM ning yopishtirish sxemalari

KM sistemasi bilan kuchaytirilgan element qiya kesimining nominal mustahkamligi talab qilinadigan mustahkamlikdan oshishi kerak. Umumiy ko‘rinishda KM sistemasi bilan kuchaytirilgan element qiya kesimining mustahkamlik sharti quyidagicha yoziladi:

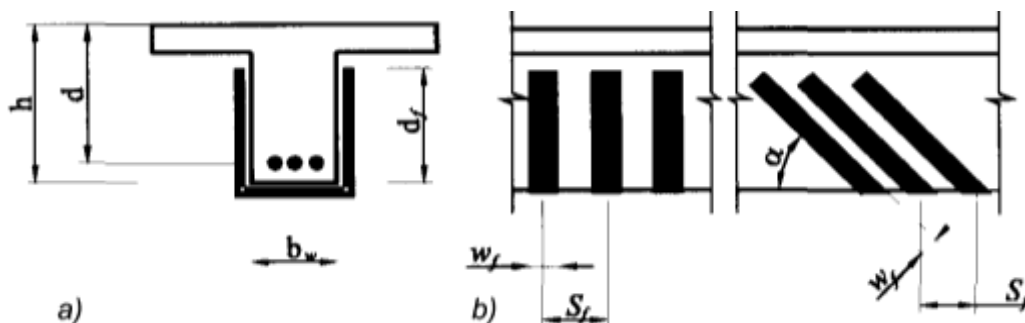
$$Q_{ult} \leq Q_b + Q_{sw} + \psi_f Q_f, \quad (11.75)$$

bunda ψ_f – KM ning yopishtirish sxemasiga bog‘liq bo‘lgan zaxira koeffitsienti.

KM ning yopishtirish sxemasiga bog‘liq bo‘lgan zaxira koeffitsienti ψ_f to‘la o‘ralgan elementlar uchun 0,95, uchtomonli U-shaklli xomutlar yoki tashqi yuzaga yopishtirilgan qatlamlar uchun esa 0,85 ga teng.

11.14-rasm KM ni e‘tiborga olib qiya kesim mustahkamligini hisoblashda qo‘llaniladigan parametrlarni tasvirlaydi. Elementning siljishdagi mustahkamligini oshishiga KM sistemasining qo‘shadigan xissasi yoriqning taxmin qilinadigan traektoriyasiga nisbatan polosaning tegishli yo‘nalishi ishiga asoslangan. Kuchaytiriladigan nakladkalar kesimini tanlagandan so‘ng (4.1 band bo‘yicha) kesimning yuk ko‘taruvchanlik xususiyatini ta‘minlash tekshiruvi o‘tkazilishi lozim: element qiya kesimini qiya yoriqlar orasidagi qiya polosalar

bo'yicha ko'ndalang kuch ta'siriga; qiya yoriqlar bo'yicha ko'ndalang kuch ta'siriga; qiya yoriqlar bo'yicha eguvchi moment ta'siriga.

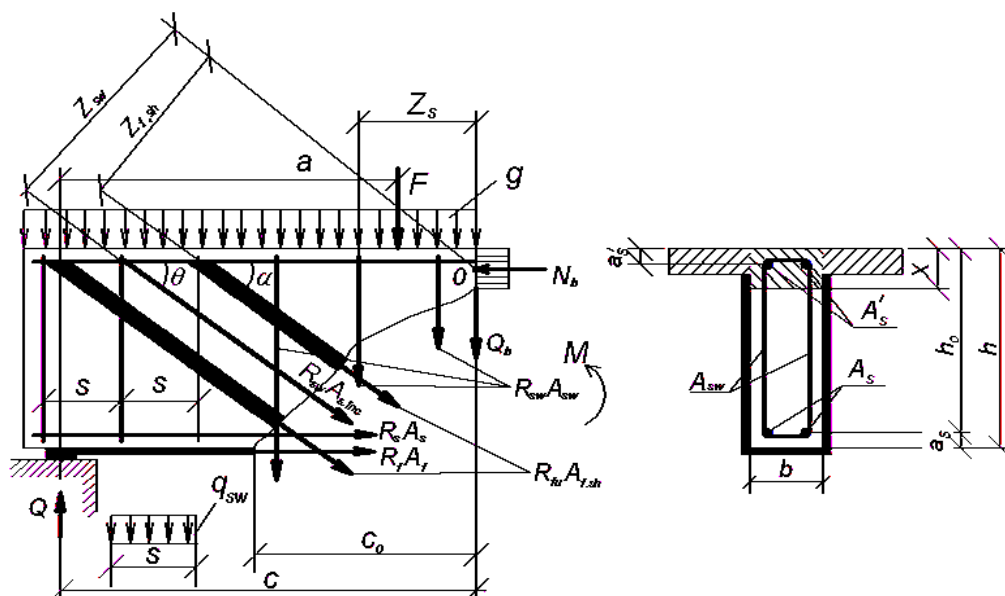


11.14-rasm. Qiya kesimlarni kuchaytirish uchun KM xomutlarning joylashishi

Qiya kesimlar orasidagi beton polosasi bo'yicha egiluvchi temirbeton elementlarni hisoblash quyidagi ifoda bo'yicha amalga oshiriladi {6.65 [SP 52-101-2003]}:

$$Q \leq \varphi_{b1} R_b b h_0 . \quad (11.76)$$

Temirbeton elementlarni qiya kesimlar bo'yicha ko'ndalang kuch ta'siriga hisoblash {p. 6.2.34 [SP 52-101-2003]} bo'yicha quyidagi qo'shimchalarni e'tiborga olib amalga oshiriladi (11.15-rasm).



11.15-rasm. Qiya kesimni ko'ndalang kuch va eguvchi momentga hisoblashdagi hisobiy sxema

Mustahakamlikning umumiy sharti:

$$Q \leq Q_{ult} = Q_b + Q_{sw} + Q_{s,inc} + Q_{f,sh} = Q_b + \sum R_{sw} A_{sw} + \sum R_{sw} A_{s,inc} \sin \theta + Q_{f,sh}. \quad (11.78)$$

Qiya kesimda beton qabul qiladigan ko'ndalang kuch Q_b {p. 6.67 [SP 52-101-2003]} bo'yicha aniqlanadi:

$$Q_b = \frac{\varphi_{b2} R_{bt} b h_0^2}{c} ; \quad (11.79)$$

$$0,5 R_{bt} b h_0 < Q_b < 2,5 R_{bt} b h_0 . \quad (11.80)$$

Elementning bo'ylama o'qiga normal bo'lgan ko'ndalang po'lat armatura qabul qiladigan Q_{sw} kuch quyidagi ifoda {6.68 [SP 52-101-2003]} bo'yicha aniqlanadi:

$$Q_{sw} = 0,75 q_{sw} c, \quad (11.81)$$

$$\text{bunda } q_{sw} = \frac{R_{sw} A_{sw}}{s_w}; \quad c \leq 2h_0.$$

KM dan tashkil topgan xomutlar qabul qiladigan Q_f kuch Ko'rsatma [32] va ACI 440 [35] muvofiq quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$Q_f = \frac{A_{f,sh} \sigma_{fu} (\sin a + \cos a) d_f}{s_f} , \quad (11.82)$$

$$\text{bunda } A_{f,sh} = 2 n t_f w_f. \quad (11.83)$$

Chegaraviy holatda KM armaturasidagi cho'zuvchi kuchlanishlar deformatsiyaning erishgan qiymatiga to'g'ri proporsional, ya'ni

$$\sigma_{fu} = \varepsilon_{fe} E_f. \quad (11.84)$$

Ko'ndalang xomutlarni yopishtirish sxemasiga bog'liq holda KM deformatsiyalarining qiymatiga cheklovlar kiritiladi.

KM sistemasi bilan aylanasiga o'ralgan temirbeton kolonna va to'sinlar uchun, KM dagi deformatsiya chegaraviysidan kichik bo'lgan holda uning beton bilan tishlashishining yo'qolishini kuzatish mumkin. Sinishning bu turini oldini olish uchun, loyihalashda foydalaniladigan maksimal deformatsiyani 0,4% gacha cheklash lozim bo'ladi:

$$\varepsilon_{fe} = 0,004 \leq 0,75 \varepsilon_{ft}. \quad (11.85)$$

Kesimning hammasini qamrab olmaydigan KM sistemasi uchun (ikki va

uchtomonli xomutlar) hisobiy deformatsiya tishlashish bo'yicha zaxira koefitsienti k_v dan foydalanib hisoblanadi:

$$\varepsilon_{fe} = k_v \varepsilon_{ft} \leq 0,004. \quad (11.86)$$

Tishlashish bo'yicha zaxira koefitsienti beton mustahkamligi, KM bikrligi va yopishtirish sxemasi turining funksiyasi hisoblanadi. Bu koefitsientni quyidagi (32) – (35) ifodalardan hisoblash mumkin:

$$k_v = \frac{k_1 k_2 L_f}{11,900 \varepsilon_{ft}} \leq 0,75. \quad (11.87)$$

L_f parametr quyidagi (11.88) ifodadan aniqlanadi:

$$L_f = \frac{23,300}{(n t_f E_f)^{0,58}}. \quad (11.88)$$

Beton mustahkamligi va yopishtirish sxemasi turini hisobga oladigan k_1 va k_2 koefitsientlar quyidagi ifodalardan aniqlanadi:

$$k_1 = \left(\frac{R'_b}{27} \right)^{\frac{2}{3}}. \quad (11.89)$$

U-shaklli xomutlar uchun $k_2 = \frac{d_f - L_f}{d_f},$

ikkitomonli xomutlar uchun esa $k_2 = \frac{d_f - 2L_f}{d_f}. \quad (11.90)$

KM dan qilingan xomutlar qabul qiladigan Q_f kuch Khalifa [44] ga muvofiq quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$Q_f = A_f R_{fe} \frac{(\sin \beta + \cos \beta)}{s_f} d_f, \quad (11.91)$$

$$\text{bunda } R_{fe} = K R_{fu}.$$

Kamayish koefitsienti (K) asosan sinish xiliga bog'liq. Kamayish koefitsienti sifatida quyidagi tenglamalar qiymatining eng kichigi qabul qilinishi lozim:

$$K_1 = 0.5622(p_f R_f)^2 - 1,2188(p_f R_f) + 0,778; \quad (11.92)$$

$$K_2 = \frac{(R'_{cu})^{2/3} w_f}{\varepsilon_{fu} d_f} [738,93 - 4,06(t_f E_f)] \times 10^{-6} . \quad (11.93)$$

w_{fe} ning qiymati quyidagicha qabul qilinadi:

KM uchlari ankersiz U-o‘ram shakllida joylashagan bo‘lsa, unda

$$w_f = d_f - L_f ; \quad (11.94)$$

KM polosasi to‘sinning faqat yon yuzasiga yopishtirilgan bo‘lsa,

$$w_f = d_d - 2L_f ; \quad (11.95)$$

$$K_3 = \frac{0,006}{\varepsilon_{fu}} . \quad (11.96)$$

KM dan qilingan xomutlar qabul qiladigan Q_f kuch Triantafillou [7] ga muvofiq quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$Q_f = \frac{0,9}{\gamma_f} p_f E_f \varepsilon_{fe} b_w d_f (1 + ctg\beta) \sin\beta, \quad (11.97)$$

bunda γ_f – KM polosasi uchun biro‘qli kuchlanganlik holatida mustahkamlikning xususiy koeffitsienti (KM polosasi uchun 1,15 ga teng). $0 \leq \rho_f E_f < 1$ GPa bo‘lganda,

$$\varepsilon_{fe} = 0,0119 - 0,0205(p_f E_f) + 0,0104(p_f E_f)^2. \quad (11.98)$$

$$\rho_f E_f > 1 \text{ GPa bo‘lganda, } \varepsilon_{fe} = 0,00065(p_f E_f) + 0,00245. \quad (11.99)$$

Temirbeton elementlarning qiya kesimi bo‘yicha eguvchi momentlar ta’siriga hisoblash quyidagi shartdan amalga oshiriladi:

$$\begin{aligned} M &\leq M_s + M_{sw} + M_{s,inc} + M_{f,sh} = \\ &= R_s A_s Z_s + \sum R_{sw} A_{sw} Z_{sw} + \sum R_{s,inc} A_{s,inc} Z_{s,inc} + \sum R_{f,sh} A_{f,sh} Z_{f,sh}, \end{aligned} \quad (11.100)$$

bunda M_s va M_{sw} – {6.2.35 b. [4]} bo‘yicha aniqlanadi.

$$M_s = R_s A_s Z_s ; \quad (11.101)$$

$$M_{sw} = 0,5 Q_{sw} c ; \quad (11.102)$$

$$M_{f,sh} = 0,5 Q_f c. \quad (11.103)$$

KM ni qistirib mahkamlash zonasida KM xomutlarining bo‘ylama yo‘nalishda joylashishi sababli, ulardagi kuch hisoblashlarda e’tiborga olinmaydi.

Bu yerda ham to'g'ri to'rtburchak kesimli to'sinlardagi kabi siqilgan zona nisbiy balandligi qiymatiga bog'liq holda yuqorida bayon qilingan tartibga muvofiq hisobiy qarshiliklarni (11.86–11.89) formulalaridagiga o'xshash almashtirishda armatura va beton bo'yicha kesim sinishining quyidagi hollari farqlanadi.

$$a) \xi < \xi_{Rf} < \xi_R (\sigma_f \rightarrow R_{fu}); \quad b) \xi_{Rf} < \xi < \xi_R; \quad v) \xi_{Rf} < \xi_R < \xi (R_s \rightarrow \sigma_s).$$

(11.86) va (11.88) formulalardan beton siqilgan zonasi balandligi aniqlanadi, (11.87) va (11.89) formulalardan esa – chegaraviy momentlar. Tavr shaklli to'sinlarning kuchaytirish hisobi yuqorida bayon qilingan modifikatsiyalangan iteratsion jarayon yoki teskari usul bilan bajariladi.

Chegaraviy holatning ikkinchi guruhi bo'yicha hisoblash

Chegaraviy holatning ikkinchi guruhi bo'yicha hisoblash quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- yoriqlar ochilishiga hisoblash;
- deformatsiyaga hisoblash.

Yoriqlar ochilishiga hisoblash zarurati mavjudligi va deformatsiyaga hisoblashda yoriqlarni hisobga olishni tekshirish uchun oldin yoriqlar ochilishiga hisoblanadi.

Yoriqlar ochilishiga hisoblash. Dastlab butun elastik jism kabi cho'zilgan betonning noelastik deformatsiyalarini hisobga olmasdan yoriqlar sodir bo'lish momenti quyidagi formuladan aniqlanadi;

$$M_{crc} = R_{bt,ser} W, \quad (11.104)$$

bunda M_{crc} – yoriqlar sodir bo'lganda normal kesim qabul qila oladigan eguvchi moment; $R_{bt,ser}$ – o'q bo'ylab cho'zilishda beton qarshiligining hisobiy qiymati, W – beton oxirgi cho'zilgan tolasi uchun keltirilgan kesim qarshilik momenti.

$$W = \frac{I_{red}}{y_t}, \quad (11.105)$$

bunda I_{red} – betonning keltirilgan kesimi og'irlik markaziga nisbatan uning

inersiya momenti.

$$I_{red} = I + I_s a + I'_s a ; \quad (11.106)$$

$$I_s = A_s(h_0 - y_t)^2 \quad I'_s = A'_s(y_t - a')^2 ; \quad a = \frac{E_s}{E_b},$$

bunda $I_s = A_s(h_0 - y_t)^2$ $I'_s = A'_s(y_t - a')^2$; $a = \frac{E_s}{E_b}$, y_t – betonning eng ko‘p cho‘zilgan tolasidan keltirilgan kesim og‘irlik markazigacha bo‘lgan masofa.

$$y_t = \frac{S_{t,red}}{A_{red}},$$

bunda $A_{red} = A + A_s \alpha + A'_s \alpha$ – keltirilgan kesim yuzasi; $S_{t,red}$ – beton eng ko‘p cho‘zilgan tolasiga nisbatan keltirilgan kesim yuzasining statik momenti.

Agar quyidagi shart bajarilsa, yoriqlar ochilishga hisoblanmaydi.

$$M < M_{crc}. \quad (11.107)$$

M – yuk bo‘yicha ishonchlilik koeffitsienti $\gamma_f = 1$ bilan barcha yuklarni e‘tiborga olib aniqlangan tashqi eguvchi moment. Agar bu shart bajarilmasa, unda nochiziqli deformatsion model asosida beton noelastik deformatsiyalarini e‘tiborga olib M_{crc} aniqlanadi.

Yoriqlar ochilishi bo‘yicha hisoblash. Temirbeton konstruksiyalar yoriqlarning qisqa va uzoq muddat ochilishiga hisoblanadi. Yoriqlarning ochilishiga hisoblash tashqi yuklardan M sodir bo‘lgan yoriqning ochilish eni a_{crc} uning chegaraviy ruxsat etilgan ochilish $a_{crc,ult}$ enidan oshib ketmaslik sharti bajarilishi uchun o‘tkaziladi.

$$a_{crc} \leq a_{crc,ult} . \quad (11.108)$$

Yoriqlarning ochilish eni quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$a_{crc} = \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 \psi_s \frac{\sigma_s}{E_s} l_s, \quad (11.109)$$

bunda $\varphi_1 = 1,0$ yukning qisqa muddat ta’sirida; $\varphi_2 = 0,5$ davriy profilli armatura uchun; $\varphi_3 = 1,0$ egiluvchi elementlar uchun; ψ_s – agar tengsizlik $a_{crc} \leq a_{crc,ult}$ bajarilgan taqdirda, birga teng qilib olishga ruxsat etiladi, yoki quyidagi

formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\psi_s = 1 - 0,8 \frac{M_{crc}}{M}; \quad \psi_s = 1 - 0,8 \frac{\sigma_{s,crc}}{\sigma_s}. \quad (11.110)$$

σ_s – quyidagi formuladan adaniqlanigan yoriqli normal kesim cho'zilgan armaturasidagi kuchlanish.

$$\sigma_s = \frac{M(h_0 - y_c)}{I_{red}} a_{s1}, \quad (11.111)$$

bunda $a_{s1} = E_s/E_{b,red} = 300/R_{b,red}$, $E_{b,red} = E_{b,ser}/\varepsilon_{bl,red}$ – ikki chiziqli diagrammada siqilgan beton deformatsiyasining keltirilgan moduli; $R_{b,ser}$ – chegaraviy holatning ikkinchi guruhi uchun o'q bo'ylab siqilishga beton qarshiligining hisobiy qiymati (SP 52–101–2003 dagi 5.1-jadvaldan olinadi);

$\varepsilon_{bl,red} = 0,0015$ – yukning uzoq muddat ta'sir qilishida betonning siqilish nisbiy deformatsiyasi; y_c – siqilgan qirradan kesim og'irlik markazigacha bo'lgan masofa. Egiluvchi elementlar uchun $y_c = x$, bunda x – beton siqilgan zonasi balandligi.

σ_s kuchlanish $R_{s,ser}$ dan oshib ketmasligi lozim.

$$l_s - \text{yoriqlar orasidagi baza masofasining eni } l_s = 0,5 \frac{A_{bt}}{A_s} d_s.$$

Bu yerda A_{bl} – cho'zilgan beton kesim yuzasi, u balandligi $2a$ dan katta va $0,5h$ dan kichik bo'lganda kesim yuzasiga teng qilib olinadi.

Deformatsiyalarga hisoblash. Egilish (salqilik) larga hisoblash quyidagi shart bo'yicha olib boriladi:

$$f \leq f_{ult}, \quad (11.112)$$

bunda f_{ult} – tashqi yuklar ta'siridan sodir bo'lgan egilish, egilishning chegaraviy ruxsat etilgan qiymati. Egilishlar qurilish mexanikasining qoidalariga muvofiq aniqlanadi, egilishdagi salqilik esa quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$f = \int_0^1 \overline{M_x} \left(\frac{1}{r} \right)_x dx, \quad (11.113)$$

bu yerda $\overline{M_x}$ – salqilik aniqlanadigan kesim uchun to'sinning qidiriladigan siljish yo'nalishi bo'yicha qo'yilgan bir birlik kuch ta'siridan x kesimdagi eguvchi moment.

$\left(\frac{1}{r}\right)_x$ – salqilik aniqlanadigan tashqi yukdan x kesimda to‘sinning to‘la egriligi.

Simpson formulasi bo‘yicha sonli integrallash amalga oshiriladi. Buning uchun l oraliq $n \geq 6$ bir xil juft sonli teng bo‘laklarga bo‘linadi, barcha tugun nuqtalarida $y_i(x_i) = \overline{M}_i(x_i) \left(\frac{1}{r_i(x_i)}\right)$, $i = 0, 1, 2 \dots n$ funksiyaning qiymatlari hisoblanadi va $n = 6$ bo‘lganda ularning yig‘indisi hisoblanadi.

$$\int_0^1 y(x) dx = \frac{1}{3 \cdot 6} \left[y_0(x_0) + 4y_1(x_1) + 2y_2(x_2) + 4y_3(x_3) + 2y_4(x_4) + 4y_5(x_5) + y_6(x_6) \right]. \quad (11.114)$$

Bu holda, ixtiyoriy juft n da oraliq o‘rtasida salqilik quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$f = \frac{l^2}{12n^2} \left\{ \left(\frac{1}{r}\right)_{sup,i} + \left(\frac{1}{r}\right)_{sup,r} + \sum_{i=1}^{\frac{n}{2}-1} i \left[\left(\frac{1}{r}\right)_{i,l} + \left(\frac{1}{r}\right)_{i,r} \right] + (3n-2) \left(\frac{1}{r}\right)_s \right\}. \quad (11.115)$$

$\left(\frac{1}{r}\right)_{sup,i}, \left(\frac{1}{r}\right)_{sup,r}$ – tegishli chap va o‘ng tayanchlardagi egrilik;

$\left(\frac{1}{r}\right)_{i,l}, \left(\frac{1}{r}\right)_{i,r}$ – simmetriya o‘qidan, ya’ni oraliq o‘rtasidan tegishli chap va

o‘ng simmetrik kesimlardagi egriliklar;

$\left(\frac{1}{r}\right)_s$ – oraliq o‘rtasidagi egrilik.

Temirbeton to‘sinlarning egriligini aniqlash

Tegishli yuklar ta’siridagi egrilik quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\left(\frac{1}{r}\right) = \frac{M}{D}, \quad (11.116)$$

D – keltirilgan ko‘ndalang kesimning $D = E_{bl} I_{red}$ formuladan aniqlanadigan egilish bikrligi, bunda E_{bl} – yukning ta’sir qilish muddatiga bog‘liq holda aniqlanadigan siqilgan betonning deformatsiya moduli; I_{red} – yoriqlarning mavjudligi yoki mavjud emasligini hisobga olib, keltirilgan kesim og‘irlik markaziga nisbatan inersiya momenti.

Cho‘zilgan zonadagi yoriqsiz uchastkalarda bikrlilik beton deformatsiyasining quyidagi qiymatida aniqlanadi:

- yukning qisqa muddat ta'sir qilganida $E_{bl} = 0,85E_b$;
- yukning uzoq muddat ta'sir qilganida $E_{bl} = E_{br} = \frac{E_b}{1+\varphi_{b,cr}}$,

bunda φ_{cr} – salqilik koeffitsienti SP 52–101–2003 5.5-jadvali bo'yicha atrof muhit havosi namligi va siqilishda beton sinfiga bog'liq holda aniqlanadi.

Cho'zilgan zonadagi yoriqli uchastkalarda bikrlilik quyidagi qoidalarni hisobga olib aniqlanadi:

- kesim deformatsiyalangan so'ng tekisligicha qoladi;
- beton siqilgan zonasidagi kuchlanish elastik jismdagi kabi aniqlanadi;
- kesimdagi normal yoriqlari bilan cho'zilgan betonning ishi e'tiborga olinmaydi;
- yonma-yon normal yoriqlar orasidagi uchastkada cho'zilgan beton ishi koeffitsient ψ_s yordamida hisobga olinadi.

I_{red} faqat beton siqilgan zonasini hisobga olib quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$I_{red} = I_b + I_s a_{s2} + I'_s a_{s2} . \quad (11.117)$$

Eguvchi moment ishorasini o'zgartirmaydigan uchastkalarda yoriqlari mavjud doimiy kesimli to'sin uchun, qolgan xuddi shunday uchastkalar uchun eguvchi moment qiymatlariga proporsional o'zgaruvchan deb qabul qilib, eng ko'p kuchlangan kesim uchun egrilikni aniqlash mumkin.

Egilishni aniqlash

Salqilikni hisobiy bog'liqliklardagi elastik egilish EI tavsiflarini ko'rsatilgan tavsiflarga almatirib, $1/r$ egrilik o'rnida bevosita egilishdagi bikrlilik D tavsiflaridan foydalanib, qurilish mexanikasining umumiy qoidalari bo'yicha aniqlash mumkin.

Erkin tayanadigan to'sinlar uchun teng tarqalgan yuk ta'siridan sodir bo'lgan maksimal salqilik quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$f = \frac{5l^2}{48} \left(\frac{1}{r} \right)_{max} . \quad (11.118)$$

Cho‘zilgan zonasida yoriqlari mavjud bo‘lgan elementlarning bikrlilik D tavsiflarini aniqlashda yoriqlari mavjud bo‘lmagan elementlar uchun qabul qilingandek, koeffitsient $\Psi_s=1$ deb qabul qilishga ruxsat etiladi.

11.4. Kompozit materiallar bilan kuchaytirilgan siqilgan va nomarkaziy siqilgan elementlarni hisoblash

Shishali, uglerodli, aramidli yoki bazalt tolalar bilan armaturalangan kompozit materiallar armaturaning chirishi tufayli uning kesimi kamayishi sodir bo‘lgan hollarda kolonnaning yo‘qotgan yuk ko‘taruvchanligini tiklash uchun uning tashqi yuzalarida qo‘llanishi mumkin.

Hisoblashda siqilgan temirbeton elementlar uchun “Temirbeton konstruksiyalarni kompozit materiallar bilan kuchaytirish bo‘yicha Qo‘llamna” [32] va [48] tavsiyalari asos qilib olingan.

Siqilgan temirbeton elementlarni kuchaytirish bo‘ylama yo‘nalishda tashqi armaturalash yoki ko‘nlalang yo‘nalishda tashqi armaturalash orqali halqa o‘rnatish yo‘li amalga oshiriladi. Halqa o‘rnatish yo‘li bilan kuchaytirish quyidagi hollarda tavsiya etiladi:

- siquvchi kuch qo‘yish eksentrisitetining qiymati $0,1D$ (D diametrli dumaloq kesimlar uchun) yoki $0,1h$ (to‘g‘ri to‘rtburchakli kesimlar uchun) dan kichik bo‘lishi kerak;
- to‘g‘ri to‘rtburchakli kesim tomonlari h/b nisbatining qiymati 1,5 dan oshmasligi kerak;
- to‘g‘ri to‘rtburchak kesimi tomonlarining h o‘lchami 900mm dan oshmasligi kerak;
- elementlarning bukiluvchanligi $l/i = 50$ dan oshmasligi kerak.

Siqilgan temirbeton elementlarni hisoblashda bo‘ylama kuch qo‘yilish boshlang‘ich eksentrisitetida QMQ ko‘rsatmalariga muvofiq qabul qilinadigan tasodifiy eksentrisitetni hisobga olish lozim.

Nomarkaziy siqilgan elementning kuchaytirishgacha olingan kuchlanish-deformatsiyalanish holatini hisobga olishda (11.121) va (11.122) formulalardagi po‘lat armaturaning nisbiy deformatsiyasining ε_s^o boshlang‘ich qiymati va siqilgan beton nisbiy deformatsiyasini ε_b^o quyidagi formulalardan aniqlashga ruxsat etiladi.

Mavjud po‘lat armaturani e‘tiborga olib kuchaytirilgan konstruksiyani hisoblashda quyidagi shart bajarilishi lozim:

$$\sigma_f \leq (\varepsilon_{s2} - \varepsilon_s^o) E_f, \quad (11.119)$$

bu yerda ε_{s2} – po‘lat armatura nisbiy deformatsiyasining chegaraviy qiymati, fizik oquvchanlik chegarasi mavjud armaturlar uchun 0,025; shartli oquvchanlik chegarasi mavjud armaturlar uchun 0,015 ga teng; ε_s^o – oldindan zo‘riqish, hamda konstruksiyaning cho‘zilgan zonasida yoriqlar mavjudligini e‘tiborga olib, uning mavjud po‘lat armaturasi nisbiy deformatsiyasining boshlang‘ich qiymati, (11.121) dan aniqlanadi.

ξ_R ning qiymati quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\xi_R = \frac{x_{Rf}}{h} = \frac{\omega}{1 + \frac{\varepsilon_{fu}}{\varepsilon_{b2} - \varepsilon_b^o}}, \quad (11.120)$$

bu yerda ω - og‘ir beton tavsifi, sinfi B60 gacha bo‘lgan og‘ir beton uchun 0,8, sinfi B70 – B100 va mayda donali betonlar uchun 0,7 ga teng; ε_{fu} – (11.46) formula bo‘yicha hisoblanadigan, chegaraviy nisbiy deformatsiyaning hisobiy qiymati; ε_{b2} - SNiP 52-01-2003 ko‘rsatmalariga muvofiq qabul qilinadigan R_b kuchlanishda siqilgan betonning nisbiy deformatsiyasi; ε_b^o – konstruksiyani kuchaytirishgacha beton siqilgan qirrasi nisbiy deformatsiyasining qiymati.

Nomarkaziy siqilgan elementning kuchaytirishgacha olingan kuchlanish-deformatsiyalanish holatini hisobga olishda (11.119) va (11.120) formulalardagi po‘lat armaturaning nisbiy deformatsiyasining ε_s^o boshlang‘ich qiymati va siqilgan beton nisbiy deformatsiyasini ε_b^o quyidagi formulalardan aniqlashga ruxsat etiladi:

$$\varepsilon_s^0 = \frac{N_0}{0,85E_b} \left[\frac{e \cdot (0,5h - a)}{I_{red}} - \frac{1}{A_{red}} \right]; \quad (11.121)$$

$$\varepsilon_b^0 = \frac{N_0}{0,85E_b} \left[\frac{0,5h \cdot e}{I_{red}} + \frac{1}{A_{red}} \right], \quad (11.122)$$

bunda N_0 – t ashqi yuklardan elementni kuchaytirishgacha ta'sir etuvchi bo'ylama kuch; e – N_0 kuch qo'yilgan nuqtadan cho'zilgan yoki kamroq siqilgan (butunlay siqilgan element kesimida) armatura og'irlik markazigacha bo'lgan masofa, u quyidagiga teng:

$$e = e_o \eta \frac{h_o - a'}{2},$$

bu yerda η – elementning bo'ylama egilishini uning ko'taruvchanlik xususiyatiga ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsient; e_o – bo'ylama kuch qo'yilishining boshlang'ich eksentrisiteti; a – keltirilgan kesimning yuzasi va uning og'irlik markaziga nisbatan inersiya momenti.

η , e_o , A_{red} I_{red} ko'rsatkichlar SNiP 52-01-2003 ko'rsatmalariga muvofiq aniqlanadi (kompozit materiallar bilan tashki armaturalashni hisobga olmasdan).

Bo'ylama yo'nalishda tashqi armaturalash orqali kuchaytirish. Kompozit materiallar bilan bo'ylama yo'nalishda kuchaytirilgan nomarkaziy siqilgan to'g'ri to'rtburchak kesimli elementlarni mustahkamligi bo'yicha hisoblash (11.16-rasm) $\xi = \frac{x}{h} \leq \xi_{Rf}$ bo'lganda, quyidagi shartga asosan amalga oshiriladi:

$$N \cdot e \leq R_b b x (h_0 - 0,5x) + R_{sc} A'_s (h_0 - a') + R_f A_f a, \quad (11.123)$$

bunda N – tashqi yuklardan bo'ylama kuch; x – quyidagi formuladan aniqlanadigan siqilgan zona balandligi:

$$x = \frac{N + R_s A_s - R_{sc} A'_s + R_f A_f}{R_b b}. \quad (11.124)$$

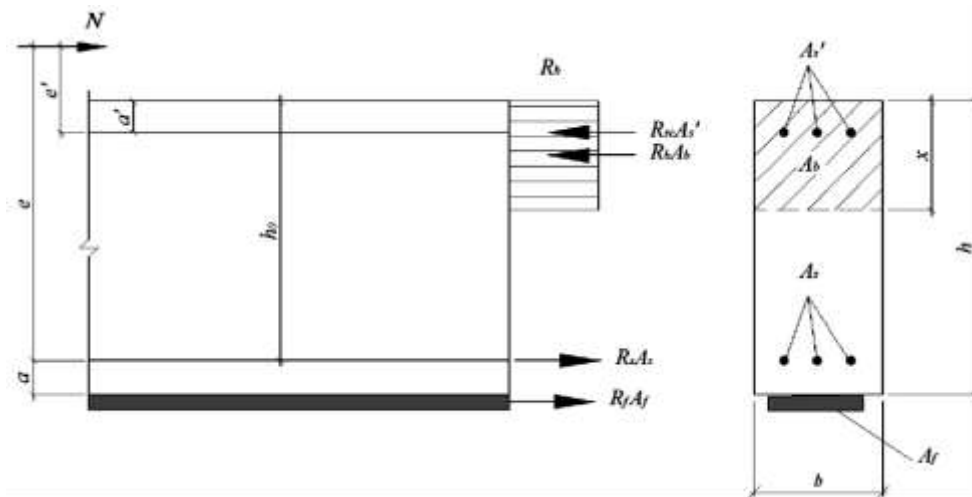
$$\frac{x}{h_0} \leq \xi_{Rf} \quad \text{va} \quad \frac{x}{h} \geq \xi_{Rf} \quad \text{bo'lganda, (11.123) formuladagi siqilgan zona}$$

balandligi x ni quyidagiga teng qilib olish kerak:

$$\chi = \frac{N + R_s A_s + R_f A_f \frac{1 + \xi_{Rf}}{1 - \xi_{Rf}} - R_{sc} A'_s}{R_b b + \frac{2 R_f A_f}{h(1 - \xi_{Rf})}} \quad (11.125)$$

$\frac{x}{h_0} \leq \xi_R$ va $\frac{x}{h} \leq \xi_{Rf}$ bo'lganda (11.123) formuladagi siqilgan zona balandligi x ni quyidagiga teng qilib olish kerak:

$$\chi = \frac{N + R_s A_s \frac{1 + \xi_R}{1 - \xi_R} + R_f A_f \frac{1 + \xi_{Rf}}{1 - \xi_{Rf}} - R_{sc} A'_s}{R_b b + \frac{2 R_s A_s}{h(1 - \xi_R)} + \frac{2 R_f A_f}{h(1 - \xi_{Rf})}} \quad (11.126)$$

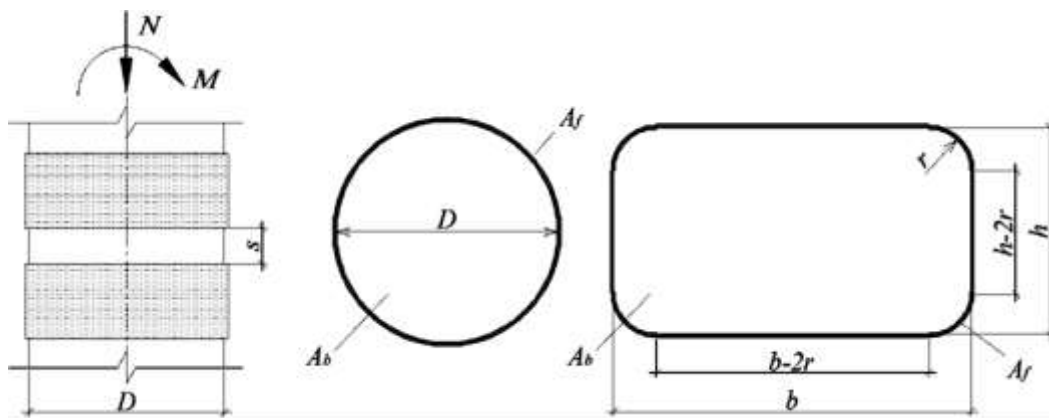


11.16-rasm. KM bilan tashqi armaturalangan nomarkaziy siqilgan temirbeton elementni mustahkamlikka hisoblashda bo'ylama o'qiga normal kesimining sxemasi va kuchlanishlar epyurasi

Ko'ndalang yo'nalish bo'ylab tashqi armaturalash orqali kuchaytirish. Kompozit materiallar bilan ko'ndalang yo'nalishda kuchaytirilgan nomarkaziy siqilgan to'g'ri to'rtburchak kesimli elementlarni mustahkamlikka hisoblash betonning hajmli kuchlanganlik holatida mustahkamligining oshishini hisobga olib amalga oshirish lozim (11.17-rasm).

O'q bo'ylab siqilishda beton qarshiligining hisobiy qiymatlarini quyidagi formuladan aniqlash lozim :

$$R_{b3} = R_b + k_{ef} k_e R_f \mu_f \leq R_b + 0,55 R_f \mu_f, \quad (11.127)$$



11.17-rasm. Ko'ndalang yo'nalishda KM bilan tashqi armaturalash orqali kuchaytirish

bunda k_{ef} - halqa samadorligi koeffitsienti, quyidagicha qabul qilinadi:

- dumaloq kesimli elementlar uchun $k_{ef} = 10$; (11.128)

- tomonlarining nisbati $h/b \leq 1,5$ bo'lgan to'g'ri to'rtburchak kesimli elementlar uchun (rasm 6.4)

$$k_{ef} = 1 - \frac{(b-2r)^2 + (h-2r)^2}{3b \cdot h(1-\mu_s)}, \quad (11.129)$$

bu erda r –kesim qirralarining yumaloqlanish radiusi;

$\mu_s = A_s/A_b$ - armaturalash koeffitsienti;

- tomonlarining nisbati $h/b > 1,5$ yoki $h > 900\text{mm}$ bo'lgan, hamda siquvchi kuch $\frac{M}{N} \eta$ qo'yilish eksentrisiteti $0,1D$ dan (D diametrli dumaloq kesimlar uchun) katta yoki $0,1h$ dan (to'g'ri to'rtburchak kesimlar uchun) katta bo'lgan to'g'ri to'rtburchak kesimli elementlar uchun (11.16-rasm): $k_{ef} = 0$ – halqa balanligi bo'ylab uzilish mavjudligini hisobga oluvchi koeffitsient, quyidagicha qabul qilinadi:

- butun halqalar uchun ($s = 0$ bo'lganda) – $1,0$;

- dumaloq kesimli elementlarda uzilishlari mavjud halqalar uchun (rasm 6.4)

$$k_e = \left(1 - \frac{s}{2D}\right)^2; \quad (11.130)$$

bu yerda s – halqaning ayrim o'ramlari orasidagi masofa;

μ_f - armaturalash koeffitsienti, quyidagi formuladan topiladi

$$\mu_f = \frac{A_f}{A}, \quad (11.131)$$

bu yerda A va R_b - halqa qamrab olgan beton ko'ndalang kesimining yuzasi va bir jinsli kuchlanganlik holatida betonning o'q bo'ylab siqilishdagi me'yoriy qarshiligi; A_f –kompozit materialli halqa ko'ndalang kesimining yuzasi; R_f - (5.1) formuladan aniqlanadigan kompozit materialning cho'zilishda hisobiy qarshiligi, undagi γ_2 koefitsientining qiymati 1,0 ga teng qilib olinadi.

Kompozit materiallar bilan ko'ndalang yo'nalishda kuchaytirilgan nomarkaziy siqilgan to'g'ri to'rtburchak kesimli elementlarni mustahkamlikka hisoblash quyidagi shartdan amalga oshirish lozim (11.16-rasm) :

$$Ne \leq R_{b3}bx(h_0 - 0,5x) + R_{sc}A'_s(h_0 - a'). \quad (11.132)$$

Bunda siqilgan zona x qiymati quyidagicha aniqlanadi:

a) $\xi = \frac{x}{h} \leq \xi_{R3}$ bo'lganda, quyidagi formuladan:

$$x = \frac{N + R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A'_s}{R_{b3} \cdot b}, \quad (11.133)$$

b) $\xi = \frac{x}{h} > \xi_{R3}$ bo'lganda, quyidagi formuladan:

$$x = \frac{N + R_s A_s \frac{1 + \xi_{R3}}{1 - \xi_{R3}} - R_{sc} A'_s}{R_{b3} b + \frac{2 R_s A_s}{h_0 (1 - \xi_{R3})}}, \quad (11.134)$$

bu yerda ξ_{R3} – betonning hajmli kuchlanganlik holatini e'tiborga olib hisoblanadigan siqilgan zona nisbiy balandligining chegaraviy qiymati.

$$\xi_{R3} = \frac{x_{R3}}{h_0} = \frac{\omega}{1 + \frac{\varepsilon_{s,el}}{\varepsilon_{b3}}}, \quad (11.135)$$

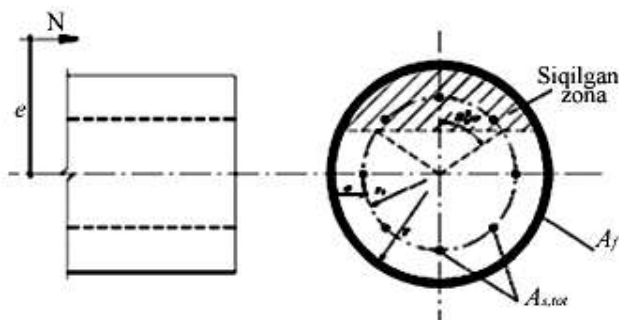
$$\varepsilon_{b3} = \varepsilon_{b2} + 2\mu_f \frac{R_{f.n}}{E_b}. \quad (11.136)$$

Kompozit materiallar bilan ko'ndalang yo'nalishda kuchaytirilgan, armaturasi (bo'ylama sterjenlar soni 7 tadan kam bo'lmaganda) bir tekis aylanasi bo'ylab taqsimlangan va uning sinfi A400 dan katta bo'lmagan

nomarkaziy siqilgan dumaloq kesimli elementlarni mustahkamlikka hisoblash quyidagi shartdan tekshiriladi (11.18-rasm):

$$M \leq \frac{2}{3} R_{b3} A r_m \frac{\sin^3 \pi \xi_{sir}}{\pi} + R_s A_{s,tot} \left(\frac{\sin \pi \xi_{sir}}{\pi} + f \right) r_s, \quad (11.137)$$

bunda r – ko‘ndalang kesim radiusi; ξ_{cir} – beton siqilgan zonasining nisbiy yuzasi, quyidagidan aniqlanadi:



11.18-rasm. Ko‘ndalang yo‘nalishda kompozit materiallar bilan tashqi armaturalangan dumaloq kesimli siqilgan element bo‘ylama o‘qiga normal kesimdagi kuchlar sxemasi va kuchlanishlar epyurasi

a) quyidagi shart bajarilganda,

$$N \leq 0,77 R_{b3} A + 0,645 R_s A_{s,tot}, \quad (11.138)$$

quyidagi tenglamaning yechimidan:

$$\xi_{cir} = \frac{N + R_b A \frac{\sin 2\pi \xi_{sir}}{2\pi}}{R_{b3} A + R_s A_{s,tot}}; \quad (11.139)$$

b) (11.137) shart bajarilganda, quyidagi tenglamaning yechimidan:

$$\xi_{cir} = \frac{N + R_s A_{s,tot} + R_b A \frac{\sin 2\pi \xi_{sir}}{2\pi}}{R_{b3} A + 2,55 R_s A_{s,tot}}. \quad (11.140)$$

φ - cho‘zilgan armatura ishini hisobga oluvchi koeffitsient, u quyidagicha qabul qilinadigan: (11.139) shart bajarilganda, $\varphi = 1,6(1 - 1,55 \xi_{cir}) \xi_{cir}$, ammo 1,0 dan katta emas; (11.139) shart bajarilmaganda, $\varphi = 0$; $A_{s,tot}$ – barcha bo‘ylama armaturalar yuzasi; r_s – bo‘ylama armatura sterjenlari og‘irlik markazi orqali o‘tadigan aylana radiusi.

M momentining qiymatini element egilishini hisobga olib aniqlash $k_{ef} k_{ef} k_{ef}$ lozim.

O‘q bo‘ylab cho‘zilish

KM tizimini temirbeton elementlarning cho‘zilishdagi qo‘shimcha

mustahkamligini ta'minlash uchun qo'llash mumkin. KM ning chiziqli-elastik ishi tufayli, uning cho'zilishdagi mustahkamligining oshirish xissasi deformatsiya sathi bilan chiziqli bog'langan va Guk qonuniga muvofiq hisoblanadi.

KM tomonidan ta'minlanadigan cho'zilish sathi KM ning hisobiy mustahkamligi bilan chegaralanadi va adgeziv orqali kuchlanishni asosga uzatish xususiyatiga ega. KM ning hisobiy deformatsiyasi siljishga kuchaytirish uchun (11.85) - (11.90) ifodalarda berilgan mezon asosida aniqlanadi. (11.89) ifodadagi k_1 ning qiymatini 1,0 ga teng qilib olish mumkin. Deformatsiyaning bu sathiga yetkazish uchun tishlashishning minimal uzunligi $2L_e$ ta'minlanishi lozim (L_e - bu yuqorida (11.88) ifodada aniqlangan tishlashishning aktiv uzunligi).

O'zlashtirish uchun nazorat savollari

Ko'priq inshootlarida ishlatiladigan beton turlari va tavsiflarini yoriting.

Ko'priq konstruksiyalarini kuchaytirish uchun kompozitson materiallar qo'llanishining dunyo tajribasi to'g'risida ma'lumot bering.

Ko'priq inshootlarini kuchaytirishda ishlatiladigan zamonaviy kompozitsion polimer materiallar va ularning xossalari to'g'risida qisqacha ma'lumot bering.

TAS ning mohiyati nimadan iborat?

TAS ning vazifalari nimadan iborat?

FRP materiallari yordamida qanday ishlar amalga oshiriladi?

Mapei FRP i FRG Systems tizim foydalanishdagi afzalliklarni keltiring.

Po'latli fibrallarining turlarini keltiring.

Rossiyada temirbeton ko'priklarni kuchaytirishda qo'llaniladigan KM to'g'risida ma'lumot bering.

Shveysariyaning "ZIKA" kompaniyasi to'g'risida ma'lumot bering.

Shveysariyaning "ZIKA" kompaniyasi chiqaradigan materiallar to'g'risida

ma'lumot bering.

Transport inshootlari elementlarini kompozit materiallar bilan kuchaytirish amaliyotidan misollar keltiring.

Transport inshootlari elementlarini kompozit materiallar bilan kuchaytirish afzalliklarini keltiring.

Ko'priklarning konstruksiyalarini lentalar bilan kuchaytirish qanday amalga oshiriladi?

Sika®Carbodur® lentasi bilan oldindan zo'rliqtirish qanday bajariladi?

Kompozit materiallar bilan kolonnalar qanday kuchaytiriladi?

Ko'priklarning kompozit materiallar bilan kuchaytirilgan temirbetonli konstruksiyalarini hisoblash uslubi umumiy qoidalarini keltiring.

Egiluvchi temirbeton elementlarni chegaraviy holatning birinchi guruhi bo'yicha mustahkamlikka hisoblash uslubining qisqacha tafsilotini bering.

KM lar bilan kuchaytirilgan temirbeton elementlarni hisoblashning asosiy qoidalarini yoriting.

Normal kesimlarni mustahkamlikka hisoblashning umumiy sxemasini chizing.

Normal kesim mustahkamlikka qanday tekshiriladi?

Normal kesim mustahkamligini hisoblash tartibini keltiring.

KM tashqi armatura kesimining zaruriy yuzasi qanday tanlanadi?

Kuchaytirishgacha normal kesim deformatsiyasi sathi qanday tanlanadi?

Grafik usulning mohiyatini keltiring.

Kuchaytirilgan tavr shaklli element ko'ndalang kesimida kuchlarning joylashishi.

Egiluvchi element qiya kesimining mustahkamligini hisoblash.

Qiya kesimni kuchaytirishda KM ning yopishtirish sxemalari

Qiya kesimlarni kuchaytirish uchun KM xomutlarning joylashishi

Qiya kesimni ko'ndalang kuch va eguvchi momentga hisoblashdagi hisobiy sxema

Chegaraviy holatning ikkinchi guruhi bo'yicha hisoblash.

Chegaraviy holatning ikkinchi guruhi bo'yicha hisoblash quyidagilarni o'z ichiga oladi:

Deformatsiyalarga hisoblash.

Temirbeton to'sinlarning egriligini aniqlash.

Egilishni aniqlash.

Kompozit materiallar bilan kuchaytirilgan siqilgan va nomarkaziy siqilgan elementlarni hisoblash

Bo'ylama yo'nalishda tashqi armaturalash orqali kuchaytirish.

Ko'ndalang yo'nalishda KM bilan tashqi armaturalash orqali kuchaytirish.

Ko'ndalang yo'nalishda kompozit materiallar bilan tashqi armaturlangan dumaloq kesimli siqilgan element bo'ylama o'qiga normal kesimdagi kuchlar sxemasi va kuchlanishlar epyurasini keltiring.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Каримов И.А. «Центральная Азия как трансконтинентальный транспортный мост: потенциал и перспективы развития». Доклад президента Республики Узбекистан на международной конференции. Ташкент, 19 ноября 2007.

2. ШНК 2.05.03.12. Мосты и трубы. Утвержден Госархитектуром РУз от 23.05.97.

3. КМК 2.05.05–96. Тоннели железнодорожные и автодорожные. Утвержден Госархитектуром РУз от (13.08.96) (изменение) от 14.04.2014.

5. КМК 2.01.07–97. Нагрузки и воздействия. Утвержден Госархитектуром РУз от (13.08.96) (изменение) от 30.12.2003.

7. КМК 3.01.02–00 Техника безопасности в строительстве. Утвержден Госархитектуром РУз от 01.01.2001. – 245 бет.

9. ИКН–100–14. Инструкция по содержанию и текущему ремонту мостовых сооружений и водопропускных труб на автомобильных дорогах. Утверждены приказом ГАК «Узавтойул» от 28.12.2014. – 100 с.

11. Ashrabov A.A., Raupov Ch.S. Ko’priklar va transport tonnellarini rekonstruksiya qilish va ularni tiklash (Ko’priklarni rekonstruksiya qilish va ularni tiklash). 5A580212 – Ko’priklar va transport tonnellar va 5A580603 – Ko’priklar va transport tonnellaridan foydalanish mutaxassisliklari magistrarlari uchun o’quv qo’llanma. qism I va II. – Toshkent, ToshTYMI. 2008. – 72 b. va – 89 b.

12. Ashrabov A.A., Raupov Ch.S. Qurilish konstruksiyalarining diagnostikasi va sinovi. 5A580603 – Ko’priklar va transport tonnellaridan foydalanish mutaxassisligi magistrarlari uchun o’quv qo’llanma. – Toshkent, O’ROvaO’MTV. 2013. Qism I va II. – 102 b. va – 96 b.

13. Бильченко А.В., Кислов А.Г.. Особенности эксплуатации и стратегия ремонта городских мостовых сооружений. Диагностика искусственных сооружений. ХНАДУ, Харьков. 2010. –21 с. osobennosti-ekspluatatsii.pdf.

14. Бокарев С.А. Содержание искусственных сооружений с использованием информационных технологий: учебное пособие для вузов ж.-д. тр-та / С.А. Бокарев, С.С. Прибытков, А.Н. Яшнов. – М.: ГОУ «УМЦ по образованию на ж.-д. тр-те», 2008. – 195 с.

15. Бондаренко С.В., Санжарновский Р.С. Усиление железобетонных конструкций при реконструкции зданий. М. Стройиздат, 1990. – 352 с.

16. Бельский Н. Р., Лебедев А. Н. Усиление стальных конструкций. Киев, 1981.

17. Боровик Г.М. Искусственные сооружения на железных дорогах: сб. лекций. Ч. 2. Содержание, ремонт и реконструкция мостов и труб. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2013. – 160 с.

18. Брик А.Л., Давыдов В.Г., Савельев В.Н. Эксплуатация

искусственных сооружений на железных дорогах. – М.: Транспорт, 1990. – 232 с.

19. Дементьев, В.А. Усиление и реконструкция мостов на автомобильных дорогах: учеб. пособие / В.А. Дементьев, В.П. Волокитин, Н.А. Анисимова; под общ. ред. проф. В.А. Дементьева; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. – Воронеж, 2006. – 116 с. ISBN 5-89040-144-0.

20. Дмитриев, Ю.В. Расчет грузоподъемности и усиления металлических пролетных строений железнодорожных мостов. Пролетные строения со сплошными главными балками : учеб. пособие / Ю.В. Дмитриев, Г.М. Боровик, А.А. Иншин. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 1999. – 79 с.

21. Картопольцев А.В. Курс «Эксплуатация и реконструкция мостовых сооружений, ч.1», 4 курс, АМиТ, бакалавры, Дорожно-строительный факультет. Томск 2015. – 102 с.

22. Неволин А.П. Эксплуатация мостов. Ч. 1: Особенности эксплуатации железобетонных конструкций мостов: учебно-метод. пособие /А.П. Неволин, Н.А. Богоявленский, А.В. Сырков. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 173 с. ISBN 978-5-398-00765-7. ekspluataciya_mostov.pdf.

23. Осипов В.О. и др. Мосты и тоннели на железных дорогах. Учебник для вузов железнодорожного транспорта. /Под ред. Осипова В.О. М.: Транспорт. 1988. – 367 с.

24. Осипов В.О. и др. Содержание, реконструкция, усиление и ремонт мостов и труб. Под ред. В.О. Осипова и Ю.Г. Козьмина. – М.: Транспорт, 1996. – 471 с.

25. Raupov Ch.S., Saminov I.A.. Sun'iy inshootlardan foydalanish. 5580600 – Transport inshootlaridan foydalanish (Temir yo'l transporti) bakalavriat ta'lim yo'nalishi talabalari uchun O'quv qo'llanma. – Toshkent, O'ROvaO'MTV, 2013. Qism I va II. – 76 b. va – 69 b.

26. Раупов Ч.С., Валькова Ю.С. Новая модель расчета усиления железобетонных балочных мостов внешним армированием углепластиковыми холстами. ТашИИТ. Сборник трудов Респ НТК с участием зарубежных стран. 2012. с.24 – 26.

27. Raupov Ch. S., AshraboV A.A. Transport inshootlari konstruksiyalarining yuqori mustahkamli polimer materiallar yordamida reabilitatsiyasi/ 5A580603–«Ko`priklar va transport tonnellaridan foydalanish» mutaxassisligi talabalari uchun o`quv qo`llanma. – Toshkent, O`ROvaO`MTV, 2013. – 114 b.

28. Raupov Ch.S., Salixanov S.S.. Transport inshootlarini loyihalash va qurish. 1-qism. Temir yollardagi tonnellar va quvurlar. 5A340603– “Ko`priklar va transport tonnellari ekspluatatsiyasi” mutaxassisligi 1-bosqich magistratura talabalari uchun o`quv qo`llanma. – Toshkent, TashIIT, 2014. – 137 b.

29. Raupov Ch.S., Salixanov S.S. Transport inshootlarini loyihalash va qurish. 2-qism. Temir yollardagi temirbeton ko`priklar. 5A340603– “Ko`priklar va transport tonnellari ekspluatatsiyasi” mutaxassisligi 1-bosqich magistratura talabalari uchun o`quv qo`llanma. – Toshkent, ToshTYMI, 2015. – 160 b.

30. Храпова В.Г. и др. Тоннели и метрополитены. Учебник для вузов. Под ред. Храпов В.Г. – М.: Транспорт, 1989. – 383 с.

31. Хаяутин Ю.Г., Чернявский В.Л., Аксельрод Е.З. Применение углепластиков для усиления строительных конструкций //Бетон и железобетон. - № 6. - 2002. - с. 17-20; № 1. - 2003. - с. 25-29.

32. Чернявский В.Л., Хаяутин Ю.Г., Аксельрод Е.З., Клевцов В.А., Фаткуллин Н.В. Руководство по усилению железобетонных конструкций композитными материалами. Москва: ООО «Интераква» и НИИЖБ. 2003. –50 с.

33. Чижов С.В., Кузнецов С.А. Опыт применения фибробетона при ремонте и содержании искусственных сооружений на автомобильных дорогах. ПГУПС. ОАО «Мостострой №6». Санкт-Петер. –16 с. fibra

Chizhov, Kuznecov.pp.

34. Этин П. Ю. Диагностика и испытания мостов. Учебно-методическое пособие. М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2010. – 65 с.

35. ACI Committee 440 (2003). Guide for Design and construction of externally bonded FRP systems for strengthening concrete structures.

36. 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.

37. Khalifa A., William J.G., Nanni A., Abedl Aziz M.I. (1998). Contribution of externally bonded FRP to shear capacity of flexural members. ASCE – Journal of composites for construction, Vol.2, No.4, p. 195–203.

38. Klevtsov V.A., Fatkullin N.V. "Strength calculation of the normal sections of bent elements reinforced with external reinforcement made of polymeric composite materials," Scientific and technical conference of young scientists and graduate students. Central scientific research institute of construction, 2006. p. 61-69.

39. Mohamed A. Moustafa., Khalid M. Mosalam. Structural Behavior of Column-Bent Cap Beam-Box Girder Systems in Reinforced Concrete Bridges Subjected to Gravity and Seismic Loads Part II: Hybrid Simulation and Post-Test Analysis Department of Civil and Environmental Engineering. University of California, Berkeley. PEER Report No. 2015/10. November 2015. - 222 pp. http://peer.berkeley.edu/publications/peer_reports.

40. Hoff G. W. Strong Medicine. Fiber-reinforced Polymer Materials Can Help Cure Many Ills that beset Concrete. Concrete Construction, July 2000, pp 40 - 47.

41. Hollaway, L. Leeming, M B, editors (1999). Strengthening of

Reinforced concrete structures using externally bonded FRP composites in structural and civil engineering. ROBUST book Cambridges: Woodhead Publishing Ltd. pp 4, 7, 20, 49, 50, 59.

42. Raupov Ch. Strength calculation of reinforced concrete t-beams of bridges with high-strength composite materials. Transport problems. VI International conference. Silesian University of Technology Publication. Faculty of Transport. 2014. pp. 650–659.

43. Triantafillou, T. C. (1998) Shear Strengthening of reinforced concrete beams using epoxy bonded FRP composites. ACI Structural Journal, pp. 107–115.

44. Charles E. Bakis. (1993). Materials and Manufacturing. Fibre Reinforced Plastic (FRP) Reinforcement for Concrete Structures: Properties and applications, Elsevier Science Publishers, pp 13–58.

45. 8-bobda foydalanilgan electron saytlar:

Приборы и оборудование для контроля качества грунтов.

<http://ru.convdocs.org/download/docs-314996/314996.doc>

Пресс Ручной Гидравлический типа ПРГ-1.

<http://vnir.ru/images/mashin/prg-1.pdf>

Прессы испытательные гидравлические малогабаритные на 50, 100, 500, 1000, 1500, 2000кН. ПГМ-50МГ4, ПГМ-100МГ4, ПГМ-500МГ4, ПГМ-1000МГ4, ПГМ-1500МГ4 и ПГМ-2000МГ4.

<http://www.stroypribor.ru/produkt/catalog/isyttatelnoe-oborudovanie-mashiny/>

Гидравлический пресс JYS-2000А. <http://t-ndt.ru/index.php?id=56>

Разрывная машина WDW-20Е. <http://t-ndt.ru/index.php?id=1038>

Испытательные машины РМС-МГ4.

<http://www.stroypribor.ru/produkt/catalog/isyttatelnoe-oborudovanie-mashiny/>

Разрывная машина WAW-2000А. <http://t-ndt.ru/index.php?id=1039>

Испытательная машина ИР–400-1М (Δ 1).

<http://zimtochmash.ru/?state=products&catid=2>

Статические испытания мостов.

http://www.Lekcija_8_file_4750_4068_1302

Бочкарев Н. Н. Исследование вибраций пролетных строений при возникновении и развитии дефектов в автодорожных мостах. Томский государственный архитектурно-строительный университет. bonic@iao.ru.

Столяров М. Динамика внедрения композиционных материалов в строительной индустрии. Нанотехнологический Центр Композитов –9 с. <http://www.nccrussia.com> info@nccrussia.com <https://twitter.com/nccrussia>

Бокарев С. А., Неровных А. А., Кобелев К. В., Ефимов С.В. Углепластики для усиления мостовых конструкций. Область применения и нормативная база. ФГБОУ ВПО. «Сибирский гос. унив. путей сообщения» – 20 с. <http://www.8881e75442936a38e900c7064ca32333>.

46. 9-bobda foydalanilgan electron saytlar:

Измеритель параметров вибрации Вибротест-МГ4, Вибротест -МГ4.01.

<http://www.stroypribor.ru/produkt/catalog/pribory-dlya-izmereniya-vibrazii/>

Электронный динамометр ДМ-МГ4

<http://www.stroypribor.ru/produkt/catalog/vesy/>

Установка для испытания образцов бетона на водонепроницаемость УВБ-МГ4, УВБ-МГ4.01.

<http://www.stroypribor.ru/produkt/catalog/ispytatelnoe-oborudovanie-mashiny/>

Измеритель морозостойкости бетона дилатометрический ИМД-МГ4. <http://www.stroypribor.ru/produkt/catalog/ispytatelnoe-oborudovanie-mashiny/>

Камера универсальная пропарочная КУП-1. mail@optimum-lab.ru

Виброиспытательное оборудование ООО "БИ ТЕХНО" (г. Пятигорск). <http://www.santek2.ru/contacts.html>

Виброиспытательное оборудование ООО "БИ ТЕХНО" (г. Пятигорск).

<http://www.santek2.ru/contacts.html>

Визуальный контроль. <http://t-ndt.ru/index.php?id=8>

Profometer 5+ Scanlog.

<http://www.gsi.ru/catalog/testing/nondestructive/thickness/rebar>

Локаатор арматуры Profoscope.

<http://www.gsi.ru/catalog/testing/nondestructive/thickness/rebar>

Измеритель напряжений в арматуре ЭИН-МГ4.

<http://www.stroypribor.ru/produkt/catalog/naprarm/>

Динамический твердомер ТЭМП4. <http://t-ndt.ru/index.php?id=327>

Толщиномер Булат 1М Модернизированный.

<http://www.optimum-lab.ru/index.php?categoryID=770>

Измерители защитного слоя бетона ИПА-МГ4, ИПА-МГ4.01

<http://www.stroypribor.ru/produkt/catalog/naprarm/>

Прибор диагностики свай ПДС-МГ4. info@stroypribor.ru

47. 10-bobda foydalanilgan electron saytlar:

Развитие методов усиления железобетонных конструкций.

Строительное проектирование. 2015.

http://index.php?option=com_content&view=section&id=15&Itemid=109

Восстановление и усиление строительных конструкций.

<http://ostroykevse.ru/>

Устранение дефектов бетонных и железобетонных конструкций

<http://ostroykevse.ru/Rekonstrukcia/72.html>

Восстановление и усиление строительных конструкций.

<http://ostroykevse.ru/>

Характерные дефекты и повреждения железобетонных плит.

<http://ostroykevse.ru/index.html>

Усиление железобетонных балок.

<http://ostroykevse.ru/Rekonstrukcia/65.html>

Усиление опорных частей балок.

<http://ostroykevse.ru/Rekonstrukcia/66.html>

Классификация и способы ремонта водопропускных труб.

<http://vseotrubaх.com/>

Орлов В.Г. Новые способы усиления сплошностенчатых пролетных строений / В.Г. Орлов, А.А. Дорошкевич, А.И. Зенкин // Путь и путе-вое хозяйство. – 1997. – № 8. – С. 9–10.

Технологические правила цементации кладки искусственных сооружений / ЦП МПС СССР. – М. : Транспорт, 1989. – 37 с.

Технологические правила торкретирования кладки инженерных сооружений / ЦП МПС СССР. – М. : Транспорт, 1985. – 25 с.

СТО - 01 – 2011. Усиление пролетных строений мостов материалами на основе однонаправленных высокопрочных углеродных волокон. Управление автомобильных дорог. Волгоград – 2011. – 55 с.

Бокарев С. А., Неровных А. А., Кобелев К. В., Ефимов С.В. Углепластики для усиления мостовых конструкций. Область применения и нормативная база. ФГБОУ ВПО. «Сибирский гос. унив. путей сообщения» – 20 с. <http://www.8881e75442936a38e900c7064ca32333>.

48. 11-bobda foydalanilgan electron saytlar:

СНиП. Усиление железобетонных конструкций композиционными материалами. (СП...) (первая редакция). Москва. 2012.

Материалы компании ООО «Зика». www.sika.ru.

Материалы ЗАО «Холдинговая Компания «Композит»». 6_Simakiv__Armirovanie_s_FibArm

Материалы ООО «ИНТЕР/ТЭК». Высокопрочные системы усиления. ITECWRAP®/ITECRESIN®. Екатеринбург. 2010. – 69 с. www.carbon66.ru
Inter-tec@mail.ru

Материалы компании ООО «УралСпецГидроТехнологии». Ремонт мостовых конструкций из железобетона. Свердловская обл., г. Ревда. –13 с. uralsgt@uralsgt.ru.

Материалы ООО ИПЦ «ИнтерАква». Технология усиления зданий и сооружений с применением углеволокнистых материалов. www.interaqua.biz. –64 с.

Материалы БелдорНИИ. e-mail:beldornii@anitex.by.

Материалы ООО "Фирма "Практика" (Россия).

<http://www.stroyportal.ru/profile/33144.html>.

Материал корпорации «РОСНАНО». <http://www.nccrussia.com>.
info@nccrussia.com. <https://twitter.com/nccrussia>.

Материалы ООО «БАСФ Т.О.В.» Комплексное решение для восстановления бетона и железобетона. BASF. The Chemical Company. basf.ukraine@basf.com

Материалы «Леста». Кузнецов А. Усиление строительных конструкций композитными материалами на основе углеродных волокон. Системы внешнего армирования. Материалы III практического семинара «Выполнение капитального ремонта МКД.

СП 52-101-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры». – М. 2003. -249 с.

СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений.

ОДМ 218.3.027-2013. Рекомендации по применению тканевых композиционных материалов при ремонте железобетонных конструкций мостовых сооружений. Росавтодор. - М.: 2013.

http://www.varmastroy.ru/v_standarty_i_normativy_na_usilenie

А.В.Кузнецов - Системы внешнего армирования.рр.

Externally bonded FRP reinforcement for RC structures: post strengthening. http://www.a303_0004_06_Basics_RC_Strengthening.

Руководство по выбору композитных материалов для структурного усиления. –24 с. www.mapei.ua.

Нигаматова О.И., Овчинников И.Г. Системы управления состоянием

мостовых сооружений // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №3 2015. <http://naukovedenie.ru/PDF/09TVN315>. DOI: 10.15862/09TVN315

Столяров М. Динамика внедрения композиционных материалов в строительной индустрии. Нанотехнологический Центр Композитов –9 с. <http://www.nccrussia.com> info@nccrussia.com <https://twitter.com/nccrussia>

Способы создания предварительного напряжения в затяжках железобетонных конструкциях. <http://ostroykevse.ru/Rekonstrukcia/70.html>

Mundarija

Bo‘lim nomlari	Beti
Kirish	3
7-bob. Sun’iy inshootlarning sinovi, o‘lchov vositalarining metrologik xossalari va eksperimentni rejalashtirish	7
7.1. Sun’iy inshootlarni sinashning maqsad va vazifalari hamda rivojlanish tarixi	7
7.2. Qurilishda metrologiya va standartizatsiya asoslari	13
7.3. O‘lchov vositalarining asosiy metrologik xossalari	20
7.4. Eksperimentni rejalashtirishning asosiy nazariyalari	25
7.5. To‘la omilli eksperiment tarxini tuzish	33
7.6. O‘lchov asboblari va apparaturasini tarirovka qilish	38
7.7. Konstruksiya va inshootlarni sinashning sinflanishi va uslubi	44
8-bob. Transport inshootlari va konstruksiyalarining statik va dinamik sinovlari	48

8.1. Konstruksiyalar statik sinovining usul va vositalari	48
8.2. Statik sinovlarni o'tkazish	73
8.3. Statik sinovlar natijalarini qayta ishlash	89
8.4. Yuk ko'taruvchanligi bo'yicha oraliq qurilmalarning sinflanishi (statik sinovlar natijalari bo'yicha)	91
8.5. Kompozit materiallar bilan kuchaytirilgan temirbeton konstruksiyalarning sinovi	94
8.6. Konstruksiyalarni dinamik yuk ostida sinashning maqsad va vaziflari	106
8.7. Inshootlarning dinamik sinovlari	112
8.8. Sinov natijalarini baholash va tahlil qilish, ularning amaliy qo'llanishi	119
8.9. Ko'priklarning tekshiruv va sinov natijalarini tahlil qilish va baholash bo'yicha tavsiyanomalar	130
9-bob. Transport inshootlarining sinashning sindirmaydigan va optik usullari	138
9.1. Umumiy ma'lumotlar	138
9.2. Materiallarni sinashning mexanik usullari	139
9.3. Jinsga singib boruvchi usul	145
9.4. Akustik usullar	147
9.5. Transport inshootlari qurilish materiallari va konstruksiyalarining sinovi va diagnostikasi uchun asbob-uskunalarining yangi avlodlari	155
10-bob. Transport inshootlarining kapital ta'miri va elementlarini kuchaytirish	179
10.1. Temirbeton konstruksiyalarni kuchaytirish usullarining rivojlanish tarixi	179
10.2. Sun'iy inshootlarning kapital ta'miri va uning umumiy qoidalari	182
10.3. Temirbeton konstruksiyalarni ta'mirlash va kuchaytirish usullari	185
10.4. Suv o'tkazuvchi quvurlarni ta'mirlash va kuchaytirish	201

10.5. To'sinli temirbeton oraliq qurilmalarini kuchaytirish	212
10.6. Butun bosh to'sinli metall oraliq qurilmalarni kuchaytirish	219
10.7. To'sinli ko'priklarning tayanchlarini kuchaytirish	226
10.8. Tonnalar konstruksiyalarining reabilitatsiyasi	240
11-bob. Transport inshootlarining kompozit materiallar bilan reabilitatsiyasi	265
11.1. Temirbeton ko'prik elementlarini reabilitatsiyasida ishlatiladigan kompozit materiallar va ularning xossalari	265
11.2. Transport inshootlari elementlarini kompozit materiallar bilan kuchaytirish amaliyoti	280
11.3. Ko'priklarning kompozit materiallar bilan kuchaytirilgan temirbetonli konstruksiyalarini hisoblash metodikasi	286
11.4. Kompozit materiallar bilan kuchaytirilgan siqilgan va nomarkaziy siqilgan elementlarni hisoblash	323
Adabiyotlar	332

Raupov Choriqul Salixovich,
texnika fanlari nomzodi, dotsent

TRANSPORT INSHOOTLARINING EKSPLOATATSIYASI, SINOVI VA REABILITATSIYASI

Tom II

darslik

Muharrir: Qayumova H.T.
Texnik muharrir va sahifalovchi:

Nashrga ruxsat etildi _____ y.
Qog'oz bichimi 60×84/16. Hajmi 24,0 b.t.
Adadi 100 nusxa. Buyurtma №
ToshTYMI bosmaxonasida chop etiladi

Toshkent sh., Odilxo`jaev ko`chasi, 1uy

Toshkent temir yo`l muhandislari instituti, 2016y.