

624.2/8

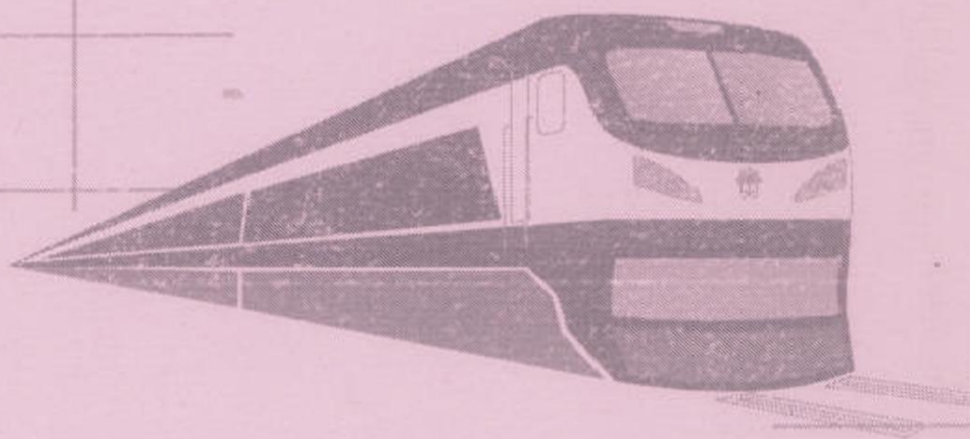
A 93



A.A. ASHRABOV, CH.S. RAUPOV

**Qurilish konstruksiyalarining
diagnostikasi va sinovi
II- qism**

O'quv qo'llanma



Toshkent-2009

624.2/8
A 93

«O'zbekiston temir yo'llari» DATK

Toshkent temir yo'l muhandislari instituti

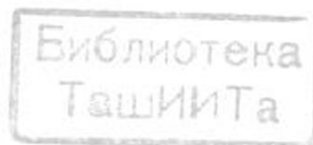
A. A. Ashraboʻv, CH. S. Raupov

Qurilish konstruksiyalarining diagnostikasi va sinovi

o'quv qo'llanma

II qism

5A580603 – *Ko'priklar va transport tonnellaridan foydalanish*
mutaxassisligi magistrleri uchun



Toshkent – 2009

410196

UDK (69.058+059(075.8) + (624.21.8+624.19):625.1

O'quv qo'llanmada konstruksiyalarni dinamik yuk ostida sinashning maqsad va vaziflari, konstruksiya va inshootlarni sun'iy hosil qilinadigan vibratsion yuk ostida sinash, ko'priklarni statik va dinamik yuklar bilan sinash usluboti, yashiringan nuqson va shikastlanishlarni aniqlash usullari, sinashning sindirmaydigan va optik usullari, ko'priklar oraliq qurilmalari va tayanchlarini ta'mirlash va kuchaytirish usullari to'la yoritilgan. Nazoratning sindirmaydigan priborlarini yangi avlodlari to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan.

O'quv qo'llanma 5A580603 – *Ko'priklar va transport tonnellaridan foydalanish* mutaxassisligi magistrleri uchun mo'ljallangan.

Institut O'quv-uslubiy kengashi tomonidan nashrga tavsiya etildi.

Rasmlar – 47; bibliografik manbalar – 11 nomda.

Tuzuvchilar: t.f.d., prof. **A. A. Ashrabo**v;
t.f.n., dos. **Ch. S. Raupov**.

Taqrizchilar: t.f.d., prof. **A.A.Eshonxodjayev** – Toshkent avtomobil yo'llari institutining «Ko'prik va transport tonnellar» kafedrasi;
t.f. n., dos. **O'.E.Raxmonov** – Toshkent temir yo'l muhandislar instituti «Ko'priklar va tonnellar» kafedrasi.

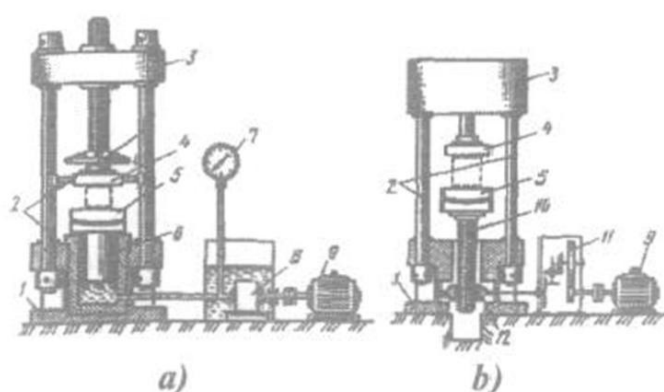
BOB IV. QURILISH KONSTRUKSIYALARINI STATIK SINASH

4.1. Konstruksiyalarni statik sinashning usullari va vositalari

Materiallar va konstruksiyalarni sinash uchun asbob-uskuna va priborlar. Presslar va sinov mashinalari. Presslar – talab qilinadigan tezlikda oshib boruvchi katta qiymatli (100 MN 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 5000 kN gacha maksimal kuch beradigan gidravlik va vintli presslar qo'llaniladi.

Pressning staninasi 1 (4.1-rasm) traversa 3 va ikkita ustun (stoyka) bilan birgalikda butun mexanizm uchun asos, qo'zg'almas plita 4 uchun esa tayanch bo'lib xizmat qiladi. Talab qilinadigan kuchni beradigan yuklash mexanizmi elektr dvigateli 9, o'zgartiruvchi qurilma (gidravlik pressdagi moyli nasos 8 yoki vintli pressdagi friksion muftasi bilan) va tayanch plitalari 4 va 5 dan tashkil topgan. *Gidravlik uzatuvli (privodli) presslarda* (4.1, a-rasm) qo'zg'aluvchi tayanch plitasiga 5 kuchni uzatish uchun ishchi suyuqlik, odatda mineral moydan foydalanishadi. Moy bakdan press staninasiga biriktirilgan gidrotsilindrga nasos 8 bilan yuqori bosimda uzatiladi. Gidrotsilindrdagi moy pressning ostki qo'zg'aluvchi plitasiga 5 joylashgan porsheniga 6 bosim beradi. Porshen nisbatan katta yuzaga F ega, shuning uchun, Paskal qonuniga muvofiq moy bosimi r_m porshenga katta kuch bilan ta'sir qiladi:

$$R = R_m F. \quad (4.1)$$

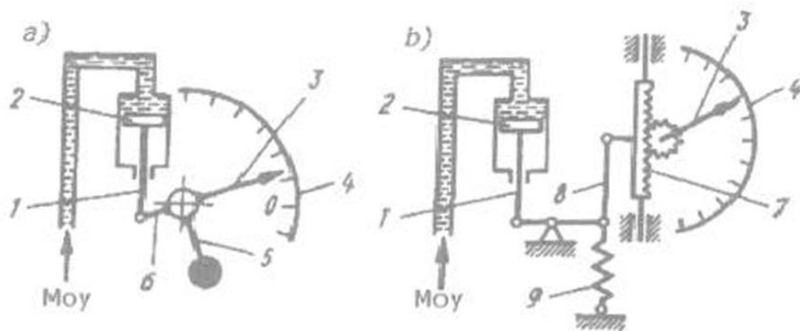


4.1-rasm. Presslarning sxemalari:
a – gidravlik,
b – vintli uzatish (privodi) bilan;
1 – stanina; 2 – ustunlar (stoyki);
3 – traversa;
4, 5 – plitalar; 6 – porshen;
7 – kuch o'lchovchi qurilmalar;
8 – nasos; 9 – elektr dvigateli;
10 – vint; 11 – reduktor;
12 – ilonchakli uzatma
(chervyachnaya peredacha)

Vintli uzatuvchili (privodli) presslarda (4.1,b-rasm) kuch qo'zg'aluvchi plitaga 5 yuk vinti 10 yordamida uzatiladi, qaysikim friksiyaviy muftali reduktor 11 orqali elektr dvigateli va ilonchakli uzatmani 12 aylanishiga olib keladi. Reduktor va ilonchakli uzatma tufayli vintning aylanish chastotasi (va tegishli uchun yuqoriga ketma-ket harakat tezligi) bir necha barobar

elektrdvigatel aylanish chastotasiga nisbatan kam, ammo bunda vint yordamida sodir qilinadigan kuch elektr dvigateli yordamida sodir qilinadigan kuchga nisbatan shuncha marta ko'p bo'ladi. Friksiyaviy mufta elektr dvigateli bilan yuk vintini keragidan ortiqcha yuklanishidan cheklab, yumshoq birlashishi (aloqasi)ni ta'minlaydi. Ko'p hollarda dastaki yuklash uchun elektr dvigateli bilan parallel ravishda har qanday kichik tezlikda yuklash va katta aniqlikda qayd qilish imkonini beradigan qurilma qo'llaniladi.

Presslarning kuch o'lchovchi qurilmasi 7 namunaga ta'sir qiladigan kuchni o'lchash uchun mo'ljallangan. Kuch o'lchagichlar konstruksiyasiga qarab richag-mayatnikli, prujinali (torsionli) va gidrostatikli bo'lishi mumkin. Richag-mayatnikli kuch o'lchagichlarda (4.2,a-rasm) moy bosimi richag yelkasiga 6 mayatnik 5 yordamida (tenglashishdan) chetga chiqish holatidan tenglashtiriladi (posangisi to'g'rilanadi). Mayatnik o'lchanadigan kuchni ko'rsatadigan shkala 4 mili ko'rsatgichi bilan biriktirilgan. Har xil presslarning bunday kuch o'lchagichlarining konstruksiyalarida bir necha richaglar tizimidan foydalaniladi, natijada, mayatnik tenglashtiradigan kuch o'n va, xatto, yuz marotaba kamayadi.

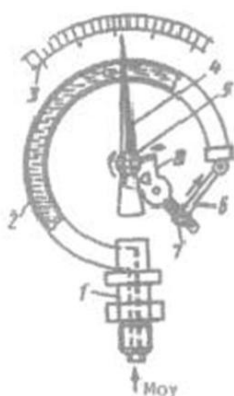


4.2-rasm. Richag-mayatnikli (a) va prujinali (b) kuch o'lchagichlarning sxemalari: 1 – shtok; 2 – porshen; 3 – mil; 4 – shkala; 5 – mayatnik; 6 – yukni qabul qiladigan richag; 7 – reyka; 8 – tortgich (tyaga); 9 – prujina

Prujinali va torsionli kuch o'lchagichlarda porshendagi moy bosimi biron-bir elastik element (prujina yoki torsion) bilan tenglashtiriladi. Prujinali kuch o'lchagichda (4.2,b-rasm) gidrotsilindr porsheni 2 moy bosimi ostida shtokni 1 bosadi va boshqa yelkasida prujina 9 o'rnatilgan richagni siljitadi. Richagning aylanishida prujina cho'ziladi va unga qo'yilgan kuchni tenglashtiradi, bunda prujinaning cho'zilishi bu kuchga to'g'ri mutanosibdir. Prujinaning yuqori uchi bilan birgalikda tishli reyka 7 bilan biriktirilgan tortgich (tyaga) 8 siljiydi. Reyka shesternani va u bilan bir o'qda o'rnatilgan ko'rsatgich milini 3 buraydi. Prujinali kuch o'lchagichlarning kamchiligi vaqt o'tishi bilan prujinaning elastik tavsiflarini o'zgarishi – kuchni o'lchash aniqligining o'zgarishidir.

Presslarda rezbali patrubka 1 yordamida press gidrotizimiga biriktirilgan prujinali manometrlar (4.3-rasm) gidrostatik kuch o'lchagichlar vazifasini o'taydi. Prujinali manometrning asosiy qismi (detali) – aylanasi bo'yicha egilgan ichi bo'sh quvurchasi – oval (tuxumsimon) kesimli prujinadir. Trubkaning bir uchi patrubkaga 1 payvndlab qo'yilgan, boshqa uchi esa – butkul

payvandlab tashlangan va trotgich 6 bilan sharnirli biriktirilgan. Tortgichning erkin uchi sharnir 7 orqali qarama-qarshi uchida tishli reykası mavjud richag 8 bilan birlashtirilgan. O'qida ko'rsatgich mili 4 kirgizilgan reyka shesternya 5 bilan tishlashgan holatda bo'ladi. Trubkaga beriladigan moy bosimi qancha ko'p bo'lsa, u shuncha ko'p trubkani to'g'rilashga majburlaydi. To'g'rilangan trubka shesterna orqali ko'rsatgich milini aylantiradigan tishli reykali richagni siljishiga olib keladi. Milning siljish qiymati shkalada qayd qilinadi.



4.3-rasm. Prujinali manometrning sxemasi: 1 – patrubok; 2 – trubka-prujina; 3 – shkala; 4 – mil; 5 – shesternya; 6 – tortgich (tyaga); 7 – sharnir; 8 – richag

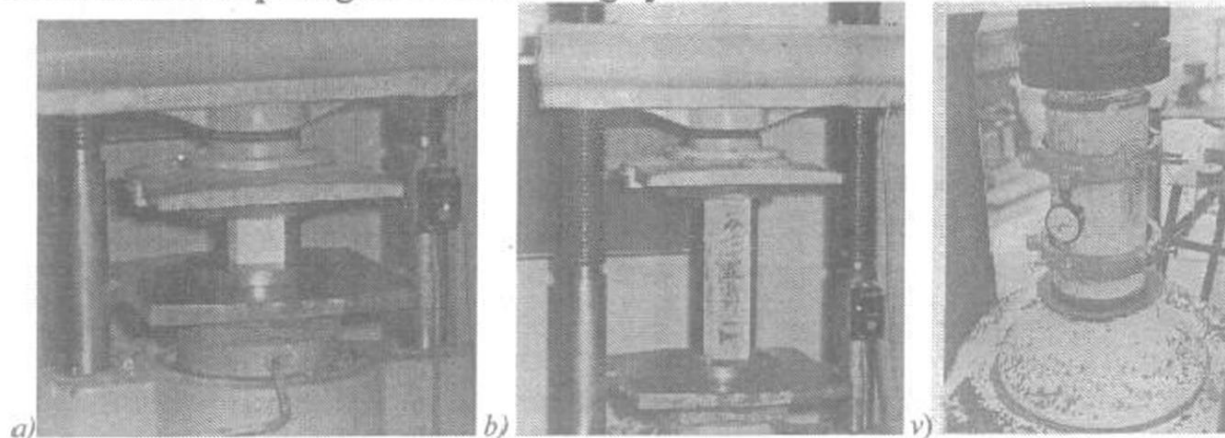
Presslarda o'rnatiladigan manometrlar, namunaviy manometrlar bilan davriy tekshiruvdan o'tkaziladi. Namunaviy manometrlarning yuqorida keltirilgan manometrlardan deyarli farqi yo'q; namunaviy manometrlar sinchkovlik bilan tayyorlanishi va

graduirovka qilishi natijasida faqat o'lchash aniqligi kattaligidadir. Presslar kuch o'lchagichlarining xatoligi $\pm 2\%$ dan katta emas. Presslarning tayanish yuzasi qalin metall plitalardan iborat: (4.1-rasmga q.) ostkisi 5 – press porsheniga, ustkisi 4 – traversaga mahkamlangan. Har xil o'lchamli namunalarni o'rnatish qulay bo'lishi uchun traversaning markaziy uyasida (гнездо-qismida) vintli para montaj qilingan, unga esa ustki tayanch plitasi mahkamlanadi. Vint shturvalini aylantirib, pressning ustki plitasini qo'lda ko'tarish yoki tushirish mumkin. Katta quvvatli presslar traversalarni siljitish uchun maxsus uzatgichlar (privod) bilan jihozlangan. Ko'pgina presslarda ostki plita bir-biri bilan sferik yuzali biriktirilgan ikki qismdan tashkil topgan. Bunda ustki qismida plita erkin turadi, ostki plitaga nisbatan erkin aylanishi mumkin va shu yo'l bilan namunaning ostki qirrası tekisligiga parallel holatda plita yuzasini namunaga zich tegishini ta'minlab o'rnatiladi. Ba'zi bir presslarda bunga o'xshash qurilmalar ustki tayanch plitalarda qilingan. Qurilish materiallarini sinash uchun presslarning tegishlicha yuqori yuklash chegarasi 25 dan 5000 kN gacha bo'lgan yetti xil (GOST 8905-82): P-2,5; 11-5; 11-10; P-50; 11-125; P-250 i P-500) va IPS markalilari mavjud (4 va 5-rasmlar). Presslarning kuch o'lchagichlari ikkita shkala bilan ta'minlangan, ulardan biri press sodir qiladigan maksimal kuchni, ikkinchisi – maksimal kuchning 50%ga yaqinini o'lchash uchun mo'ljallangan. Ko'proq laboratoriya sharoitida P-2,5 va P-50 presslar qo'llaniladi.

Presslarda mustahkamlikka sinash uslubi. Namunalarni mustahkamlikka sinashga kirishishdan oldin, foydalanish mumkin bo'lgan presslarning tipi aniqlanadi. Presslarni tanlashda sindiruvchi yuk press chegaraviy yukining R_{max} 0,2 dan katta va 0,8 dan kichigini (yuk o'lchashning berilgan shkalasida) tashkil etishi lozim. 0,2 R_{max} dan kichik sindiruvchi yukda ularni o'lchash aniqligi kamayadi, 0,8 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-oriyentirovochno) hisoblanadi. Press plitasi butun yuzasi bilan namuna yuzasiga tegishi kerak. Bu shart namunani sinash vaqtida plita egilganda buzilishi mumkin. Bu 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, iflozliklar va moy qoldiqlari bo'lmasligi kerak, chunki ular sinash shartini ancha o'zgartiradi.

Siqilishga mustahkamligini aniqlash uchun, tegishli materialga standartlar bilan o'rnatilgan namunalar (har xil o'lchamli kub, silindr va prizmalar) qo'llaniladi (4.4-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 – 5 mm ni tashkil qilsin. Shu bilan namunani pressga o'rnatish oxiriga yetadi.



4.4-rasm. Betonli namunalarni standart sinash: 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 (pereklyuchenije) 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 pultda 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 (deleniye) 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 kaytishi 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 chshetka yoki latta yordamida olib tashlanadi. Shundan keyin press keyingi sinov o'tkazishga tayyor bo'ladi.

Siqilishga mustahkamlik chegarasini hisoblash uchun sindiruvchi kuch R_u bevosita yo 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:

$$R = P_u / F. \quad (4.2)$$

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

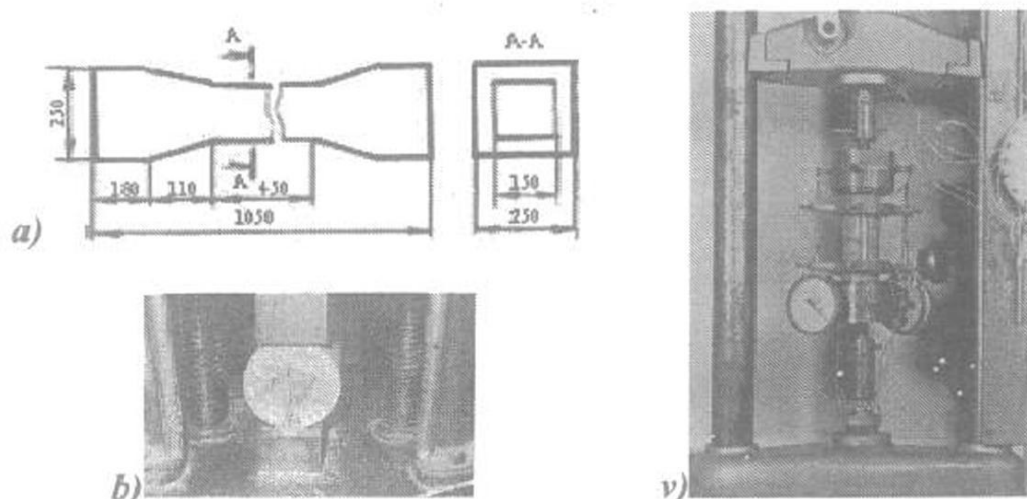
O'q bo'ylab cho'zilishga oxiriga kengayib borgan, "sakkiz harfi kabi" deb nomlanadigan kvadrat kesimli namunalar sinaladi (4.5,a-rasm). Namunalar

cho'zilishda o'rtasidan, eng kiska ishchi qismidan sinadi (uziladi), u qismining kesimi 100x100, 150x150 yoki 200x200 mm dan iborat. Oxiridagi kengaygan qismining kesimi tegishli 150x150, 250x250 yoki 360x360 mm ni tashkil qiladi. Namunaning ishchi qismining uzunligi ishchi kesim o'lchamiga nisbatan 3 marta, umumiy uzunligi esa yetti 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 (sangovye zahvaty) va kardanli sharnirlar bo'lganda, silindrik namunalardan foydalanish (4.5, v-rasm) va cho'zilishdagi mustahkamlikning aniqroq qiymatlarini olish mumkin.

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 (4.5, b-rasm) o'rnatiladi. Kublar qirradi 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:

$$R_{ts} = 0,52 R_u / a^2, \text{ ili } R_{ts} = 2 R_u / (\pi dl), \quad (4.3)$$

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



4.5-rasm. Namuna-silindrlarni yorilishga (a) va "sakkiz" shaklidagi namunalar (b) hamda silindrlarni (v) o'q bo'ylab cho'zilishga sinash

Sinash uchun elementlarni tanlash va yuklash sxemalari. 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.

Boshqa holat bilan odatda ko'psonli bir xil tipdagi elementlarning ma'lum bir uyg'unligidan (qo'shilishidan-sochetaniye) tuzilgan sanoat va fuqarolik qurilishining ko'pgina ob'ektlarida to'qnashishga to'g'ri keladi. Masalan, karkas tipidagi ko'p qavatli sanoat binosida biron-bir orayopmaning uncha katta bo'lmagan uchastkasiga qo'yilgan yuk poydevorga yaqin rigel va ustunlar orqali uzatiladi; yuk qo'yilgan joydan bir necha oraliqda joylashgan ustun va rigellar deyarli ishga jalb qilinmaydi. O'sha orayopmaning yonidagi yuklanmagan plitasi kuchsiz yoki deyarli deformatsiyalanmaydi, va boshqa qavat orayopmalari amalda umuman ishlamaydi. Shunga o'xshash inshootlarni tadqiqot qilishda sinash uchun elementlarni tanlash bevosita yuk qo'yish joyini tanlashga bog'liq. Bunda quyidagi mulohazalarga tayanadi:

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.

Seriya 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 namunalari 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 (vedomosti)ga kiritiladi. Sinashga

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

4.2. 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 ishonchligini 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) o'rnatilishi; agar sinov sharti bo'yicha talab etilsa, priborlar o'rnatilgan joylar qo'shimcha yoritgichlar bilan ta'minlanishi; tadqiqot qilinadigan ob'ektdan foydalanish tanaffuslari kelishilgan bo'lishi va sh.o'.

Sinov o'tkazish oldidan zaruriy hisoblashlar o'tkazilishi kerak. Talab qilinadigan sinov yuklari aniqlanadi, bu yuklarga mos keladigan tadqiqot qilinadigan konstruksiyalar elementlarida sodir bo'ladigan siljish, deformatsiya, kuchlanish va kuchlar aniqlanadi.

Bunday hisoblar guvohnomalashtirish natijalari asosida bajariladigan qayta hisoblardir va hamma loyihadan chetga chiqishlarni, materiallarning aniqlangan tavsiflarini, topilgan kuchsizlanishlarni va sh.o'. larni e'tiborga olib o'tkaziladi. Bir nechta mumkin bo'lgan variantlarni tanlash imkonini beradigan, aniq ifodalanmagan hisobiy sxemali inshootlarda, oldindan qilinadigan hisoblar bu sxemalarni hammasi bo'yicha bajarilishi lozim.

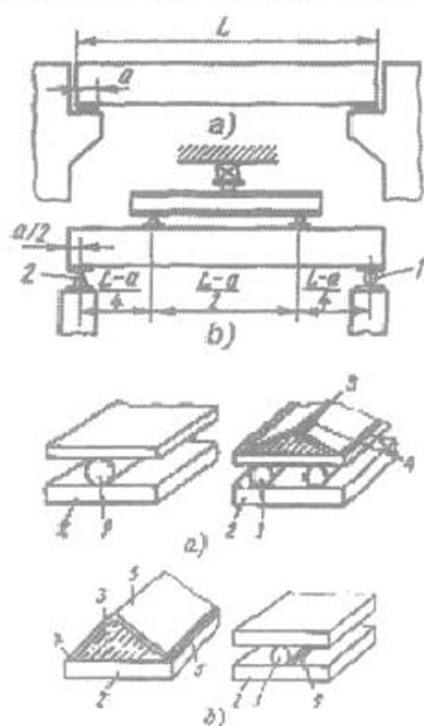
Sinov natijalarini taqqoslash keyinchalik inshootning haqiqiy ishiga eng yaqinini tanlash imkonini beradi. Xuddi shunday materialning elastiklik moduli va boshqa tavsiflarini aniqlashda ham shunday yo'l tutiladi, agar sinov boshlanishigacha ularning qiymatini ishonchli aniqlash imkoni bo'lmasa. Bu hisoblashlar mumkin bo'lgan diapazon chegarasida keyinchalik ularning haqiqiy qiymatlarini sinov natijalari bo'yicha aniqlab o'tkaziladi.

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

Buyumlarni tanish sxemalari va yuklash. 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 konstruksiya bitta sxema bo'yicha yuklaganda hamma chegaraviy holatlarni nazorat qilish imkoni bo'lmasa, unda konstruksiya ikkita va undan ko'p har xil sxemalar bo'yicha yuklash ko'zda tutiladi.

Konstruksiyalar qanday holatda foydalanilsa, shunday holatda sinalishi kerak. Konstruksiyalarni gorizotal holatda gorizotal 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 tayantirish kerak, jumladan, ulardan biri konstruksiya 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 (4.9,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 (4.9,b-rasm). Buyumni sinash maqsadi – mustahkamlikning qo'shimcha zaxirasini ta'minlaydigan hisobiy taxminlarni (predpolojeniye) tekshirish. Shuning uchun sinashda loyihadagisiga mos keladigan maxsus sharnirli tayanchlar quriladi (yoki buyumning boshqa mahkamlagichlari). Sharnirli tayanchlarga misol 4.9-rasmda keltirilgan.

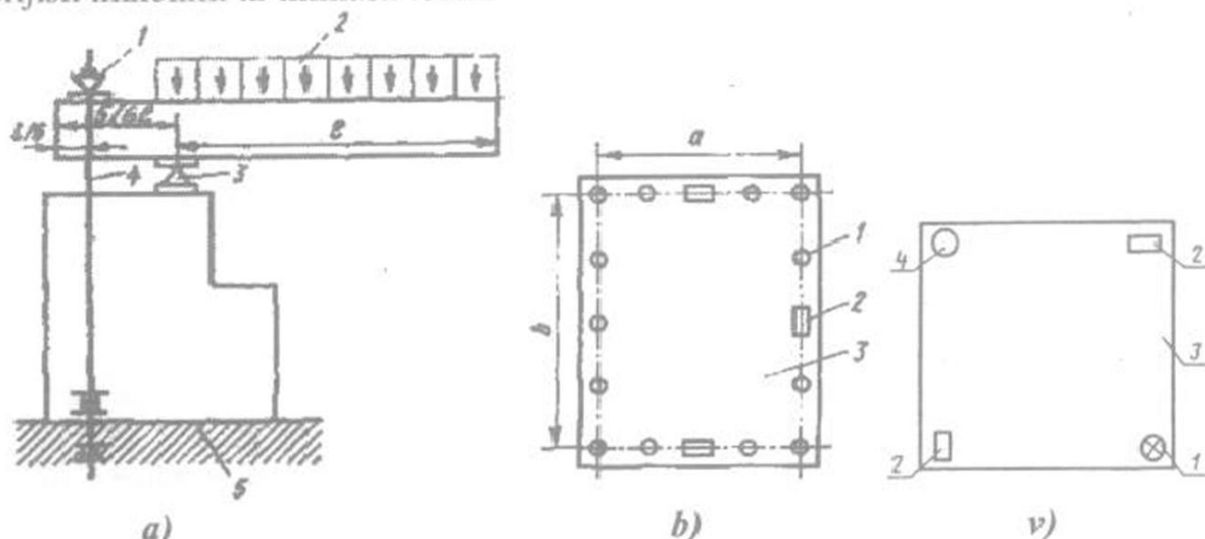


4.9-rasm. Yuqorida – ikki tayanchda to'sinning tayanish sxemasi: *a* – real sharoitda; *b* – sinashda; 1 – qo'zg'aluvchan tayanch; 2 – qo'zg'almas tayanch; pastda – sharnirli tayanch konstruksiyasi: *a* – qo'zg'aluvchilari; *b* – qo'zg'almaslari; 1 – katok; 2 – ostki plastina; 3 – beton; 4 – payvandli chok; 5 – po'lat burchaklik (ugolok)

Tayanish orasidagi masofalar buyumning haqiqiy tayanishini hisobga olib belgilanadi. Masalan, to'sinda (4.9-rasm) sinov oralig'i to'sinning ustunga tayanish maydonchasini markazlari orasidagi masofaga teng. Agar loyihalashda buyum konsol sifatida hisoblangan bo'lsa (4.10-rasm), unda uni sinash uchun qistiriladigan (zadelka) tomoniga uning uchi yaqiniga joylashgan, ikkita sharnirli-qo'zg'almas tayanch ko'rinishida qistirigich o'rnatiladi.

Konstruksiya ostki tayanchga 3 tayanadi va tortgichlar 4 bilan ko'taruvchi polga 5 mahkamlangan ustki ankerli tayanch 1 bilan ushlab turiladi.

Loyihalashda tayanishi to'rt tomoni yoki burchaklari bo'yicha deb olingan, ikki yo'nalishda ishlaydigan plita va panellarni sinash, 4.10, b, v-rasmdagi sxemada ko'rsatilgandek o'rnatilgan, sharli va katokli tayanchlarda tayantirish orqali o'tkaziladi. Bunda konstruksiyalarning tayanchlarda aylanishi va uchta tayanch nuqtasining to'rtinchi qo'zg'almas nuqtasiga nisbatan erkin gorizontaal siljish imkonini ta'minlash lozim



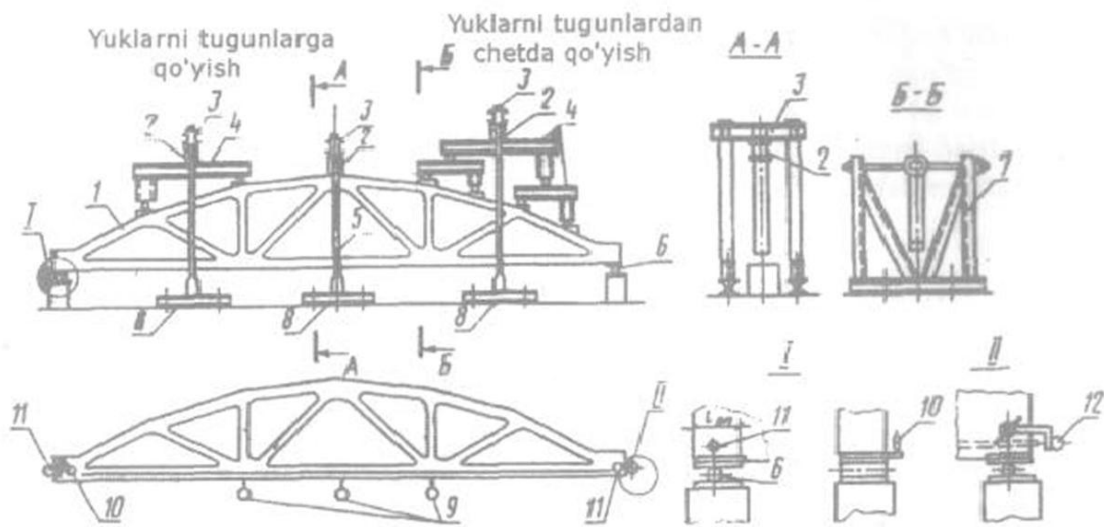
4.10-rasm. Sinash sxemasi: konsolli to'sinni (a): 1, 3 – tayanchlar; 2 – yuklar; 4 – tortgich; 5 – ko'taruvchi pol; l – qistirgichning loyihaviy uzunligi; konturi bo'ylab (b) va burchaklari bo'ylab (v) tayanadigan plitalar: 1 – sharli tayanch; 2 – katok; 3 – plita; 4 – shar

bo'ladi. Quzg'aluvchi tayanch sifatida ikkita po'lat prokladkalar orasiga erkin qo'yiladigan, po'lat katoklar yoki diametri kamida 50 mm bo'lgan sharlar qo'llash kerak bo'ladi. Konstruksiyalar tayanish o'qiga nisbatan simmetrik joylashgan po'lat plitalarga tayanishi lozim. Po'lat plitalarning yuzasi loyihaviy hujjatlarda qabul qilingan tayanish yuzasiga mos kelishi kerak; bunda plita uzunligi oraliq bo'ylab o'lchanadigan tayanishning eng kichik uzunligiga teng qilib qabul qilinadi, qalinligi esa plita uzunligining kamida 1/6 qismiga teng bo'ladi. Konstruksiyalarning po'lat plitalarga tayanishi mustahkamligi konstruksiya betoni mustahkamligining kamida 50% ni tashkil qiladigan tekislovchi rastvor qatlami orqali amalga oshiriladi. Fermaning sinash sxemasi 4.11-rasmda ko'rsatilgan.

Kolonna va devor panellarini siqilishga sinashda kuch katokli sharnirlar yordamida tarqatuvchi to'sin orqali beriladi. Katoklarning kolonna o'qiga yoki panelning o'rta tekisligiga nisbatan siljishi hisobiy eksentrisitetga teng bo'lishi lozim (nomarkaziy siqilishda). Markaziy siqilishda yuk sharli sharnirlar orqali uzatiladi.

Qoidaga ko'ra, buyumlar inshootda qanday holatda turgan bo'lsa, shunday holatda sinaladi. Agar sinash gorizontaal kuchlar beradigan asbob-uskunalarda

o'tkazilsa, inshootda esa buyum vertikal yuklansa, buyumni tegishli 90° ga aylantirishga va uni gorizontal 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. Hamma holatlarda ham buyumni aylantirish shunday amalga oshirilishi kerakki, unda xususiy vaznidan yuk yo'nalishining o'zgarishi buyumlarda yoriqlar sodir 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.



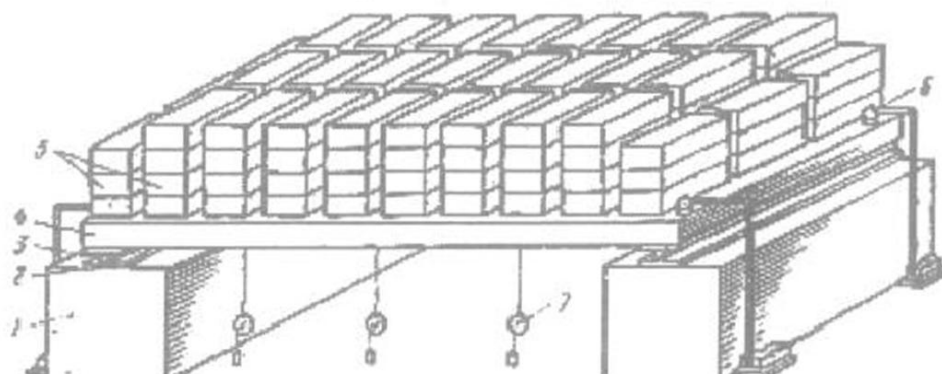
4.11-rasm. Tayanchlarning joylashish va fermani yuklash sxemalari:

- 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 – salqiliklarni aniqlash uchun progibomerlar; 10 – ostki belbog'larning uzayishini aniqlash uchun progibomerlar; 11 – tayanchlarni cho'kishini aniqlash uchun indikatorlar; 12 – armatura uchlarning siljishini o'lchash uchun indikatorlar

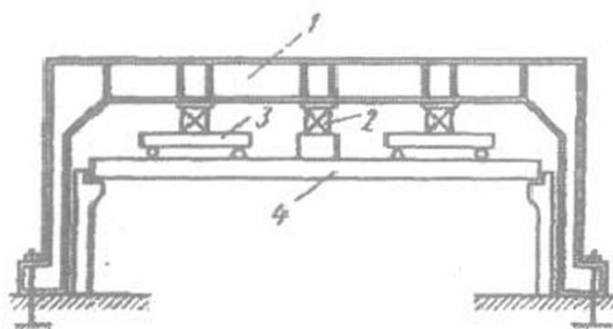
Buyumlarni yuklash usullari. Buyumlarni gidravlik domkratlar yordamida va maxsus sinov mashinalarida yuklash mumkin. Plita, nastil, panel va boshqa konstruksiyalarni teng tarqalgan yuklar bilan sinash rezinali balonlarda to'ldirilgan siqilgan havo yoki bir yoki bir necha yarusli qilib buyum ustiga taxlanadigan metall yoki betonli bloklar sifatida foydalaniladigan donali yuklar, suvli baklar, sochiluvchi materialli kutilar yordamida amalga oshiriladi (4.12-rasm).

Temirbeton konstruksiyalarni yuklashning eng ko'p tarqalgan usuli – maxsus sinov stendlari va ustanovkalarida gidravlik domkratlar qo'llash (4.13 – 4.18-rasmlar). Ba'zida stendlarni ustunlari ko'taruvchi polga mahkamlangan P-shaklidagi po'lat ramalar ko'rinishida loyihalashadi (4.13-rasm). Domkratlar 2 ramaning rigellari 1 va sinaladigan buyumga 4 tayanadigan tarqatuvchi to'sinlar 3 orasiga o'rnatiladi. Sinovlarda 40 MPa atrofidagi bosimga

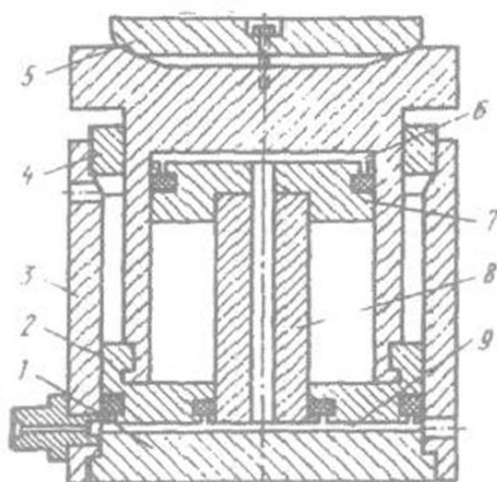
mo'ljallangan yuk ko'taruvchanligi 200 t gacha bo'lgan domkratlar qo'llashadi. Gidravlik domkrat (4.14-rasm) asos (tag)li 1 silindr 3, plunjer 2, tishli shtokli 8 porshen 7 va tayanch plitalaridan 5 tashkil topgan. Moy bosim ostida shtutser 4 orqali ostki bo'shliqqa (kovakka) 9 xaydaladi, keyin esa shtok 8 orqali ustki bo'shliqqa 6. Moy bosimi ta'siri ostida plunjer qo'zg'almas holatda qoladigan



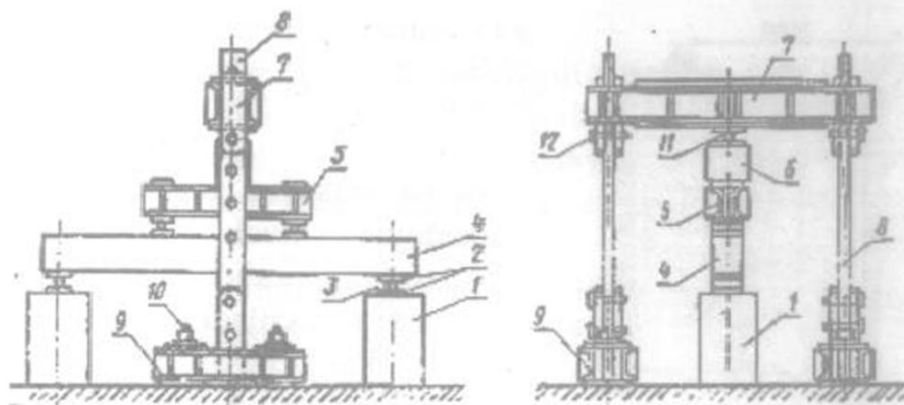
4.12-rasm. Donali yuklar bilan sinash: 1 – tayanch bloki; 2 – plastina; 3 – sharnirli tayanch; 4 – buyum; 5 – donali yuklar; 6 – indikator; 7 – progibomer



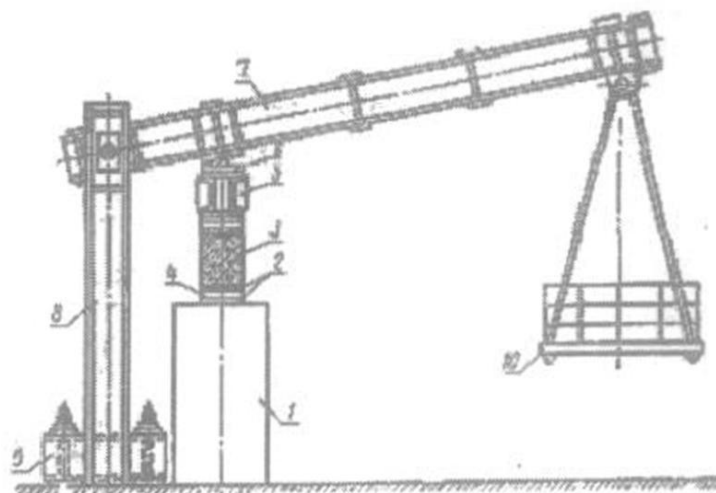
4.13-rasm. Ramali stend:
1 – rigel; 2 – domkrat;
3 – yuklovchi traversa;
4 – konstruksiya



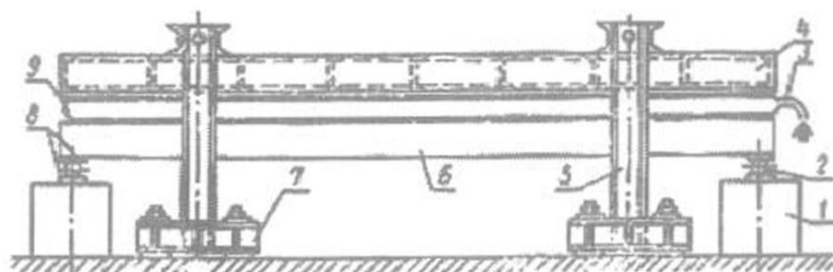
4.15-rasm. Gidravlik domkrat:
1 – asosi-tagi (dnime); 2 – plunjer;
3 – silindr; 4 – shtutser; 5 – tayanch
plitasi; 6, 9 – bo'shliqlari;
7 – porshen; 8 – shtok



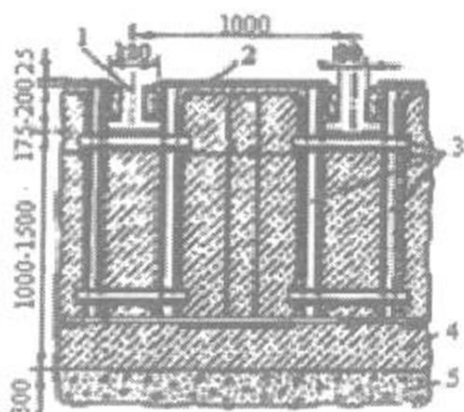
4.16-rasm. Ikkita yig'iq yuklar bilan to'sinli elementlarni sinash uchun stend sxemasi:
 1 – stend tayanchi; 2 – po'lat plastinkalar; 3 – katok; 4 – sinaladigan konstruksiya;
 5 – tarqatuvchi traversa; 6 – gidravlik domkrat; 7 – ko'ndalang traversa;
 8 – ankerlangan ustun; 9 – ankerli traversalar; 10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



4.17-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



4.18-rasm. Plitalarni siqilgan havo bilan sinash uchun stend 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

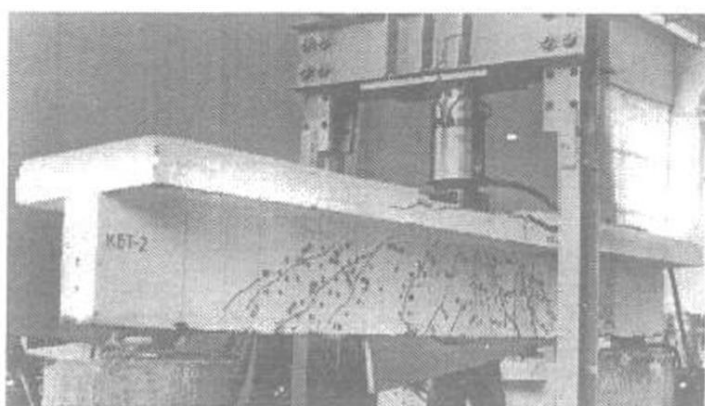


4.19-rasm. Ko'taruvchi plita: 1 – ankerli tirqish;
2 – sementli pol; 3 – burchakliklar (ugolki);
4 – beton; 5 – graviy-qumli to'shama (podushka)

Agar binoning gabarit o'lchamlari va talab qilinadigan kuch imkon bersa, sinov laboratoriya zalida o'rnatilgan gidravlik presslarda o'tkaziladi. Sanoatda chiqariladigan presslar IPS (PMM) 2 – 10 MN kuch bilan siqilishga balandligi 6 m gacha bo'lgan kolonna

va panellarni sinash imkonini beradi. Pressning ostki plitasining shakli uzaytirilgan, bu esa oralig'i 1,5 – 4,5 m gacha bo'lgan to'sinlarni egilishga siqilishdagi maksimal kuchning yarmigacha bo'lgan kuch bilan sinash imkonini beradi.

Temirbetonli tavr shaklli to'sinni sinov stendtda sinash misoli 4.20-rasmda keltirilgan. 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. Keiyn 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.



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

O'lchov priborlarini o'rnatish. Sinovga tayyorgarlik ko'rishda priborlarni buyumga o'rnatish joyi tanlanadi va ularning soni va namenklaturasi aniqlanadi, ya'ni priborlarni o'rnatish sxemasi ularning tavsifi va tipini ko'rsatib 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:

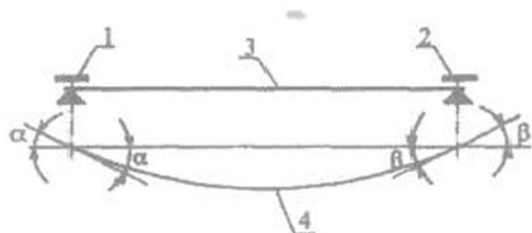
1) inshootning ish qobiliyatini aniqlaydigan, eng mas'ul parametrlarini o'lchash, har xil tamoyilida ishlaydigan priborlarni qo'llab xato qilish imkonini oldini olish uchun, parallel o'lchash (dublirovat) lozim. Masalan, progibomerlar bilan o'lchangan fermaning salqiligini, nivelirlash yo'li bilan o'lchash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

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

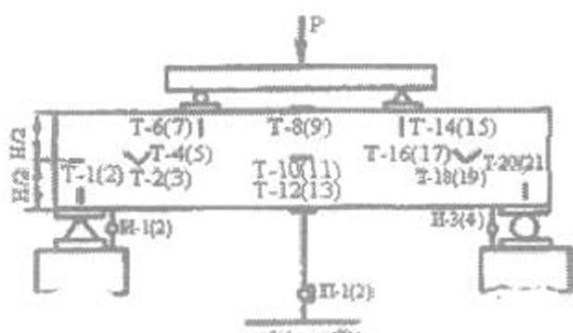
3) shu bilan birga zaruratsiz o'rnatiladigan priborlarning umumiy sonini ko'paytirish kerak emas, ya'ni ortiqcha priborlar hisoblar olish vaqtini uzaytiradi va foyda keltirmasdan sinov o'tkazish hamda ularning natijalarini qayta ishlashni murakkablashtiradi;

4) qolgan boshqa bir xil sharoitlarda o'lchanadigan ko'rsatgichlar eng katta qiymatga erishadigan joylardagina priborlar o'rnatilishi kerak. Hisoblar "nolli" bo'lgan zonada priborlarni o'rnatish maqsadga muvofiq bo'ladi (masalan, egiladigan elementning neytral o'qi bo'ylab o'rnatilgan tenzometrlar), aks holatda xatto o'lchashning ozgina xatoligi olingan natijalarni ancha buzib ko'rsatadi.

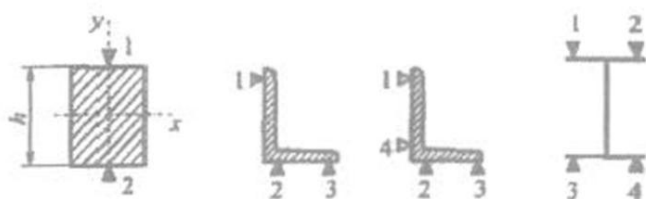
Tadqiqot qilinadigan hisobiy buyumning bir o'qli, tekis va murakkab kuchlanganlik holatini baholash maqsadida salqilik, buralish burchagi va deformatsiyalarni o'lchashda priborlarning joylashish sxemasi tegishlicha 4.21, 4.22, 4.23-rasmlarda ko'rsatilgan.



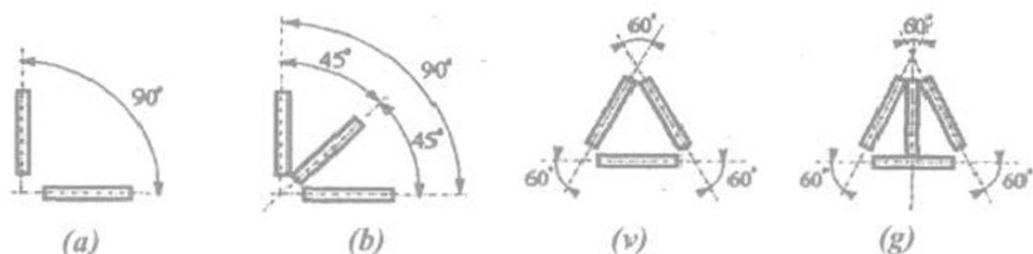
4.21,a-rasm. Qiyalik burchagini o'lchash uchun priborlarni o'rnatish:
1, 2 – klinometrlar; 3 – to'sin o'qining dastlabki holati; 4 – to'sin egilgan o'qining elastik chizig'i



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



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



4.23-rasm. Tenzometrlarni deformatsiyaning ikki o'lchovli maydonida joylashishi: a – 90° burchak ostida; b – to'g'riburchakli rozetka; v – tengburchakli delta – rozetka; g – T – delta-rozetka

Murakkab kuchlanganlik holatida fibralli deformatsiyalarni o'lchash uslubiy masalada ham, tajriba masalasida ham murakkab hisoblanadi, chunki o'lchov priborlari 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 pribor 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 priborlarni berilgan oriyentatsiyasini saqlash muhim, buning uchun ular armaturali simlar bilan yengil, ammo mustahkam karkasga mahkamlanadi. Tenzometrlarning har bir guruhi yonida qayd qilinadigan ko'rsatgichlarga xatolik keltirib chiqaradigan harorat, betonning kirishishi va boshqa omillarning o'zgarish ta'sirini yo'qotish uchun nazorat priborlari joylashtiriladi. Deformatsiyalarni o'lchash uchun priborlar (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 (4.21, b-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 priborlar (progibomerlar, indikatorlar) sinov yukidan eng katta salqilik sodir bo'ladigan joylarga o'rnatiladi, nazorat uchun esa hisob bo'yicha salqilik nolga teng bo'lgan joylarga. Masalan, to'sinni ko'ndalang egilishga sinashda salqilik oraliq o'rtasida va ikkala tayanchlarda o'lchanadi. Qoidaga ko'ra, priborlar buyum har bir kesimining ikki tarafiga qo'yiladi, kengligi katta bo'lgan, masalan, plitalarda oraliq o'rtasida uchta pribor qo'yiladi – ikki chetiga va markaziga.

Hamma priborlar sxemaga muvofiq o'rnatilishi va hisoblarni olish uchun qulay bo'lishi lozim. Priborlarni 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 0,1 mm 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.

Sinov rejimi (yo'sini) va sinov yuki qiymatini belgilash. 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 kerakemas 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. Misol sifatida neft va neft mahsulotlari uchun po'lat vertikal silindrik rezervuarlarni qabul qilish tartibini keltirish mumkin. Mustahkamlikka tekshiriladigan sig'imlar hisobiy belgi (otmetka)gacha suv bilan to'ldirilishi kerak, havoning ortiqcha bosimi esa va rezervuarining "gazli fazodagi" deb nomlanadigan bo'shliq (vakuum) (quyilgan suyuqlik ustidagi) loyihaviysidan katta bo'lishi kerak: ortiqcha bosim 25% ga, bo'shliq rezervuarlar tipiga qarab 25 – 50% gacha.

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 namunalari 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 koeffitsiyentga ko'paytiriladigan *hisobiy* yukka teng qilib olinadi. Bikirlikka 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 priborlardan 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 nochizizlik 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:

- konstruksiyaning *mustahkamligini* tekshirishda yuk pog'onasi "xissasi" uni nazorat (ya'ni maksimal) qiymatining 10% dan oshib ketmasligi;
- konstruksiyalarni *bikirlikka* 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 podkladkalar 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 priborlar ko'rsatgichlarini "nolga" qaytishini tekshirish uchun ham foydali. Shu maqsadda qo'zg'aluvchi yuklardan foydalanishganda sinovli qayta yuklashlar (*probnyie obkatki*) amalga oshiriladi.

Yukdan bo'shatish. Konstruksiyani yukdan bo'shatish pog'onasini yuklash pog'onasidagidek olish foydali bo'ladi. Bu bilan priborlar 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 bikirlik ta'minlanadi, chunki hamma yuklovchi qurilmalar yoqilgan holatda bo'ladi. Konstruksiyani 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 daq gacha; 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:

– bikirlik va yoriqbardoshlikka *nazorat yuklashlarda* – 30 min dan kam emas;

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

Sinov yuki ostida ushlab turish davomiyligi bir qator standart va me'yoriy hujjatlarda mavjud. Masalan, po'lat vertikal silindrik rezervuarlarni gidravlik bosim ostida ushlab turish vaqti sig'imi 5000 m³ gacha bo'lganlari uchun – kamida 24 soat, 5000 m³ - 10000 m³ uchun – kamida 48 soat, 10000 m³ dan yuqorisi uchun esa – kamida 72 soatni tashkil etadi.

Sinash bosqichida bajariladigan ishlar. Qurilish ob'ektlari va konstruksiyalarini real va laboratoriya sinovlari jarayonida quyidagilar majburiy tartibda bajariladi:

– sinaladigan ob'ektni dastlabki yuklash;

– priborlar ko'rsatgichlarini malakali yozib borilishi;

– 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 priborlar ko'rsatgichlarining 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 ishlaydigan priborlar tuzatilishi yoki almashtirilishi lozim. Bunda ikki holat bo'lishi mumkin.

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 priborlar ko'rsatgichlari dastlabki boshlang'ich yukdan bo'shatilgan so'ng o'zining boshlang'ich qiymatlariga qaytishi kerak edi. Ko'rsatgichlarning dastlabki holatiga qaytmasligiga quyidagi natijalar asos bo'lishi mumkin:

– *sinab ko'rish (obkatka)* deb nomlanadigani, ya'ni yuklashning birinchi siklida priborning uncha katta bo'lmagan ruxsat etiladigan "noldan" siljishi. Pribor go'yoki ob'ektga ishlab moslashadi (pri-rabatyvayetsya) va keyingi sikllarda ishonchli ko'rsatgichlarni beradi;

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

2. Tadqiqot qilinadigan ob'ekt birinchi marta yuklanayapti. Inshoot va alohida konstruksiyalarni birinchi yuklashda birikuv va tayanish joylarilarning ezilishi, yuklanadigan tayanchlarning cho'kishi, elementlarning o'zaro siljishi va sh.o'. tufayli qoldiq siljish va deformatsiyalarning sodir bo'lish mumkinligi. Bunda birinchi yukdan bo'shatilgandan so'ng priborlarning no'lga qaytmasligi ularni o'rnatishda nuqsonli o'rnatilgan deb qarashga asos bo'lmaydi. Mazkur holda qoniqarsiz ishlaydigan priborlarni aniqlash uchun, birinchi yukni qo'yganda ham, undan bo'shatganda ham ko'rsatgichlarning o'zgarishini diqqat bilan kuzatish talab etiladi.

Priborlarning *ko'rsatgichlarini yozib borish* konstruksiyaga o'rnatilgan hamma priborlar 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 priborlar soni imkoni boricha kam bo'lishi lozim. Hamma priborlar bo'yicha ko'rsatgichlarni yozib olingandan so'ng ularning birinchisi bo'yicha hisobni qaytadan olish tavsiya etiladi. Ikkita ketma-ket ko'rsatgichlarning farqi natijalarni bohalash uchun yuklashning har bir pog'onasidan so'ng plastik deformatsiyalar rivojlanish jadalligining muhim tavsifini beradi. Priborlarning

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.

4.3. Statik sinovlar natijalarining qayta ishlovi

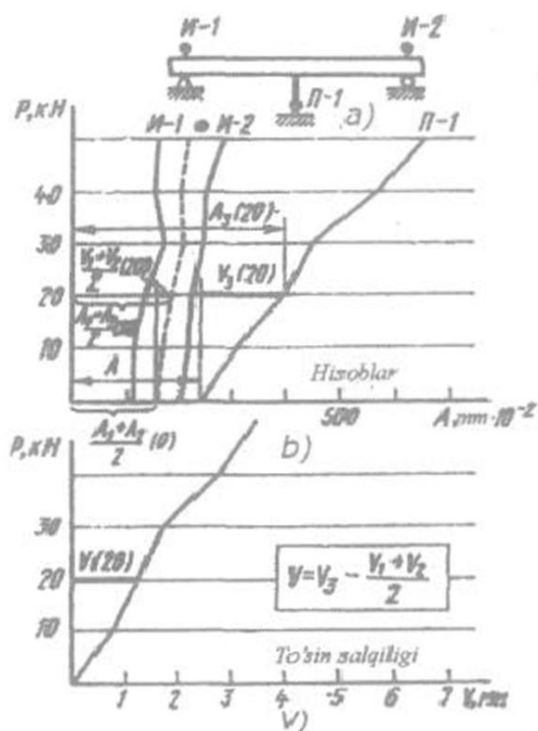
Konstruksiya sinalgandan so'ng natijalarni qayta ishlash uchun quyidagi hujjatlar kerak: yuklashning haqiqiy bosqichi va sinov dasturidan chetga chiqish mumkinligi hamda sinashda buyumlarning mahkamlanishi ko'rsatilgan yuklash sxemasi; priborlarning o'rnatish sxemasi; priborlarning sxema bo'yicha ko'rsatilgan tartib raqamlari bilan buyumga o'rnatilgan priborlar 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 koeffitsiyentlarini e'tiborga olib kuchlanishga qayta hisoblanadi. Priborlar bo'yicha hisoblar farqi va yoriqlarning ochilish enini millimetrdagi ifodalaydi. O'lchangan miqdorlar qiymatlari priborlarning har biri uchun bu qiymatlarni yukka nisbatan bog'liqligi grafikka kiritiladi. Olingan grafiklarning ma'lumotlari buyumlarning sinov dasturida ko'zda tutilgan kuchlanish, salqilik va boshqa bog'liqliklar epyurasini qurish uchun sinov natijalarining tahlilida foydalaniladi. Yuklash bosqichida to'sin salqiligi oshishining o'ziga xos grafiklari (4.24-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 bikirligini baholashni amalga oshirish mumkin bo'lgan, tayanchlarning siljishini e'tiborga olib, o'rta kesim salqiliklarining 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.

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) bilan namlash tavsiya etiladi: yoriqqa tushgan suyuqlik uni tarqalish chegarasini soyalantirib, kechroq parlanadi.

4.24-rasm. Salqiliklarni o'lchash ma'lumotlarining garfik qayta ishlovi:

a - progibomerlarning joylashish sxemasi, b - progibomer va indikatorlar ko'rsatgichlarining grafiklari, v - to'sin salqiligining grafigi

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 fototasvirgv olish zarur, ayniqsa shikastlangan joylarni. Tasvirlar sinov natijalarini tasdiqlovchi muhim hujjat hisoblanadi. Bunday fotografiyalar seriyasining mavjudligi olingan ma'lumotlarni qayta ishlashni ham, ularni baholashni ham ancha osonlashtiradi.

BOB V. INSHOOTLAR KONSTRUKSIYALARINI DINAMIK SINOVLARI

5.1. Konstruksiyalarni 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: 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:

1) dinamik yukni qurilish materiallarining mustahkamlik va deformativ tavsiflariga ta'sirining tadqiqoti;

2) konstruksiyani dinamik ta'sirlarga hisoblashning yangi uslubotini 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 vazifasi aniq va qisqa – konstruksiyaning yuk ostidagi ishini tavsiflaydigan parametrlarni aniqlash va ularni me'yordagi cheklangan qiymatlari bilan taqqoslash. 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 maxkum 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 priborlar 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. Turkumik, ko'p uchraydigan va inshootlarni tekshirishda to'qnash keladigan hamda dinamik sinovlar o'tkazadigan foydalanish yuklari bu dinamik ta'sirlardir:

– 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, tutinni chiqarib yuboradigan quvurlar, balandligi 40 m 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'prik kranlari va sh.o'. 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 sodir bo'ladi. 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.

Statsionar tasodifiy yuklarni, shu jumladan xususan baland binolarga shamol ta'sirini ko'rishda, Fure o'zgartirgichi bilan o'zaro to'g'ri va teskari bog'langan, yo spektral zichligi $S(\omega)$, yo korrelyatsion funksiyasini $K(\tau)$ bilish lozim.

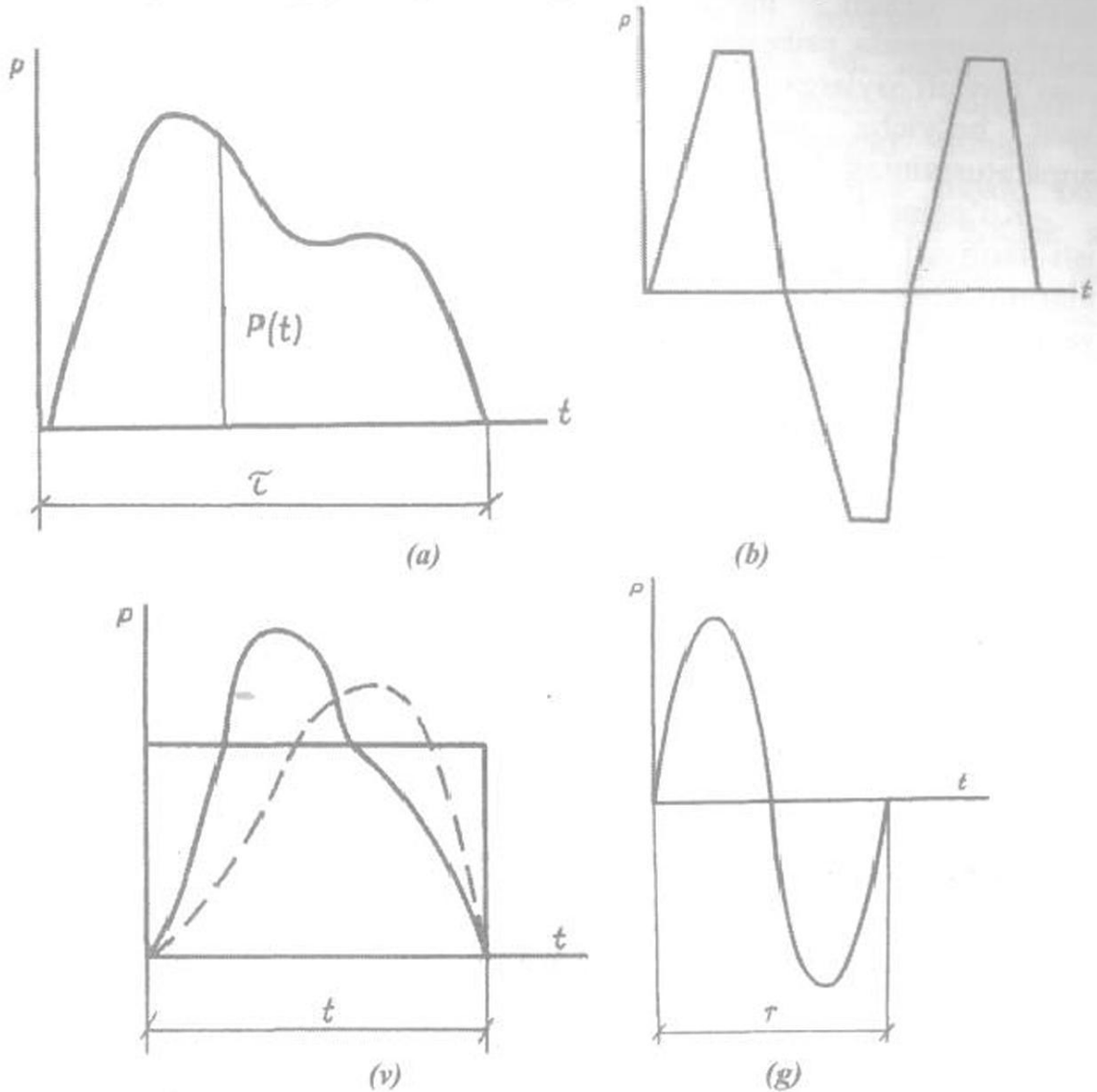
$$K(\tau) = \int_0^{\infty} S(\omega) \cos \omega \tau d\omega; \quad S(\omega) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} K(\tau) \cos \omega \tau d\tau. \quad (5.1)$$

Dinamik yuklar ko'zg'aluvchan va ko'zg'almas bo'lishi mumkin. Qo'zg'almasga statsionar o'rnatilgan asbob-uskunalarning 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 (5.1, a-rasm), impulsli (5.1, b-rasm), davriy (5.1, v-rasm), garmonikka (5.1, g-rasm) farqlanadi. Zarbali yuk aloxida xususiyatga ega.

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'lmasligi 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:

$$J = \int_0^{\tau} P(t) dt. \quad (5.2)$$

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'liqinli tebranish tarqalishining qonuniyatini o'rganish zarurati tug'iladi.



5.1-rasm. Dinamik yuklarning o'ziga xos turlari

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'lmasligi 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 priborlardan foydalanib o'tkazilishi mumkin.

Foydalanish yuki bilan dinamik sinovlarda axborotlarni olish va qayta ishlash uchun, murakkabroq priborlardan foydalaniladi. Tajribani rejalashtirganda, priborlarning 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.

Ko'pgina hollarda vibratsiya parametrlarini baholash odamlarning normal ish faoliyati va texnologik asbob-uskunalarining ishini ta'minlash shartidan ularning chegaraviy ruhsat etilganlari bilan taqqoslash asosida amalga oshiriladi, ya'ni konstruksiyalarning yuk ko'taruvchanligi va yoriqbardoshligiga ta'sir qilmaydigan, tebranishning kichik sathi ko'riladi. Dinamik siljish va deformatsiyalari katta yuk ko'taruvchi elementlarni tekshirganda, shikastlanishlar aniqlangan hollarda va bir vaqtning o'zida texnologik rejimni ta'minlash bilan bog'liq bo'lgan vibratsiyaga cheklanishlar mavjud bo'lmaganda, tekshirish masalalari ancha qiyinlashadi, chunki konstruksiyalarning mustahkamlik xossalari charchoqlik xususiyatiga ega xodisalar (yavleniye) bilan aniqlanadi. Har xil materiallar uchun davriy takrorlanadigan yuklardan sodir bo'lgan shikastlanishlarning ketma-ket (astasekin) yig'ilishi (jamlanishi) har xil sodir bo'ladi: metall konstruksiyalarda (bosim idishlari, minoralar, ChEU (LEP) tayanchlari va sh.k.); yakka charchoqlik yoriqlarining rivojlanishi; temirbeton va tosh konstruksiyalarda (ochiq kranli estakadalarning yuk ko'taruvchi konstruksiyalari, ko'priklar, kopyorlar poydevori, seysmik mintaqalardagi binolar va sh.k.). mikro- va makroyoriqlarning poydo bo'lishi. Bunday hollarda konstruksiyalarning mustahkamlik ko'rsatgichlarini yemirilish mexanikasi apparatini jalb qilib, ishonchlilik nazariyasi usullari bilan baholash mumkin. Buning uchun konstruksiyadan foydalanish talab qilinadigan davrida to'xtovsiz ishlashi ehtimolligini aniqlash maqsadida qo'shimcha tekshirishlar o'tkaziladi. Ko'p takrorlanadigan yuklar sharoitida ishlaydigan real konstruksiyalarning umrboqiyiligi (uzoq muddat xizmat qilishi) aniq qurilish materialining chidamliligi va konstruksiyaning tekshiriladigan zonasining kuchlanish-deformatsiya holatining o'ziga xos xususiyatlari bilan bog'liq. 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

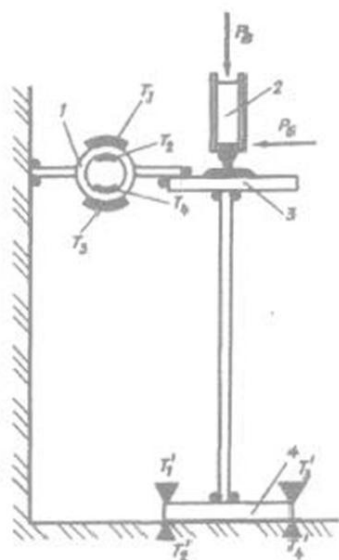
charchoqlik yoriqlarining parametrlari, materiallarning mustahkamlik tavsiflari (masalan, K_{1s} – kuchlanish jadalligining kritik koeffitsiyenti) to'g'risidagi ma'lumotlar. Bu ma'lumotlar yoriqlarning kattalashish tezligi tasodifiy qiymatining statistik tavsiflarini aniqlash va to'xtovsiz ishlash ehtimolligini hisoblash imkonini beradi.

Tekshiriladigan temirbeton konstruksiyalarning tuxtovsiz ishlash ehtimolligini bashorat qilish quyidagilarga asoslanishi kerak: foydalanishdagi dinamik yuk ostida sinashda beton destrukiya 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 strukturasi kuchsizlanishini, ma'lum bosqichda magistral makroyoriqlarning tezkor (spontanno) 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 tuxtovsiz ishlash ehtimolligini hisoblashga asoslangan.

Asosiy vazifadan tashqari – dinamik ta'sirlar xayfini 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. Misol sifatida kranosti konstruksiyalarini yuklash rejimining statistik tavsiflarini aniqlash uslubini ko'rib chiqamiz. Me'yoriy hujjatlarga muvofiq ko'priklar uchun belgilanadigan ishonchlik koeffitsiyenti, yuklash rejimi to'g'risidagi ma'lumotlarni statistik tahlili natijasida aniqlanadigan oxirgi hisobiy ko'rsatgich hisoblanadi. Bu koeffitsiyentning qiymati konstruksiyalarning qabul qilinadigan to'xtovsiz ishlash ehtimolligiga bog'liq. Strukturasi ko'ra ishonchlik koeffitsiyenti faqat tasodifiy miqdorlar kabi ko'rilishi mumkin bo'lgan bir nechta parametrlarning funksiyasidir. Bu – yuk massasi, ularning ko'tarilish chastotasi va kranlarning harakatlanish soni, kran va telejkalarning ko'riladigan konstruksiyalarga nisbatan holati, bir nechta kranlardan yuklarning uyg'unlashuvi.

Ko'pgina tasodifiy omillarning jamlamasi masalani tajribaviy yechimini har bir omillar bo'yicha baholashni va kelgusida yuklar bo'yicha ishonchlik

koeffitsiyenti uchun umumiy ifodani aniqlashni juda qiyinlashtiradi. Shuning uchun kranosti to'sinlarini tik va gorizontaal yuk bilan yuklanganligining integral sxemasi uslubidan foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi. Bu uslub ishlab chiqarish binolari sexlarida foydalanish yuki bilan dinamik sinovlar o'tkazishda ko'p marotaba qo'llanilgan. 5.2-rasmda kranosti to'sini kesimining birida kuch va deformatsiyalarni o'lchash sxemasi ko'rsatilgan.



5.2-rasm. Ko'prik kranidan tik va gorizontaal yukni aniqlash

Bu parametrlarni qayd qilgandan so'ng tik va gorizontaal yukdan sodir bo'lgan kuchni hisoblash mumkin. Bu sxemada tik kran yukini integral baholash uchun $T_1 - T_2$; $T_3 - T_4$ tenzorezistorlar bo'yicha kranosti to'sini hisobiy kesimining ostki belbog'idagi 4 deformatsiya to'g'risidagi tajribaviy ma'lumotlardan foydalanilgan.

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'qnashadiga nuqtalar yaqinida sodir bo'ladigan mahalliy xodisalar, hamda to'liqliqni tebranishlarning tarqalish qonuniyatini o'rganish zarurati tug'iladi. Kran g'ildirigidan 2 relsga 3 uzatiladigan gorizontaal kuchlarni o'lchash uchun kranosti to'sinining ustki belbog'ini ustunlarga mahkamlash elementi o'rniga o'rnatilgan doira shaklidagi elektr mexanik dinamometrlar ($T_1 - T_2$, $T_3 - T_4$ juft tenzorezistorlar bilan) qo'llanildi.

Ko'prik kranining tik va gorizontaal yuklari qiymatlaridagi o'lchov tizimining kalibrovkasi (aniq bir o'lchamga keltirilishi, aniqligini boshqa pribor bilan taqqoslash) kranning ilgagidagi har xil yuklar bilan ma'lum holatida sinov jarayonida amalga oshiriladi. Keyin esa ko'prik kranlari yukining har xil holati va uyg'unlashuvi yukning ekvivalent sxemasi bo'yicha qiymatlariga keltiriladi. Sinov uslubini ishlab chiqish jarayonida olingan axborotlarning statik analizi shuni ko'rsatdiki, tik va gorizontaal yuklarning o'zgarishini tasodifiy bosqich deb qarash mumkin ekan.

Bu jarayonning statik tavsifi sinashning uzoqlik muddatining realizatsiyasiga qarab hisoblanadi, jumladan sinov muddati vaqt bo'yicha cheklangan bo'lib, 400 soatdan oshmasligi kerak. Kranosti konstruksiyalarini metallurgiya kombinatlari sexlarida yuklash rejimining tadqiqoti shuni ko'rsatdiki, yuklar bo'yicha ishonchlilik koeffitsiyentlari foydalanish yukiga sinash natijalari bo'yicha aniqlanishi mumkin. Haqiqiy sinovlarning mazkur usuli hisobiy yuklarga aniqlik kiritish bo'yicha ilmiy tadqiqot ishlarida ham, yuklar bo'yicha haqiqiy ishonchlilik koeffitsiyentlarini yangi yoki tavsiya qilinadigan ishlab chiqarish qurilish konstruksiyalaridan aniq foydalanish sharoitlarida aniqlash bo'yicha ekspress-sinovlar o'tkazishda ham o'z tadbirini topayapti.

5.2. Konstruksiya va inshootlarni sun'iy hosil qilinadigan vibratsiya yuki ostida sinash

Vibratsiyali sinov bosqichida konstruksiyaning har xil nuqtalaridagi deformatsiya va siljishlar vaqt bo'yicha garmonik (uyg'unlashgan) qonun bo'yicha o'zgaradi. *Xususiy va majburiy tebranishlar* rejimidagi sinovlar bo'ladi. Xususiy tebranish rejimidagi sinovlar real sharoitlarda ancha oson o'tkaziladi. Ammo bunday tajribalarning natijalaridan foydalanish xususiy tebranishning bitta, eng yaxshi holatda esa ikkita shaklini hosil qilish va tadqiqot qilish imkoni bilan cheklanadi, ba'zida ko'pgina amaliy masalalarni xal qilishda bu informatsiya keragicha yetarli bo'ladi. Majburiy tebranishlar rejimidagi sinovlarni bajarish murakkab, ammo o'zining natijalari bo'yicha qimmatli va axborotga boy. Majburiy tebranishlar rezonansga yaqinroq rejimda sodir qilinadi, shu jumladan fazoviylari ham. Rezonansli sinovning o'ziga xoslikka ega xususiyati konstruksiya elementlarida katta dinamik deformatsiya va siljishlarni hosil qilish imkoniyatidir. Agar ikkita tayanchdagi to'sinni oraliq o'rtasida egib qo'yib yuborsa (5.3,a-rasm), u boshlang'ich (to'g'ri) holati atrofida yuqori va pastga (5.3,b-rasm) egilib tebrana boshlaydi.

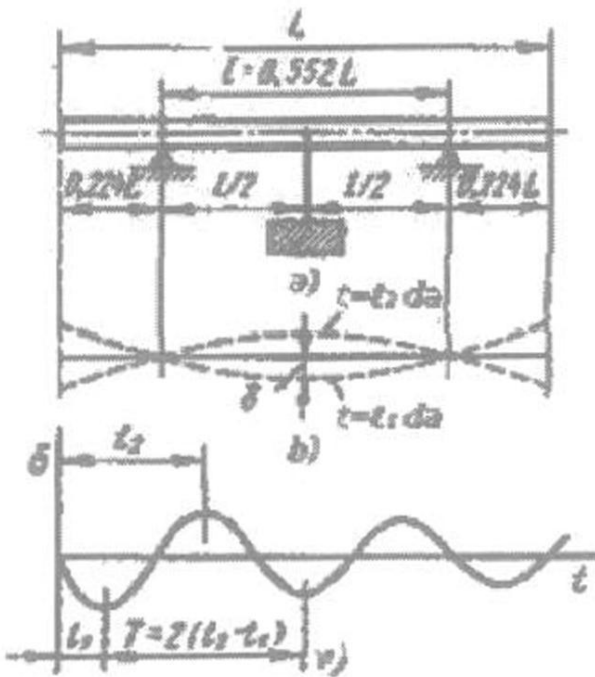
To'sin salqiligining δ vaqt t bilan orasidagi (5.3,v-rasm) bog'lanish davri T va amplitudasi A bo'lgan sinusoidal ko'rinishga ega. A ning qiymati boshlang'ich salqilikka bog'liq bo'lib, vaqt o'tishi bilan materialdagi qarshilik kuchi hisobi va boshqa sabablarga ko'ra kamayadi, ya'ni so'nadi.

Biroq, tebranish davri T deyarli boshlang'ich salqilikka bog'liq emas, ya'ni u material hossasi hamda to'sinning o'lchamlari va sxemasi bilan to'la aniqlanadi. Sinaladigan konstruksiyaning berilgan sxemasi va o'lchamlari uchun xususiy tebranishlar davri bilan materialning bikirligi va zichligi orasidagi bog'lanish formulasini (elastik tebranishlar nazariyasidan foydalanib) olish mumkin. Erkin tebranishlar xususiy chastotasi $f = 1/T$, bikirlik esa elastiklik moduli Ye bilan tavsiflanadi. To'sinning egilib tebranishi holati uchun chastotani aniqlash formulasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$f = (ki / l^2) \cdot (E / \rho)^{1/2}, \quad (5.3)$$

bunda: k – to'sinni tayanish sxemasiga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent (5.3, a-rasmdagi sxema uchun – $k = 3,57$); i – to'sin kesimining inersiya radiusi, m (balandligi h bo'lgan to'g'rito'rtburchakli kesim uchun $i = 0,289h$); l – to'sinning to'la uzunligi, m ; E – materialning elastiklik moduli N/m^2 ; ρ – material zichligi, kg/m^3 .

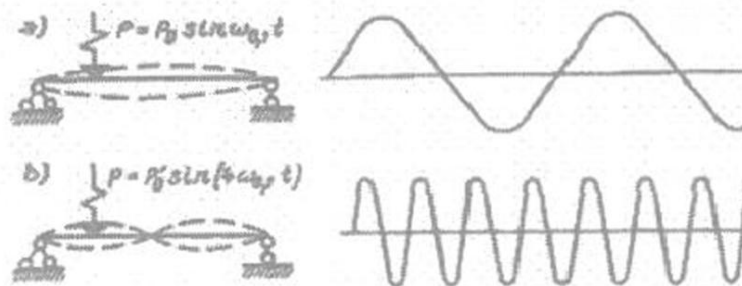
Namunaning tebranish chastotasini o'lchab, agar uning zichligi ma'lum bo'lsa, materialning elastiklik modulini hisoblash mumkin.



5.3-rasm. To'sin sxemasi (a), uning tebranish shakli (b) va grafigi (v)

Haqiqiy (real) vibratsiyali sinovlarda quyidagi asosiy parametrlar aniqlanadi: konstruksiya tebranishining shakli, chastotasi va dekrementi. Tebranishning material, element va birikmalarning mustahkamlik xossalariga ta'sirini tadqiqot qilishda, dinamik yukning boshlang'ich parametrlari sifatida ularning konsentratsiyasini e'tiborga olib nominal va real kuchlanishlarning terminlarida ifodalangan sikl

assimetriya koeffitsiyenti, siklning o'rtacha va amplituda qiymatlaridan foydalaniladi. Konstruksiyaning o'zini tutishi tebranish shaklining cheksiz katta soni bilan tavsiflanadi, chunki real tizimlar cheksiz katta sonli erkinlik darajasi ega. Ammo ta'sir qiladigan yuklarning chastotasi va tavsiflari bo'yicha javob beradigan birinchi bir-ikki shaklgina faqat amaliy ahamiyatga ega. 5.4, a, b-rasmda ikki tayanchdagi to'sinning chorak oralig'ida o'rnatilgan vibromashina yordamida rezonansli sinov jarayonida olingan vibrogrammalar ko'rsatilgan.



5.4-rasm. Dinamik tajribaning vibrogrammasi

Tebranishlarning har xil shakli sodir bo'ladigan kuch chastotasining tegishli shakl bo'yicha, uning xususiy chastotasi bilan mos tushganda kuzatiladi. Sharnirli tayangan egiladigan to'sin uchun chastota spektri qiymatining nisbati t^2 , bunda t – shakl raqami. Tebranish chastotasi f_0 Gs da o'lchanadi va tebranish davri T ga $f_0 = 1/T$ nisbat bilan bog'liq. Vibratsili sinov jarayonida quyidagi masalalar yechiladi:

- ma'lum dinamik tavsiflar bilan ta'sirlar uchun dinamik koeffitsiyentni aniqlash;
- foydalanishdagi inshootlar yuk ko'taruvchi konstruksiyalarining holatini aniqlash;
- qurilish materiallarining elastik dinamik tavsiflarini aniqlash;
- qurilish buyumlari sifatini sindirmaydigan usullar bilan zavodda nazorat qilish;
- material va konstruksiyalar mustahkamlik xossalari kamayishiga siklik yuklashning ta'sirini aniqlash (chidamlilik chegarasi, kichik sikli charchash).

O'rnatilgan majburiy tebranishlarning dinamik koeffitsiyentini aniqlash bo'yicha sinovlar konstruksiyaga dinamik ta'sirlar hosil qiladigan agregat (mexanizm)larni o'rnatish ko'zda tutilgan hollardagina o'tkaziladi. Agregat pasportida dinamik tavsiflar ko'rsatiladi: massa, dinamik kuchning amplituda qiymati, ish chastotasi, dvigatelning yoqish va uchirish vaqti. Dinamik koeffitsiyentni hisoblash uchun yuqorida ko'rsatilgan parametrlardan tashqari konstruksiyalarning yuk ko'taruvchi elementlarining xususiy chastotalari qiymati va shu chastotalarga mos tebranish dekrementlarini bilish lozim. Konstruksiyalarni vibratsion yuklarga hisoblash dinamik siljish va deformatsiyalar qiymatini aniqlash va keyin normal foydalanish talablariga amal qilish maqsadida olib boriladi. Dinamik koeffitsiyent erkinlik darajasi bir bo'lgan tizimlarda dinamik siljish va kuchlanishlar, dinamik kuch amplituda qiymati ta'siriga hisoblangan uning statik qiymatidan necha marotaba farq qilishini ko'rsatadi. Dinamiklik koeffitsiyenti noelastik qarshiligini hisobga olib aniqlanadi.

$$k_d = 1/\sqrt{(1-\beta^2)^2 + \delta^2\beta^2/\pi^2}, \quad (5.4)$$

bunda $\beta = \theta/\omega_0$ – qo'zg'atadigan kuch aylanma chastotasining konstruksiya xususiy tebranishining aylanma chastotasiga nisbati.

Dinamiklik koeffitsiyentini aniqlash uchun xususiy tebranishlar chastotasi va dekrementini vibratsiyali sinov natijalaridan topish lozim. Shuni ta'kidlash lozimki, tebranishlar dekrementi qiymati vibratsiya chastotasi va amplitudasiga bog'liq, shuning uchun dinamik sinov maksimal real sharoitlarga yaqinlashtirib o'tkazilishi lozim. Shu nuqtai nazardan rezonans rejimidagi sinov maqsadga muvofiq hisoblanadi. Vibratsiyali sinovlar natijasi bo'yicha loyixada ko'zda

tutilgan asbob-uskunadan sodir bo'lgan vibratsiya yuki ta'siridan konstruksiyalarning dinamik kuchlanish va siljishi hisoblanadi. Agar hisoblangan parametrlar ruhsat etilganidan katta bo'lsa, unda konstruksiyaning dinamik tavsiflarini yaxshilash bo'yicha muhandislik yechimlarni ishlab chiqish kerak bo'ladi.

Konstruksiyaning vibratsiya ko'rsatgichini kamaytirish uchun yechimning ikki varianti bor, bu konstruksiyaga ta'sir qiladigan dinamik yuk parametrlarini hamda konstruksiyaning o'zini parametrlarini o'zgartirish orqali amalga oshirilishi mumkin. Yechimning birinchi variantini amalga oshirish uchun quyidagi usullar mavjud:

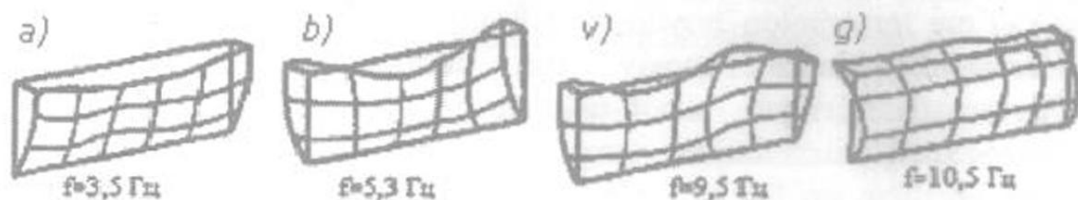
- dinamik yuk chastotasini o'zgartirish;
- orayopmadagi agregatning loyihaviy holatini o'zgartirish (tik dinamik yukda agregatni orayopma tayanchi yaqiniga, gorizonta yukda esa orayopma to'sini bo'ylab joylashtirish lozim bo'ladi);
- aylanish o'qiga nisbatan massa og'irlik markazi siljigan bo'lsa, mexanizmning aylanadigan qismini dinamik balansirovka qilish (pishangi-muvozanatlashtirish) (bu dinamik kuchni to'la yoki qisman so'ndirish uchun aylanadigan qismiga qo'shimcha massa biriktirish orqali amalga oshiriladi); orayopmaga ta'sir qiladigan dinamik tuzuvchini kamaytirish yo'li bilan agregatning faol vibrizolyatsiyasi.

Yechimning ikkinchi variantini amalga oshirish uchun konstruksiya parametrlarini o'zgartirish bu parametrlarni xususiy tebranishlar chastotasiga ta'sirini hisobga olib va garmonik dinamik yuk ta'sirida tizimni rezonans chegarasidan chiqarish orqali olib boriladi. Konstruksiyalarning erkin tebranish chastotasiga ta'sir quyidagilar orqali ta'minlanadi:

- ularning konstruktiv sxemasini o'zgartirish, ya'ni (svyaz-bo'g'in) tugunlar kiritish, tayanch tugunlarining konstruktiv yechimlarini qayta ko'rib chiqish, qo'shimcha tayanchlar kiritilganda oraliq (uzunlik)ni qamaytirish bilan;
- elementlar ko'ndalang kesimining transformatsiyasi (o'zgarishi) hisobiga konstruksiya bikirligini o'zgartirish bilan;
- agregat ostiga baland supa (postament) o'rnatish bilan, u chastotani keragicha oshishi yoki kamayishiga bog'liq holda konstruksiya bilan kuchsiz bog'lanib, yirik, yengil va bika orayopma bilan mustahkam biriktirib loyihalangan bo'lishi mumkin.

Vibratsiyani kamaytirish bo'yicha konstruktiv yechimlarni ishlab chiqishda konstruksiyaning erkin tebranish chastotasini kamayishi undagi statik yukdan sodir bo'lgan salqilik va kuchlanishning oshishiga olib kelishini hisobga olish lozim. Shu munosabat bilan qo'shimcha statik hisob qilish talab etiladi. Foydalanishdagi inshootlar holatini baholashda vibratsiya (rezonans)li sinovlardan keng foydalaniladi. Nazoratning sindirmaydigan bu usullari konstruksiya tebranishining birinchi fazoviy shakli uchun chastotani o'rnatish (5.5,a-g-rasm) va unga mos keluvchi tebranish dekrementini aniqlash imkonini beradi. Bu parametrlar konstruksiyalarning shikastlanish darajasi ko'rsatgichlari

sifatida foydalaniladi. Ayniqsa, bu masala seysmik yuklar ta'sirida shikastlangan inshootlar uchun dolzarb.



5.5-rasm. Metall sinchli bino modeli tebranishining fazoviy shakli

Sinchli va yirik panelli binolarning tadqiqoti shuni ko'rsatdiki, fazoviy konstruksiyalarning dinamik parametrlari seysmik yuk ta'sirida sodir bo'lgan shikastlanishlarga juda sezgir. Real inshoot va yirik o'lchamli modellarda o'tkazilgan tajribalar natijasida seysmik yuk qiymati va shikastlangan konstruksiyaning dinamik parametrlari orasida sonli bog'liqlik o'rnatilgan, bunda seysmik yuk viratsiya ta'siri bilan modellashtirilgan. Uslubni ishlab chiqish jarayonida seysmik va vibratsiya ta'sirlarida shikastlanishlar ko'rinishining bir-biriga o'xshashligi isbotlangan. Bundan tashqari, grunt oraqli uzatiladigan zo'riqishlarda va orayopma sathida tebranishning sodir bo'lishida konstruksiyaning siljishi va undagi ichki kuchlar farqlanmas ekan. Uslubiy nuqtai nazardan bu natijalar juda muhim, chunki orayopma sathida dinamik yuklash ancha samarali.

Qurilish buyumlarini xususiy va majburiy tebranishlar rejimida dinamik sinovi zavod mahsuloti sifatini kompleks sindirmaydigan nazoratining tarkibiy elementlaridan biridir. Yig'ma temirbeton zavodlarida egiladigan, shu jumladan, oldindan zo'riqqan konstruksiyalar sifatini nazorat qilishda o'tkaziladigan vibratsion sinovlar eng ko'p qo'llaniladi. Konstruksiyaning mustahkamlik va deformatsiyaviy ko'rsatkichlarini baholash sindirmaydigan vibratsiya, ultratovush, magnit usullari parametrlari bilan oldindan aniqlangan va ko'rsatilgan tavsiflarning statik bog'liqlariga asoslangan. Bu bog'liqliklar graduirovka bog'liqlari nomini olib, statik yuk va sindirmaydigan usullar bilan seriyali sinash natijalari bo'yicha quriladi. Ta'kidlash lozimki, yig'ma temirbeton elementlarning mustahkamligi, bikirligi va yoriqbardoshligini bilvosita sindirmaydigan nazorati yoki tadqiqot ob'ekti zonasini aniqlash, yoki butun ob'ektning hammasiga taalluqli bo'ladi. Vibratsiyali tajribalarda o'lchangan parametrlar konstruksiya qarshiligining umumlashtiruvchi tavsifidir. Shu uchun vibratsion usulning graduirovka bog'liqligini olish uchun butun konstruksiyani statik sinash talab etilsa, ultratovush usulining shunga o'xshagan bog'liqligi betonli namunalarni statik sinash natijalari asosida quriladi. Zavodning vibratsiyali nazorati uslubotida har bir partiyadan o'nta buyumni oldindan seriyali graduirovka sinovini o'tkazishni ko'zda tutadi. Keyin esa buyumlarni sindirmaydigan nazorati tanlab olinganida yoki hammasida bo'lishi mumkin. Zavod buyumlarining rezonansli sinovi uslubotining tamoyiliy sxemasi

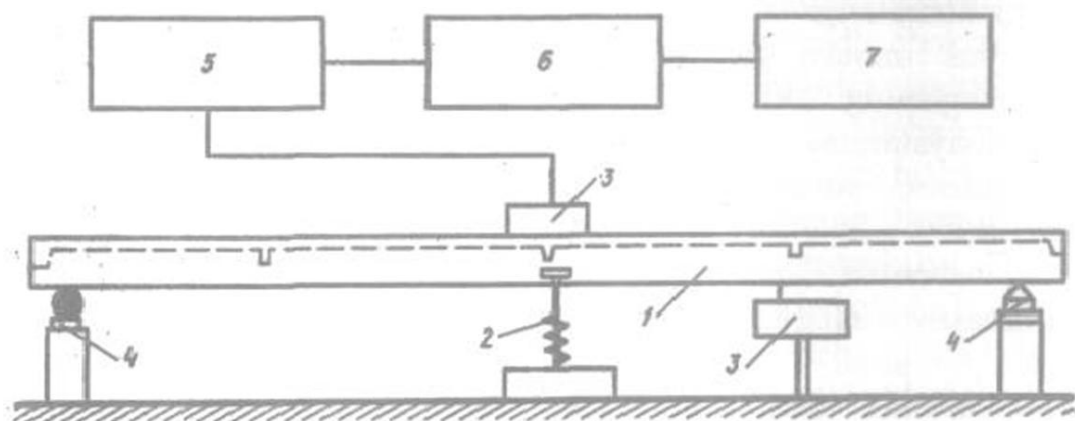
namuna va haqiqiy konstruksiyalarni majburiy tebranishlar rejimida sinash sxemasidan farq qilmaydi. Shunga qaramasdan, zavod sharoitlarida dinamik sinovlarning o'ziga xos xususiyatlari mavjudligiga e'tibor qaratish lozim. Yig'ma temirbeton buyumlar sifatini ommaviy (yalpi) tekshirish uchun ulkan konstruksiyalarda asosiy ton tebranishini sodir qiladigan maxsus avtomatlashtirilgan asbob-uskuna – stendlar kerak bo'ladi. Namunalarni rezonansli sinovlarida teng bosqichda bo'ylama, aylana va egiladigan tebranishlar qo'llaniladi. Zavodda tayyorlangan konstruksiyalarni sinovlarida egiladigan tebranish sxemasi amalga oshiriladi. Sifatning sindirmaydigan zavoddagi vibratsiyali nazoratining axborot parametrlariga temirbeton elementlar tebranishining xususiy chastotasi va tebranish dekrementi kiradi. Haqiqiy konstruksiyalar va qurilish materiallari namunalarini rezonansli sinovida nazorat qilinadigan parametr sifatida, qoidaga muvofiq, asosiy ton tebranishlarining chastotasi kiradi. Tekshiriladigan ob'ektning noelastik xossasining tavsifsi tebranish dekrementi deyiladi. U nafaqat konstruksiya yoki namunadagi tebranish energiyasining yo'qolishiga, balki tayanchlardagi ishqalanish va tashqi muhitning qarshiligiga ham bog'liq.

Foydalanishdagi inshootlarni dinamik sinovida, masalan, seysmik yuklar bilan yuklashgacha va yuklagandan so'ng, dekrement qiymati sezilarli o'zgaradi. Dekrement qiymatining katta farqlanishi konstruktiv elementlar birikuv tugunlaridagi ishqalanishning tebranish umumiy energiyasiga sezilarli va nobirxillilik xissasi bilan konstruksiyadagi shikastlanishning miqdoriy baholashni qiyinlashtiradi. Zavod sharoitidagi vibratsiyali sinovlarni o'tkazishda tayanchlardagi va tashqi muhit qarshiligini yengishdagi yo'qolishlarni doimiy deb hisoblash mumkin, chunki bir xil turkumdagi zavodda tayyorlangan konstruksiyalar uchun stabillik sharoit ta'minlangan. Bunda konstruksiyadagi energiyaning yo'qolish farqi elementning shikastlanganlik darajasi (betondagi va beton bilan armaturaning kontakt zonasidagi yoriqlar) bilan aniqlanadi. Shunday qilib, buyumlar tayyorlashning past sifati, tayyorlash texnologiyasiga amal qilmaslik tebranish dekrementini oshishiga o'z ta'sirini ko'rsatadi.

Yig'ma temirbeton konstruksiyalar sifatini nazorat qilish uchun ham erkin tebranishlar rejimida sinovlar o'tkaziladi. 5.6-rasmda oldindan zo'riqtirilgan qovurg'ali temirbeton plitani 1 vibratsion sinov o'tkazish sxemasi tasvirlangan. Betonda tebranish uyg'otish uchun kuchlanish chegaraviy qiymatining 5% dan kam bo'lmagan fibroli (siquvchi) kuchlanishlar sodir qiluvchi zarba qurilmasidan 2 foydalaniladi. Mexanik tebranishlar datchiklar 3 yordamida qayd qiluvchi priborga 5 uzatiladigan elektrik signallarga aylantiriladi. Tok bilan ta'minlash stabilizator 7 va to'g'rilagich 6 orqali amalga oshiriladi. Chastota va dekrement qiymatlari erkin tebranish ossillogrammalari bo'yicha aniqlanadi.

Dinamik sinovning aloxida guruhiga toliqishni aniqlashga qaratilgan vibratsiyali sinovni ajratish lozim. Berilgan sikl assimetriyasi bilan takrorlanuvchi o'zgaruvchi yukka dinamik sinovlar bardoshlik chegarasi, kichik siklli toliqish natijasida yemirilish shartlarini aniqlash uchun o'tkaziladi. Tadqiqot qilinadigan

elementning yemirilish shartlari materialning kichik siklli toliqishi natijasida “maksimal kuchlanish–yemirilishgacha sikllar soni” koordinatasida qurilgan egriliklarda ifodalanadi. Bardoshlik chegarasi bu bog’liqliklar uchun xususiy holat bo’lib, yuklashning 2×10^6 va undan ko’p sikllarida maksimal kuchlanishni beradi.



5.6-rasm. Oldindan zo’riqtirilgan yig’ma temirbeton plitani erkin tebranishlar rejimida vibratsion sinash sxemasi

Siklik ta’sirlarda metallarning yemirilishi aniq ifodalangan lokal ko’rinishga ega va uch bosqichda o’tadi: toliqish yoriqlarini sodir bo’lishi, ularning turg’un taraqqiy etishi, kritik uzunlikdagi yoriqlar bilan elementning yemirilishi. Betonli va toshli elementlar uchun ham toliqib yemirilishning uch bosqichi xususiyatli, ammo makroyoriqlarning taraqqiy etishi jami ishchi hajmdagi shikastlanishlarning jamlanish natijasida sodir bo’ladi. Toliqib yemirilish bosqichini analitik yozish uchun tegishli parametrlar bilan tavsiflanadigan yemirilish mexanikasi apparati va extimollik nazariyasidan foydalaniladi: yoriq uzunligi, kuchlanish konsentratsiyasi (to’plash, mujassamlashtirish) koeffitsiyenti, yoriqning kattalashish (o’sish) tezligi, konsentratsiya zonasidagi yuk, material, kuchlanishning statistik parametrlari, hajm birligida mikroyoriqlar soni va sh.o’. Bu parametrlar toliqishga vibratsiyali sinovlar o’tkazilayotganda nazorat qilinadi. Toliqish sinovlari katta hajmda material namunalari, fragmentlar va konstruksiya tugunlarida o’tkaziladi. Toliqishga sinovlar dinamik sinovlarning eng ko’p mehnat sarf qilinadigan va eng qiyinidir. Masala va omillarning ko’p qirraligiga qarab, toliqish sinovlarining tajriba uslubining murakkablik darajasi bo’yicha qurilgan, quyidagi mumkin bo’lgan variantlarini tavsiya etish mumkin:

- qurilish materiallarining silliq namunalarni sinash;
- kuchlanish konsentratorli namunalarni sinash, toliqishdan sodir bo’ladigan yoriqlar shartlarining tadqiqoti;
- yoriqli standart namunalarni sinash;
- qoldiq kuchlanishlarni hisobga olib, konstruksiya fragmentlari va tugunlarini murakkab kuchlanganlik holatida sinash;

- muhit haroratini hisobga olib, konstruksiya fragmentini sinash;
- tasodifiy takrorlanuvchi-o'zgaruvchi yuklarga sinash.

Qisqa muddatli yuk ta'sirlariga dinamik sinov. Konstruksiya ishini katta jadalli qisqa muddatli dinamik yuklarda tajribaviy baholash quyidagi masalalarni hal qilishni ko'zda tutadi:

- deformatsiyalanish tezligini qurilish materiallarining mustahkamlik va reologik xossalari ta'sirini aniqlash;

- yuk impulsi parametrlarini (davriyligi, shakli, maksimal qiymatlari) konstruksiyaning kuchlanish-deformatsiya holati kinetikasi, noelastik deformatsiyalarning sodir bo'lishi va taraqqiy etishida kuchlarning qayta taqsimlanishi, yoriqbardoshlik va ko'taruvchanlik xususiyatiga ta'sirining tadqiqoti;

- inshootlar konstruktiv elementlarining birgalikdagi ishi va impulsi ta'sirlar asoslarining tadqiqoti.

Ko'p sonli laboratoriya tajribalari shuni ko'rsatdiki, qurilish materiallarining mustahkamlik va deformativ xossalari yuklash tezligiga sezilarli ta'sir qilar ekan. Beton mustahkamligi deformatsiyalanish tezligi oshganda 80% gacha oshishi mumkin. Elastiklik moduli 30% gacha oshishi mumkin. Betonning yoriqbardoshligi statik yuklashdash impulsligiga o'tganda sezilarli – 2,5 martadan ortiq oshishi mumkin. Betonning tegishli dinamik zichlanish koeffitsiyentining qiymati beton strukturasi, kuchlanganlik holatining turi va yuklash tezligiga bog'liq.

Yuklashning yuqori tezligida konstruksion po'lat va quymalarning mustahkamlik va deformatsiyaga oid tavsiflari o'zgaradi. Masalan, kamuglerodli po'lat uchun deformatsiyalanish tezligi 10^3 s bo'lganda, oquvchanlik chegarasi taxminan 3 marta, mustahkamligi esa 40% ga oshadi. Armaturali po'latlar uchun, vaqtinchalik qarshilik va oquvchanlik chegarasining oshishi tegishdicha 20 va 90% ni tashkil etadi. Toshli materiallar, plastmassa, alyuminli qorishmalarning dinamik mustahkamlik va deformatsiyaga oid xossalari kam o'rganilgan. Ammo bu konstruktiv materiallar uchun statik deformatsiyalanishdan yuqori tezlikka o'tilganda, mustahkamligi va deformatsiyalanish diagrammasi o'zgarishini ta'kidlash mumkin.

Shuni ta'kidlash lozimki, konstruksion materiallarning yuqori tezlikdagi deformatsiyalanishi, ularning mustahkamlik va reologik xossalarining o'zgarishini qisqa muddatli dinamik yuklarga hisoblashda e'tiborga olish, materialni ancha tejash imkonini beradi. Buni shu bilan tushuntirish mumkinki, yukning birkarrali ta'sirida katta plastik deformatsiyalarga ruhsat etiladi, aynan material ishining shu bosqichigacha uning mexanik xossalarining yaxshilanishi ta'kidlangan.

Namunalarni zarbali siqilish va cho'zilishga sinash, qoidaga muvofiq, tik kopyorli uskunalarda olib boriladi. Zarbali sinash uslubi yuqori tezlikdagi deformatsiyalanishning bir qator o'ziga xos xususiyatlarini hisobga oladi. Bularga quyidagilar kiradi: deformatsiya va kuchlanish tarqalishining to'liqini

xususiyati va, o'z navbatida, namunaning balandligi bo'yicha kuchlanish-deformatsiya holatining bir xil emasligi; lokalizatsiyalashgan (mahalliyashgan) plastik deformatsiyalarning katta gradiyenti, plastik deformatsiyalar taraqqiy etishining tezligi, hamda mikro- va makroyoriqlar taraqqiy etishining tezligi. Materialning zarbali sinash natijalari bo'yicha hisobiy mustahkamlik tavsiflarini belgilashda shuni e'tiborga olish lozimki, olingan ma'lumotlardan kuchlanishlar konsentratori (mujassamlashtirgichi) bo'lmagan konstruksiyalar uchun foydalanish mumkin. Kuchlanishlar konsentratori (payvandli choklar, teshiklar va sh.o'.) bo'lgan konstruksiyalarda yoki konsentratorlar sodir bo'lganda (yoriqlar ko'rinishida) silliq namunalar sinovi natijalari tegishli kuchlanishlar konsentratori bo'lgan namunalarni zarbali yuklashga sinash bilan to'ldirilishi lozim. Qo'shimcha sinov natijasida deformatsiyalanishning yuqori tezligida metallar mo'rtligining oshishi oqibatida konstruksiya elementi mustahkamligining mumkin bo'lgan kamayishini miqdoriy baholash lozim.

Yuqori tezlikli deformatsiyalanish bosqichlarini o'lchashning o'ziga xos spetsifik xususiyatlari tajriba o'tkazish texnikasini murakkablashtiradi. Xatto namunalarni sinashda ham texnik qiyinchiliklar (betondagi yoriqlarning kattalashish tezligini ketma-ket uziladigan tenzorezistorlar yordamida qayd qilishda, plastik deformatsiyalarning maksimal qiymatini, ularning yuqori gradiyentli zonasida aniqlashda, elastik va plastik to'lqinlar tarqalash tezligining farqini hisobga olib dinamik diagrammani $\sigma - \varepsilon$ qurishda) sodir bo'ladi. Konstruksiyalarni katta jadalli qisqa muddatli yuklar bilan sinashda qayd qilish va natijalarni qayta ishlash bosqichida ham qo'shimcha qiyinchiliklar bo'ladi. Bu ob'ektning bir necha bir-biridan uzoqlangan zonalarida elastik-plastik deformatsiyalarni sinxronli yozuvi va ularni keyinchalik tahlili zaruratidan kelib chiqadi. Shuning uchun konstruksiyalarni zarbali yuklarga o'tkaziladigan sinovlarining soni bunday tajribalar usluboti yetarlicha ishlab chiqilmagani uchun ancha cheklangan.

Impulsi yuklashda konstruksiyalar ishini baholash bo'yicha tajribalar ham uslubiy, ham nazariy aspektlarda hozirgi zamonda ilmiy tajribalar sohasiga kiradi. Bu tadqiqotlarda konstruksiyalarning ko'taruvchi elementlarining zarbali yukda ularning o'zaro hamda asos grundi bilan o'zaro ta'sirini e'tiborga olib, chegaraviy holatining shakllanishi bilan bog'liq bo'lgan masalalarni o'rganishadi. Zarbali sinovlar ko'pincha bir-ikki konstruktiv elementlarni o'z ichiga olgan inshoot fragmentlarida o'tkaziladi, masalan, tayanchlarda biriktirilgan rigel, orayopma plitasi - rigel; rigel - kolonnalar, rigel - tayanch - asos va sh.o'. Bu sinovlarda havfli kesimlardagi deformatsiya va siljishlar aniqlanadi, ikkita yuk ko'taruvchi elementlar deformatsiyalanishining elastik va elastik-plastik bosqichlarida sodir bo'ladigan birgalikdagi absolyut va nisbiy siljishlaridagi dinamik reaksiya va inersiya kuchlari baholanadi. Bunday sinovlar natijalari inshootlar konstruksiyalarining zarbali ta'sirlardagi ishini tajriba-nazariy tadqiqotining tarkibiy qismidir. Shuni ta'kidlash lozimki, haqiqiy sinovlarni o'tkazish uslubiga umumiy usul (yo'l) mavjudligiga qaramasdan, har

bir aniq tajriba individual (shaxsiy) hisoblanadi. Tajribani hamma detallariga qat'iy va aniq amal qilib qaytarish mumkin emas, chunki har bir yangi tajriba – bu sinash uslubi, texnikasi va ob'ekti rivojida yangi mukammallashtirilgan pog'onadir. Shuning uchun, sinashning hamma holatlari uchun yaraydigan universal tavsiyanomalar bo'lishi mumkin emas. Tadqiqotchi-sinovchidan har doim ijodkorlik elementlarini yaratish talab etiladi. Agar qurilish konstruksiyalarini hisoblash misoli muhandis uchun detalli qo'llanma bo'lib xizmat qilsa, konstruksiyalarni sinash misoli tajribaviy qidiruvni illyustratsiya (tasvirlab ko'rsatish) qilishi, uslubotni mukammallashtirishi kerak.

Konstruksiyaning har bir aniq belgilangan sinovini uning uslubini yaxshilashga olib keladigan mukammal o'rganish predmeti deb qarash lozim. Bunday ratsional ilmiy asoslangan o'lchashlar nafaqat uning holatini texnik instrumental nazoratini mukammallashtirish imkonini beradigan, balki ob'ektning foydalanishga oid tavsiflarini uslubiy tomondan yaxshilaydigan, bosim idishlarining qabul qilishdagi sinovlari uslubotini rivojlantiradigan ko'nikmalardir. Shu maqsadda o'tkazilgan tajribaviy ishlar natijasi katta amaliy ahamiyatga egaligi bilan qiziqarli bo'lib, haqiqiy konstruksiyalarni statik, dinamik va akustik sinovlari zamonaviy mukammallashtirilgan uslubidan kompleks foydalanish evaziga olinadi.

5.3. Ko'priklarni statik va dinamik yuklar bilan sinash uslubi

Ko'priklarni sinashning asosiy vazifasi butun inshootning yoki uning ayrim elementlari haqiqiy ishining xususiyatini aniqlashdan iborat. Ma'lumki, ko'prik konstruksiyalarini hisoblashda materiallarning ma'lum ideallashtirilgan xossalari bilan hisobiy sxemalarida ma'lum bir soddalashtirishlarga ruhsat etiladi. Demak, ko'prik konstruksiyalari va ular 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 ularning haqiqiy ishiga ta'sirini aniqlash imkonini beradi. Ko'priklarni sinash quyidagi holatlarda o'tkaziladi:

– yangi inshootlarni boshlang'ich, umumiy va mahalliy deformatsiyalar – salqiliklar, 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'prikni sinashdan oldin uni tekshirish lozim. Ko'prikni 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'prikni sinash laboratoriya tadqiqotlari bilan birgalikda olib boriladi. Tajriba o'tkazish uchun, oldindan uning dasturi va uslubi 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 priborlari va o'zi yozib boradigan qurilmasi bo'lgan apparaturalar bilan amalga oshiriladi. Aniq inshootning sinovini o'tkazishda pribor 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 priborlarni 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 moslamala va priborlar yaratiladi.

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

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

Sinov yuklarini ko'prikka qo'yish vaqti oldindan kelishiladi. Foydalanishdagi ko'prikni 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'prikn 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 rosmana (haqiqiy) va laboratoriya sinovlariga farqlanadi. Rosmana 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. Rosmana sinov jarayonida konstruksiyaning haqiqiy ishining hisobdagsiga mosligi, butun ko'prik va uning ayrim elementlarining ko'taruvchanlik xususiyati baholanadi, oraliq qurilmalar (ba'zida uning ayrim elementlari)ning foydalanish yoki sinov yuklaridan sodir bo'ladigan umumiy salqiliklari bilan tavsiflanadigan bikirligi, 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 holatining 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.

Ko'priklarga ta'sir qiladigan tashqi yuklar xususiyatiga qarab sinash ikki turga bo'linadi: statik va dinamik. *Statik sinov* jarayonida konstruksiya yoki uning ayrim elementlarining kuchlanish-deformatsiya holati statik yuk ta'siri ostida baholanadi, *dinamik sinov* jarayonida esa oraliq qurilmalarning dinamik tavsiflari (butun oraliq qurilma yoki uning ayrim elementlarining tebranish davri va chastotasi, erkin va majburiy tebranishlari, tebranishning so'nish tezligi, dinamik koeffitsiyent 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'prikda 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.

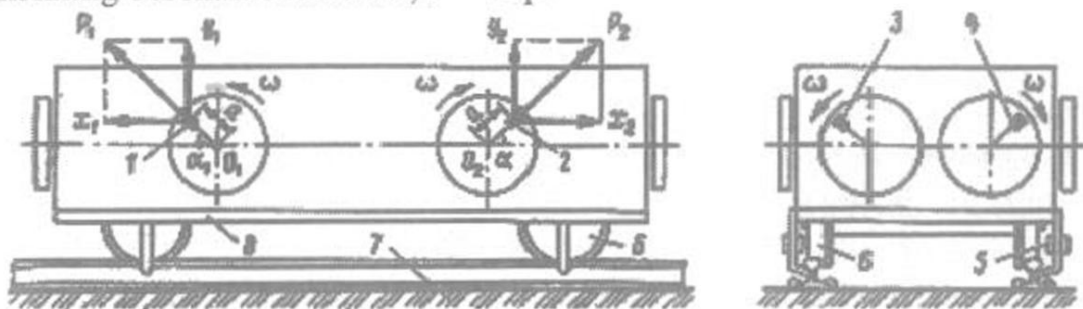
Dinamik sinovlarda sinov yuklari sifatida quyidagilardan foydalaniladi: harakatlanuvchi poyezd, maxsus sinov poyezdlari, vibratsiyalash mashinalari, maxsus zarbali yuklar. Birinchi holda ko'prikka dinamik ta'sirlar o'tayotgan poyezdlar yordamida sodir qilinadi. Bu oraliq qurilma yoki uning ayrim

elementlarining foydalanish yuki ostida haqiqiy ishini baholash imkonini beradi. Bunday sinovlar poyezdlarning harakatlanish grafigini buzmaydi, va nafaqat ko'priknining dinamik tavsiflarini, balki real foydalanish sharoitida ko'prikdan uzoq foydalanishda uning ishini ishonchligini 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 foydalaniladi. Oraliq qurilmaning to'laroq dinamik tavsiflarini olish maqsadida ko'priikka aylanadigan markazlashgan massali (1 - 4) vibratsiyalash mashinalari bilan sodir qilinadigan vibratsiyali yuk bilan ta'sir qilinadi (5.7-rasm). Ularni har xil turdagi majburiy tebranishlar sodir qilish imkonini beradigan regulirovkali (rostlagichli) diapazoni yetarlicha katta: tik, gorizontal (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:

$$R = ta \omega^2 \sin \omega t, \quad (5.5)$$

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



5.7-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

a va aylanish tezligini o'zgartirib, sinaladigan konstruksiyada rezonans sodir bo'ladigan diapazongacha har xil davrli inersion kuchlarni olish mumkin. 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. Bikirligi nisbatan katta bo'lmagan oraliq qurilmalar shu usulda sinaladi. Agar

yuk oraliq qurilmaga tashlansa, xuddi shunday ta'sir olinadi. Oraliq qurilmaning gorizontal 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 priborlari sinovlardan oldin konstruksiyalarga o'rnatilishi va ko'rsatgichlarning stabilligini ta'minlash uchun ishonchli mahkamlanishi va tashqi atmosfera ta'sirlaridan himoyalaniishi lozim. Sinovlardan oldin priborlarga yaqinlashish imkoni borligi, ularning yoritilishi, hamda texnika xavfsizligi bo'yicha chora-tadbirlarning bajarilishini tekshirish lozim.

Ko'prikn *statik yukka sinash* hamma priborlardan "no'lli" ko'rsatgichlarni yozishdan boshlanadi, keyin esa dastlabki yuklashga kirishiladi – "obkatka-pishitishga)": priborlarning ko'rsatgichlarini kuzatib, qo'zg'aluvchan yukni oraliq qurilma bo'ylab kichik tezlikda o'tkazadi. Yukdan bo'shatilgan so'ng priborlarning ko'rsatgichlari yana tekshiriladi. Bu ishlarni tugatib, ko'prik sinov yuki bilan yuklana boshlanadi. Sinov dasturida belgilangan yukning har bir holati uchun priborlar bo'yicha ko'rsatgichlarni yuk ostida va u siz yozish bilan yuklash kamida uch marta takrorlanadi. Statik sinovlarning zaruriy sharti – priborlar ko'rsatgichlarini yozishga ketadigan vaqtni qisqartirish. Bu maqsad uchun yaxshisi ko'rsatgichlarni avtomatik qayd qiladigan priborlardan foydalanishdir. Ko'rsatgichlarni vizual qayd qilishda bitta kuzatuvchi tomonidan xizmat qiladigan priborlar soni minimal bo'lishi kerak. Priborlarning ko'rsatgichlari har bir sikl yoki yuklash pog'onasi bo'yicha sinovlar jurnalida batartib yozib boriladi. Jurnalga sinov o'tkazish sanasi va vaqti, yuklash xususiyati, yukni qo'yish joyi, konstruksiyaning holatining o'zgarishi to'g'risidagi ma'lumotlar, turtkilar, zarbalar, yoriqlarning ochilishi va sh.k. lar, hamda haroratning o'zgarishi to'g'risida, atmosfera yog'ingarchiliklari va sh.o'. lar yoziladi.

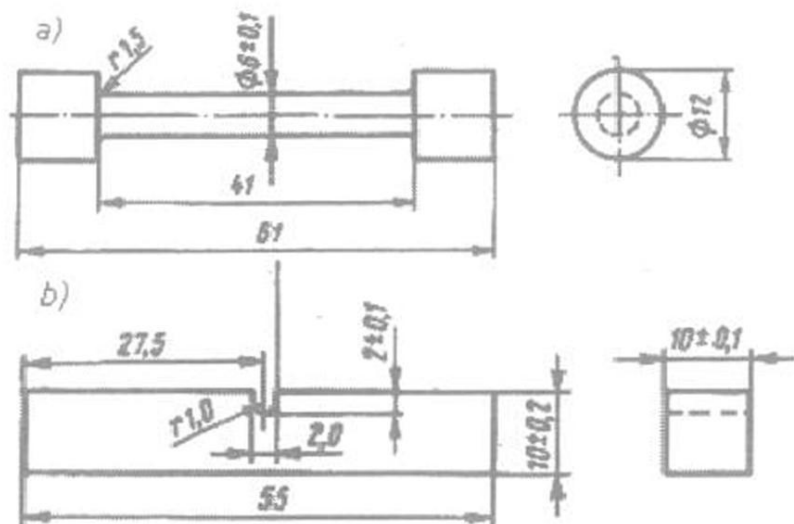
Dinamik yuklar bilan sinashda sinov yuklarini ko'prik bo'ylab har xil tezlikda, 5 km/s dan ("sudralish") maksimal ruhsat etilganicha o'tkaziladi. Har bir berilgan tezlikda o'tish soni kamida uch martadan kam bo'lmasligi kerak. Priborlarning turi, soni va joylashishi sinov maqsadiga bog'liq bo'ladi. Masalan, umumiy siljishlarni o'rganish uchun odatda oraliq qurilmalarning tik va gorizontal 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 salqiliklarni o'lchash uchun priborlar ikki bosh ferma (to'sin)lar oralig'ining o'rtasida o'rnatiladi. Agar tebranishning eng yuqori shakli sodir bo'lishi mumkin bo'lsa, unda priborlar oraliqning choragida ham

o'rnatiladi. Tebranishlar Geygerning mexanik priborlari yoki ossillograf yordamida qayd qilinadi. Gorizontaal tebranishlar progibomerlar va DTMI (DIIT) konstruksiyasining gorizontaal mayatniklari yordamida qayd qilinadi. Ko'pgina hollarda dinamik sinovlar o'tkazishda konstruksiyaning ayrim elementlaridagi deformatsiyaning o'zgarishlari yozib boriladi. Priborlar soni va ularning joylashishi sinovlar dasturi va maqsadiga bog'liq bo'ladi. Harakat tezligi va o'tkaziladigan poyezdlardagi o'qlar soni qayd qiluvchi (ro'yxatga oluvchi) apparatura bilan biriktirilgan, maxsus pedal (tepki)lar va induksiyali datchiklar yordamida aniqlanadi.

Ko'priklarning yuk ko'taruvchanligi va ishonchliligini baholash uchun, materiallarning mexanik tavsiflarini bilish lozim. Material to'g'risida texnik hujjatlarning yo'qligi yoki uning sifatini loyihaviy ma'lumotlarga, ba'zida esa material kimyoviy tarkibini ochiq mos kelmasligida, uning asosiy mexanik tavsiflari ko'priklarni sinash jarayonida aniqlanadi. Materialning mustahkamlik tavsiflarini laboratoriya va dala sharoitlarida baholash mumkin. Laboratoriya tadqiqotlari ko'proq to'la va ishonchli natijalarni beradi. Ammo ularni o'tkazish uchun, hamda materialdan namuna (nusha) olish ham ko'p vaqt talab etadi, bu esa ba'zida konstruksiyaning shikastlanishiga olib kelishi mumkin. Nazoratning dala usuli materialning mustahkamlik tavsiflarini tez olish imkonini beradi, ammo ular uncha to'la va aniq emas.

Foydalanishdagi ko'priklarda har xil materiallardan tayyorlangan elementlarni uchratish mumkin: chugun (tayanch qismlari), payvandlangan temir, quyma temir va zamonaviy (kam uglerodli, kam ligerlangan va b.) po'latlardan. Tekshirishlarda metall jinsini o'rnatish katta ahamiyatga ega. Dastlab buni zubila bilan uyib olingan yangi siniq qirindilar ko'rinishiga qarab aniqlash mumkin. Quyma temir sinig'ida tiniq mayda donali struktura mavjud. Payvandlangan temir sinig'ida kul rangli qatlamli struktura kuzatiladi. Chugun qirindilari oson sinadi va sinig'i kul rangli yirik donali strukturaga ega. Ikkilanadigan holatlarda metall jinsi namunalarni laboratoriyada metallografik tadqiqotlar bilan aniqlanadi. Metallning asosiy mexanik tavsiflari va kimyoviy tarkibi namunalarni laboratoriyada sinash orqali aniqlanadi. Namunalar oraliq qurilmalardan uning elementlarining ishchi kesimini uncha kuchsizlantirmasdan, pichoq yoki parmalab, gaz bilan qirqib olinadigan tayyorlanma (yarim mahsulot-zagotovka)lardan tayyorlanadi. Kuchsizlangan uchastkalar ustamalar (nakladkalar) bilan yopiladi. Shuni esdan chiqarimaslik kerakki, gaz bilan qirqib olinadigan tayyorlanmalardan namunalarni tayyorlashda, namunaning ishchi yuzasi qirqish chetidan kamida 10 mm ga uzoqlashtirilishi kerak.

Po'latning mustahkamlik chegarasi (vaqtinchalik qarshilik), oquvchanlik chegarasi, uzayishi yoki qisqarishi standart namunalarda aniqlanadi, ko'pincha Gagarin besh karralisida (5.8, a-rasm). Zarbali qayishqoqligini aniqlash uchun, namunalar o'yiqlar bilan tayyorlanadi (5.8, -rasm). Namunalarning har turidan kamida uchtdan bo'lishi kerak.



5.8-rasm. Metallning mexanik tavsiflari aniqlash uchun namunalar:
 a – Gagarin besh karralisi; b – zarbali qayishqoqlikka sinash uchun o'yiqli

Namunalarning minimal soni o'lchami 130x40x10 mm bo'lgan tayyorlanmadan tayyorlanadi, undan kimyoviy tahlil uchun ham namuna (andaza-proba) olish mumkin: qirindilar yoki maydoni kamida 2 sm² bo'lgan tekis yuzali bo'lak (spektral tahlil uchun).

Prokat (chig'irlangan) metall prokatka bo'ylab va ko'ndalangiga har xil mexanik tavsiflarga ega, shuning uchun namunalar qat'iy ravishda prokatga yoki kuch uzatilish yo'nalishi bo'yicha oriyentir qilinadi. Yo'nalishlar tayyorlanmalarda ko'rsatiladi.

Foydalanishdagi temirbeton konstruksiyalar betonining mustahkamligini aniqlash juda qiyin, chunki beton – mustahkamligi ko'p omillarga bog'liq bo'lgan va bitta tajriba miqyosida anchagina farqlanadigan nojinsli material. Laboratoriya tajribalari uchun konstruksiyalardan namunalar tayyorlash uchun kernlar (olingan jins namunasi) qirqib olinadi. Namuna olishning eng qulay usuli diametri 70...150 mm bo'lgan silindr parmalab olishdir. Ular katta o'lchamga ega, shuning uchun temirbeton konstruksiyalar elementlaridan olishning har doim ham imkoni bo'lavermaydi, va betonni sindirmasdan mustahkamligini baholash imkonini beradigan, sindirmaydigan usullari keng qo'llaniladi. Sindirmaydigan usullarni tajribaga tayyorlash bo'yicha ikki guruhga bo'lish mumkin. Birinchi guruhga beton mustahkamligi beton jinsiga oldindan betonlangan sterjenlarni yoki konstruksiya betoniga parmalab o'rnatilgan shpurlarni sug'urib olishga sarflanadigan kuch qiymati bo'yicha aniqlanadigan usullar kiradi. Ikkinchi guruhga beton mustahkamligi quyidagi usullarda aniqlanganlari kiradi: 1) bolg'a, zubilolar (qirqadigan asbob), sharik yoki boshqa boykalar (to'qmoqning uruvchi qismi) bilan beton yuzasiga urilganda qoldirgan iz maydoni bo'yicha plastik deformatsiyalar usuli; 2) boykani orqaga qaytishi (otskok) bo'yicha; 3) ultratovushning o'tish tezligi bo'yicha. Bu usullar oldingi bo'limlarda to'la keltirilgan. Quyida ko'priklarni

sinashda qo'llaniladigan usul va vositalar keng ko'lamda yoritiladi.

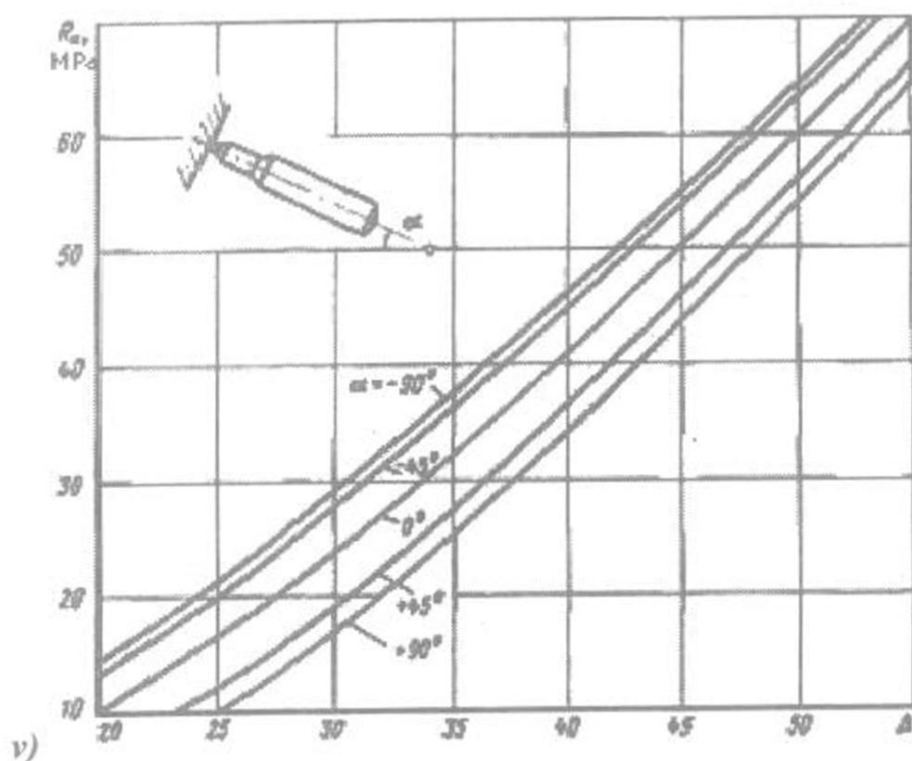
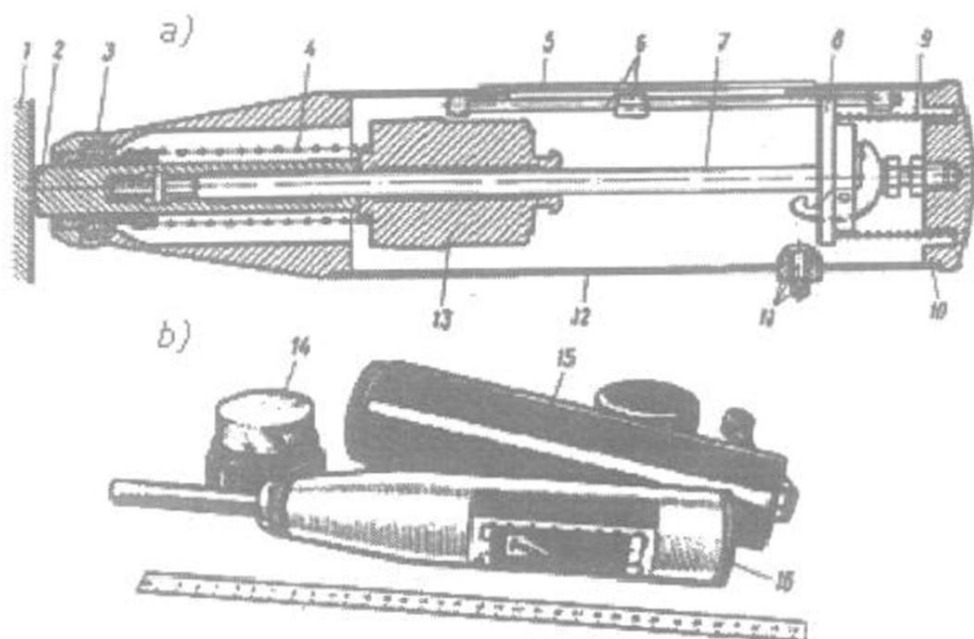
Plastik deformatsiya usuli beton mustahkamligi R bilan zarbaning ma'lum bir energiyasida sferik in'ektorning betonga kirishini tavsiflaydigan bilvosita ko'rsatgichi orasidagi bog'lanish mavjudligiga asoslangan. Bu usul har xil moslamalar yordamida amalga oshiriladi, masalan, Kashkarov bolg'asi, Shmidt sklerometri va b. Shmidt *sklerometri* ko'priklarni sinashda eng ko'p qo'llaniladi (boykaning orqaga qaytish usuli). Priborning ishlash tamoyili quyidagilardan iborat: zarba sterjeni kallagini 2 sekun bosish bilan (5.9,a-rasm) blakirovkadan 11 bo'shatiladi, bunda sterjen korpusdan siljiydi, zarba sterjenini oldindan qum qog'oz yordamida tozalangan tadqiqot qilinadigan yuzaga 1 bosiladi. Sterjen korpusga to'laligicha kirishi bilan, molot 13 zarba beradi. Zarba berish daqiqasida pribor tekshiriladigan konstruksiyaning tekisligiga qat'iy tik joylashishi lozim. Molot 13 zarbasidan so'ng graduirovka shkalasi 5 bo'yicha dvijokni 6 siljitib, orqaga sakrab ketadi. Dvijok 6 holatining ko'rsatmasi (hisobi) molotning teskari siljish qiymatini beradi, bunga qarab esa pribor korpusida tasvirlangan grafik bo'yicha konstruksiyaning mustahkamligi aniqlanadi. (5.9,b-rasm). O'lchovlar ishlov berilgan tekislikning 10 ta nuqtasida amalga oshiriladi. Mustahkamlik qiymatlarining o'rtachasi hisobiy qilib olinadi. Pribor gorizontal holatda etalonlashtirilgan. Agar sklerometr qiya yoki gorizontal tekislikka o'rnatilsa, unda teskari qaytish D o'lchamini nazorat qilish lozim (5.9,v-rasm). Eski betonlarni tekshirishda, ularning yuza qatlami 10 mm chuqurlikkacha olib tashlanadi va 5-10 marotaba o'lchovlar o'tkaziladi.

Beton mustahkamligini ultratovushning o'tish tezligi bo'yicha aniqlash usuli. Ultratovushning tarqalish tezligi – bo'ylama, siljish va ko'ndalang elastiklik, zichlik va geometrik shaklning funksiyasi.

Material mustahkamligi (elastiklik tavsiflari) va undan ultratovushning o'tish tezligi orasida to'g'ri bog'liqlikni yo'qligi mustahkamlikni baholashni qiyinlashtiradi. Ultratovush bilan betonnin sinashda ultratovush tarqalish tezligi va mustahkamlik orasidagi bog'liqlikka ta'sir qiladigan omillarni (to'ldiruvchilarning tavsiflari, ularning betondagi miqdori, tayyorlash texnologiyalari, harorat va b.) hisobga olish lozim. Bu omillar ta'sirini hisobga olish uchun kubiklarni sinash orqali ultratovushlarning tarqalish tezligi bilan beton mustahkamligi orasidagi bog'liklikning tarirovka egriligi quriladi (5.10-rasm). Foydalanishdagi ko'priknin sinovdan o'tkazayotganda, agar betonning tarkibi noma'lum bo'lsa, unda beton mustahkamligi va ultratovush tezligi orasidagi bog'liklikni o'rnatish uchun, konstruksiyadan olingan bo'lak (kern)ni qo'shimcha sinash lozim bo'ladi. Unda beton mustahkamligi:

$$R_k = R \left(\frac{v_k}{v} \right)^4, \text{ bunda } R_k - \text{pressda kernlarni sinash natijasida olingan}$$

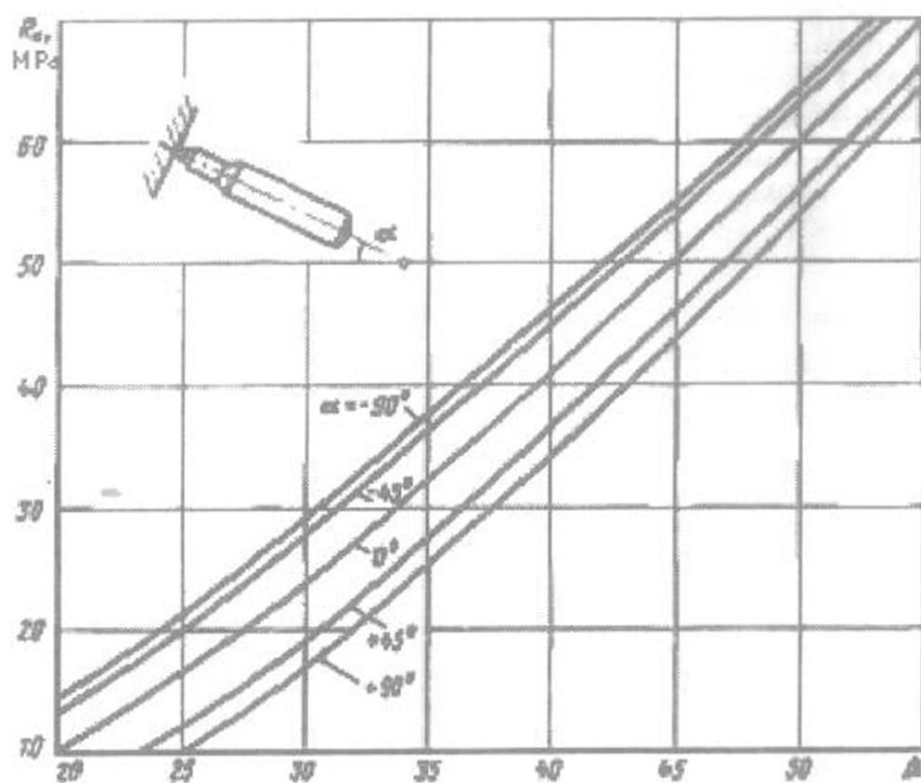
beton mustahkamligi; v_k , v – tegishli kernlarda va konstruksiya betonida ultratovushning o'tish tezligi.



5.9-rasm. Shmidt sklerometri: a) – bo'ylama kesim; b) – umumiy ko'rinishi;
 1 – tekshiriladigan konstruktsiya; 2 – zarba sterjeni, 3 – qalpoqchasi,
 4 – zarba prujinasi; 5 – shkalali darcha; 6 – sterjenli dvijok;
 7 – yo'naltiruvchi sterjen; 8 – yo'naltiruvchi shayba, 9 – siqadigan prujina;
 10 – qopqog'i; 11 – ushlab turuvchi (stopornaya) tugma; 12 – korpus;
 13 – molot; 14 – qum qog'ozli qopqog; 15 – g'ilof (futlyar); 16 – pribor;
 v) – Shmidt sklerometr ko'rsatgichi Δ bilan betonning siqilishdagi
 mustahkamligi orasidagi bog'liqlik

Ultratovush o'tish tezligiga har xil omillarning ta'sirini tuzatuvchi

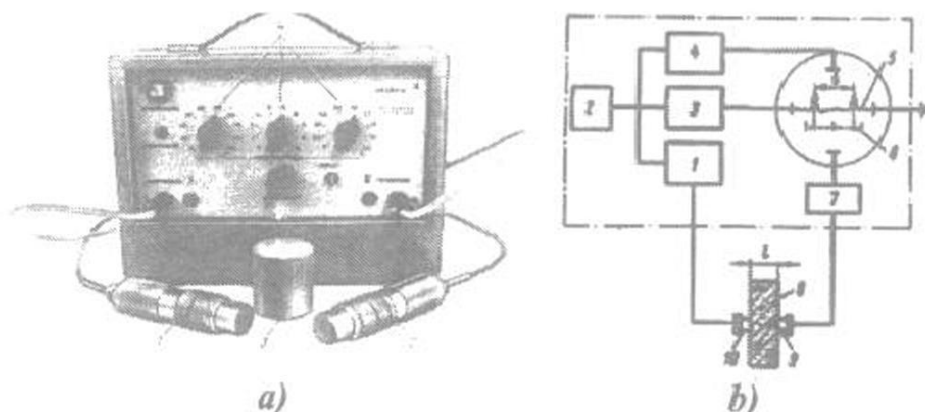
koeffitsiyentlar kiritish orqali differensiallab hisobga olish mumkin. Ayrim omillar ta'sirini esa faqat sinov natijalariga bo'yicha baholash mumkin. Beton mustahkamligini ultratovush usulida topish aniqligi taxminan 10% ni tashkil etadi. Beton mustahkamligini aniqlash uchun mo'ljallangan (kutuvchi) yoyilmali (jdumey razvertkoy) elektron ossillografning tamoyiliy sxemasi bo'yicha ishlaydigan ko'pgina ultratovush priborlari mavjud. Ultratovush impulsli priborning sxemasini ko'rib chiqamiz (5.11,b-rasm). Yuqori chastotali generator I yordamida sodir qilinadigan impulsli tok, ketma-ket nur tarqatgichga 10 yuboriladi, unda ular ultratovushlarga aylanib, sinaladigan elementga jo'natiladi. Bir vaqtning o'zida elektr signal kutuvchi razvertka 3 blokiga tushadi va u ish boshlaydi. Sinaladigan element orqali o'tib, ultratovush impulsleri qabul qilgichga 9 tushadi, unda ular yana elektr impuls larga aylanadi va kuchaytirgichga 7 , undan esa elektron nurning vertikal siljishini keltirib chiqarib, elektron-nurli naycha (trubka)ga tushadi.



5.10-rasm. Ultratovush tezligi bilan beton mustahkamligi orasidagi bog'liqlik:
1 – betondagi to'ldiruvchi – yirik peschanik; 2 – yirik dolomit

Betonga ultratovush impulsini yuborish va uni elektronnurli naycha ekranida qabul qilish momenti ossillogrammada 5 "sakrash" (vsplesk)lar bilan belgilanadi. Ular orasidagi masofa ma'lum bir masshtabda impulsning sinaladigan element orqali o'tish vaqtiga t mos keladi. Elektronnurli naycha ekranida blok 4 yordamida vaqt shkalasi 6 belgilanadi, undan esa vaqt t aniqlanadi. t qiymati va tekshiriladigan element qalinligi bo'yicha

ultratovushning o'tish tezligi aniqlanadi: $v = l/t$, undan esa – tarirovka grafigi bo'yicha beton mustahkamligi. Zamonaviy ultratovush priborlari qalinligi 0,1...12 m bo'lgan betonli konstruksiyalarni sinash imkonini beradi (5.11, a-rasm).



5.11-rasm. a) – «Beton-5» ultratovush pribori; 1 – nur tarqatuvchi; 2 – nur qabul qiluvchi; 3 – etalon; 4 – o'lchov shkalalari; b) – ultratovush impulsi priborning blok-sxemasi: 1 – impulslarning yuqori chastotali generatori; 2 – tok beruvchi generator; 3 – kutuvchi razvertka bloki; 4 – vaqtning masshtab belgisi; 5 – ossillogramma; 6 – vaqt shkalasi; 7 – kuchaytirgich; 8 – sinaladigan element; 9 – nur qabul qiluvchi; 8 – nur tarqatuvchi

5.4. Yashiringan nuqson va shikastlanishlarni aniqlash usullari

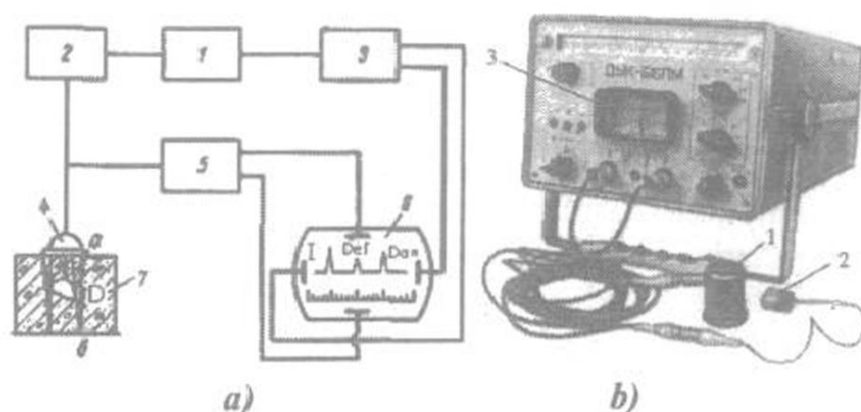
Ko'priklar konstruksiyalari elementlarining ichida foydalanishdagi ishonchlilikni kamaytiradigan nuqson va shikastlanishlar (yoriq, chuqurlik, teshiklar, bo'shliq, boshqa jinsli material va boshqalar) bo'lishi mumkin. Bunday nuqsonlarni ko'z bilan aniqlash qiyin. Yashiringan nuqson va shikastlanishlarni aniqlash uchun akustik va magnit usullariga, radioaktiv nurlash va rentgen nurlaridan foydalanishga asoslangan nuqson aniqlagich (defektoskop)lar keng ko'lamda qo'llaniladi.

Akustik usul elastik to'lqinlarning keng chastotali diapazonidan foydalanishga asoslangan. Elastik tebranishlar chastotasiga bog'liq holda infraqizilli (20 Gs gacha), tovushli (20 Gs dan 20 kGs gacha), va ultratovushlilarga (20 kGs va undan katta) bo'linadi. Bu chastotalardan akustik usullar bilan nazorat qilishda tovushli va ultratovush diapazonlisini qo'llashadi. Elastik to'lqinlar ultratovush diapazonida uzluksiz yoki impulsi rejimda nurlaydi. Ultratovush har xil materiallardan tayyorlangan konstruksiyalar elementlari va har xil tugunlarini sindirmasdan nazorat qilish imkonini beradi. Defektoskop ishi tekshiriladigan konstruksiya materiali butunligi yoki tuzilishi birjinsligining (yoriqlar, qatlamlanishlari, bo'shliqlari va sh.o'.) buzilishida ultratovush to'lqinlarining qisman akslanishi (ta'sir qilishi) va yoyilishiga asoslangan. Defektoskop tekshiriladigan buyumga chastotasi 0,5 dan 25 MGs gacha bo'lgan ultratovush to'lqinlarini yuboradi va konstruksiya orqali to'g'ri

(sidra bo'sh) o'tadigan nurlash yoki material akustik tavsiflari o'zgarishini sezadigan (exo-usul) yuzasidan qaytadigan to'lqin parametrlarini qayd qiladi.

Har xil materiallarda elastik tebranishlarni qo'zg'atish uchun, p'zoelektrik yoki magnitstriksionli o'zgartirgichlar (preobrazovатели) qo'llashadi. Ultratovush to'lqinlarni tekshiriladigan konstruksiyaga moylama (smazka) bilan biriktirish usulida qidirgich (iskatel – piezoelektrik o'zgartirgich) bilan yuborish maqsadga muvofiq.

Metall va temirbeton konstruksiyalardagi yashiringan nuqsonlarni ko'pincha impulsli nurlash bilan exo-usulda aniqlashadi. Eng oddiy defektoskopda (5.12, a-rasm) sinish xossasi va ultratovush to'lqinlarning ikkita har xil muhitlarning bo'linish chegarasida akslanishi sodir bo'ladi. Agar ultratovush signali yo'lida mazkur materialning akustik qarshiligidan farqlanadigan nuqson (masalan, yoriq, chuqurlik, shlakli to'ldirgichlar) uchrasa, unda to'lqinlarning sinishi va akslanishi sodir bo'ladi va elektron nurli naychada qo'shimcha impuls paydo bo'ladi. Vaqt ultratovushning tezligi va yo'nalishini aniqlab, nuqsonning joyini aniqlash mumkin. 5.12, b-rasmda ko'rinmaydigan nuqsonlarni aniqlashda qo'llaniladigan DUK-66PM defektoskopi ko'rsatilgan. Beton sifatini baholash uchun uni oldingi bo'limda ko'rilgan usulda nurlashadi.

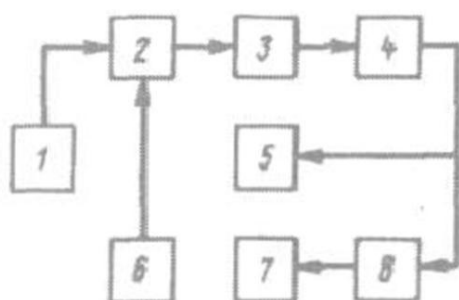


5.12-rasm. a) – Eng oddiy exo-defektoskopning blok-sxemasi: a – ultratovush yuborish yuzasi; b – ostki yuza, D – nuqson; I – ELT ekranidagi tasvir; N – boshlang'ich zondirovka signali; Don – ostki exosignal; Defo – nuqsondan qaytgan exosignal; 1 – xronizator; 2 – impuls generatori; 3 – yoyilma generatori; 4 – qidiruvchi; 5 – qabul qiluvchi trakt; 6 – indikator (ELT elektronnurli naycha); 7 – tekshiriladigan (nazorat qilinadigan) konstruksiya; b) – ultratovush DUK-66PM defektoskopi: 1 – nur tarqatgich; 2 – qidiruvchi kallak; 3 – vizual kuzatish ekrani

Konstruksiyaning ayrim qismlarida ultratovushning tarqalish tezligini sezilarli o'zgarishi bo'yicha beton zichligining kamayishi, bo'shliq, yoriqlar va sh.o'. lar mavjudligini o'rnatish mumkin.

Payvandli choklarda nuqson va shikastlanishlarning mavjudligi ultratovush to'lqinlarining 30...60° qiyalik burchagi ostida prizmatik shchuplar-nurlovchilar yordamida aniqlanadi (5.13-rasm). Shchup chok bo'ylab to'lqin ko'rinishidagi trayektoriya bo'yicha siljiriladi (harakatlantiriladi). Nuqson uchraganda

elektronnurli naycha ossillogrammasida impuls ("sakrash") paydo bo'ladi. Bir vaqtning o'zida tovushli yoki nurli signal beriladi. Nuqson chegarasini aniqlash uchun, shchup o'zining mazkur holatidan har tarafga, uning amplitudasi A ekranda taxminan ikki marta kamaymaguncha harakatlantiriladi. Shchupning bu holati nuqson chegarasiga mos keladi. Shchup holati koordinatalari, ultratovush nurining qiyaligini bilib, shikastlanish chegarasini aniqlash mumkin. Impulsi ultratovush usulini beton strukturasi mustahkamligidagi o'zgarishlarni uzoq muddatli kuzatuvlarida qo'llash qulay.



5.13-rasm. Chokdagi nuqsonlarni aniqlash sxemasi: akustik emissionli uskunaning blok-sxemasi: 1 – qidiruvchi kallak; 2 – dastlabki kuchaytirgich; 3 – elektronli filtr; 4 – kuchaytirgich; 5 – regulirovka qiluvchi blok, 6 – tok manbai; 7 – lentaga yozadigan qurilma; 8 – selektor

Akustik emissiya usuli ko'priklar konstruksiyalaridagi shikastlanishlarni aniqlash, material ichida sodir bo'ladigan jarayonlar to'g'risida axborotlar olish, sindirmasdan nazorat qilish uchun foydalaniladi. Bu usul plastik deformatsiya va mikroyoriqlar sodir bo'lganda, qattiq jismlarda hosil bo'ladigan akustik to'lqinlarni qayd qilishga asoslangan. Emissiya to'lqinlarini qayd qilib (fiksatsiya qilib), havfli nuqsonlarni aniqlash mumkin va konstruksiyalarning ayrim elementlarini ishlash qobiliyati (xususiyati)ni bashorat qilish mumkin. Bu usulning mohiyati quyidagidan tashkil topgan. Tekshiriladigan konstruksiya yuzasiga siljish deformatsiyalari yoki yuza to'lqinlariga sezgirli, 1...3 MGs chastota bilan ishlaydigan bir yoki bir nechta qidiruvchi kallaklar o'rnatiladi. Konstruksiyaning ish jarayoni yoki sinashda anchagina katta deformatsiyalar sodir bo'lishi va yoriqlar paydo bo'lishi mumkin. Ularni paydo bo'lishi impuls ko'rinishida kuchlanish emissiyasi to'lqinlarining sakrashi bilan kuzatiladi. Bu to'lqinlar qidiruvchi kallaklar tomonidan qabul qilinadi va u bo'yicha nuqsonlar aniqlanadi. Emission uskunaning sxemasini ko'rib chiqamiz (5.13-rasm, chapda). Qidiruvchi kallakka 1 yetgan emissiya chaqmoqlari (vspyshki) elektr signallariga aylantiriladi va dastlabki kuchaytirgichga 2 yuboriladi, unda signal kuchaytiriladi; keyin esa ular elektron filtr 3 orqali o'tadi, unda kichik chastotali axborot olib tashlanadi va kuchaytirgichga 4 tushadi, undan keyin – ikkita kanal orqali qayd qiluvchi blok 5 va diskriminator va selektorga 8, selektordan ular magnit lentasiga yozadigan qurilmaga 7 tushadi. Pribor ta'minlagichdan 6 tok oladi.

Magnit usullari bilan ferromagnit materiallaridagi nuqson va shikastlanishlar topiladi, himoya qatlam qalinligi va temirbeton konstruksiyalardagi armaturaning joylashishi, po'lat konstruksiyalar chirishini

oldini oladigan qatlamlarining qalinligi va b. aniqlanadi. Ferromagnit materiallardan tayyorlangan elementlardagi yoriq, bo'shliq va boshqa jinsli to'ldirgichlar ko'rinishidagi nuqson va shikastlanishlarni topish, ularning zonasida sodir bo'ladigan magnit oqimini yoyilish maydonini aniqlashga asoslangan. Yoyilish maydonini, keyin esa nuqsonlarni aniqlash uchun, eng oddiy holatlarda magnit kukuni yoki uning kam yopishadigan suyuqliq qorishmasidan (masalan, kerosindan) tekshiriladigan element yuzasiga surtib foydalaniladi. Magnit maydoni ta'sir qilganda, bu zarrachalar nuqsonlar joylashgan zonada o'ziga xos naqsh (uzor) hosil qiladi. Tekshiriladigan uchastkalariga magnit plyonkasi qo'yilganda, yanada ishonchli natijalar olinadi.

Magnitlagandan so'ng plyonkadagi yoyilish maydoni rasshifrovka qilinadi. Yoyilish maydonini qayd qilishning boshqa samaraliroq usuli P-shaklidagi elektromagnit yuzasiga o'rnatiladigan, magnitofon turkumidagi magnitli tirqish kallaklaridan foydalanishga asoslangan. Magnitli kallak o'rami bilan tirqishining eni 7...20 mkm bo'lgan doirali yoyilgan sterjendan iborat. Asosiy magnit maydoni P-shaklidagi magnit bilan sodir qilinadi. Bunday qurilmani element yuzasining nuqsoni ustiga o'rnatganda magnit kallagiga elektromagnit signalini (*e. d. s.*) yo'naltiradigan yoyilish maydoni hosil bo'ladi. Yo'naltirilgan elektr magnitli signal qayd qiluvchi priborga uzatiladi va u bo'yicha elementdagi nuqson aniqlanadi.

BOB VI. SINASHNING SINDIRIMAYDIGAN VA OPTIK USULLARI

6.1. Umumiy ma'lumotlar

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 (suyuq, 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.

6.2. Jinsga singib boruvchi usul

Nafaqat birikmalarining mustahkamligi, ularning *zichligini* ham ta'minlanishi talab qilinadigan rezervuar, gazgolider (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.

Suv bilan sinash. Tekshiriladigan sig'im odatda foydalanish belgi (otmetka)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 nozinch joylaridan sizib o'tadi.

Kerosin bilan sinash. Kerosin o'zining suvga nisbatan kam yopishqoqligi va yuza tortish kuchining kamligi tufayli u eng qichik teshiklariga kiradi va yuzaning qarama-qarshi tomoniga sizib chiqadi. Chok yuzasini tekshirayotganda bir tomonidan kerosin bilan xo'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 (pufakcha)larning paydo bo'lishi shoklarning nuqsonlik belgisidir. Gaz (havo) oqimi bosimidan sodir bo'luvchi, butunligi buzilgan joylardan chiqayotgan, ishlash tamoyili ultratovush tebranishlarni qayd qilishga asoslangan "teshik qidiruvchi" "techeiskatel" 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.

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 pufakchalar 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.

6.3. Materiallarni sinashning mexanik usullari

Metallni sinashda "qattqlikka sinash" deyiladigan tajribalar keng ko'lamda qo'llanadi. Bularga po'lat sharik yoki olmosni (Brinell, Rokvell, Vikkers 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. 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 bosish kirgizishda – oquvchanlik chegarasi sathida plastik xossalari; olmosni bosib qirgizishda – ancha katta bo'lgan deformatsiyalanishga qarshilik ko'rsatish (mustahkamlik chegarasi sathida) va b.

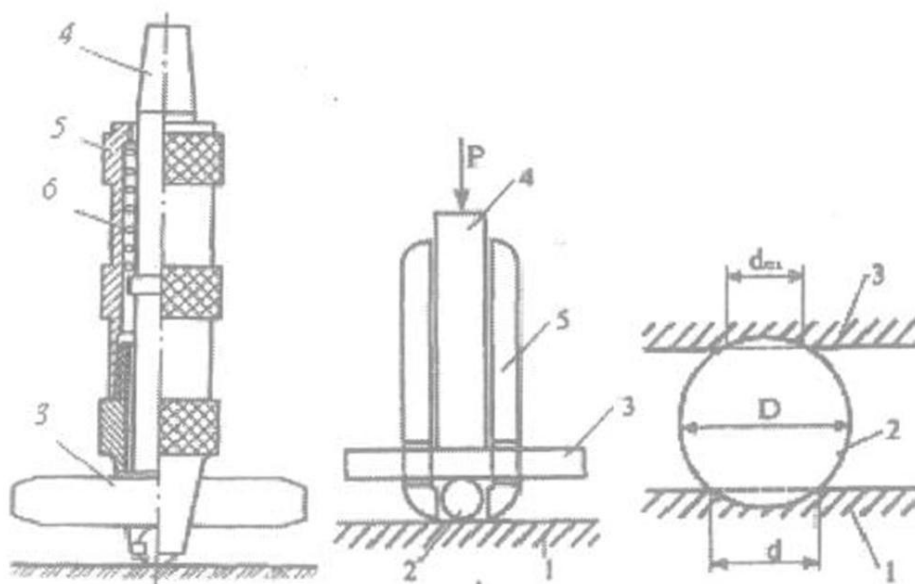
Metall mustahkamligini baholash. Po'latning mustahkamlik tavsiflarini baholashning dala usullaridan eng ko'p tarqalgani sinaladigan materialga sharikni bosib kirgizish usulidir. Bu usul bilan metall qattqligi aniqlanadi, u bo'yicha esa – mustahkamlik chegarasi. Bu tavsiflar o'zaro turg'un bog'liqlikka 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.

Qurilish amaliyotida po'lat qattiqligi, u bo'yicha esa metall mustahkamligini baholash uchun zarba bilan ta'sir qiladigan Polda pribori eng ko'p qo'llaniladi (6.1-rasm). Pribor naycha 2 dan tashkil topgan, unga kvadrat kesimli etalonga 3 siqilgan prujinali 6 boyka 1 kirgizilgan. Prujinaning qattiqligi 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 brusda 3 iz qoldiruvchi, diametri 10 mm li sharik 2 priborning uchligi (poynagi-nakonechnik) hisoblanadi. Etalon boyka va pribor xalqasi (oboymasi) 5 orasiga siqilgan. Sinashda pribor 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 qattiqligi taxminan bir xil bo'lgan hollardagina aniqroq natijalar olinadi. Olingan izlarning o'lchami bo'yicha element metallining qattiqligi aniqlanadi. Sinaladigan konstruksiyaning tekshiriladigan metallning qattiqligi NV quyidagi munosabatdan topiladi:

$$HB = HB^{ET} \times \frac{D - \sqrt{D^2 - d_{ET}^2}}{D - \sqrt{D^2 - d^2}}, \quad (6.1)$$

bunda D – po'lat sharikning 2 diametri; d – tekshiriladigan material yuzasidagi iz diametri; d_{ET} – xuddi shunday, etalon brusdagi.



6.1-rasm. Polda priborining 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 – pribor qoplamasi; 6 – prujina

NV topish va metall markasi va mustahkamligini aniqlash tegishli jadvallar

yordamida amalga oshiriladi. Qattiqligi bo'yicha mustahkamlik chegarasi quyidagi empirik formuladan aniqlanadi, MPa

$$\sigma_v = k (HV), \quad (6.2)$$

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

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

miqdori S , %	–	0,05	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50
metall qattiqligi, MPa	–	1100	1200	1350	1560	1650	1800

Polda pribori yordamida faqat taxminiy tavsiflarni olish mumkin. Ammo pribor shu qo'llanishi bilan ham amaliy foydalidir, ayniqsa quyidagi hollarda: guvohnomalanadigan konstruksiyalarning har xil elementlari materialini birjinsliligini tezlikda tekshirish lozim bo'lganda; olinadigan tayyorlanmalarning yaroqsizini olib tashlashda (metall markasini tekshirishda).

Beton mustahkamligini baholash. Beton mutahkamligini uning yuza qatlamining qattiqlik tavsiflari bo'yicha bilvosita baholashda, bu baholashni qiyinlashtiradigan quyidagi omillarni hisobga olish lozim bo'ladi:

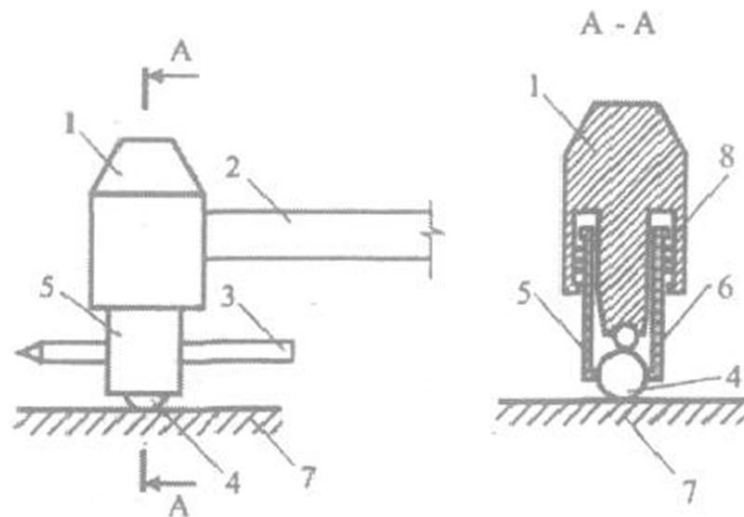
1) beton nojinsliligi bilan bog'liq "qattiqlik"ka sinash natijalarining bir-biridan katta farqlanishini. Ishonchli ma'lumotlarni olish uchun yuzadagi tekshiriladigan nuqtalar sonini oshirish va sinov natijalariga statistik ishlov berish lozim bo'lishligini;

2) yuza qatlamning qattiqlik 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 tekshirilishi 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 qatlamining mexanik tavsiflari bo'yicha muhokama qilish uchun bir qator priborlar 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 6.2-rasmda sxematik tarzda ko'rsatilgan. Uning ishlash tamoyili yuqorida ko'rilgan Polda priboriga o'xshash bo'lib, faqat etalon bolg'aning o'zi bilan kuchli zarba berishda farqlanadi. Boyka (diametri 15 mm li po'lat sharik) zarbasi tekshiriladigan beton yuzasida diametri d_b bo'lgan chuqurlik, etalonli sterjen (diametri 10 mm doira kesimli, St. 3 dan tayyorlangan)da esa diametri d_{ET} bo'lgan iz qoldiradi.



6.2-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

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 korrelyatsion bog'liqlik bilan baholanadi. Bunda konstruksiyani tayyorlash va beton qotishining aniq (konkret) sharoitlari, sinash muddatlari, notekisligi (g'adirbudirligi), namligi va konstruksiya yuzasi holatining boshqa o'ziga xos xususiyatlari hisobga olinishi lozim. Foydalanishdagi inshootlar uchun ko'rsatilgan bog'liqliklarga tegishli elementlardan burg'alab 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 koeffitsiyenti (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 250 g li po'lat qismi uyasiga 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. Bolg'alardan foydalanish ko'nikmasi bor mutaxassis uchun qiyinchilik tug'dirmaydi. Germaniyada prujinali (DIN-424a) pribor seriya bilan chiqariladi va standartlashtirilgan, bosilganda berilgan kuchning zarbasi sharikli uchiga uzatiladi va betonda iz qoldiradi.

Sklerometr bilan beton mustahkamligini baholash. Bu turkumdagi

priborlar asosan xorij davlatlarida qo'llaniladi. Bularning ichidan eng ko'p tanilgani Shmidt (Shveysariya) pribori. Bu pribolarda ham, metall uchun Shor zarba beruvchisi kabi po'lat boykaning orqaga qaytish qiymatiga qarab material tavsiflari to'g'risida xulosa chiqariladi. Urilib orqaga qaytish (otskok) shkala ko'rsatgichi bilan qayd qilinadi. Zarba betonning tekshiriladigan yuzasi (tekisligi)ga bilvosita beriladi, konstruksiyaga siqilgan pribor nakonechnigi bilan esa qabul qilinadi. Bu oraliq po'lat element uchun zarur, chunki uriladigan materiallar elastiklik modullarining katta farq qilishida orqaga qaytish qiymatini taqqoslash qiyin bo'lib qoladi. Zarba Shor priboridagi kabi boykaning erkin tushishi bilan emas, balki siqilgan prujinani bo'shatish bilan amalga oshiriladi, bu esa har qanday holatda ham berilgan yuzani sinash imkonini beradi. Pribor ishlashi qulay va yetarlicha aniq natijalar beradi. Shmidt zarba beruvchisi faqatgina transport qurilishida temirbeton ko'priklarni guvohnomalashda qo'llaniladi. Priborning o'zgina o'zgartirilgan konstruksiyalari ham qo'llaniladi.

Otish usuli. Mazkur usul material mustahkamligini dinamik baholashning o'ziga xos bir varianti hisoblanadi. B. G. Skramtayev tomonidan 1933 yilda revolver o'qidan sodir bo'ladigan chuqurlik hajmi bo'yicha beton sifatini baholash taklif qilinadi. O'q otish "Nagan" tizimidagi revolverdan 6...8 m masofadan konstruksiya yuzasiga tik yo'nalishda amalga oshiriladi, bunda otuvchini beton bo'laklari va rikoshetdan asrash uchun panjara bilan chegaralashadi. Sodir bo'lgan chuqurlikni uni to'ldirishga ketgan moylama hajmi bo'yicha yanada aniqroq o'lchash 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 (udarnik) 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.

Beton mustahkamligini statik ta'sirdagi izi bo'yicha baholash. Statik tamoyilga asoslangan, taklif qilinganlar ichida eng xususiyatlisi TBITda (NIIJB) G. K. Xaydukov, A. I. Goder va D. M. Rachevskiyalar tomonidan ishlab chiqilgan shtamplar sodir qiladigan qurilmalardir. Beton sinfiga bog'liq holda 24, 14 va 10 sm radiusli doiralar (sferы) olinadi va domkratlar yordamida tegishlicha 2400, 2200 va 2000 kg kuch sodir 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 (nushalovchi) 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 priborlar 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.

6.4. 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.

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 pezosamaralardan foydalaniladi.

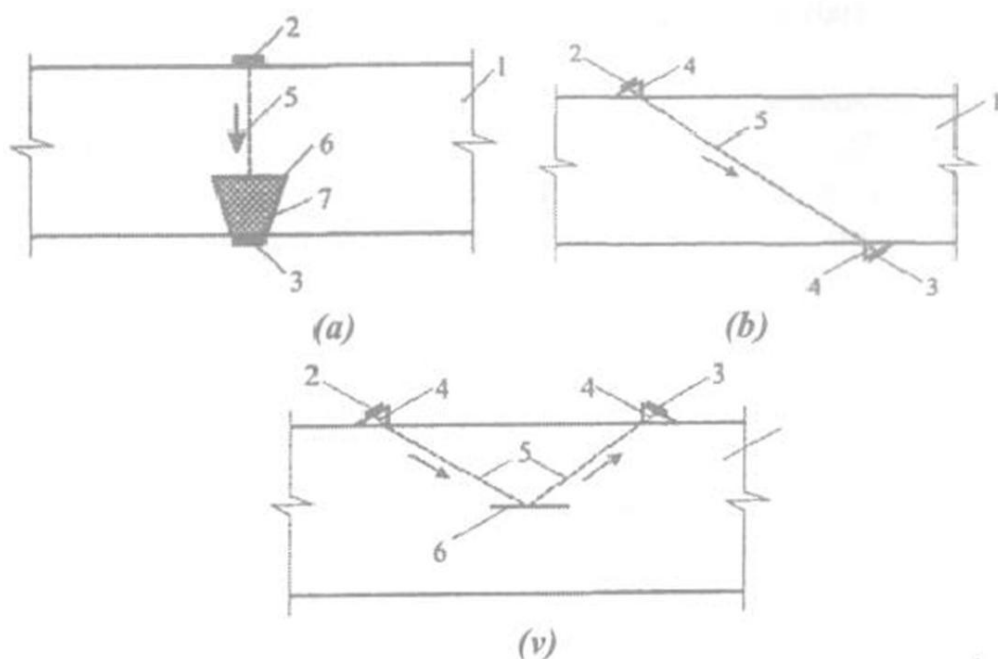
Havo qatlami ultratovush tebranishlarni o'tkazishga qarshilik ko'rsatgani sababli, o'zgartirgichlar va tekshiriladigan material orasiga *kontakt muhitini* ta'minlaydigan qatlam sodir qilinadi. Metall uchun odatda mineral moylar, beton va notekis yuzali boshqa materiallar uchun esa quyuproq konsistensiyali boshqa yog'lovchi materiallar (smazki) – 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 (prozvuchivaniya) 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 yo'nalishi bo'yicha tebranadi, ikkinchisida esa – unga tik yo'nalishda. Materialning yuza qatlamida ham bo'ylama, ham ko'ndalang tarqaladigan, masalan metallda, eng kichik yuza shikastlanishlarni ham topa oladigan yuza to'lqinlaridan ham foydalanishadi. *To'lqinlarning tarqalish tezligi*

(ko'rsatilgan har bir material uchun o'zining) zichligi va namligi o'zgaruvchan bo'lgan beton, yog'och va b. materiallarning fizik-mexanik tavsiflarini baholashda asosiy ko'rsatkichlardan biri hisoblanadi.

Tovush jo'natish usullari. Ultratovush to'lqinlarning yo'nalishi bo'yicha tovush jo'natish ikki usulga bo'linadi:

a) bir tomondan ikkinchi tomoniga o'tadigan (*skvozhnoye*) – tebranish sodir qiladigan nur yuboruvchi (*izluchatel*) va uni qabul qiluvchi (*priyemnik*) tekshiriladigan ob'ektning qarama-qarshi tomonlarida joylashgan (6.4,a,b-rasm). Bunda ultratovush nurining yo'nalishi material yuzasiga nisbatan tik yoki qiya bo'lishi mumkin;



6.4-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

b) nur qaytishidan foydalanib yoki «*exo-usulda*», bunda nur tarqatuvchi va priyemnik sinaladigan elementning bir tomonida joylashadi (6.4,v-rasm), ob'ektga faqat bir tomondan yaqinlashish imkoni bo'lganda bu usulning ahamiyati juda katta. Bundan tashqari, exo-usul ikkita emas, bitta nur tarqatuvchi va qabul qiluvchi o'zgartirgichdan foydalanilganda qulay, bunda u o'zi nur yuboradi va uning o'zi qaytgan nurni qabul qiladi.

Tovush jo'natish xususiyatiga qarab farqlanadi:

a) doimiy chastotali o'zgaruvchan tok tebranishlarini nur tarqatuvchiga *uzluksiz yuborish usuli*. Bu usulda materialdagi nuqsonlarni *tovush soyasi* yo'nalishi bo'yicha aniqlash uchun birinchi defektoskoplar ishlab chiqilgan edi (S.Ya. Sokolov, 1928 y.) (6.4,v-rasm);

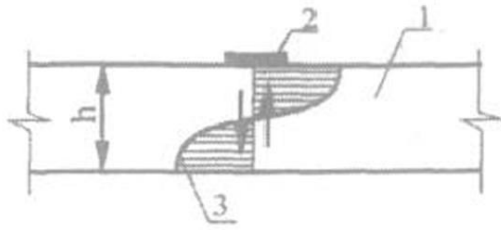
b) *impulsi usul*. Bu hozirda betonni tekshirishda, metall konstruksiyalar va b. larning payvandli choklari nuqsonlarini aniqlashda eng ko'p qo'llanadigan samarali usul hisoblanadi. Bu holatda o'zgartirgichga ma'lum, ammo juda qisqa vaqt oralig'ida, masalan sekundiga 25 yoki 50 marta yuqori chastotali 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 elektronurli 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.

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*).

$$v = \sqrt{\frac{E_{din}}{\rho}} \quad (6.3)$$

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 Ye_{din} va v orasidagi munosabat murakkabroq bog'liqlik bilan aniqlanadi, bunda ρ dan tashqari ko'riladigan materialning Puasson koeffitsiyenti μ ham kiritiladi. Uch parametrning (Ye_{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. 6.5-rasmda devor qalinligi bo'ylab (bo'ylama emas, nurning ko'ndalang yo'nalishida) tebranishlarning tarqalish grafigi ko'rsatilgan. To'lqin uning qarama-qarshi tomonigan yetib, 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 potentsiallar farqining oshishiga olib keladi.



6.5-rasm. Rezonans usulida qalinlikni o'lchash sxemasi: 1 – tekshiriladigan detal; 2 – pezeolement; 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 kaytib keladigan nurlar yo'lining jami) tekshiriladigan qalinlikni quyidagi formuladan topamiz:

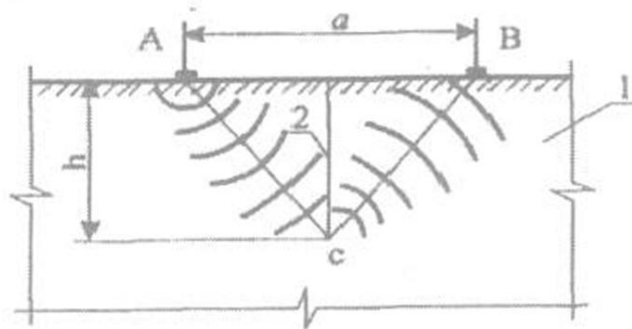
$$h = v / 2f. \quad (6.4)$$

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 V o'zgartirgichlar bir-biridan a masofada yoriqlar chetiga nisbatan simmetrik joylashtiriladi (6.6-rasm). A nuqtada qo'zg'atilgan tebranishlar eng qisqa yo'l bilan V nuqtaga tushadi. Bu yo'l uzunligi teng:

$$ACB = \sqrt{4h^2 + a^2},$$

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



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

Yoriq chuqurligini quyidagi bog'liqlikdan topamiz:

$$h = \frac{v}{2} \sqrt{t_h^2 - \left(\frac{a}{v}\right)^2}, \quad (6.5)$$

bunda v odatda yuzaning shikastlanmagan uchastkalarida aniqlanadi. Mazkur usul bilan chuqurligi bir necha metr gacha 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: *ASV* yo'li 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 sohasini 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 garfiklaridan taxminan aniqlanadi;

– inshootlardagi *beton birjinsliligini nazorat qilish*;

– bir tomondan ikkinchi tomoniga o'tadigan tovush jo'natish yordamida (imkoni bo'lganda, hamda betonning qalinligi 10 m 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:

– po'lat va alyuminli konstruksiyalarning payvandli birikma chokklarining *impulsli defektoskopiyasi*;

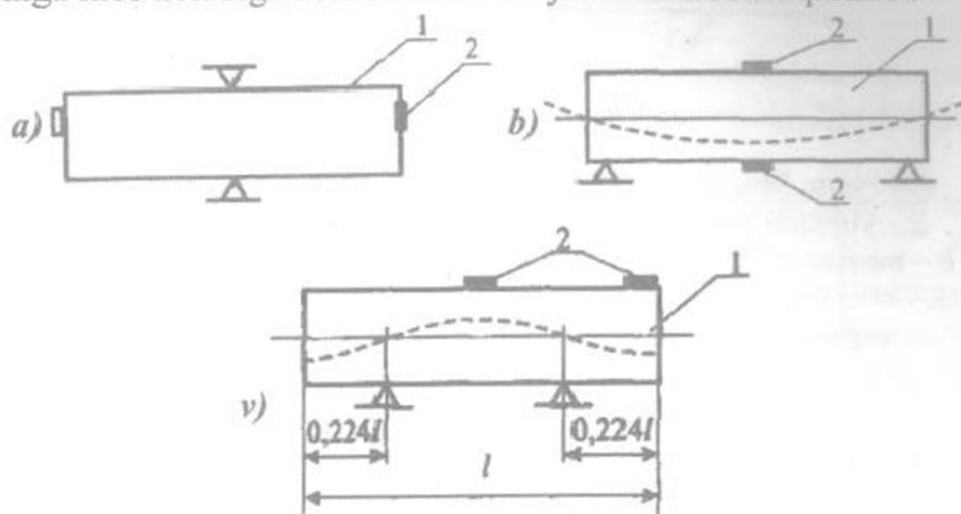
– asosiy materiallar *defektoskopiyasi*;

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

Impulsli tovush usullari. «Zarbali to'lqinlar» usuli. U yengil 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 30 m gacha bo'lgan beton va temirbeton konstruksiyalarni sinashda ham qo'llanishi mumkin.

Vibratsiya usuli. Mazkur usul tovush chastotasi tebranishlaridan foydalanishga asoslangan va beton namunalarini sinashda qo'llaniladi (6.7-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'sishiga mos keladigan chastotalari bo'yicha xulosa chiqariladi.



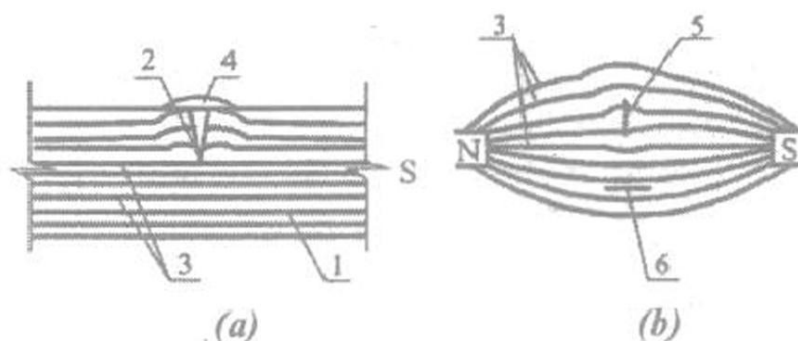
6.7-rasm. Beton namunalarini rezonans usulida sinash: a – bo'ylama qo'zg'alish; b va v – egiladigan tebranishlar; 1 – sinaladigan namuna; 2 – pezo'zgartirgichlar

"Yuguradigan to'lqinlar" usuli. Bu original usulda qayd qiluvchi priborlarga, 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.

6.5. Magnitli, elektr va elektr magnitli usullar

Metall defektoskopiyasi. Usulning mohiyati shundan iboratki, metallning, yoriq yoki boshqa nuqsonlarini kesib o'tadigan magnit oqimi havo qatlami yoki neferromagnit to'ldirgichi ko'rinishida katta magnit qarshiligiga uchraydi, egiladi va yuzaga chiqadi, bu esa yoyilishning mahalliy oqimlarini sodir

bo'lishiga sabab bo'ladi. 6.8,*a*-rasmda oqimning tekshiriladigan element chegarasi (kontur)idan tashqariga chiqadigan shunaqa xatolik ko'rsatilgan. Uni keltirib chiqaradigan nuqson qancha katta bo'lsa, yoyilish shuncha katta bo'ladi. Bir xil sharoitlarda kuch chizig'iga tik joylashgan nuqsonlarning ta'siri eng katta bo'ladi (6.8,*b*-rasm).



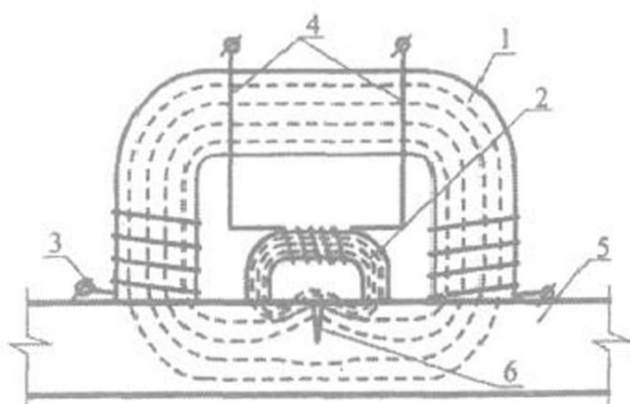
6.8-rasm. Magnit oqimining yoyilishi bo'yicha nuqsonlarni aniqlash:
a – yoriqda yoyilishning mahalliy magnit oqimlarini paydo bo'lishi;
b – nuqson yo'nalishining ta'siri; 1 – tekshiriladigan element; 2 – yoriq;
 3 – magnit oqimining kuch chiziqlari; 4 – yoyilishning mahalliy magnit oqimi; 5 – magnitli kuch chiziqlariga tik yo'nalgan nuqsonlar;
 6 – xuddi shunday, ularga parallel

Magnitlash induksion toklardan foydalanib elektrmagnit, sirkulyar magnitlash, ya'ni tekshiriladigan element orqali bevosita tok o'tkazish bilan) va b. lar yordamida amalga oshiriladi. Yo'naltirilgan nuqsonlarni har xil shaklda aniqlash uchun, bir-biriga o'zaro perpendikulyar ikki yo'nalishlarda kombinatsiyalangan usulni qo'llaganda, elektrmagnitning doimiy maydoni ta'sirida ham, o'zgaruvchan tokning sirkulyar maydonining ta'sirida ham magnitlashga zarurat yo'qoladi, bu esa magnitlashning o'zgaruvchan yo'nalishini keltirib chiqaradi. Nuqsonlarning ta'siri har xil usullarda amalga oshiriladi.

Kukunli usul eng oddiy va hamma qila oladigan usul hisoblanadi. Bunda mayda ezilgan ferromagnitli kukunlar qo'llaniladi – temir surik, okalina va sh.o'., tekshiriladigan yuzaning oldindan tozalangan rangiga nisbatan kukun rangini kontrastli qilib tanlanadi. Kukun quruq – changlatib, suvli suspenziya yoki kerosin-moyli (bu usul moylangan mexanizmlar detallarining nazoratida maqsadga muvofiq) ko'rinishida surtiladi, bu qurilish konstruksiyalarini nazoratida maqsadga muvofiqdir. Nuqsonlar mavjud joylarda kukun yaxshi ko'rinishda to'planadi. Yuza nuqsonlari hammasidan aniqroq topiladi. Payvandli choklarning notekisligi yuza nuqsonlarini aniqlashda xalaqit bermaydi, ammo ichkarida joylashgan nuqsonlarni tadqiqot qilishni qiyinlashtiradi. Masalan, qalinligi 10 mm bo'lgan choklarda yuzadan 2...4 mm masofada joylashgan va ichkariga 3...5 mm masofaga kirib ketuvchi yaxshi payvandlanmagan joylar to'g'ri chiziq ko'rinishida qoniqarli aniqlanadi.

Magnitografik usul metall suyuqlik o'tkazuvchi quvurlarning payvandli choklarini nazorat qilishda keng ko'lamda qo'llanadi. Magnitlash butun quvurda yoki diametri katta bo'lgan quvurlarda, ularning bir qismini egallaydigan solenoidlar bilan amalga oshiriladi. Solenoid o'ram (xalqa)lari chokning ikki tomoni bo'yicha parallel joylashadi. Yoyilish oqimlarini qayd qilish uchun, chokning ikki tarafiga magnitli tovush yozuvida qo'llanadiganga o'xshagan, ammo eni kattaroq magnit lentasi joylashtiriladi. Ishlatilgan lentalar magnitsizlantiriladi va yana qo'llashga yaroqli bo'lib qoladi. Yozuvni o'qish uchun tovushli indikatorlar yoki elektronnurli nay ekranida impulslarni vizual kuzatish va ularni etalonlashtirilgan nuqsonlar impulslari bilan taqqoslash qurilmalaridan foydalaniladi. Aniqlangan nuqsonlarning ko'rinadigan tasvirini beruvchi qurilmalar ham mavjud. Mazkur usul bilan choklarni butunicha tekshirishni amalga oshirish mumkin. Yuqorida belgilangan nuqsonlarning eng mas'uliyatlarini nazorat qilish uchun, ularga ionizatsiyalovchi nurlar bilan tovush jo'natiladi. Bunday kombinatsiyalashgan har xil usullardan foydalanish juda samarali ekan.

Magnitoskoplarning qo'llanishi. Misol sifatida 6.9-rasmda bu turkumdagi eng ko'p tarqalgan priborlardan biri – K. X. Xrenov i S. T. Nazarovlar defektoskopining ishlash tamoyili sxematik ko'rinishda ko'rsatilgan. Ishlab-chiqarish sharoitlarida nuqsonlarning mavjudligi to'g'risidagi signallar odatda tovushga aylantiriladi, ammo ham ko'rsatuvchi, ham qayd qiluvchi priborlardan foydalanish mumkin (tok yoki kuchlanishni o'lchagichlar, ossillograflar va sh.o'). Ko'riladigan turkumdagi priborlarning asosiy kamchiligi ularning sezuvchi elementlari bazasining uzunligi ancha kattaligidadir (mazkur holatda uzak (serdechnik) 2), bu esa nuqsonlarning uzunligi va chegarasini aniqlashni qiyinlashtiradi, chunki o'rtacha qiymatlar qidiruvchi bazasining uzunligi bo'yicha qayd qilinadi. Bu qiyinchiliklardan katushkali, kesimi 1...3 mm gacha bo'lgan kichik o'lcham (gabarit)li chiziqli sterjenlar ko'rinishidagi ferrozondlardan foydalanilganda ma'lum darajada qutulish mumkin.



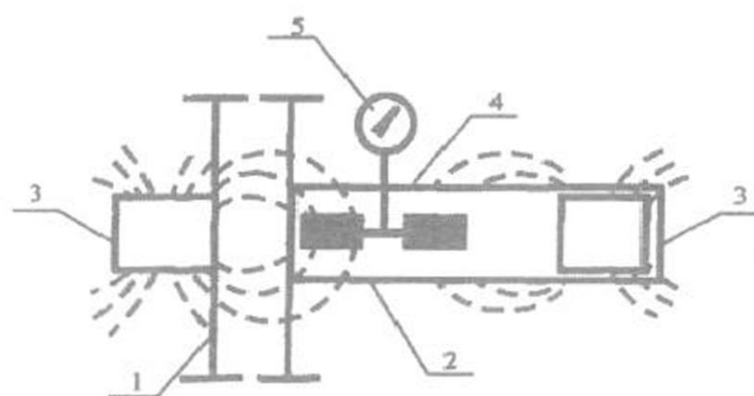
6.9-rasm. K. X. Xrenov va S. T. Nazarovlar defektoskopining sxemasi:
 1 – elektromagnit;
 2 – elektromagnitli datchik;
 3 – o'zgaruvchan tok tarmog'iga boradigan sim; 4 – xuddi shunday, kuchaytirgichga;
 5 – tekshiriladigan element;
 6 – nuqson

Magnitli qalinlik o'lchagichlar. Magnit va elektr magnit priborlari yordamida ferromagnit metalli elementlarning qalinligi faqat bir tomondan yaqinlashishni talab qilgan holda, bir necha foizgacha aniqlikda topiladi. Bunda

magnit oqimining qayd qilingan qiymati va tekshiriladigan material qalinligi orasidagi mavjud bog'liqlikdan foydalaniladi. Bunday turkumdagi priborlar oddiy va ishda ishonchli.

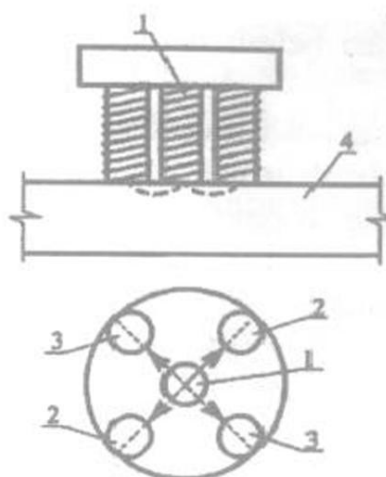
Magnit va elektromagnit usullari bilan ikki tomondan yaqinlashishda ferromagnitlisiz elementlarning ham qalinligi aniqlanishi mumkin, bulardan esa oqimli chiziqalarda texnologik jarayonlarni boshqarish uchun foydalaniladi. Misol sifatida 6.10-rasmda magnitli qalinlik o'lchagichning sxemasi keltirilgan, bunda ferrozondlardan 4 ikkitasi birgalikda doimiy (o'zgarmas) magnit 3 bilan "shchupda" 2 biriktirilgan. Elementning boshqa tomonidan unga shunga o'xshash magnit qistirilgan. Shchupda magnit shunday holatda qayd qilinadiki, devorning ma'lum qalinligida ikkala ferrozondlardan keladigan tok nolga tenglashsin. O'lchov priborining shkalasi 5 berilgan qalinlikdan chetga chiqishiga graduirovka qilingan. Katta aniqlikdagi magnit va elektr magnit usullari bilan metall elementlardagi himoya qoplamasining qalinligini ham o'lchash mumkin.

Kuchlanishlarnii magnitelastik testerlar yordamida aniqlash. Usul qo'yilgan kuchlanishlarning ta'siri ostida magnit anizotropiyasi sodir bo'lishiga asoslangan. Mazkur tamoyil bo'yicha ishlaydigan priborlardan N. N. Maksimov konstruksiyasidagi priborni keltirish mumkin; shu pribor o'zgartirgichining sxemasi (besh katushkali uchta sterjen) 6.11-rasmda ko'rsatilgan. Sterjenining markazida tok beruvchi (ta'minlovchi) katushka 1, diagonallari bo'yicha esa ikki para o'lchovchi katushkalar (2 va 3) joylashgan. O'rtadagi katushkadan magnit oqimi tekshiriladigan materialga tushib, asosan to'rt yo'nalish bo'yicha tarqaladi. Bir xil magnit o'tkazuvchanlikda oqimlar teng bo'ladi, magnit anizotropiyasi mavjud bo'lganda esa – ular har xil, bu priborlar bilan o'lchanadi. Uzlikli chizikli strelkalari bilan tekshiriladigan elementdagi magnit oqimining yo'nalishi ko'rsatilgan. O'lchov sxemasi shunday qurilganki, katushkalarning elektr harakatlantiruvchi kuchi alohida har bir diagonalda ham, ularning farqi va yig'indisi bo'yicha ham aniqlanishi mumkin. "Farqda" o'lchashda sterjenni reja (plan)da burab, hisoblar ekstremumi bo'yicha metalldagi bosh (asosiy) kuchlanishlarning yo'nalishi aniqlanadi.



6.10-rasm. Magnitsiz metallar uchun magnitli qalinlik o'lchagichlar sxemasi:

- 1 – tekshiriladigan element;
- 2 – "shchup";
- 3 – doimiy magnitlar;
- 4 – ferrozondlar;
- 5 – qayd qiluvchi pribor



6.11-rasm. Qoldiq kuchlanishlarni aniqlash uchun N. N. Maksimov priborining sezuvchi elementi sxemasi:
 1 – tok beruvchi katushka;
 2 va 3 – o'lchov katushkalari;
 4 – tekshiriladigan element

Sterjenning bir xil holatida qayta o'lchovlar bo'yicha berilgan nuqtada kuchlanganlik holatining doimiyliigi yoki ularning o'lchovlari to'g'risida, hamda "Yig'indisi bo'yicha" o'lchashda bosh kuchlanishning qiymati to'g'risida xulosa qilish mumkin. Bunda quyidagilarni nazarda tutish lozim:

- magnit oqimi, metallning yuza qatlamidan o'tib, element faqat yuza qatlamining kuchlanganlik holatini tavsiflaydi;
- o'lchov natijalariga metallning boshlang'ich (dastlabki) magnit anizotropiyasi anchagina ta'sir qiladi;
- ketma-ket yuklash va yukdan bo'shatishda, mexanik kuchlanishlar bilan bog'liq bo'lmagan magnit gisterezisining xalqasi sodir bo'ladi.

Metallning kuchlanganlik holatini magnitli tavsiflari bilan baholashning boshqa istiqbolli yo'nalishi – "*magnit belgisi*" usulida. Uning mohiyati tashqi magnit maydoni bilan tekshiriladigan metallning ayrim lokalizatsiyalashgan zonalaridagi qoldiq magnitlanuvchanlikni yo'naltirishdan iboratdir. Oxirgisining kuchlanganlik holatini o'zgarishida bu "belgilarni" magnitlanuvchanligi o'zgaradi, shunday qilib mexanik kuchlanishlarning o'ziga xos indikatorlari hisoblanadi. Belgilarning yo'naltirishi va magnitlanuvchanlikning indikatsiyasi ko'chma maxsus priborlar yordamida amalga oshiriladi. Mazkur usul temirbeton konstruksiyalar armaturasidagi kuchlanishlarni nazorat qilish uchun taklif qilingan. Yo'naltirish ham, granitli belgilar holatining indikatsiyasi ham, berkitilmagan (yalang'och) armaturada uni betonlashgacha amalga oshirilishi mumkin, betonlashtirilgan detal va konstruksiyalarda esa – betonning himoya qatlami orqali. Quyidagilarni ta'kidlash mumkin:

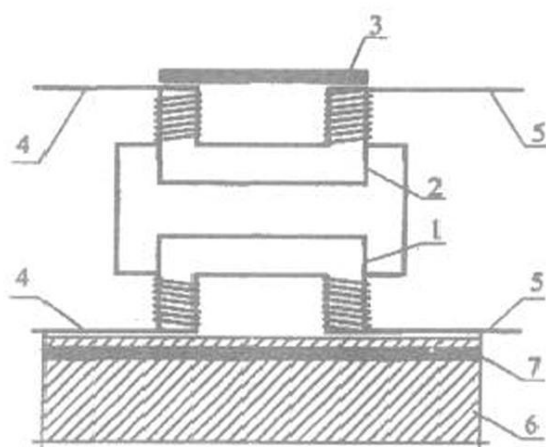
- mazkur usulda faqat kuchlanganlik holatining o'zgarishi belgilar qo'yilganda sodir bo'lgan joylar bilan taqqoslash yordamida aniqlanadi xolos;
- belgilarning qoldiq magnitlanuvchanligini o'lchashdan armaturadagi mexanik kuchlanishga o'tish *mazkur* armatura uchun tajribaviy usulda o'rnatilgan bog'liqlik mavjudligida amalga oshirilishi mumkin, chunki metallning har xil belgilari uchun bu bog'liqlik stabil (bir xil-o'zgarimas) emas;
- yuklash va yukdan bo'shatishning ketma-ket qaytalanishi magnit gisterezisi xalqasining o'zgarishiga olib keladi. Bularning ta'sirini yo'qotish

uchun kuchlanish ishorasini almashishi oldidan belgilarni qayta qo'yish talab etiladi.

Metall kuchlanganlik holatini baholashning boshqa usullarini ham qo'llash mumkin, masalan, hozirgi vaqtda muvaffaqiyatli ishlab chiqiladigan elektrik qarshilik yoki tok to'lg'anishi (tokovixr)ning o'zgarishi bo'yicha. Mazkur turkumdagi priborlar ishonchli va qulay.

Magnit-induksiyali turkumdagi priborlar. *Armaturaning joylashish chuqurligi va holatini* aniqlash uchun, ikkita doimiy magnitdan tashkil topgan magnito'lchagich priborlar taklif etiladi, magnit maydonining markaziy qismida, uning o'qida esa strelka-ko'rsatgich bilan biriktirilgan uncha katta bo'lmagan magnit joylashgan. Armaturaga yaqinlashganda magnit maydonining o'rta nuqtasida kuchlanganlik o'zgaradi, bu esa strelkali magnitkni aylantirib, magnit momentini paydo bo'lishiga olib keladi. Ko'rsatgichning ig'ish ekstremumi nazorat qilinadigan buyum armatura sterjenlari o'qlari ustidagi yuzada pribor joylashishiga mos keladi, sterjenning og'ishi beton himoya qatlami qalinligini ko'rsatadi.

Eng ko'p tarqalgan *induksiyali turkumdagi* priborlardan birining ishlash tamoyili sxematik ko'rinishda 6.12-rasmda ko'rsatilgan. Induktiv o'zgartirgich *I* tekshiriladigan temirbeton konstruksiya yoki detalning yuzasi bo'ylab harakatlantiriladi. Undan alohida pribor korpusiga shunga o'xshagan siljiydigan elementli ferromagnit 3 bilan sxemani balansirovka qilishda induktiv qarshilikni o'zgartirishi uchun mo'ljallangan o'zgartirgich joylashtirilgan. O'zgartirgich *I* armatura sterjeniga yaqinlashgan sari himoya qatlam kalinligi, sterjen diametri va uning yo'nalishiga nisbatan o'zgartirgich yo'nalishiga bog'liq holda balansdan chiqish (razbalans) kamayadi. Priborning hisob beradigan qurilmasining shkalasi har xil diametrli armatura sterjenlari uchun himoya qatlamining millimetrigacha graduirovka qilingan.



6.12-rasm. Armatura holati va diametri hamda himoya qatlami qalinligini tekshirish uchun induksionli pribor: 1 – alohida ko'chma induktiv o'zgartirgich; 2 – pribor korpusidagi o'zgartirgich; 3 – induktiv qarshilikni rostlash uchun sterjen; 4 – o'zgaruvchan tok ta'minlagichiga boradigan sim; 5 – hisob beradigan qurilmaga boradigan sim; 6 – temirbeton element; 7 – armaturali sterjen

Sterjenlarning joylashishini aniqlab, o'zgartirgich nazorat qilinadigan sterjen bo'ylab, uni armaturalarning kesishgan joyiga to'g'ri kelishigacha kuzatib, minimal hisobga mos keladigan holatgacha harakatlantiriladi. Shkalalar bo'yicha hamma diametrlar himoya qatlamining qalinligi yozib olinib, beton

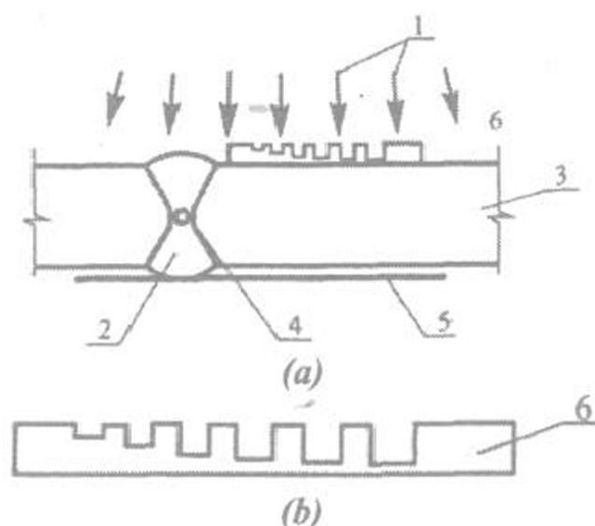
bilan o'zgartirgich orasiga qalinligi 10 mm li, masalan, orgshisha, yog'och yoki boshqa diamagnetik joylashtirilib, hisob olish qaytariladi. Armatura diametri hisoblar farqi bo'yicha, aynan 10 mm li shkalaga mos keladi.

6.6. Nurlashning ionlashtirishdan foydalanishga asoslangan usullari

Ionizatsiyalovchi nurlash yordamida sindirmaydigan nazorat xalq xo'jaligining hamma sohalarida samarali foydalaniladi. Hozirgi vaqtda qurilishda materiallarning fizik-mexanik tavsiflari va konstruksiyalarning sifatini baholash uchun rentgen va gamma-nurlash yordamida nazorat qilish keng ko'lamda qo'llaniladi. Material namligini aniqlashda neytron oqimidan foydalanish maqsadga muvofiq ekan. Ionizatsiyalovchi nurlashning afzalligi aniqlanadigan tavsiflarni tez va aniq olish imkoniyatidir. Tegishli apparaturalar bilan ishlash qiyin bo'lmasa ham, bu maqsad uchun maxsus tayyorlangan personal talab etiladi. Inson organizmiga ionizatsiyalovchi nurlashning zararli ta'siri bo'lmasligi uchun, texnika xavfsizligi talablariga qat'iy amal qilish zarur bo'ladi.

Rentgen va gamma-nurlashning qo'llanish sohalari. Metall konstruksiyalardagi nuqsonlarni tadqiqot qilishda eng muhim yo'nalishlar:

1. *Payvandli birikmalarning defektoskopiyasi.* 6.13-rasmda sxematik ko'rinishda payvandli chokni nurlash ko'rsatilgan. Nuqsonning mavjudligi va holati olingan fototasvirda belgilangan nuqson chegarasini ko'rsatuvchi ko'proq xiralashgan uchastka bo'yicha aniqlanadi.



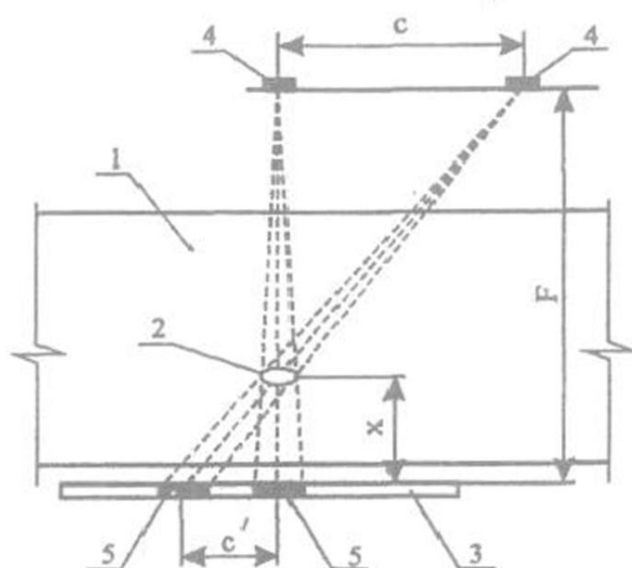
6.13-rasm. Payvandli chokdagi nuqsonlarni aniqlash: *a* – nurlash sxemasi; *b* – sezgirlik etaloni (defektometr); 1 – ionizatsiyalovchi oqim; 2 – chokning payvandlangan metalli; 3 – asosiy metall; 4 – nuqson; 5 – fotoplenka; 6 – sezgirlik etaloni

Nurlash yo'nalishidagi qiymatini u keltirib chiqargan xiralashish jadalligini o'xshash materialning sezgirlik etalonidagi har xil chuqurlikdagi propili (arra o'rni)ga mos keluvchi tasvirga proyeksiyalangan xiralashish bilan taqqoslash orqali muhokama qilinadi (6.13,*b*-rasm). Nuqsonning joylashish chuqurligi nur ta'minlagichni fotoplastinkaga parallel siljitib aniqlanadi. Uncha katta

bo'lmagan qalinlikdagi nuqsonning joylashish holatini aniqlash sxemasi 6.14-rasmda ko'rsatilgan. Bunda nuqsondan tasvir yuzasigacha bo'lgan masofa x quyidagi nisbatdan aniqlanadi:

$$x = \frac{cF}{c + c'}$$

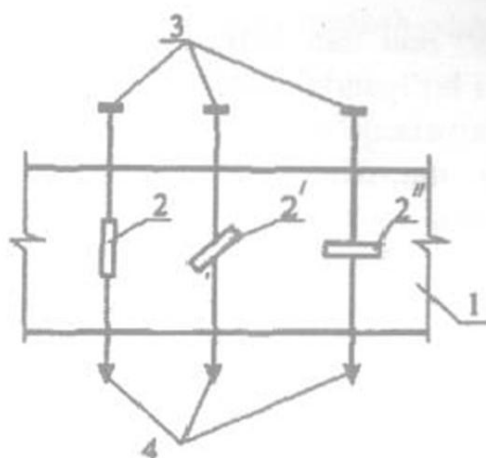
bunda s , s' va F – o'lchamlar, 6.14-rasmda ko'rsatilgan.



6.14-rasm. Nuqsonning joylashish chuqurligini aniqlash: 1 – nurlanadigan element; 2 – nuqson; 3 – fotoplenka; 4 va 4' – ikki pozitsiyadagi nur ta'minlagich; 5 i 5' – fotoplenkaning xiralashgan uchastkalari; s – nur ta'minlagichning siljishi; s' – olingan tasvir markazining siljishi; F – fokus masofasi; x – fotoplenkadan nuqsonning gorizontaal o'qigacha bo'lgan masofa

Qalinligi uncha katta bo'lmagan nuqsonlar bunda aniqlanmay qolishi ham mumkin. Bundan shunaqa xulosa qilish kerakki, ionizatsiyalovchi nurlash qo'llanilganda katta (mas'uliyatli) nuqsonlarni (nurlash yo'nalishida kichik ochilganlarini, masalan, metallning qatlamlanishi) o'tkazib yuborishi mumkin ekan. Buni oldini olish uchun bir-biri bilan ustma-ust tushmaydigan ikki yo'nalish bo'yicha nurlash kerak bo'ladi. Shu bilan birga, aynan berilgan (nurlash) yo'nalishga tik bo'lgan nuqsonlar ultratovush usullari bilan juda aniq o'rnatiladi, chunki bunda xatto uncha katta bo'lmagan eng kichik havo qatlamlari ham ultratovush tebranishlarini deyarli to'liq so'ndiradi. Nazoratning ikkala usuli – ultratovush va ionizatsiyalovchi nurlash yordamidagi usullar bilan bir-birini to'ldiradi.

Bir xil o'lchamli va shaklli nuqsonlarda nuqson yo'nalishi nurlash yo'nalishi bilan ustma-ust tushganda xiralashish jadalligi eng katta bo'ladi (6.15-rasm, holat 2). Nuqsonning joylashishi ma'lum bir burchak ostida bo'lganda (6.15-rasm, hol. 2') nur uni eng kichik masofa bo'yicha kesib o'tadi. Kesishgacha minimal uzunlik va o'z navbatida eng kichik xiralashish jadalligi nurlash yo'nalishiga tik bo'lgan nuqson yo'nalishiga mos keladi.



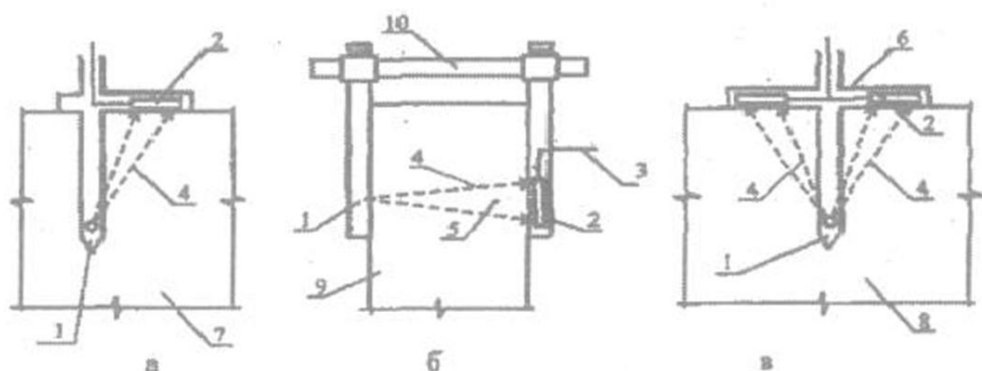
6.15-rasm. Nuqson yo'nalishi ta'siriga:
 1 – nurlanadigan element;
 2, 2', 2'' – nuqsonlarning har xil
 orientatsiyasi; 3 – nur ta'minlagichlar;
 4 – nurlash yo'nalishi

2. *Metallning kuchlanganlik holatini aniqlash.* Monoxromatik rentgen nuri to'liqining uzunligi hamda nurni tekshiriladigan detal yuzasiga tushish burchagini bilib, tegishli rentgenogrammadagi o'lchovlarga asoslanib, tekshiriladigan material kristallik strukturasi asosiy parametrini – uning kristallik panjarasidagi atomlar markazlari orasidagi masofani hisoblash mumkin. Olingan qiymatlarni kuchlanmagan holatdagi o'sha parametr qiymatlari bilan taqqoslab, materialning elastik deformatsiyasini aniqlash mumkin. Shunday qilib (boshqa usullardan farqli o'laroq material butunligini buzmasdan), metall deformatsiyalangan holatining *elastik* tashkil etuvchisini ajratish mumkin: soviganidan so'ng payvandli choklarda, kuchlanishlarning tez kamayadigan zonalarida, bosim bilan ishlov berilgan, masalan, profil va sh.k. detallarda. Bunda o'lchovlar yuzaning juda kichik (bu ham juda ahamiyatli) uchastkalarida (*mm* ning o'ndan bir qismigacha) amalga oshirilishi lozim. Ammo mazkur usullar murakkab apparatlar qo'llash va hamma o'lchovlarni katta aniqlik (izchillik)da olib borishni talab etadi. Shu bilan birga, kuchlanishlar nisbatan juda kichik aniqlik bilan baholanishi mumkin (po'lat uchun – 100...200 kgk/sm^2 oraliqda). Kuchlanishlarni rentgenoskopik usulda aniqlashni mukammallashtirish bo'yicha ishlar hozirda ham davom etayapti. Beton va temirbetonda bu borada quyidagilar amalga oshiriladi:

1) zichlantirilgan beton qarishmasining ham, konstruksiya va buyumlardagi betonning ham *hajmiy og'irligi (zichligi)ni aniqlash* betondagi gamma nur oqimining kuchsizlanishi yoki yoyilishini o'lchash yo'li bilan amalga oshiriladi. 6.16-rasmda tegishli o'lchovlarni o'tkazishning sxematik ko'rinishi keltirilgan. Beton qarishmaga har xil shakldagi zondlar tushuriladi, ular yordamida esa nazorat qilinadigan beton qatlamining butun balandligi bo'yicha alohida qatlamlari (6.16,a-rasm) uchun yoki o'rtacha (6.16,v-rasm) zichligining qiymatlari olinadi. Nurlarning yoyilishini qayd qiluvchi va beton qarishmasi ichiga tushirilishini talab etmaydigan tekislik (yuza) ko'rinishdagi o'zgartirgichlar ham qo'llanishi mumkin. Qalinligi 500 *mm* gacha, parallel qirralarga ega bo'lgan *tayyor buyum va konstruksiyalardagi* betonni nazorat qilish P-shakldagi xalqa (skoba)larni qo'llab, nurlash yordamida amalga

oshiriladi (6.16,b-rasm). Qalinligi 500 mm dan katta, hamda konstruksiyaga faqat bir tarafdin yaqinlashish imkoni bo'lganda, yoyilgan nurlarni qayd qilish usulidan foydalaniladi. Yirik konstruksiyalarda maxsus burg'alangan teshiklarga tushuriladigan zondlarni qo'llash ham mumkin. O'lchovlar konstruksiya yoki qoliplar qirasi va diametri 8 mm dan katta armaturadan kamida 100 mm uzoqlikda olib borilishi kerak. Zichlik qiymatlari zichlik birligida gradirovka qilingan qayd qiluvchi pribor shkalasi bo'yicha olinadi;

2) beton birjinsligi va defektoskopiyasini nazorat qilish konstruksiyaning har xil uchastka va nuqtalaridagi nurlash natijalarini taqqoslash orqali amalga oshiriladi. Uchastkalarining ayrim nuqsonlarini tasvirga tushirish maqsadga muvofiqdir. Yoriqlarni aniq o'rnatish uchun nurlash burchagi yoriqlarning yo'nalishiga nisbatan 5° dan oshmasligi kerak;



6.16-rasm. Beton va betonli qorishmani zichligini aniqlash: a – G-shaklli zond; b – P-shaklli xalqa; v – T-shaklli zond; 1 – nur ta'minlovchi; 2 – nur qabul qiluvchi; 3 – qayd qiluvchi priborga boradigan sim; 4 – nurlash tutami; 5 – nurning yoyilishi; 6 – himoya ekrani; 7 – betonli qorishma; 8 – betonli qorishma yoki beton (buyum va konstruksiyalarda); 9 – betonli element; 10 – metall skoba

3) armatura diametri va holati, hamda beton himoya qatlamini aniqlash. 6.17-rasmda nurlash sxemasi ko'rsatilgan. Armatura diametri d va beton himoya qatlamining qalinligi b quyidagi ifodadan aniqlanadi:

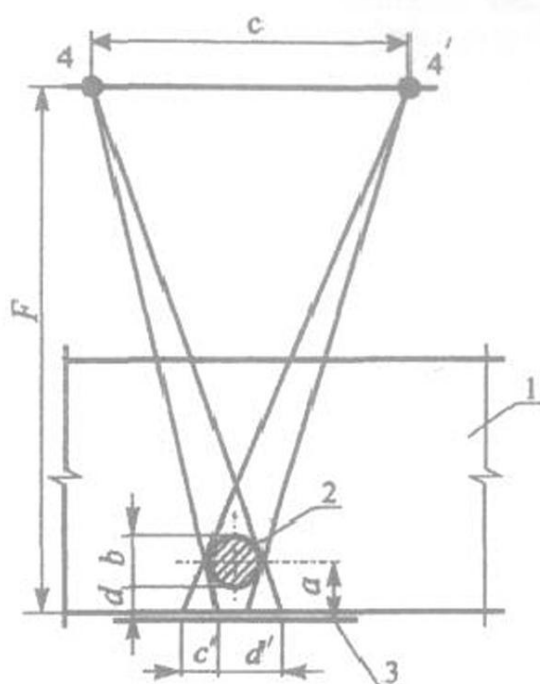
$$d = d' \frac{c}{c + c'}, \text{ bunda } s, s', d' \text{ va } F \text{ o'lchamlar 6.17-rasmda keltirilgan.}$$

Nurlashning yuqori sezgirlik va katta singib boruvchi qobiliyatga (xususiyatga) ega bo'lgan ko'chma yengil betatronlarini qo'llash istiqbolli hisoblanadi.

Neytronli nurlashning qo'llanish sohalari. Detal va konstruksiyalarni nurlash uchun neytron nurlarning ko'chma ta'minlovchilari qo'llaniladi, chunki neytronlar elektrik neytral bo'lakchalar kabi bevosita fotoplenkaga ta'sir qilmaydi va ulardan quyidagi usullarda foydalaniladi:

1) "to'g'ri" usulda fotoplyonka yaqiniga neytron-faollashtiradigan metallekran joylashtiriladi. Oxirgisi orqali o'tib, neytronlar unda plyonkada

qayd qilinadigan gamma-nurlash oqimini qo'zg'atadi;



6.17-rasm. Armatura diametri va beton himoya qatlami qalinligini aniqlash: 1 – nurlanadigan betonli element; 2 – armaturali sterjen; 3 – element ostki yuzasiga qo'yilgan fotoplenka; 4 va 4' – nur ta'minlovchining holati; a – sterjen markazidan element ostki qirrasigacha bo'lgan masofa; b – himoya qatlami qalinligi; s – nur ta'minlovchining siljishi; s' – nur ta'minlovchini 4 dan 4' ga ko'chishida proyeksiya chetining siljishi; d – sterjen diametri; d' – fotoplenkadagi sterjen proyeksiyasi; F – fokus masofasi

2) neytronlar bilan “bilvosita” usulda darhol fotokassetaga o'tkazadigan metall ekran nurlanadi, unda yo'naltirilgan gamma-nur plyonkani nurlaydi. Bu usul aniqroq tasvirlarni beradi. Qayd qilishning boshqa usullari ham qo'llanadi.

Neytron oqimlarining o'ziga xos-xususiyatlari shundan iboratki, neytronlar tezligining sekinlashishi ham, ularning yoyilishi ham qancha ko'p bo'lsa, nurlanadigan materialning atomlari shuncha yengil bo'ladi. Shuning uchun atomlar *materiallar* – beton, yog'och va b. larni *namligini* (bunda vodorod atomi ham erkin, ham suv bilan bog'langan kimyoviy modda kabi farqlanadi) aniqlash; betondagi suvga to'lgan boshqa usullar bilan deyarli aniqlab bo'lmaydigan *bo'shliqlarni*; *plastmassalarni* nurlashda ko'proq samarali bo'lar ekan, shu jumladan, metall qobiqlamalar ichida joylashgan va sh.k. lar uchun ham.

Metall konstruksiyalarning payvandli choklarini neytron nurlashda rentgen va gamma-usullar bilan o'rnatib bo'lmaydigan *tasvirlar (likvatsiyalar)* (kristallizatsiyasi sodir bo'lishida quymalar kimyoviy tarkibining birjinsmasligi) aniqlanadi.

6.7. Radiodefektoskopiya va infraqizil defektoskopiya

Radiodefektoskopiya (*radioto'lqin usuli*) diapazonlarning santimetr va millimetrli radioto'lqinlarini singib (kirib) borish xususiyatiga asoslangan. Bu usul yordamida ham material orqali o'tgan elektr magnit to'lqinlari (“sayxon-tenevoy” usul), ham nur tarqatuvchi va tekshiriladigan element bilan sodir qilinadigan tizim rezonansini o'zgartirish yo'li (rezonans usuli) bilan qaytgan va

yoyilgan nurlar aniqlanadi, plastmassa, yog'och (shu jumladan yelimlangan konstruksiyalarda), beton va temirbeton turkumidagi nometall materiallarda yuza nuqsonlari aniqlanadi. Radioto'lqin usuli ham material butunligi buzulish uyasini sodir bo'lishining dastlabki bosqichini, ham nuqsonlarning keyingi rivojlanish yo'lini tadqiqot qilish imkonini beradi. Usulning ishlash tamoyili quyidagicha: uzluksiz yoki impulsli rejimda ishlaydigan generatordan radioto'lqinlar konstruksiyaga kirib boradi va kuchaytirgich yordamida qabul qiluvchi qurilma tomonidan qayd qilinadi. Radioto'lqin usuli yordamida materiallar namligini o'lchash imkoni bo'ladi.

Issiqlik usullarida (infraqizil defektoskopiya) quyidagilar qayd qilinadi:

1) tashqi ta'minlagichdan yuborilgan tekshiriladigan konstruksiyadan qaytgan yoki u orqali o'tadigan infraqizil nurlarni;

2) masalan, elektr o'tkazuvchi material orqali tok o'tkazib qizdirib tekshiriladigan element yuzasini xususiy infraqizil nurlashning mahalliy chetga chiqishlarini. Harorat maydoni kartinasining mahalliy bo'zishlar, shu jumladan nazoratning boshqa usullarini qo'llaganda, aniqlash imkoni bo'lmaydigan yashiringan nuqsonlar mavjudligining sezgir ko'rsatkichlari hisoblanadi. Infraqizil nurlash to'lqinlar uzunligi $\lambda = 0,74$ mkm bo'lgan, ko'rinadigan spektr qizil uchi va to'lqinlar uzunligi $\lambda = 1...2$ mm bo'lgan qisqato'lqinli radionur orasidagi spektral zonani egallaydigan elektr magnit nurlashdir. Infraqizil nurlashdan ko'rinadigan yoriqlik uchun noshaffof to'ldirgichlarni aniqlashda foydalaniladi. Nuqsonlarning infraqizil tasvirlarini tekshiriladigan ob'ektlarni kesib o'tish, qaytish va xususiy nurlashlarida olish mumkin. Qizdirilgan qattiq jismlar uzluksiz infraqizil spektrni chiqaradilar. Past haroratda (600°S dan past) qizdirilgan qattiq jismni nurlash deyarli butunicha infraqizil zonada joylashgan. Haroratning ko'tarilishida nurlash xissasi ko'rinadigan zonada oshadi, va jism boshida to'q-qizil, keyin qizil, undan keyin sariq va oxirida, baland haroratda – oq bo'ladi. Ko'rish chegarasidagi ko'rinadigan ko'pgina moddalar infraqizil nurlashning ayrim chegaralarida ko'rinmaydigan (noshaffof) va teskarisi bo'lar ekan. Masalan, bir necha santimetrli suv qatlami infraqizil nurlashda ko'rinmaydi; germaniy va kremniy plastinkalari ko'rish chegarasida noshaffof, infraqizilda esa shaffof (ko'rinadigan) bo'ladi. Ko'pgina materiallarda infraqizil nurlash uchun qaytaruvchanlik qobiliyati ko'rish yoriqligiga nisbatan ancha katta. Infraqizil nurlashning katta quvvatli ta'minlovchisi quyoshdir, uning 50% ga yaqini infraqizil zonasida yotadi. Volfram ipli qizdirish lampasi nurlari energiyasining ancha katta xissasi (70 dan 80% gacha) infraqizil nurlarga to'g'ri keladi.

Infraqizil nurlashning qabul qiluvchilari infraqizil nurlash energiyasini, energiyaning odatdagi usullar bilan o'lchanishi mumkin bo'lgan boshqa turiga o'zgartirishga asoslangan. Infraqizil nurlashning issiqlik qabul qiluvchilarida termosezgir element haroratining oshishi qayd qilinadi. Fotoelektrik qabul qiluvchilarda yutilgan infraqizil nur elektr toki yoki kuchlanishning paydo bo'lishiga, yoki o'zgarishiga olib keladi. Fotoelektrik qabul qiluvchilar selektorli

xossalarga ega, ya'ni spektrning faqat ma'lum chegarasidagina sezgirdir. Infraqizil nurlashda maxsus fotoplyonka va plastinkalarda fotosuratlarini olish mumkin. Belgilangan xossalarni bino va inshootlarning to'suvchi (o'rab turuvchi) konstruksiyalari sifatini masofadan (distansionno) tezkor tahlil qilish imkonini beradi.

Infraqizil nurlashni ko'rish chegarasida o'zgartirish uchun teplovizorlar deb nomlanadigan uskunalardan foydalaniladi. Bu priborlarda predmet yuzasidagi haroratlar farqi vizual tasvirlanadi. Pribor ko'rish chegarasining tarqalishini (yoyilishini) ishlab chiqadi va infraqizil nurlarni detektorga uzatadi, u esa infraqizil signalni elektr signalga o'zgartiradi. Bu signal kuchaytirilgandan so'ng televizion qurilma nayida tutamlar jadalligi qayd qilinadi. Puchoklar ekranda kattalashtiriladi (yoyiladi) va pribor yordamida kuzatiladigan tasvirni beradi. Ekranda issiqlik kartinasi hosil bo'ladi: yoriqroq uchastkalar yuqoriroq haroratli predmet yuzasiga mos keladi. Teplovizorlar choklar ishlovining sifatini baholash imkonini beradi.

6.8. Nazoratni sindirmaydigan priborlarining yangi avlodlari

Oxirgi yillarda MDH davlatlarida (ayniqsa Rossiyada) sindirmaydigan nazorat va sindirmaydigan defektoskopiyaning kichikgabaritli elektron priborlarining butun majmuasi yaratilgan, ular quyidagi amallarni bajarish imkonini beradi:

- 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 kalinligi va armatura diametrini bilvosita usulda nazorat qilish.

Rossiyada elektron priborlarning yangi avlodini yaratish va ularni ishlab chiqish bilan NPO "Karat", SKV "Stroypribor", OOO NPP Interpribor va b. lar muvaffaqiyatli shug'ullanishadi. Hamma chiqariladigan priborlar Rossiya Gostandarti tomonidan sertifikatlangan va ular ham davlat ichida, ham chet davlatlarda keng foydalaniladi. Yaratilgan priborlar 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, ergonomik va texnologik omillarni hisobga olib yig'ilgan axborotlarni maxsus intellektual qayta ishlovi bilan ta'minlanadi. Hamma priborlar yuqoritezlikli protsessor va dala sharoitlarida yig'ilgan axborotlarni saqlash uchun elektron yozuv kitobchasiga egadirlar. Yaratilgan priborlar 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 priborlar ularning xotirasini o'qish, olingan o'lchovlar natijalarini saqlash va hujjatlashtirish uchun maxsus kompyuter dasturlari bilan ta'minlangan.

Mazkur priborlardan ba'zi birlarining texnik parametrlari va ularning qo'llanish sohalari quyida taqdim etilgan.

1. Vibrotebranish parametrlari va armaturadagi cho'zuvchi kuchlanishni o'lchash uchun VIST-2.4 pribori.

Temirbeton buyumlarni tayyorlashda betonli qarishmalarni 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. Pribor o'lchovlarning (vibrotezlik, vibrosiljish, garmonik koeffitsiyenti, 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 (переключаемому) 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'rsatgichlarni tasvirga tushirishni ko'zda tutadi. Buning uchun datchik asosi markazida rezbali teshik qilingan.

Texnik tavsiflari

Vibrotezlikni o'lchash diapazoni, <i>mm/s</i>	0,1...500
Vibrotebranish amplitudasini o'lchash diapazoni, <i>mm</i>	0,01...10
Chastotani o'lchash diapazoni, <i>Gs</i>	2...500
Amplituda va vibrotezlikni o'lchashning asosiy nisbiy xatolik chegaralari, %	± 6,0
Chastotani o'lchashning asosiy nisbiy xatolik chegaralari, %	± 0,2
Elektron blokning gabarit o'lchamlari, <i>mm</i> :	150x80x32
Elektron blok va datchikning massasi, <i>kg</i> :	0,3

2. Materiallarning mustahkamligi, zichligi va birjinsliligini nazorat qilish uchun ONIKS - 2.5 pribori. Pribor beton mustahkamligini siqilishda sindirmaydigan zarbali-impulsli usul (GOST 22690-88) 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 jinsliligini nazorat qilish uchun qo'llanadi.



Texnik tavsiflari

Mustahkamlikni o'lchash diapazonlari, MPa:	1...30 / 5...100
Mustahkamlikni o'lchashning asosiy nisbiy xatoligi, %	±8,0
Elektron blokning gabarit o'lchamlari, mm:	150 x 80 x 32
Elektron blok va datchikning massasi, kg:	0,3

Priborda natijalarning ishonchliligini oshiradigan o'lchashning ikki parametrikli usuli (zarbali impuls + orqaga qaytish) tadbiiq qilingan, qo'shimcha kompyuter ishlovi uchun saqlash va yakka natijalar massivini ko'rish rejimi, natijalarni ko'rishning grafik shakli mavjud, foydalanuvchi uchun o'zining xususiy graduirovka bog'liqlarini kiritish hamda kompyuter yordamida priborga materiallarning shaxsiy nomlarini berish imkoniyati mavjud. Xotirasida o'lchovlar seriyasining raqami, natijalar, variatsiya koeffitsiyenti, material xili, sanasi va vaqti qayd qilinadi. O'lchash diapazoni foydalanuvchi tomonidan menyu orqali tanlanadi. Datchik-sklerometrning original konstruksiyasi foydalanuvchiga bir qo'l bilan ishlash va konstruksiyaning yaqinlashish qiyin bo'lgan joylarida zarbaning katta jadallik va aniqlikda berib, o'lchov ishlarini bajarish imkonini beradi. Datchik korpusining zamonaviy materiali past haroratlarda ishonchli va komfortli ishini ta'minlaydi.

3. Materiallarning mustahkamligi, zichligi va birjinsliligini nazorat qilish uchun ONIKS pribori. GOST 22690-88 bo'yicha beton mustahkamligini qirqish yo'li bilan uzib olish usulida aniqlash uchun mo'ljallangan.

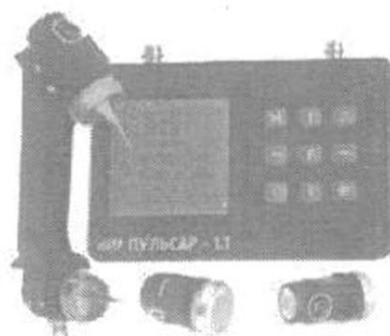


Texnik tavsiflari

Mustahkamlikni o'lchash diapazonlari, MPa	5...100
Anker (qistirgich)ni chiqarib olish kuchi, kN	0...50
Yukni o'lchashning asosiy nisbiy xatoligi, %	±2,0
Gabarit o'lchamlari, mm:	
Pressning	300x80x162
Elektron blokning	150x80x32
Pribor massasi, kg	3,7

Temirbeton konstruksiya va inshootlarni tekshirishda juda mas'uliyatli holatlarda, hamda zarba-impulsi (ONIKS-2.5) va ultratovush (PULSAR-1.1) priborlarni kalibrovka koeffitsiyentlarini korrektirovka qilishda qo'llaniladi. Pribor qo'shimcha moslamalari bilan rastvorli namuna, sementli to'sin, jinslarning bo'lakli namunalarini sinash, plitkalar va qoplamalarning adgeziyasini aniqlash uchun foydalanishi mumkin. Shunga o'xshaganlardan farqli o'laroq, ankerni shpurda siljishini oldini oluvchi doirali mahkamlagichi bilan yengillashtirilgan portativ gidravlik press ko'rinishida bajarilgan, bu esa metrologik va foydalanishdagi tavsiflarini ancha yaxshilash imkonini berdi. Mikroprotsessorli qurilma yuklash va o'lchash jarayonlarini to'la nazorat qilishni ta'minlaydi: yuklashning tavsiya qiladigan va haqiqiy tezligining indikatsiyasini, sug'urib olishni qayd qilgan holda unga qo'yiladigan kuchni, mustahkamligini aniqlash hamda sana va vaqtga bog'lab natijalarni qayd qilishni. Beton xili va yoshi, qotish usuli va ankerning turkumo'lchami bo'yicha tanlash ko'zda tutilgan. Pribor atrof muhitning -10 dan +40°S gacha haroratida, 25°S va undan past haroratda namligining kondensatsiyasiz 90% maksimal namlikda, 86...106 kPa atmosfera bosimida ishlash uchun mo'ljallangan.

4. Materiallarning mustahkamligi, zichligi va birjinsliligini nazorat qilish uchun PULSAR-1.0/1.1 pribori. Qattiq materiallarda kesib o'tuvchi va yuzasini tovush jo'natishda ultratovush tebranishlarning tarqalish tezligi va vaqtini o'lchash uchun mo'ljallangan.



Pribor beton (GOST 17624) va g'ishtning (GOST 24332) mustahkamligi, nuqson (yoriqlar, bo'shliq)larni aniqlash, temirbeton konstruksiyalarning ko'taruvchanlik qobiliyati, tog' jinslarining bo'shliq va yoriqbardoshligi, kompozit materiallarning anizotropiya darajasi va teksturasini baholash imkonini beradi.

Texnik tavsiflari

Vaqtning o'lchash diapazoni, mks	10...9999
----------------------------------	-----------

Vaqtning o'lchashining asosiy nisbiy xatolik chegaralari, %	±1,0
Tebranishning ishchi chastotasi, kGs	60...100
Gabarit o'lchamlari, mm:	160x120x30
Elektron blok va datchikning massasi ("Pulsar-1.1"), kg:	0,86

Pribor abraziv materiallarining mustahkamligi, zichligi, elastiklik moduli va tovush indeksini oldindan o'rnatilgan graduirovka bog'liqligi bo'yicha hisoblaydi, yuzasi bo'yicha nur jo'natishda (rusiya va inglizcha variantlari) yoriqlar chuqurligini aniqlash imkonini beradi. Ossillograf ekranida qabul qilinadigan signalni ko'rish imkoni mavjud. Datchiklar konstruksiyasi quruq kontakt (titan uchli) bilan qayd qilingan 120 mm li bazada quruq kontakt (uchi titanli yoki poliuretanli proyektorlari) bilan ixtiyoriy bazadagi kesib o'tuvchi, yuzaki va burchakli nur jo'natishda pribor ishini ta'minlaydi. "Pulsar - 1.0" priboridan farqli o'laroq "Pulsar - 1.1" xizmat qilish funksiyasining qo'shimcha to'plami (yoriqlar chuqurligini aniqlash, noma'lum tarkibdagi betonlar mustahkamligini baholash), hamda foydalaniladigan katta grafik displeyiga (160x160 nuqta) kichik gabarit va massaga ega, bundan tashqari foydalanuvchiga eslatib turuvchi tizimli qulayroq menyuni tadbqiq qilish imkonini beradi. Yangi priborning menyusida materiallar nomini kompyuter va maxsus dastur yordamida dasturlash imkoni bor.

5. Vibrotebranish parametrlari va armaturadagi cho'zish kuchlanishini o'lchash uchun VIBRAN-2.0 pribori. Kichikgabaritli pribor konstruksiya, poydevor, asos, ko'priklar inshootlari, qurilish buyumlari, abraziv (charx tosh)lar, vibratsion asbob-uskunalar, dvigatellar, turbinalar, ventilyatorlar vibrodiagnostikasi uchun mo'ljallangan, xususan, konstruksiya reaksiyasini zarbali ta'sirga tahlilida qo'llaniladi.



Texnik tavsiflari

Chastotalar diapazoni, Gs	0,5...100, 1...200
Vibrosiljishlar amplitudasi diapazoni,	0,01...5,0
Vibrotezlik diapazoni, mm/s	0,1...500
Asosiy nisbiy xatolik, %	±5,0
Gabarit o'lchamlari, mm:	150x80x32
Elektron blok va datchikning massasi, kg:	0,25

Har xil ob'ektlar struktura nuqsonlarini ob'ektlar reaksiyalarini etalon spektri bilan taqqoslash usuli bilan qidirishda, shu jumladan, har xil buyumlarni yaroqsizligini aniqlashda qo'llaniladi. Tebranishlarning davriy va nodavriy bosqichlarining bitta tanlangan fazoviy koordinatada tahlilini bajarish imkonini

beradi, hamda vibrotebranishlarni yozishni (beriladigan vaqtinchalik ramkada tanlangan boshlang'ich sathi bo'yicha avtomatik ravishda ishga tushirish bilan) amalga oshiradi va spektrning 200 ta chizig'i bo'yicha ularni joylashishi olinadi; garmonik jarayonlarni avtomatik ravishda masshtablab va signaldagi past garmoniyaliklarni ajratib yozishni amalga oshiradi, Fure qatorida ajratib chiqishning (razlojeniya) 7 ta garmoniyasi olinadi; displeyda signallar shakli va ularning spektri qaraladi; vibrotebranishlarning 160 tagacha saylanmasi (tanlangani) va ularning spektral tarkibi saqlanadi; USB-port va vibrotebranishlar jarayonlari yozib borilgan tadbiri qo'shimcha kompyuter ishlovi orqali jo'natiladi, oktavli va 1/3 oktavli tahlilni amalga oshirish; spektrlarni o'rtachasini topish; vibrotezlik, vibrosiljish va vibrotezlashishlar bo'yicha o'rtacha kvadratli va amplitudali qiymatlarining o'lchov natijalari olinadi.

6. Virotebranish parametrlari va armaturadagi cho'zish kuchlanishini o'lchash uchun VIBRAN-3.0 pribori. Konstruksiya, poydevor, asos, ko'priklar inshootlari, qurilish buyumlari, abrazivlar, vibratsion asbob-uskunalar, kompressor stansiyalari,



dvigatellar, turbinalar, va sh.o'. larni ko'p kanalli vibrodiagnostikasi uchun mo'ljallangan, hamda konstruksiya reaksiyasini zarbali ta'sirga tahlili uchun foydalaniladi. Har xil ob'ektlar struktura nuqsonlarini ularning reaksiyalarini etalon spektri bilan taqqoslash usuli orqali qidirishda, shu jumladan, keramik abraziv buyumlarning yaroqsizligini aniqlashda qo'llaniladi.

Texnik tavsiflari

O'lchov kanallarining soni	4
Chastotalar diapazoni, Gs	0,5...100
Vibrotezlik diapazoni, mm/s	0,1...500
Spektrdagi chiziqlar soni	200
Xatolik chegarasi, %	±5,0
Tebranishlarni yozish vaqti, s	0,2...2; 2...20
Elektron blokning gabarit o'lchamlari, mm:	160x120x30
Elektron blokning massasi, kg	0,26

VIBRAN-3.0 vibrotebranishlarni to'rtta kanal bo'yicha tahlilini bajarish imkonini beradi, hamda: vibrotebranishlarni yozishni (beriladigan vaqtinchalik ramkada tanlangan boshlang'ich sathi yoki tashqi sinxronizatsiya bo'yicha avtomatik ravishda ishga tushirish bilan) amalga oshiradi va spektrning 200 ta chizig'i bo'yicha ularning joylashishi olinadi; displeyda signallar shakli va ularning spektri qaraladi; signallar vaqtinchalik tavsiflarining tahlilini bajarish (ossillograf rejimi); vibrotebranishlarning 80 tagacha saylanmasi va ularning spektral tarkibi saqlanadi; USB interfeysi va vibrotebranishlar jarayonlari yozib

borilgan tadbiqini qo'shimcha kompyuter ishlovi orqali jo'natish amalga oshiriladi, oktavli va 1/3 oktavli tahlilni amalga oshirish; spektrning 2000 tagacha chizig'ini olish, chiqindilar (выбросы) va vibratsiyalarning umumiy sathini baholash; spektrlarning o'rtchasini topishni (usredneniye); vibrotezlik, vibrosiljish va vibrotezlashishlar bo'yicha (amplitudali) qiymatlarining o'lchov natijalari olishni amalga oshiradi.

7. Virotebranish parametrlari va armaturadagi cho'zish kuchlanishini o'lchash uchun INK-2.4/2.4K pribori.

Priborning vazifasi – temirbeton buyumlar va konstruksiyalardagi strejenli, simli va kanatli armaturalardagi mexanik kuchlanishlarni, hamda har xil ob'ektlarning vibrotebranishlar parametrlari (chastota, vibrotezlik va vibrosiljishlar)ni chastotli usul (GOST 22362-77) bilan aniqlash



Texnik tavsiflari

O'lchashlar diapazonlari:

– chastotalarning, Gs	5...200
– mexanik kuchlanishlarning, MPa	50...2000
– vibrotebranishlar amplitudalarini, mm	0,01...10
– vibtezlklarni, mm/s	0,1...500

O'lchashning asosiy nisbiy xatolik chegaralari:

– chastotalarning, %	±0,2
– mexanik kuchlanishlarning, %	±4,0
– tebranishlar amplitudalari va vibrotezliklarining, %	±6,0

Elektron blokning gabarit o'lchamlari, mm

150x80x32

Massasi, kg

0,28

AA, V 2.5±0.5 turidagi o'lchamli 2 ta akkumulyatorli batareyalar bilan ta'minlanadi.

Priborlar qayd qiladi (inditsiruyut): a) kuchlanishlarni o'lchash rejimida – MPa da kuchlanish miqdorini va % da uning loyihaviy qiymatdan chetga chiqishini, armatura sterjenining kesish uzunligiga tuzatish kiritishni, b) vibrometr rejimida – vibrotezlik, vibrosiljish va chastotani. O'lchovning 1200 ta natijalarini va nazorat ob'ektining turlarini qayd qilish ko'zda tutilgan (600 ta natijalarni kuchlanishlarni o'lchash rejimida va 600 ta natijalarni vibrometr rejimida).

8. Materiallar namligini nazorat qilish uchun VIMS - 2.2 pribori. Materiallar namligini o'lchaydiganlar VIMS-2 seriyasi GOST 21718 bo'yicha qurilish materiallari keng nomenklaturasi (qum, beton, g'isht) va GOST 16588 bo'yicha yog'ochlar (sosna, yel, listvennitsa, bereza, dub, buk, osina, lipa va b. lar), shu jumladan, buyum va konstruksiyalarning namligini o'lchash uchun mo'ljallangan.



Priborlarning asosiy qo'llanish sohalari materiallar namligi me'yoriy-texnik va texnologik hujjatlar bilan cheklanadigan (reglamentiruyetsya) har xil qurilish ishlab chiqarish va texnologiyalaridir. Namolchagichlar iste'molchilar tomonidan har qanday qattiq jismlar uchun individual o'zgartirish koeffitsiyentlarini 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. Priborlar quyidagilarni qayd qiladi (indutsiruyut): nazorat qilinadigan material namligi va xili, o'lchash raqami, sanasi, vaqtini.

Texnik tavsiflari

Namlikni o'lchash diapazoni, % :	
– yog'ochlar	5...30
– qattiq qurilish materiallari	0,5...20
– qum	1...12
Namlik o'lchashni ruhsat etiladigan asosiy absolyut xatoligi, %	±3
Qayd qilish blokining o'lchamlari, mm	150x70x31
Massasi, kg	0,32

Foydalanuvchi o'zi mustaqil ravishda tajriba o'tkazish va priborga kerakli materiallarning 20 dan ortiq individual bog'liqliklarini kiritish imkoniyatiga ega. Ishlab chiqaruvchilar tomonidan buyurtmachilarning maxsus buyurtmasiga muvofiq individual materiallar uchun roslash (to'g'rilash) koeffitsiyentlarini aniqlash amalga oshiriladi. Priborlarda nazorat qilinadigan materiallar yuzasining sifati, nobirjinsligi (qattiqliklari uchun) va zichlash 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 uchun.

9. Materiallar namligini nazorat qilish uchun VIMS - 2.1 pribori. VIMS-2.1 priborining o'lchov seriyalari qattiq materiallar keng nomenklaturasi (16 xil jinslar: beryoza, buk, dub, yel, kedr, klyon, lipa, listvennitsa, olxa, orex, osina, pixta, sosna, topol, yablonya, yasen), sementli tayyorlov qatlami (styajki) va boshqa (9 ta erkin dasturlanadigan) materiallarning namligini o'lchashga mo'ljallangan.



Texnik tavsiflari

Namlikni o'lchash diapazoni, % :	
– yog'ochlar	5...30
– qattiq qurilish materiallari	0,5...20
Namlikni o'lchashning ruhsat etiladigan asosiy absolyut xatoligi, %:	
– yog'ochlar uchun	±3
– qattiq qurilish materiallari uchun	±2
Gabarit o'lchamlari, mm	150x70x31
Massasi, kg	0,66

VIMS-2.1 pribori elektron blokiga joylashtirilgan o'lchov datchigiga ega. Pribor qayd qiladi (indutsiruyet): namlik, material xili, o'lchov raqami, sanasi va vaqtini. Bazali tuzatgich bilan chiqariladi, ammo aniqlikni oshirish uchun priborni iste'molchi materialiga qo'shimcha kalibrovka qilish tavsiya etiladi. Foydalanuvchi o'zi erkin ravishda tajriba o'tkazish va priborga kerakli materiallar uchun 9 ta individual graduirovka bog'liqliklarini kiritish imkoniyatiga ega. Ishlab chiqaruvchilar tomonidan buyurtmachilarning maxsus buyurtmasiga muvofiq individual materiallar uchun rostlash (to'g'rilash) koeffitsiyentlarini aniqlash amalga oshiriladi.

– VIMS-2.10 – yog'ochlarni namligini o'lchashga mo'ljallangan, o'lchov blokiga joylashtirilgan datchik bilan birga chiqariladi (komplektatsiya qilinadi). Soddalashtirilgan versiyasi: foydalanuvchi graduirovka koeffitsiyentlarini korrekcirovka qilish imkoniyatiga ega emas, kompyuter bilan aloqa yo'q, o'lchov vaqti va sanasini qayd qilish imkoni yo'q;

– VIMS-2.11 – yog'ochlarning namligini o'lchashga mo'ljallangan, o'lchov blokiga joylashtirilgan datchik bilan birga chiqariladi (butlanadi). To'la versiyasi: mavjud graduirovka koeffitsiyentlarini korrekcirovka qilish imkoniyati va foydalanuvchi materiallari (8 xil material) uchun yangi bog'liqliklar kiritish, kompyuter bilan aloqa mavjud, hamda o'lchov vaqti va sanasini qayd qilish imkoni bor;

– VIMS-2.12 – yog'ochlar, qattiq, sochiluvchi qurilish materiallarining namligini o'lchashga mo'ljallangan. O'lchov blokiga joylashtirilgan datchik

(yog'ochlar, qattiq qurilish materiallarining namligini o'lchash uchun) va buyurtmaga muvofiq qattiq (burg'alangan joylarda - skvajinalarda) va sochiluvchi qurilish materiallarining namligini o'lchash uchun zondli datchiklar bilan birga chiqariladi.

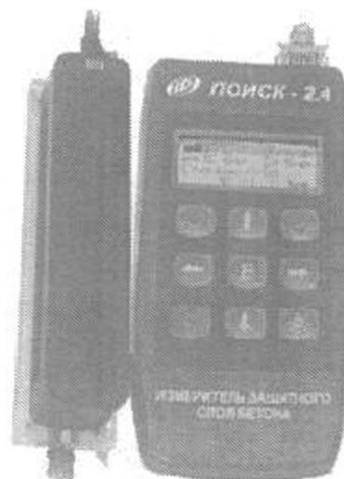
10. ITS-1 priborlari: materiallarning issiq o'tkazuvchanligini o'lchagichlari. ITS-1 issiq o'tkazuvchanligini o'lchagichlari GOST 7076-99 ga mos ravishda qurilish va issiq-izolyatsiyalovchi (ixotalovchi) materiallari keng spektrining issiq o'tkazuvchanligi va termik qarshiligini statsionar usulda o'lchashga mo'ljallashtirilgan.



Texnik tavsiflari

Issiq o'tkazuvchanlikni o'lchash diapazoni, $Vt/(m \cdot K)$	0,02...1,5
Issiq o'tkazuvchanlikni o'lchashning nisbiy xatoligi, %	$\pm 5,0$
O'lchash vaqti, soat	0,5...2,5
Tok ta'minlovchi kuchlanishi, V	~ 220
Gabarit o'lchamlari, mm	265x190x120
Massasi, kg	6,5
Natijalar xotirasi, o'lchashlar soni	200

11. POISK-2.4 pribori. Yangi texnik yechimlar va axborotni matematik qayta ishlash algoritmlarini qo'llash o'lchovlar ishonchliligini ancha oshirish imkonini berdi. O'lchovlar sharti foydalanuvchi tomonidan ekranli menyu yordamida tanlanadi. Asosiy funksiyalari: o'lchovlarning avtomatik sikli; natijalar, o'lchov shartlarini avtomatik qayd qilish; foydalanuvchi ishining pribor bilan menyu tizimi orqali dialogli rejimi; grafik displeyda yoritgichi bilan natijalarni to'liq va aniq tasviri; yozma xabarlar tili – rus va ingliz.



Texnik tavsiflari

Beton himoya qatlami qalinligini o'lchash diapazonlari, mm:	
– 3...12 mm li armatura diametrlari uchun	2...100
– 14...30 mm li armatura diametrlari uchun	3...120
– 32...50 mm armatura diametrlari uchun	10...130
Armaturalar orasidagi masofa, mm, dan katta:	
– 3...11 mm li armatura diametrlari uchun	100

- 12...50 mm li armatura diametrlari uchun	200
Armatura jolashishining sezgirlik chegarasi, mm	250
Himoya qatlami qalinligini o'lchash xatoligi, mm	$\pm(0,03h+0,5)$
Elektron blokining gabarit o'lchamlari, mm:	150x80x32
Elektron blok va datchikning massasi, kg:	0,54

12. TEMP-3 pribori: Termometrlar - Gigrometrlar - Registrator (Qayd qiluvchi)lar. TEMP-3 priborlar oilasi tajovuzkor bo'lmagan havo muhitining namligi va suyuq, gaz ko'rinishidagi muhit, sochiluvchi materiallar, bitum, qattiq materiallar yuzasining namligini o'lchash va qayd qilish, hamda boshqa shunga o'xshashlarga qo'llash uchun ishlab chiqilgan. Konstruksiyalarning vazifasi, ulardan foydalanish, inersionlik shartlari va harorat diapazoniga bog'liq holda har xil datchiklarni ishlatib, bir necha modifikatsiyalarda chiqariladi.



Foydalaniladigan issiqo'zgartirgichlarning variantlari: XA i XK termoparalari, Pt qarshilik termometralari. Termodatchiklarning konstruktiv bajarilish variantlari: a) suyuq, gaz ko'rinishidagi va plastik (masalan bitum) muhitlarni nazorat qilish uchun cho'ktiriladigan turkumdagi datchiklar, b) qattiq materiallar yuzasining haroratini kontakt usulda o'lchaydigan datchiklar. Pribor atrof muhitning -10 dan +50 °S gacha harorati, 25 °S va undan kam haroratda namlik kondensatsiyasiz hamda 86...106 kPa atmosfera bosimida, 90% maksimal namlikda ishlash uchun mo'ljallangan.

Texnik tavsiflari

Haroratni o'lchash diapazoni, °S	-50...+200...+1000
Harorat o'lchovining diskretligi, °S	0,1
Harorat o'lchovining aniqlik sinfi	0,5; 1,0;
Nisbiy namlikni o'lchash diapazoni, %	0...100
Namlikni o'lchashning asosiy absolyut xatoligi, %	$\pm 2,0$
Ro'yxatga olish davri	2 s...24 soat
Natijalar xotirasi	3600 tagacha
Priborning gabarit o'lchamlari, mm	150 x 80 x 32
Pribor massasi, kg	0,14

AA, V 2.5 ± 0.5 turidagi o'lchovli 2 ta akkumulyator batareyasi bilan ishlaydi.

inshootlarni tekshirishda beton yuzasidagi yoriqlarni ochilish kengligini aniqlash.



Texnik tavsiflari

Tavsiflar nomi	4X ob'ektivi bilan	2X ob'ektivi bilan
O'lchash diapazoni, <i>mm</i>	0...3,5	0...7
Ko'rish maydoni, dan katta, <i>mm</i>	4,5	9
Ko'rishni kattalashtirish, marta	$50 \pm 2,5$	$25 \pm 1,2$
Pribor massasi, <i>kg</i>	0,5	

16. Armaturadagi kuchlanishni chastota usulida aniqlash uchun EIN-MG4 pribori. Mazkur pribor GOST 22362 bo'yicha temirbeton konstruksiyalarning sterjenli, simli va kanatli armaturasidagi (oldindan berilgan) dastlabki kuchlanishlarni tezkor (operativ) ishlab chiqarish nazorati uchun mo'ljallangan. GOST 22362 priborning o'xshashlaridan farqi texnologik hisoblarni avtomatik bajarish funksiyasi mavjudligidadir: armaturaning berilgan uzayishini, tayyorlangan armaturaning uzunligi, ankerlar kallaklari orasidagi masofani korrekcirovka qilish.



Bir necha turdagi oldindan zo'riqishlarni amalga oshiradigan foydalanuvchilar uchun, boshlang'ich ma'lumotlar kombinatsiyasi xotirasida o'rnatish va saqlab qolish imkoniyati ko'zda tutilgan (qolip tayanchlari orasidagi masofa, armatura diametri va sinfi, armaturadagi loyihaviy kuchlanish). Pribor o'lchov natijalarini energiya bilan bog'liq bo'lmagan xotirasi va armatura tebranishlarining elektr magnit (pomex) va garmonik tarkib shovqinini yo'qotish

(bosish)ni ta'minlovchi samarali ikkikaskadli raqamli filtr bilan ta'minlangan. O'lchov jarayonida pribor armaturaning tebranish chastotalarini o'zaro taqqoslab, bir necha marotaba avtomatik o'lchashni amalga oshiradi, ishonchli qiymatlarini tanlab oladi va hisoblash algoritmiga mos ravishda uni mexanik kuchlanishga aylantiradi. O'lchov natijasining indikatsiyasi – raqamli, MPa da. Pribor test-nazorat rejimiga ega.

Texnik tavsiflari

O'lchanadigan kuchlanish diapazoni, MPa	100...1800
Armaturaning nazorat qilinadigan diametri diapazoni, mm	3...32
Armaturaning nazorat qilinadigan uzunligi diapazoni, m	3...18
Chastotani o'lchashning asosiy xatoligi, katta emas, %	±0,4
Kuchlanishlarni o'lchashning asosiy xatoligi, katta emas, %	±3
O'lchovning bir sikli vaqti, sek	2...5
"Korund" (6LR61) turidagi batareya bilan ta'minlanadi, V 6...9	
Gabarit o'lchamlari, mm	175x90x30
Datchik bilan birga massasi, katta emas, kg	0,5

17. Beton himoya qatlami qalinligini o'lchash va armaturaning joylashishini aniqlash uchun IPA-MG4 pribori. IPA-MG4 pribori GOST 22904 bo'yicha temirbeton buyum va konstruksiyalardagi beton himoya qatlamining qalinligi va sterjenli armaturalarning joylashishini magnit usulida operativ nazorat qilish uchun mo'ljallangan. Priborning qo'llanish sohalari – qurilish industriyasi tashkilotlari va qurilishda temirbeton konstruksiya va inshootlarning armaturalash parametrlarini aniqlash hamda foydalanishdagi bino va inshootlarni tekshirishda.



IPA-MG4 pribori uchta asosiy ish rejimiga ega: armatura sterjenining o'qini aniqlash; aniq diametrlil 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. Pribor energiyaga bog'liq bo'lmagan o'lchovlarning 127 ta natijalarini xotirasiga saqlay oladi.

Texnik tavsiflari

Armaturaning nazorat qilinadigan diametri, <i>mm</i>	3...40
Betonning himoya qatlami qalinligini o'lchash diapazoni, <i>mm</i> :	
– 3...10 <i>mm</i> diametrli armatura sterjenlari uchun	3...40
– 12...40 <i>mm</i> diametrli armatura sterjenlari uchun	5...100
Armaturali sterjenlarining joylashishini aniqlash diapazoni, <i>mm</i> :	
– 3 dan 10 <i>mm</i> gacha diametrli betonning himoya qatlamida	40 gacha
– 12 dan 40 <i>mm</i> gacha diametrli betonning himoya qatlamida	100 gacha
Asosiy rejimda beton himoya qatlami qalinligini o'lchash xatoligi, katta emas, <i>mm</i>	$\pm (0,05h_{zs} + 0,5)mm$, bunda h_{zs} – betonning himoya qatlami qalinligi
Armatura sterjeni o'qini ularning maksimal joylashishida hamma diametrli sterjenlar uchun haqiqiy joylashishidan chetga chiqishini aniqlash xatoligi, <i>mm</i>	± 5
Elektron blokning gabarit o'lchamlari, <i>mm</i>	175x90x30
Datchigi bilan birgalikdagi massasi, kg	0,9

Adabiyotlar

1. Osipov V. O., Kuzmin Yu. G., Ansiperovskiy V. S., Kirsta A. A. Soderjaniye i rekonstruksiya mostov. –M.: «Transport», 1986. – 327 s.
2. Obsledovaniye i ispytaniye soorujeniy. Pod red. O. V. Lujina. – M.: Stroyizdat, 1987. – 263 s.
3. Rekonstruksiya zdaniy i soorujeniy. Pod red. A. L. Shagina. –M.: Vysshaya shkola, 1991. – 362 s.
4. A. N. Shkinev. Avarii v stroitelstve. –M.: 1984. – 319 s.
5. A. A. Kalinin. Obsledovaniye, raschet i usileniye zdaniy i soorujeniy. ASV. –M.: 2004. – 160 s.
6. Mosti i tonneli na jeleznix dorogax. Pod red. V. O. Osipova – M.: Transport, 1988. – 367 s.
7. Instruksiya po obsledovaniyam i ispitaniyam mostov i trub. VSN 122-65. M.: Orgtransstroy, 1966. – 36 s.
8. N. R. Belskiy, A. N. Lebedev. Usileniye stalnix konstruksiy. Kiyev, 1981.
9. Rekomendatsii po usileniyu jelezobetonnykh konstruksiy zdaniy i soorujeniy rekonstruiruyemykh predpriyatiy /Xarkovskiy PromstroyNIIproyekt. – Xarkov, 1985. – 68 s.
10. Rekomendatsii po usileniyu kamennykh konstruksiy zdaniy i soorujeniy / SNIISK im. Kucherenko. M., 1984. – 76 s.

Mundarija

Bob IV. Qurilish konstruksiyalarini statik sinash

- 4.1. Konstruksiyalarni statik sinashning usullari va vositalari
- 4.2. Statik sinovlarni o'tkazish
- 4.3. Statik sinovlar natijalarining qayta ishlovi

Bob V. Inshootlar konstruksiyalarini dinamik sinovlari

- 5.1. Konstruksiyalarni dinamik yuk ostida sinashning maqsad va vaziflari
- 5.2. Konstruksiya va inshootlarni sun'iy hosil qilinadigan vibratsiya yuki ostida sinash
- 5.3. Ko'priklarni statik va dinamik yuklar bilan sinash uslubi
- 5.4. Yashiringan nuqson va shikastlanishlarni aniqlash usullari

Bob VI. Sinashning sindirmaydigan va optik usullari

- 6.1. Umumiy ma'lumotlar
 - 6.2. Jinsga singib boruvchi usul
 - 6.3. Materiallarni sinashning mexanik usullari
 - 6.4. Akustik usullar
 - 6.5. Magnitli, elektrik va elektr magnetli usullar
 - 6.6. Nurlashning ionlashtirishdan foydalanishga asoslangan usullari
 - 6.7. Radiodefektoskopiya va infraqizil defektoskopiya
 - 6.8. Nazoratni sindirmaydigan priborlarining yangi avlodlari
- Adabiyotlar

A. A. Ashraboʻv
Texnika fanlari doktori, professor;
Ch.S. Raupov
Texnika fanlari nomzodi, dotsent.

Qurilish konstruksiyalarining diagnostikasi va sinovi
II qism