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

TOSHKENT ARXITEKTURA-QURILISH INSTITUTI

S.A. Xodjayev, S.T. Qosimova, N.Z. Tolipova

QURILISH MATERIALLARI VA KONSTRUKSIYALARINI TEKSHIRISH VA SINASHNING ZAMONAVIY USULLARI

DARSLIK

Toshkent - 2015

UDK: 620.1

Mualliflar: t.f.d. Xodjayev S.A., t.f.n. Qosimova S.T., Tolipova N.Z.

“Qurilish materiallarini tekshirishning zamonaviy usullari” darslik,

S.A. Xodjayev tahriri ostida. –Toshkent, 2015.

Mazkur darslikda qurilish materiallarini fizik-kimyoviy tadqiq etish usullari keltirilgan. Qurilish materiallari va konstruksiyalarini statik va dinamik yuklar ostida sinashning nazariy va amaliy masalalari yoritilgan. Sinashni tashkil etish bo‘yicha ma’lumotlar hamda qo‘llanadigan asbob-uskuna va jihozlarning tavsiflari berilgan. Darslikda materiallar va konstruksiyalarni buzish va buzmaydigan usullar bilan sinash yo‘llari keltirilgan.

Sinov natijalarini dastlabki va to‘liq ishlov berish usullarini hamda ularni tahlil etishda extimollik nazariyasi, matematik statistika usullarini qo‘llash bayon etilgan. Sinashda mehnat xavfsizligini ta’minlash masalalariga alohida o‘rin berilgan.

Darslik 5340300 “Shahar qurilishi va xo‘jaligi” 5111000 “Kasbiy ta’lim” (ShKX) yo‘nalishlari bo‘yicha ta’lim olayotgan bakalavrlar va 5A 340301 “Binolar, shahar hududlarini qayta qurish, tiklash, obodonlashtirish va ulardan foydalanish” mutaxassislik bo‘yicha tayyorlanadigan magistrlar hamda ilmiy xodimlar, loyiha va qurilish tashkilotlari mutaxassislariga tavsiya etiladi.

Taqrizchilar: Sh.R.Nizamov - texnika fanlari nomzodi, professor (TAQI).

M.Iskandarova - texnika fanlari doktori.

O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligining 2009-yil, 26-dekabrdagi 51-sonli buyrug‘iga asosan darslik sifatida nashr etishga ruxsat berildi (grif № 51-206).

© **TAQI - 2015**

KIRISH

Kapital qurilish-texnika taraqqiyotini tezlashtirishga katta ta’sir ko‘rsatib, xalq xo‘jaligining barcha sohalarida fan va texnika yutuqlarini hayotga tatbiq etishning muhim omili hisoblanadi. Hozirgi paytda mamlakatimizdagi kapital qurilishda yig‘ma va monolit (yaxlit) temirbeton, shuningdek, metall konstruksiyalar muhim ahamiyatga ega bo‘lmoqda. Respublika iqtisodiyotining jadal sur’atlar bilan rivojlanishi sharoitida qurilish muddatlarini qisqartirish, kapital mablag‘larni, moddiy va mehnat resurslarini to‘plash yo‘li bilan korxonalarni va ob’yektlarni kengaytirish hamda qayta qurish, qurilish ishlab chiqarishni sifat darajasini oshirish juda muhim hisoblanadi. Zavodlarda tayyorlanadigan yiriklashtirilgan va yengillashtirilgan qurilish konstruksiyalarini ishlab chiqarishni rivojlashtirish zarur, bu qurilish ishlab chiqarishni industrlashtirish darajasini oshiradi va ma’lum darajada qurilish muddatlarining qisqarishini ta’minlaydi. Ishlab chiqarilayotgan mahsulotning barcha turlarining, shu jumladan yig‘ma va monolit temirbeton konstruksiyalarning sifatini yaxshilash masalalariga alohida diqqat-e’tibor qaratilmoqda. Temirbetonning fizik-mexanik xossalarini yaxshilash, uning mustahkamlik tavsilotlarini oshirish bino va inshootlar konstruksilyari hamda shakllarining takomillashuviga imkon beradi.

Beton va temirbetonning rivojlanish va takomillashish yo‘nalishlaridan biri konstruksiyalarning mustahkamligi, ishonchliligi va tejamliligini ta’minlovchi, yangi avlod betonlarini ishlab chiqish va qo‘llanish hisoblanadi. Bu yo‘nalishni muvaffaqiyatli amalga oshirish uchun sement va betonlarning strukturasi shakllanishining xususiyatlarini tadqiq etish hamda ularning fizik-mexanik xossalarini yaxshilash yo‘llarinish aniqlash muhimdir. Bu muammolarni hal etish materiallar strukturasi shakllanishini mikrodarajada tadqiq etishning, shuningdek ularning fizik-mexanik xossalarini sinash bo‘yicha apparatura va jihozlardan foydalanishning zamonaviy usularini qo‘llanmasdan mumkin emas. Yangi samarali materiallarni yaratish qurilayotgan binolar va inshootlarning ishonchliligi va tejamliligini ta’minlashning muhim, lekin hali yetarli bo‘lmagan shartidir. Bunday bino va inshootlarni qurish va foydalanish jarayonida jiddiy nuqsonlar paydo bo‘lishining oldini olish maqsadida ularning hisob-kitoblari real hisob-kitob sxemalariga asoslanishi kerak.

Taqribiy hisoblash usullari konstruksiyaning real ishlashini aks ettirmaydi, buning natijasida ayrim elementlar ortiqcha mustahkamlikka ega bo‘lsa, konstruksiyaning ba’zi qismlarida nuqsonlar paydo bo‘ladi. Shu munosabat bilan ayrim konstruksiyalarni hisoblashning, shuningdek umuman bino va inshootlarni hisoblshning eng ilg‘or yo‘nalishi real konstruksiyani buzmasdan qabul qilinadigan hisob-kitob sxemalariga asoslangan. EHM dan foydalanish ilmiy tadqiqotlarni yanada chuqurroq o‘tkazishga imkon beradi: materiallarning fizik xosslarini, ayrim elementlar va ularning ish xarakterini hisobga olish. Ravshanki, murakkab muhandislik masalalarini yechishga bunday yondashish faqat nazariy yo‘l bilangina cheklanib qola olmaydi, balki tekshirilgan eksperimental ma’lumotlarga asoslanishi kerak. Odatda, tajriba elastik ish bosqichida ham, plastik deormatsiyalarning rivojlanishida ham, konstruksiyalarning turli elementlarida deformatsiyalarning haqiqiy taqsimlanishini aks ettirib, nazariyaning kamchiliklarini ochib beradi. Konstruksiyaning aslida ishlashini tadqiq etish, hisoblashda, qabul qilingan dastlabki shartlarni tekshirishning yakunlovchi bosqichi hisoblanib, qurilish konstruksiyalarini va inshootlarini sinash - mustaqil tarmoqqa aylandi. Hozirgi paytda qurilish konstruksiyalarini sinash va tadqiq etishlar laboratoriya ilmiy tajribasi doirasidan tashqariga chiqdi va turli sohadagi muhandis-quruvchilarning amaliy faoliyatlarining tarkibiy qismi bo‘lib qoldi.

Mamlakatimizdagi seysmik faollik yuqori bo‘lgan sharoitda bunyod etilayotgan binolar va inshootlarning zilzilabardoshligini ta’minlash masalalari alohida ahamiyatga ega. Shuning uchun sinov yuklanishining turiga bog‘liq holda sinovlarning ikki asosiy turi farq qilinadi: statik (statik yuklanish bilan sinash) va dinamik (dinamik yuklanish bilan sinash). Konstruksiyalar sinash buzmaydigan usullar bilan ham, buzadigan usullar bilan ham amalga oshiriladi. Buzadigan usullar bilan sinashda zavod ishlab chiqaradigan konstruksiyalar partiyasidan ajratib olingan namunalar buzilguncha tanlov sinovlaridan o‘tkaziladi. Konstruksiyalarning ishonchliligi va chidamliligi bilan bog‘liq aniq masalalarni hal qilish uchun buzmaydigan nazorat qilish usullari va asboblari — ultratovushli, rentgen, radiometrik asboblar va mexanik ta’sir ko‘rsatuvchi, shuningdek ayrim boshqa asboblar yordamida qurilish mahsulotining sifatini nazorat qilish sistemasi muhim ahamiyatga ega.

Konstruksiyalar va inshootlarning yangi turlarini tadqiq etish, qabul qilingan hisob sxemasini tuzatish va kuchlangan-deformatsiyalangn holatni aniqlash odatda laboratoriya sharoitida modellar ustda o‘tkaziladi. Hisob-kitob sxemasini, yoriq paydo bo‘lishi xarakterini va buzilish turini aniqlashtirish uchun 1/20—1/10 haqiqiy kattalikdagi temirbetonning kichik o‘lchamli modellari sinovdan o‘tkaziladi. Konstruksiyaning kuchlangan deformatsiyalangan holatini aniqlash uchun shaffof optik-faol materiallardan tayyorlangan modellar fotoelastiklik usuli bilan sinaladi. Va, nihoyat, haqiqiy ishni va kuchlangan-deformatsiyalangan holatni aniqlash uchun 1/3—1/5 haqiqiy kattalikdagi yirik masshtabli modellar sinaladi.

Konstruksiyada uni statik va dinamik holatni sinashda yuz berdigan deformatsiyalar (siljishlar) haqida ma’lumotlar olish uchun turli xil o‘lchov asboblaridan foydalaniladi. Bu asboblarning vazifasi ko‘chishlarni, o‘zaro siljishlarni, burilish burchaklarini, bosimni, tebranishlarni va h.k. o‘lchash.

Qurilish konstruksiyalari nazariyasi va amaliyotiga, ularni sinash usullarini ishlab chiqishga K.S.Abdurashidov, N.N.Aistov, R.I.Aronov, B.A.Asqarov, A.B.Ashrabov, K.I.Bezuxov, V.Z.Vlasov, A.A.Gvozdev, D.Y.Dolidze, K.S.Zavriyev, Yu.M.Ivanov, S.I.Ikromov, A.A.Ishonxo‘jayev, A.N.Krilov, A.G.Komar, I.L.Korchinskiy, N.N.Maksimov, R.K.Mamajonov, A.M.Muhitdinov, V.V.Mixaylov, Yu.A.Nilender, M.A.Novgorodskiy, Y.O.Paton, T.R.Rashidov, V.A.Rjevskiy, S.T.Uzlov, O‘.Fozilov, Sh.A.Hakimov, I.F.Sipenyuk va boshqalar katta hissa qo‘shdilar. Konstruksiyalarni sinash, sinovlarni o‘tkazish usularini yaratish va takomillashtirish bo‘yicha katta hajmdagi ishlar VNII jelezobeton, NIIJB, SNIIOMTP, V.Kucherenko nomidagi SNIISK, TBILNIISM, SNIIEP turar-joy, UzLITTI (sobiq ToshZNIIEP), FA Mexanika va inshootlar zilzilabardoshligi instituti, TAQI, Toshkent temir yo‘l muhandislari instituti va boshqa shu kabi tashkilotlarda bajarilib, ularning materiallaridagi mazkur darslik tuzishda foydalanildi.

BIRINCHI BO‘LIM

MATERIALLARNI TADQIQ ETISH VA SINASH USULLARI

I BOB. QURILISH MATERIALLARINI TADQIQ ETISHNING FIZIK-KIMYOVIY USULLARI

1.1.Termik tahlil

Termik tahlil kimyo, petrografik, rentgenstrukturaviy va boshqa usullar bilan bir qatorda tadqiqotning zamonaviy fizik-kimyoviy usullar majmuasiga kiradi, hamda ko‘pgina fan va texnika soxasida bir qator nazariy va amaliy masalalarni hal etish uchun keng istiqbolni ochib beradi. U muvaffaqiyat bilan noorganik, organik va fizikaviy ximiya, geologiya, tuproqshunoslik, gidrotexnika, metallurgiya, qurilish materiallari, oziq-ovqat, farmatsevtika, yengil sanoat va boshqalarda qo‘llaniladi.

Termik tahlil noorganik va organik, tabiiy va sun’iy hosil bo‘ladigan turli qurilish materiallarini tadqiq qilish uchun keng qo‘llaniladi. Undan foydalanish materialda u yoki bu fazaning mavjud bo‘lishini belgilash, ajratish ta’sirini va boshqalarni aniqlash, bir qator hollarda, qattiq fazalarning miqdoriy tarkibini aniqlash imkonini beradi. Ushbu usulning ahamiyati katta bo‘lib, yupqadispers va yashirin kristall polimineral qorishmalarini monomineral fraksiyalarga bo‘lmasdan faza tarkibi yordamida aniqlash imkoniyati hisoblanadi.

Termik tahlilning mohiyati tizimlarida isitish sodir bo‘lganda aylanish yoki ularni issiqlik effektlari bilan birga turli fizik va kimyo jarayonlarda yakka ulanishlar xodisasini o‘rganishdan iborat. Fizik jarayonlar yoki fazali aylanishlar - bu moddaning kimyoviy tarkibi o‘zgarmaganda, uning tuzilishi, yoki agregat holatining o‘zgarishiga bog‘liq bo‘lgan aylanishdir. Fazali o‘zgarishga erish, qaynash, kristallanish, polimorfizm va boshqa jarayonlar kiradi.

Kimyo jarayonlar-bu moddaning kimyoviy tarkibini o‘zgarishiga olib keladigan aylanish holatidir. Masalan, degidratatsiya, dissotsiatsiya, oksidlanish, almashuv reaksiyasi va boshqalar.

Termik tahlilning vatani Fransiya. 1886-97 yillarda ohakli va loytuproqli minerallar uchun isitish egri chiziqlari Le-Shatelye tomonidan birinchi marta ro‘yxatga olingan. Rossiyada ushbu usulning asoschisi akademik N.S.Kurnakov(1904y)bo‘lgan.Kurnakov pirometrining zamonaviylashtirilgan modeli – isishlar va sovishlar egri chiziqlarini avtomatik tarzda yozish uchun

kullaniniladigan qurilmasi hozirgi vaqtgacha ko‘pgina laboratoriyalarida ishlatilib kelinmoqda. Keyinchalik akad. N.S.Kurnakov, D.S.Belyankin, N.P.Urazova va ularning o‘quvchilari hamda izdoshlari L.G.Berg, A.V.Nikolayev, Y.L. Rod, A.M.Svetkova, G.O.Piloyan, N.D.Topor va boshqalarning mehnatlari bilan termik tahlil maktabi yaratildi. Termik tahlil usulining rivojlanishiga R.YE.Grim, R.S. Makkenzi, L. Erdei, F. Paulika, V.S. Ramachandran va boshqalarning ishlari yordam berdi. Termik tahlil isitish jarayonida moddalarning kuyidagi xususiyatlarini uzluksiz aniklashga asoslangan: 1) energiya uzgarishini-differensial-termik tahlil (DTT); 2) massa uzgarishini-termaog‘irlik yoki termogravimetrik tahlil; 3) gaz ajralib chikishini-gazovolyumetrik tahlil; 4) namunalar o‘lchamining uzgarishini-dilatometriya; 5) elektr o‘tkazuvchanlik va boshqalar. Termik tahlil jarayonida bir vaqtning o‘zida ikkita, uchta va undan ortiq usullardan foydalanish mumkin. Materiallarni isitishda uning xususiyatini kompleks o‘rganish, undagi jarayonlarda sodir bo‘ladigan tabiatni batafsil va chuqurroq tadqiq qilish imkonini beradi.

1.1.1. Differensial – termik tahlil

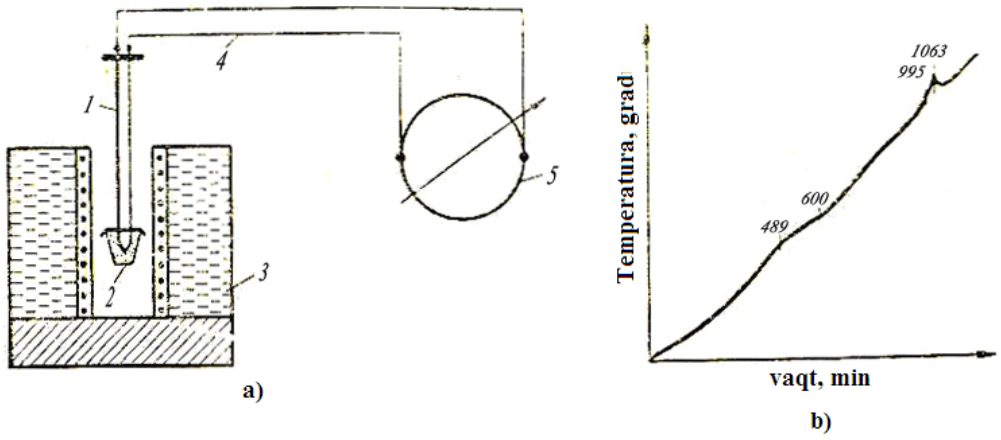
Ko‘pchilik kimyoviy va fizik jarayonlar issiqlik ajralishi yoki yutilishi bilan boradi – bu kristallanish, erish, suvsizlantirish, murakkab birikmalarning yemirilishi, polimorf aylanishlar (o‘zgarish) va boshqa jarayonlardir. Tizimlar yoki individual birikmalarda yuz beradigan fazali o‘zgarishlarni bu o‘zgarishlarni kuzatuvchi issiqlik effektlari bo‘yicha o‘rganish termografiya usulining mohiyatini tashkil etadi. Tekshirilayotgan namuna vizual yoki avtomatik ravishda amalga oshiriladigan haroratni to‘xtovsiz qayd qilish bilan asta sekin qizdiriladi yoki sovitiladi. Qizdirilishdan olingan egri chiziqlar issiqlik effektlarining xarakteri va jadalligi, issiqlik effektlari namoyon bo‘ladigan harakatlar, o‘rganilayotgan moddaning mineralogik tarkibi va qizdirish jarayonida unda yuz beradigan fazali o‘zgarishlar xarakteri to‘g‘risida fikr yuritish imkonini beradi. Termik tahlil qizdirishda moddaning quyidagi xususiyatlarini uzluksiz belgilashga asoslangan: energiya o‘zgarishini differensial-termik tahlil; og‘irlik o‘zgarishini termogravimetrik (termoog‘irlik) tahlil; gaz ajralishini - gazovolyumetrik (volyumetrik) tahlil.

Termik tahlilning barcha ushbu turlari ham mustaqil ravishda, ham bir-biri bilan birgalikda qo‘llaniladi. Kompleks termik qurilmalar ma’lum, ularda moddani qizdirishda, ajralgan gaz energiyasi, og‘irligi va hajmining o‘zgarishini qayd

qilishdan tashqari, namunaning chiziqli o‘lchamlari (dilatometriya), elektr xususiyatlari (elektr o‘tkazuvchanlik) va ba’zi bir boshqa xususiyatlari ham qayd qilinadi. Differensial-termik tahlil (DTT) qizdirish jarayonida tizim energiyasining o‘zgirishini o‘lchashga asoslangan. Issiqlikni yutish yoki ajratish bilan kuzatiladigan fizik va kimyoviy jarayonlar muayyan endotermik va ekzotermik effektlar seriyasi bilan uzluksiz differensial egri chiziqda ifodalanadi.

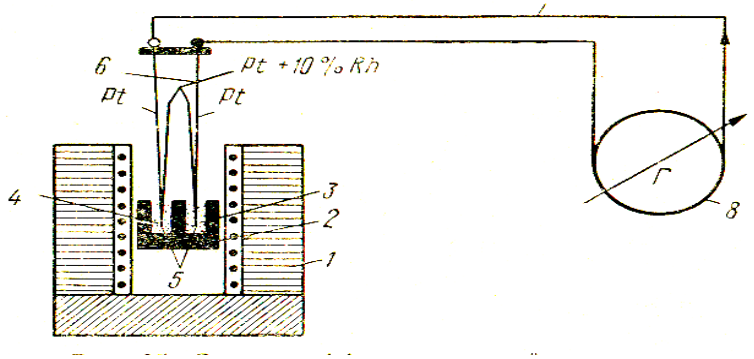
Qizdirishning oddiy va differensial egri chiziqlari

Oddiy harorat egri chizig‘ini hosil kilish uchun maxsus tigel tekshirilayotgan modda bilan to‘ldiriladi, bu tigel elektr pechiga joylashtiriladi. (1.1a. rasm). Material harorati termopara yordamida o‘lchanadi. Uning ulanishidagi EYuK (elektr yurituvchi kuch) ning uzgarishi galvonometr bilan kayd kilinadi. Qizdirish jarayonida material haroratini ulchash natijalari «harorat - vaqt” grafigiga tushiriladi. Agar moddada hech qanday reaksiya yuz bermasa qizdirishning egri chizig‘i to‘g‘ri chiziq ko‘rinishiga ega bo‘ladi. Issiqlik ajralishi yoki yutilishi bilan kuzatiladigan reaksiyalarning o‘tishi hollarida qizdirish egri chizig‘ining yurishi to‘g‘ri chiziqli yo‘nalishdan yuqoriga yoki pastga og‘adi. Og‘ish vaqtincha xarakterga ega bo‘lib, reaksiya tugashi bilan to‘xtaydi. 1.1.b–rasmda kaolinitni qizdirishning egri chizig‘i ko‘rsatilgan, unda issiqlikning yutilishi bilan (endotermik effektlar) reaksiyalarning o‘tishi bilan shartlangan ikkita to‘xtash va ikkita ekzotermik effekt (985-1065 °S) ko‘rinib turibdi.



1.1-rasm. Oddiy termopara sxemasi a) va b) kaolinitni qizdirishning harorat egri chizig‘i:
1-termopara; 2-o‘rganilayotgan modda solingan tigel; 3-elektr pechi; 4-ulovchi simlar; 5-harorat galvonometri.

Differensial harorat egri chizig‘i bir nomli uchlari bir-biri bilan ulangan, ikki termoparadan iborat differensial termopara yordamida olinadi (1.2-rasm): Rt +10% Rh dagi sim uchlari termoparaning sovuq payvandini hosil qiladi, Rt dagi simning uchlari esa, termoparalar payvandlarini qizdirishda kelib chiqadigan EyuK zanjiridagi o‘zgarishni qayd qiluvchi asbobga ulangan. Termoparalardan birining issiq payvandi tekshirilayotgan moddaga, boshqasi esa-etalon moddaga joylashtirilgan.



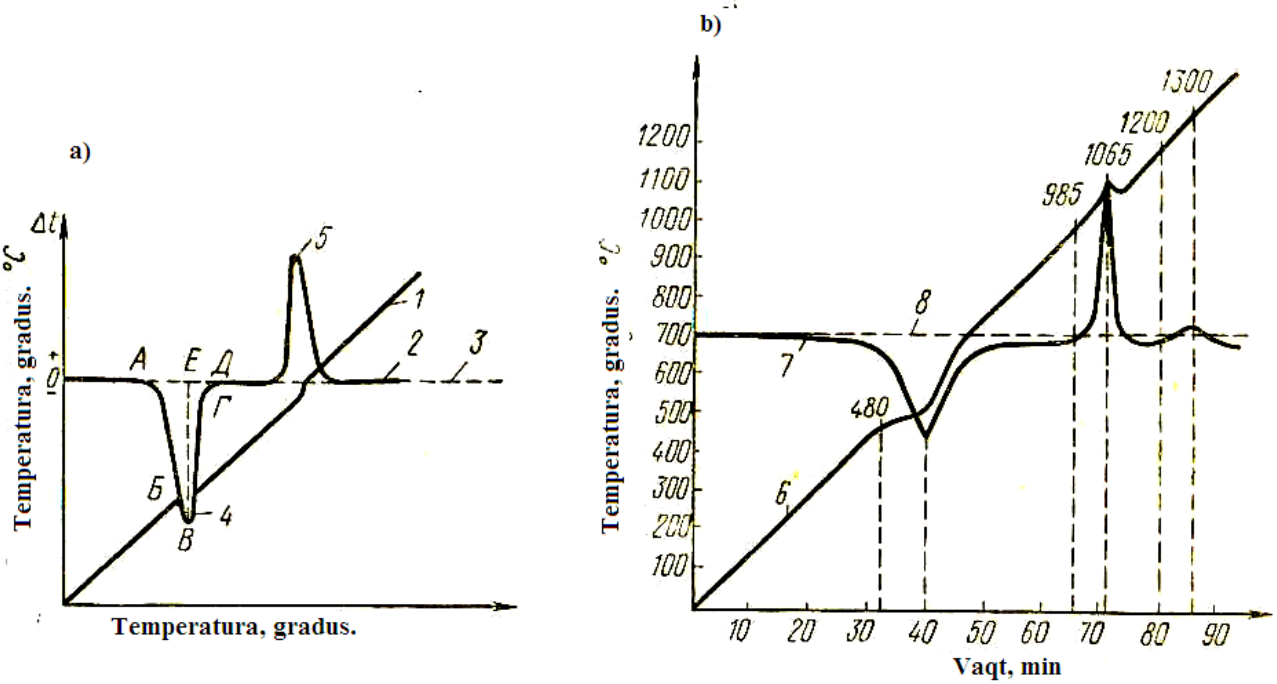
1.2-rasm. Differensial termopara sxemasi: *1-elektr pechi; 2-blok; 3-o‘rganilayotgan modda; 4-etalon modda; 5-termoparalarning qizigan uchlari; 6-termoparaning sovuq uchlari; 7-ulovchi simlar; 8-galvonometr.*

Qizdirishda termoparalarda yuzaga keladigan EYuK lar bir-biriga qaratilgan bo‘lib, o‘zaro to‘ldirilishi mumkin. Agar modda yoki etalon modda teng darajada pechda qizdirilganda moddada xech qanday o‘zgarish yuz bermasa, u holda termoparalarda hosil bo‘ladigan EyuK lar teng kattalikda bo‘lib, galvanometr zanjirda hech qanday tokning yo‘qligini ko‘rsatadi, differensial termogramma esa, abssissalar o‘qiga parallel bo‘lgan tekis chiziq ko‘rinishiga ega (1.3-rasm). Tekshirilayotgan modda turli o‘zgarishlarga duch kelganda, bu davrda uning harorati etalon materialning haroratidan ham yuqori, ham past bo‘lishi mumkin. Tekshirilayotgan va etalon materiallarning haroratlari o‘rtasidagi turlilikning paydo bo‘lishi ularda teng kattalikdagi EyuK larning paydo bo‘lishiga olib keladi va qayd qiluvchi asbob tegishli yozuvni amalga oshiradi. Termograflarning barcha tizimlarida shunday qabul qilinganki, endotermik reaksiyalarda differensial egri chiziq nolinchi chiziqdan pastga og‘adi, ekzotermik reaksiyalarda – yuqoriga kutariladi. Og‘ish kattaligi (harorat cho‘qqisi) namuna va etalon haroratlarining turliligi darajasini tavsiflaydi, hamda o‘zgarayotgan modda miqdorining va reaksiya o‘tishining jadalligini ko‘rsatadi.

Termogrammadagi termik effekt holati tegishli reaksiya o‘tishining harorat chegaralari bilan belgilanadi-asosiy davr (maksimum)va oxirining boshlanishi. Cho‘qqilar shakli asosan ikki omilga bog‘liq: pechdagi haroratning ko‘tarilish tezligidan – sekin qizdirilganda cho‘qqilar keng va dumaloq, tez qizdirilganda, aksincha, tor va uchli, va tekshirilayotgan materialning miqdoriga – uning miqdori ozroq bo‘lganda cho‘qqilar yanada uchliroq shaklga ega. Cho‘qqining perimetri bo‘ylab reaksiyaning alohida bosqichlarining taqsimlanishini quyidagicha qabul qilish mumkin (1.3a-rasm). A nuqta – endotermik reaksiyaning boshlanishi, B nuqta - reaksiya tezligi maksimal kattalikka yetadigan harorat; V nuqta – reaksiya asosiy davrining oxiri; G nuqta – reaksiyaning to‘liq tugashi; D nuqta – tizimda muvozanatni o‘rnatilishi: namuna va etalonning harakatlari tenglashadi va At nolga teng bo‘ladi. B nuqtaning cho‘qqi chizig‘ida topish qiyin bo‘lganligi sababli, qoidaga ko‘ra effekt harorati V nuqta bo‘yicha, ya’ni cho‘qqi minimumi bo‘yicha aniqlanadi. Cho‘qqi maydonini aniqlashda L-D nuqtalari orasidagi masofa uning kengligi Y-V orasidagi masofa uning chuqurligi sifatida qabul qilinadi.

Differensial egri chiziqdagi endotermik effektlar quyidagi fizik-kimyoviy o‘zgarishlar natijasida hosil bo‘ladi.

Endotermik effektlar: a) o‘rganilayotgan birikmalarni qizdirishda gazli faza (degitratatsiya – suvsizlanish, dekorbanizatsiya-karbonsizlanish) ajralishi hisobidan ularning kimyoviy tarkibini o‘zgarishi bilan kuzatiladigan birikmalarning kimyoviy yemirilishi; b) qizdirishda birikmalarning gazsimon faza ajralmasdan hosil bo‘ladigan kimyoviy yemirilish; v) enantiotrom xarakterdagi polimorf o‘zgarishlar jarayonlari; g) moddaning erishi (ham kongruent ham inkongruent). Barcha bu reaksiyalar tabiiyki issiqlik yutilishi bilan kuzatiladi.



1.3-rasm. Qizdirishning oddiy va differensial egri chiziqlari:

a)-egri chiziqlarning sxemasi; b)-kaolinitni qizdirish egri chiziqlari; 1-vaqtga nisbatan material harorati o‘zgarishining oddiy egri chizig‘i; 2-vaqtga nisbatan namuna va etalon haroratlari turliligining bog‘liqligini aks ettiruvchi differensial egri chiziq; 3-nolinchi chiziq; 4-endotermik effekt; 5-ekzotermik effekt; 6-oddiy egri chiziq;7-differensial egri chiziq; 8-nolinchi egri chiziq.

Ekzotermik effektlar: a) gazli fazaning tekshirilayotgan moddasining yutilishi bilan kuzatiladigan kimyoviy reaksiyalar, masalan, oksidlanish reaksiyalari; b) ushbu haroratdagi barqaror bo‘lmagan modifikatsiya barqarorga o‘tadigan monotrop xarakterdagi polimorf o‘zgarishlar jarayonlari; v) barqaror bo‘lmagan amorf holatning kristall holatga o‘tishi – gel, oyna, eritma va shu kabilarni kristallashtirish. Bu reaksiyalar issiqlik ajralishi bilan o‘tadi.

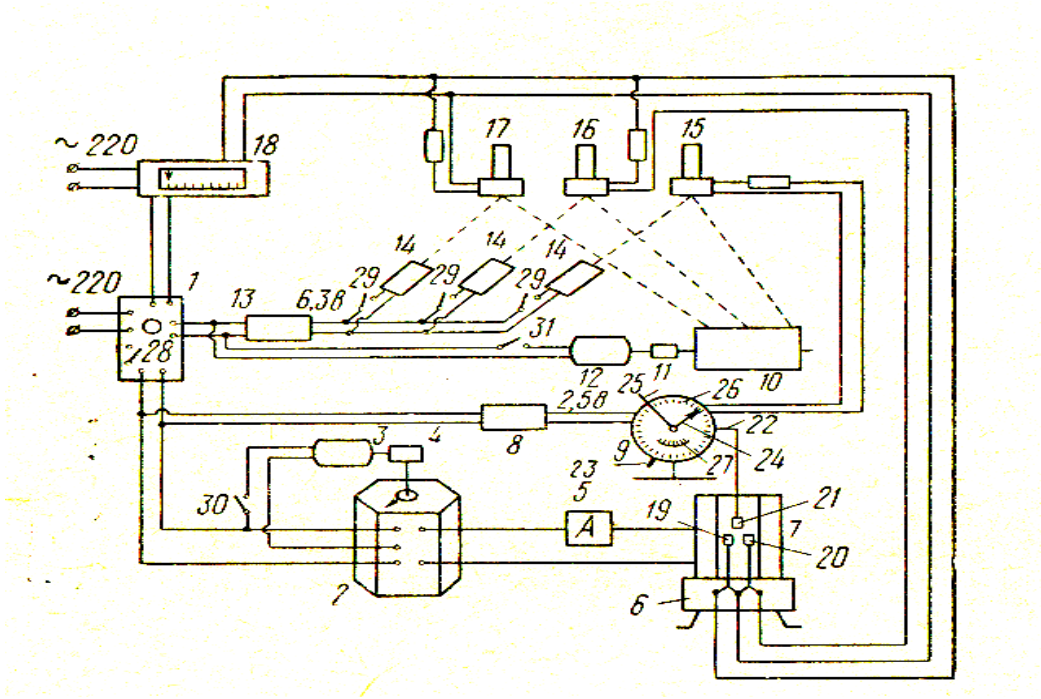
Demak, differensial termik tahlil quyidagilarni aniqlash imkonini beradi: tahlil qilinayotgan moddani qizdirish jarayonida faza o‘zgarishlarining mavjudligi yoki yo‘qligi; kimyoviy reaksiya yoki faza o‘zgarishining harorat chegaralari; kimyoviy va fizik o‘zgarishlar tezligi; reaksiyada ishtirok etuvchi modda miqdori.

Termograf qurilmasi

Termograf konstruksiyalarining bir qancha turlari mavjud, ularning asosiy bog‘lamlari quyidagilar: qizdirish egri chiziqlarini avtomatik yozib olish qurilmasi; termoo‘zgartgichli elektr pechi; namunalar tutqichlariga ega termoparalar.

1.4-rasmda ancha keng tarqalgan termograf – pirometr FPK-59 ning prinsipial sxemasi keltirilgan. FPK-59 pirometridagi qizdirish egri chiziqlarini avtomatik yozib olish qurilmasi (qayd qiluvchi asboblar)maxsus metall g‘ilofga joylangan qattiq qobiqda montaj qilingan. Qurilma quyidagilarni o‘z ichiga oladi: fotoqayd qiluvchi kamera, uchta ko‘zguli galvanometr, uchta yoritgich, uchta ko‘zgudan iborat tizimlar, vizual kuzatish uchun shkala, sinxron kichik motor, reduktor, friksion uzatgich.

Ko‘zguli galvanometrlar differensial termoparada uzluksiz egri chiziq ko‘rinishidagi EYuK o‘zgarishining mexanik prinsipi bo‘yicha ishlaydi: EYuK kattaligiga bog‘liq holda elektromagnit tizimining o‘zagi (rama)ga kvars tolaga olib qo‘yilgan ko‘zguning og‘ish burchagi o‘zgaradi. Ko‘zguning egri xarakteriga muvofiq fotoqog‘ozda uzluksiz egri chiziqni yozadigan, u aks ettiradigan nur taramining yo‘nalishi o‘zgaradi. Qurilma uchta galvanometr bilan oddiy va differensial ikkitasi qizdirishning oddiy va differensial egri chiziqlarning yozib olishini amalga oshiradi, uchinchisi esa, materialning qandaydir boshqa xususiyatini o‘lchash uchun foydalanilishi mumkin (vazni yo‘qotish va h.k.).



1.4-rasm. FPK-59 fotoqayd qiluvchi pirometrning prinsipial sxemasi:
1-elektron rele; 2–pech issiqlik rostlagichi; 3–elektr motor; 4–reduktor; 5–ampermetr; 6–pech uchun taglik; 7–elektr pechi; 8–220/2,5 voltli transformotor; 9–torzion tarozi; 10–fotobaraban; 11–reduktor; 12–elektromotor; 13–220/6,3 ye transformatori; 14–yoritgichlar; 15–vaznini yoqotishni yozib olish uchun galvanometr; 16–differensial egiri chiziqni yozib olish uchun galvanometr; 17–oddiy egri chiziqni yozib olish uchun galvanometr; 18–elektron potensiometr; 19–tekshirilayotgan modda solingan tigel; 20–etalonli tigel; 21–vazn yo‘qotishlarini aniqlash uchun tigel; 22–tarozining shaynlari; 23–richag; 26–shkala; 27–muvozanat ko‘rsatkichi va shkalasi; 28,29,30,31–tumblerlar.

Qurilmaning ishlash prinsipi quyidagilardan iborat: termoparalarda hosil bo‘ladigan termotok ramalari tok kuchiga proporsional bo‘lgan burchakka o‘giriladigan ko‘zguli galvanometrga beriladi. Yoritgichlardan keladigan yorug‘lik nurlari galvanometrlar ramalarida yorug‘lik nurlari galvanometrlar ramalarida mahkamlangan ko‘zgularda fokuslanadi, ularda aks etadi va yorug‘lik nurlarini fotokamera tirqishiga, shuningdek, vizual kuzatish shkalasiga yo‘naltiruvi uch ko‘zguli tizimdan o‘tadi. Fotoqog‘oz bilan qoplangan fotokamera barabani reduktor va friksion uzatgich orqali sinxron elektrodvigatel yordamida aylantiriladi. Pech qizigan sari va termotokning ko‘payishi bilan galvanometrlar ko‘zgulari aylanadi,hamda baraban fotoqog‘ozi bo‘yicha yorug‘lik nurlarining harakatini keltirib chiqaradi. Fotoqog‘ozdagi nurlar izi ikkita egri chiziqlar yozuvidan iborat.

Qizdirish pechi ichida qizdiruvchi element joylashgan ichki termoizolatsiyali metall g‘ilofdan iborat. Zarur haroratga bog‘liq holda, qizdiruvchi sifatida nixromli (1000^0S gacha),№2-son qotishmadan (1200^0S gacha) va diametri 0,5-1 mm bo‘lgan platinali rodiy simli (1500^0S gacha), shuningdek, tegishli diametr va uzunlikdagi silitli va karborundli o‘zaklar (1500^0S gacha) xizmat qilishi mumkin. Yanada yuqori haroratlarga erishish uchun ($2000\text{-}2400^0$S) qizdiruvchi sifatida elektr grafitdan yo‘niladigan trubalardan foydalaniladi. SO_2, N_2, SO_2, H_2O bug‘lari muhitida ishlash uchun mo‘ljallangan pechlar xam ma’lum.

Tigellar metall (po‘lat, nikel, mis, kumush, platina, turli qotishmalar), keramika (farfor, korund), ba’zi hollarda esa, issiqlikka chidamli shisha va grafitdan tayyorlanadi. Metall tigellarning tayyorlanishi juda oddiy, ammo ular juda issiqlik o‘tkazuvchan, bu termogrammadagi harorat cho‘qqisini ancha uzaytiradi. Keramik (sopol) tigellar issiqlikni kamroq o‘tkazadi. Metall tigellardan $1000\text{-}1200^0$S haroratgacha, keramik (sopol) tigellardan – 1500^0S va undan yuqori haroratda foydalaniladi. Tigellar bu asbobning sezgirligini kamaytirmaslik uchun kamroq issiqlik sig‘imiga ega materialdan tayyorlanadi.

Har bir muayyan holda o‘rganilayotgan materialning xususiyatlariga bog‘liq holda tutqichning turini tanlash to‘g‘riroqdir.

Termoparalar qayd qiluvchi asboblar tomonidan qayd qilinadigan EYuKning datchiklari hisoblanadi. Termoparalar materialiga qo‘yiladigan asosiy talab – o‘rganilayotgan modda bilan kimyoviy o‘zaro ta’sirining bo‘lmasligi. Tadqiqot ishlari amaliyotida eng ko‘p 1000^0S haroratgacha konstantali misli, konstantali

temirli, alyumelli xromelli, nikel – nixromli termoparalardan foydalaniladi, 1300-1500^{0}S haroratgacha platinali va platina – platinorodiyli va 2000^{0}S haroratdan yuqori – volfram – molibdenli termoparalardan foydalaniladi. Shu maqsadda termoparalarni tayyorlash uchun ingichka simdan foydalaniladi; oddiy metallardan yasalgan simning tavsiya etilgan diametri – 0,2-0,4 mm, noyob metallardan esa – 0,2 mm va undan kichik. Termoparalarning payvandlarish ham o‘lchami bo‘yicha minimal bo‘lishi kerak. Past haroratlarda platina – platinarodiyli termoparalar, masalan, xromel – alyumelli termoparalarga nisbatan kamroq sezgir bo‘ladi, shuning uchun aniq o‘lchashlarda 100^{0}S dan past harorat sohasida ulardan foydalanish maqsadga muvofiq emas.

Termik tahlilni o‘tkazishning optimal shartlarini belgilash

Differensial egri chiziq (termogramma) dagi termik effektlar harakteri tahlilni o‘tkazishning texnik tomoni bilan bog‘liq bo‘lgan bir qator omillarga bog‘liq. Natijada aynan bitta uskunada DTT o‘tkazilganda ham, termogrammalarning aniq aks ettirishga erishish qiyin: balandiligi, maydoni, boshlash haroratlari va effektlar maksimumlari bo‘yicha harorat cho‘qqilarining turliligi kuzatilishi mumkin. Ba’zi omillarning termogrammalarga ta’siri quyidagicha ko‘rib chiqiladi.

Preparatlarni tayyorlash. DTT aniqligi ko‘p darajada o‘rganilayotgan moddani preparatlash sifatiga bog‘liq. Qotib qolgan sement (sementli tosh) o‘lchami 1-3 mm atrofidagi bo‘laklargacha agatli yoki chinni havonchada maydalanadi. 1-2 g maydalangan material moddasi byuksga solinadi, absolut etil spirti quyiladi va 10-20 soat ga qoldiriladi. Spirtni materialdan ajratish qog‘oz filtr orqali filtrlash yo‘li bilan amalga oshiriladi. Yanada to‘liqroq suvsizlantirish uchun cho‘kindi filtrning o‘zida 2-3 marta oltingugurtli efir bilan yuviladi. Suvsizlantirilgan material 4900, 5100 yoki 10000 tesh/sm^2 li elakdan o‘tadigan kukun holatigacha havonchada maydalanadi. Bu operatsiyani biriktiruvchi komponentlarning karbonlanishini istisno etuvchi maxsus kamerada o‘tkazish maqsadga muvofiqdir. Keyin kukundan 0,3-0,5 g.ga teng o‘rtacha modda tanlab olinadi, uni termografning korundlik yoki platinali tigelga joylanadi. Shunga o‘xshash tarzda bog‘lovchi moddalar boshqa turlarining qotib qolgan namunalaridan (ohak, gips va h.k.) preparatlar tayyorlanadi.

Bog‘lovchi moddalardan preparatlarni boshqa usulda ham tayyorlash orqali o‘tadigan kukun holatigacha maydalanadi, qog‘oz filtrga olib, suvsizlantirish uchun

2-3 marta absolut etil spirti bilan yuviladi. Filtrlash vakuum ostida amalga oshiriladi, buning uchun varonkaga suv oqimli nasos ulanadi.

Bu usul preparatni tayyorlash uchun kamroq vaqtni talab qiladi, ammo avvalgisiga nisbatan namunaning kamroq suvsizlashtirishga olib kelishi mumkin.

Monomineral zich materiallar (ohaktosh, kvars va h.k.) ham maydalanmasdan o‘rganilishi mumkin. Buning uchun modda bo‘lagidan talab etilayotgan o‘lchamdagi namuna kesib olinadi, unda termoparaning issiq payvandi uchun teshik ochilib, termograf tigeliga joylashtiriladi.

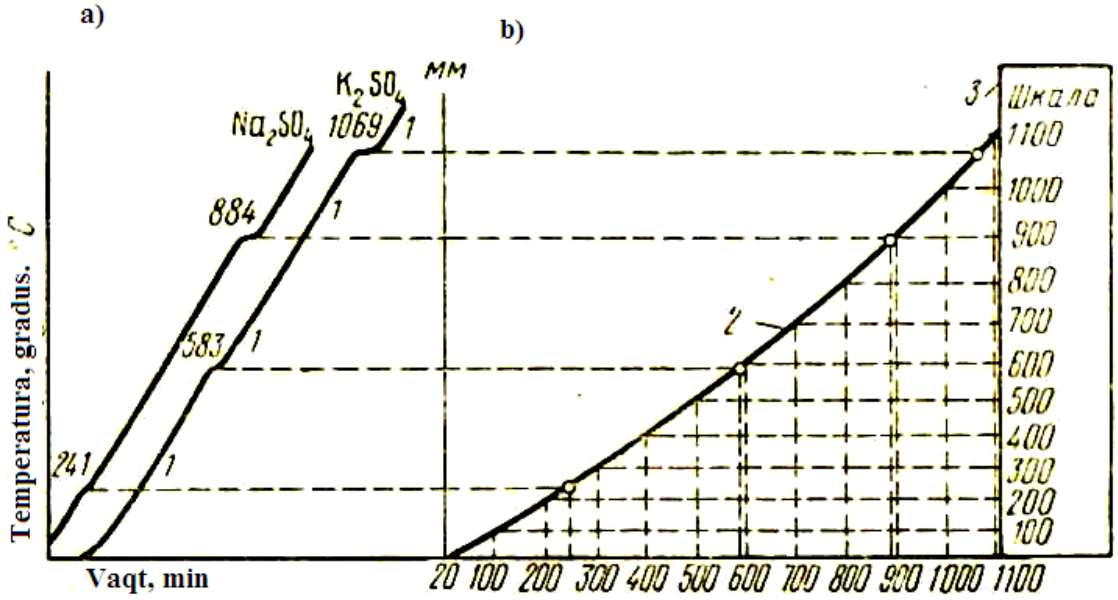
Suyuqliklarni tahlilida preparat quyidagicha tayyorlanadi: tigelga etalon modda solinadi va unga o‘rganilayotgan suyuqlikdan 0,15-0,2 ml shimdiriladi.

Aynan bitta modda bilan seriyali tajribalar o‘tkazilganda uning moddasi doimiy bo‘lishi kerak, o‘rganilayotgan va etalon materialning zichlanish darajasi ham bir xil bo‘lishi kerak, differensial termopara payvandlari esa, har doim o‘rganilayotgan va etalon moddalar band etgan hajmning aniq markaziga joylashtirilishi kerak. Agar o‘rganilayotgan modda termopara tayyorlangan metall o‘zaro ta’sirida bo‘lsa, u holda termopara payvandiga katta bo‘lmagan platinali yoki kvarsli qalpoqchalar (g‘iloflar) kiydiriladi. Qalpoqchalarning qo‘llanishi differensial yozuv sezgirligini kamaytiradi, shuning uchun ularni faqat zarur bo‘lgan hollarda qo‘llash kerak.

Etalon va o‘rganilayotgan moddaning dispersligi imkoni boricha past bo‘lishi kerak. Ularning termograf tigellarida zichlashishi ham bir xil bo‘lishi kerak. Differensial egri chiziqning to‘g‘ri holatiga, odatda, etalon moddada miqdorini o‘zgartirish yo‘li bilan erishiladi, shuning uchun etalon og‘irligi o‘rganilayotgan moddaning og‘irligiga har doim ham muvofiq kelmaydi. Agar o‘rganilayotgan modda etalon moddaga nisbatan ortiqroq miqdorda olingan bo‘lsa, differensial egri chiziq nolinchi chiziqdan pastga og‘adi, agar u kamroq miqdorda olingan bo‘lsa, egri chiziq yuqoriga og‘adi. Xuddi shuningdek, agar o‘rganilayotgan modda etalon moddaga nisbatan ko‘proq issiqlik sig‘imli bo‘lsa, differensial egri chiziq pastga og‘adi, agar sinalayotgan material etalonga nisbatan ko‘proq issiqlik o‘zkazuvchan bo‘lsa, differensial egri chiziq yuqoriga og‘adi.

Termoparalarni darajalash va ularni o‘rnatish

Tegishli issiqlik effektlarining harorat chegaralarini aniqlash uchun etalon haroratini ko‘rsatuvchi oddiy termopara aniq darajalangan bo‘lishi kerak.



1.5-rasm. Darajalash grafigi va harorat chizig‘ining qurilishi:
a - $Na_2 SO_4$ va $K_2 SO_4$ ni qizdirish egri chiziqlari; b – darajalash grafigi;
1–harorat to‘xtalishlari (maydonchalari); 2–darajalash egri chizig‘i; 3–harorat shkalasi.

Termoparani darajalash polimorf o‘zgarishlar va eritishning aniq haroratlari bilan tavsiflanuvchi moddalar bo‘yicha amalga oshiriladi. Termoparani darajalash uchun turli harorat sohalarida olingan to‘rtta nuqta (qoburg‘ali nuqtalar) yetarlidir. NA_2 SO_4 va K_2 SO_4 tuzlari bo‘yicha darajalash ancha tarqalgandir. Fotoqog‘ozda avval NA_2 SO_4 ni qizdirishning oddiy egri chizig‘i yozib olinadi, keyin pech sovitilganidan so‘ng qaytadan xuddi shu qog‘ozda K_2 SO_4 ning harorat ergi chizig‘i qayd qilinadi (5-rasm). Fotoqog‘oz kabi o‘lchamdagi millimetrli qog‘ozda nolinchi nuqtalar orqali abssissalar va ordinatalar o‘qlari o‘tkaziladi. Ordinataga nolinchi nuqtadan qizdirish egri chiziqlaridan gorizontal maydonchalargacha masofa (mm), abssissaga – tegishli haroratlar qiymatlari tushiriladi. Olingan to‘rtta nuqtalar bo‘yicha egri chiziq o‘tkaziladi. Keyin abssissalar o‘qiga interpolyatsiya usuli bilan har bir 1000^0S orqali 100 dan 1200^0S gacha barcha qolgan haroratlar, ordinatalar o‘qiga esa – mm dagi masofa tushiriladi. Darajalash grafigi hosil bo‘ladi (1.5, b-rasm).

Bu grafikdan foydalanib, differensial egri chiziqlardagi har qanday effekt haroratini aniqlash mumkin, buning uchun tahlil qilinayotgan termogrammadagi abssissalar o‘qidan differensial egri chiziqdagi ushbu effektga mos bo‘lgan oddiy termik egri chiziqdagi maydonchagacha masofani o‘lchash zarur va ordinataning olingan kattaligi bo‘yicha darajalash egri chizig‘i yordamida abssissalar o‘qidan haroratini tegishli qiymatini hisoblash.

Termoeffektlar haroratlarini hisoblashni tezlashtirish uchun mutaxassislar, odatda, darajalash grafigi bo‘yicha maxsus harorat chizg‘ichini quradilar. Uzunligi 25-30 sm va kengligi 2-3 sm bo‘lgan tiniq organik plyonka olinadi va unga quyidagi prinsip bo‘yicha haroratlar tush bilan yoziladi. Plyonka ordinatalar o‘qiga qat’iy parallel ravishda darajalash grafigiga qo‘yiladi. Plyonkadagi harorat shkalasining noli sifatida termopara suvoq payvandining harorati (masalan, $+20^0$S) qabul qilinadi. Chizg‘ichni ordinatalar o‘qiga parallel yurgizib, har bir 50^0S da unga plyonka chetining darajalash egri chizig‘i bilan kesishish nuqtalariga abssissalar o‘qidagi muayyan haroratlar muvofiq keladi. Bu haroratlar plyonkaga tushiriladi, shu tariqa uni harorat chizg‘ichiga aylantiriladi (1.5, b-rasm). Chizg‘ichdagi haroratlar shkalasi bir tekis emas, bunga termoparalar EYuK ning haroratga nochiziqli bog‘liqligi sabab bo‘ladi. Shuning uchun ikkita harorat nuqtalari o‘rtasidagi haroratning oshishi bilan ajratish bahosi kattalashadi. Ko‘rsatilgan usulda olingan chizg‘ichning faqat bir xil sharoitlarda yozib olingan qizdirishning egri chiziqlari uchun qo‘llash mumkin.

Pechda materiallarni qizdirish tezligi effekt maydoni va uning harorat tavsiflariga ta’sir ko‘rsatadi. Biriktiruvchi moddalar tahlilida qizdirishning eng maqbul tezliklari minutiga $7\text{-}15^0$S qizdirish tezligini kamaytirish effektlar maydonining o‘sishiga olib keladi, ammo bunda ular kamroq aniqlikka ega bo‘ladi va ularning maksimumlari pastroq haroratlarda namoyon bo‘ladi.

Qizdirish tezligi ortganda termik effektlar yanada o‘tkirroq bo‘ladi, ularning maksimumlari esa, yanada yuqoriroq haroratlar sohasiga o‘tadi. Tez o‘tadigan jarayonlar va vaznini yo‘qotish bilan kuzatilmaydigan jarayonlar hollarida ularning harorat parametrlari qizdirishning tezligiga bog‘liq holda faqat ozgina o‘zgaradi.

Effekt maksimumi namoyon bo‘lishining harorati siljishining kattaligi qizdirish tezligiga bog‘liq holda $50\text{-}65^0$S gacha yetishi mumkin.

Materialdagi aralashmalar ta’siri. O‘rganilayotgan moddadagi aralashmalar sezilarli darajada DTA natijalarini o‘zgartirishi mumkin. Shunga ko‘ra, organik

moddalarning kam miqdorlari ham qizdirish jarayonida oksidlanib, termogrammalarda xato xulosalar manbasi bo‘lishi mumkin bo‘lgan katta ekzotermik effekt beradi. Loylar, sement va boshqa yuqori dispersli materiallar bilan yuzaki singdirilgan almashuv kationlari va anionlari asosiy termik effektlarning jadalligi, harorati va shakliga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Materialning fizik holati. Termotahlil natijalariga materialning fizik holati: uning dispersligi kritallashganlik tavsifi, minerallar kristall panjaralarining nuqsonliligi darajasi sezilarli ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Material parchalari o‘lchamining kamayishi modda og‘irligining o‘zgarishi bilan o‘tuvchi reaksiyani aktivlashtirish energiyasining pasayishiga olib keladi va qo‘pol dispersli kukun holatiga qaraganda pastroq haroratda boshlanadi va o‘tadi. Material parchalarining o‘lchamiga bog‘liq ravishda maydoni o‘zgarmasdan termoeffekt cho‘qqisining shakli o‘zgarishi mumkin. Eng mayda parchalargacha uzoq vaqt davomida maydalash jarayonida material plastik deformatsiyaga uchraydi va unda turli mexanik-kimyoviy reaksiyalar yuz beradi, uning oqibatida ushbu moddaning tipik termoeffektlar murakkablashadi yoki tizimda yangi fazolar paydo bo‘lishi bilan bog‘liq bo‘lgan yangi effektlar paydo bo‘ladi.

1.1.2. Sifatli va mikdoriy faza tahlillari.

Sifatli faza tahlili

Moddalarning sifatli faza tahlili moddalar o‘zgarishining harorat chegaralari o‘rganilayotgan birikma sof holatdami yoki boshqa tuzlar va minerallar bilan aralashma holatida ekanligiga bog‘liq bo‘lmagan holda o‘zgarmasdan qoladi. Albatta, aralashmadagi moddalar qizdirishda bir-biri bilan reaksiyaga kirishmasligi sharti bilan. Demak, o‘zgarishlarining harorat effektlari bir-biriga mos kelmaydigan minerallar aralashmalarini qizdirishda bu birikmalarni identifikatsiya qilish mumkin.

Agar mineral bir qancha termik effektlarga ega bo‘lsa, ulardan ba’zilarining boshqa birikmalar effektlari bilan mosligi to‘g‘ri sifatli tahlilga halaqit qilmasligi mumkin. Tajriba o‘tkazish uslubi. Preparatni tahlilga tayyorlash avvalroq bayon etilgan uslublardan biri bo‘yicha amalga oshiriladi. Gigroskopik namlikka ega bo‘lmagan va mayda yanchilgan material 500 mm^3 sig‘imli tigelga ~ 800 mg miqdorida solinadi. Tigel (1.4-rasm) tepasigacha o‘rganilayotgan material va etalon modda bilan to‘ldiriladi va stolga ko‘p marotaba urib-urib zichlanadi.

Materiallar bilan to‘ldirilgan tigellar pechga qo‘yiladi va bevosita termoparadagi maxsus taglikka o‘rnatiladi. Bunla murakkab termoparaning oddiy (harorat) shaxobchasining issiq payvandiga o‘rganilayotgan moddali tigel, differensial shahosbchaning issiq payvandiga – etalonli tigel joylashtiriladi. Pech yengil vaznli shamotli taglikka o‘rnatiladi.

Pirometr g‘ilofidan barabanli fotokamera olinadi va fotoxonada qizil chiroqda fotoqog‘oz varag‘ini barabanga o‘rash amalga oshiriladi. Fotokamera yopiladi, undagi ko‘ndalang tirqish parda bilan yopiladi, shundan keyin fotokamerani pirometr korpusiga qo‘yiladi. Baraban valiga funksion uzatma ulanadi, dastak yordamida barabanning talab qilinayotgan aylanish tezligini ta’minlovchi shesternalar (tishli g‘ildiraklar)ning o‘sha juftlarini ilashishga olib kelinadi. Ko‘pincha 1 ayl/s ga teng bo‘lgan baraban aylanishining tezligidan foydalaniladi. Baraban limbi nolga o‘rnatiladi.

Keyin torzion tarozining muvozanati tekshiriladi. Buning uchun 23 richagini o‘ngga surish (“erkin” holati) orqali tarozi shayini bo‘shatiladi va 25 richagi yordamida 24 strelkasi 26 shkalaning noliga o‘rnatiladi. Tigel termogrammaning syomkasi uchun yoki ular bilan bir darajada 19, 20 tigellar ustida pech o‘rtasida joylashtirilishi kerak.

220 v.

li tarmoqqa EPV 18 potensiometri va 1 rele ulanadi, 1 min dan keyin 28 tumbler orqali termografning butun tizimiga elektr ta’minoti ulanadi. Releдan tok 2,5 v kuchlanishli transformator orqali torzion tarozining induksiya g‘altagiga keladi, g‘altakni qizdirish 10-15 min ichida amalga oshiriladi.

Shundan so‘ng 21 bo‘sh tigelni quyidagi tartibda amalga oshiriladi: 23 richag ochiladi va 25 richag yordamida 26 strelka muvozanat ko‘rsatkichi 27 muvozanat shkalasining noli bilan to‘g‘ri kelmaguncha aylantiriladi. Keyin shkala bo‘yicha mg dagi tigel og‘irligi belgilanadi. 23 richag yopiladi, tigel pechdan olinadi, o‘rganilayotgan modda bilan 100-200 mg miqdorida to‘ldiriladi (taqillatganda), yana bir bor shayinga qo‘yib ta’riflangan usulda tortiladi. Tigellarning bo‘sh va to‘ldirilgan tarozilarining turliligi bo‘yicha modda kattaligi aniqlanadi. Pech qopqoq bilan yopiladi.

29 tumblerlar vositasida 14 yoritgichlar yoqiladi vizual kuzatuv shkalasi bo‘yicha “quyonchalar” holati aniqlanadi: oddiy harorat egri chizig‘ini yozib oluvchi

yorug‘lik nuri chap tarafda bo‘lishi kerak; differensial egri chiziqni yozib oluvchi yorug‘lik nuri – o‘rtada va termik og‘irlik egri chizig‘ini yozib oluvchi yorug‘lik nuri – shkalaning o‘ng qismida bo‘lishi kerak. “Quyonchalar” tebranishi to‘xtaganidan keyin pirometr g‘ilofining chap tomonidagi mavjud tirqishga kiritiladigan kalit bilan fotokamera pardasi “ochiq” holatigacha buraladi. Bu holatda nurlar fotoqog‘ozga tushadi. Termogrammani rasshifrovka qilishda (ochib o‘qiganda) haroratlarni yanada to‘liqroq aniqlash uchun tajribani boshlashdan avval fotoqog‘ozda nolinchi nuqtalar belgilanadi. Buning uchun baraban limbning muayyan bo‘linishlarida davriy to‘xtashlar bilan o‘qi atrofida qo‘l bilan aylantiriladi va keyin yana boshlang‘ich holatiga qaytariladi.

LATR 2 strelkasi boshlang‘ich kuchlanishga, LATR yuritmasi reduktorining shesternyalari esa, pechdagi harorat ko‘tarilishining talab etilayotgan tezligini ta’minlovchi holatga o‘rnatiladi. 30 tumbleri bilan pech va uning yuritmasi yoqiladi, 31 tumbleri bilan – fotobaraban yuritmasi yoqiladi.

Pirometr berilgan haroratga erishilganidan keyin EPV potensiometri bilan avtomatik ravishda elektr tarmog‘idan uzib qo‘yiladi. Kalit bilan fotobaraban tirqishining pardasi yopiladi, shuningdek barcha tumblerlarni “uzib qo‘yilgan” holatiga o‘tkaziladi. Fotobarabanli kasseta uskuna g‘ilofidan olinadi va fotoqog‘oz fotolabaratoriyada qizil chiroqda, kontrast ishlovchi metal – gidroxinonli proyavitelda chiqariladi.

Surati chiqarilgan fotoqog‘oz qurishi kerak; qog‘ozning siqilishi yoki cho‘zilishining oldini olish uchun qog‘ozni oynaga yoki elektr yaltiratuvchi plastinasiga o‘rab ishlov berish ta’qiqlanadi.

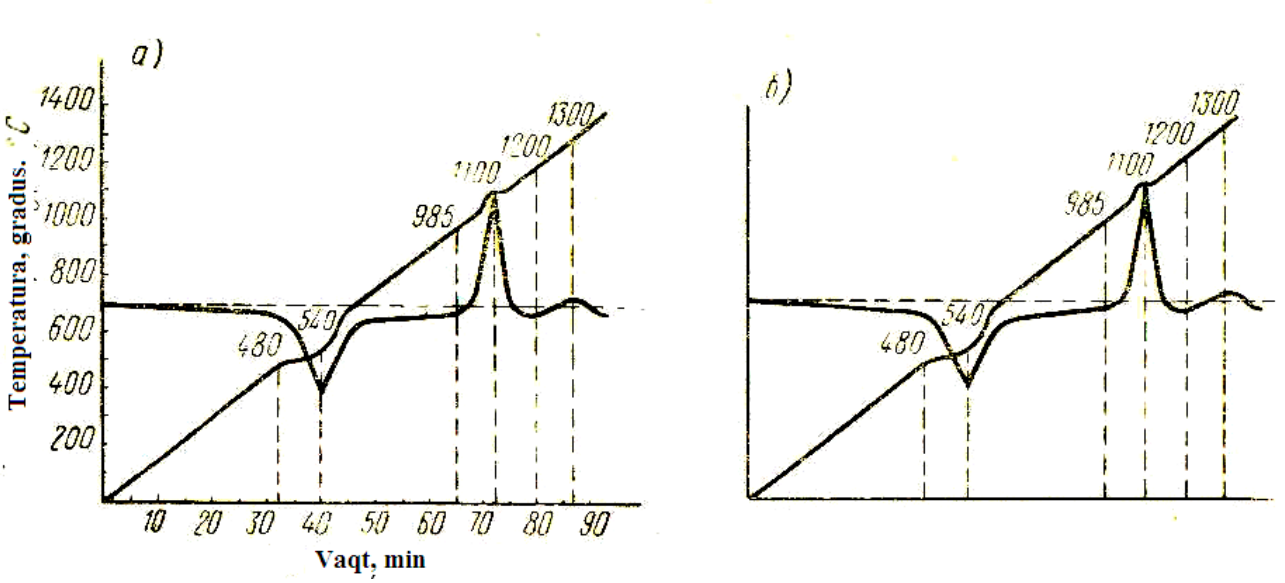
Olingan termogramma rasmiylashtiriladi va rasshifrovka qilish quyidagicha amalga oshiriladi. Asbobda olingan termogramma qo‘shimcha rasmiylashtirilishi kerak. Fotoqog‘ozni boshlang‘ich holatdagi galvanometrlardan kelayotgan nur taramlari bilan unga yorug‘lik tushirish natijasida fotoqog‘ozda paydo bo‘lgan nolinchi nuqtalar bo‘yicha abssissalar o‘qi o‘tqaziladi.

Harorat egri chizig‘ini yozib olish boshlanishi nuqtasida abssissalar o‘qiga perpendikular o‘tkaziladi va ordinatalar o‘qi hosil bo‘ladi. Abssissalar o‘qida barabanning aylanishi tezligiga bog‘liq bo‘lgan masshtabda minutdagi vaqt ajratiladi. Ordinatalar o‘qida harorat chizig‘ini nusxalanadi. U yoki bu effektning haroratini yoki umuman differensial egri chiziqda siniqni belgilash uchun termogrammaga

oddiy chizg‘ich shunday qo‘yiladiki, u ordinatalar o‘qiga parallel bo‘lishi, uning cheti esa, egri chiziqning talab etilayotgan nuqtasidan o‘tishi kerak va vertikal chiziq o‘tkaziladi. Bu chiziqning oddiy va harorat yozuvining egri chizig‘i bilan kesishgan joyi harorat aniqlanadigan nuqta hisoblanadi. Ko‘rsatilgan nuqta orqali abssissalar o‘qiga parallel bo‘lgan chiziqni ordinata bilan kesishishgacha o‘tkazib, qidirilayotgan harorat topiladi. Shuningdek, abssissalar o‘qiga parallel bo‘lgan nolinchi chiziq o‘tkaziladi. Termoeffektlar boshi, maksimumi va oxiri haroratlari bevosita fotoqog‘ozga qo‘yiladi. Termogrammani bunday rasmiylashtirish misoli 6. a-rasmda ko‘rsatilgan.

Harorat chizig‘ichidan foydalanishda ordinata va abssissani darajalash zaruriyati yo‘q va shunda termogrammaga faqat termoeffektlar haroratlari qo‘yiladi (1.6, b-rasm). Ko‘pincha termogrammalar quyidagicha rasmiytashtiriladi: abssissalar shkalasiga haroratlar qiymatlari, termogrammaga esa –tegishli haroarat turi tushiriladi.

Termogrammaning teskari tarafiga tajriba sanasi, sinalayotgan modda nomi, uning modda, sovuq payvand harorati barabanning aylanish tezligi va etalon turi yozilishi kerak. Termogramma yozilgan fotoqog‘oz yaltiramasligi kerak, chunki uni qattiq sirtga sanchilganda turli cho‘zilish yuzaga kelishi mumkin, bu tajriba natijalarini buzib ko‘rsatadi. Termopara suvoq payvandlarining harorati differensial egri chiziqdagi effektlar haroratlaridan chiqariladi.



1.6-rasm. To‘g‘ri rasmiylashtirilgan kaolinit termogrammalarining turli ko‘rinishlari.

Miqdoriy fazali tahlil

Miqdoriy fazali tahlil differensial termogrammadagi termik effekt maydoni jins yoki aralashmadagi ushbu mineralning miqdoriga nisbatan muayyan bog‘liqlikda bo‘ladi. Miqdoriy tahlilning turli usullari qo‘llaniladi. Eng sodda usul – proporsional usul. Uning mohiyati quyidagidan iborat: Sof noma’lum birikmaning termogrammasi olinadi va xarakterli termoeffektning maydoni (mm^2) hisoblanadi. Agar sof birikma bo‘lmasa, standart namuna sifatida tarkibida ushbu birikmaning massasi aniq bo‘lgan material probasi olinadi. Proba termogrammasi olinadi va noma’lum birikmaning termoeffekti maydoni hisoblanadi. Keyin moddadagi mineral tarkibining 100% uchun termoeffekt maydoni hisoblab chiqiladi. Termogramma bo‘yicha tekshirilayotgan jins yoki aralashmadagi ushbu mineralning miqdoriy tarkibini hisoblash quyidagicha formula bo‘yicha amalga oshiriladi:

$$m_i = m_a \frac{\Delta S_i}{\Delta S_a} \varepsilon,$$

bu yerda: m_i – tekshirilayotgan jins yoki aralashmadagi birikma massasi, *g*; m_a – sof birikma massasi, *g*; ΔS_i – jins yoki aralashma termogrammasidagi ushbu birikmaning termik effekt maydoni, mm^2; ΔS_a – sof birikmaning termogrammasidagi termik effekt maydoni, mm^2.

Ko‘rsatilgan usul termik effekt maydoni va noma’lum birikmaning miqdori o‘rtasida to‘g‘ri chiziqli bog‘liqlik mavjudligi ± 5% dan oshmasligi kerak.

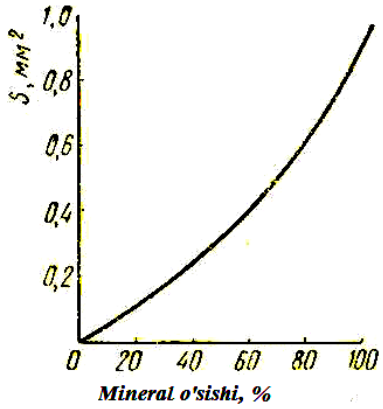
Yanada umumiy holda termoeffekt maydoni va noma’lum birikmaning miqdori o‘rtasidagi bog‘lik to‘g‘ri chiziqli emas, chunki termik cho‘qqi maydoniga qizdirishda tekshirilayotgan modda issiqlik sig‘imining o‘zgarishi, eksperiment shartlari va b, ta’sir ko‘rsatadi. Bu bog‘liqlik

$\Delta S = k m\ mm^2$ tenglamasi bilan ifodalanadi,

bu yerda: ΔS – termogrammadan termik effekt maydoni, mm^2; k – proporsionallik koeffitsiyenti; m – aralashmadagi tekshirilayotgan mineral massasi, *g*.

Bunday sharoitlarda miqdoriy termik tahlilni o‘tkazish uchun kalibrlangan egri chiziq uslubi qo‘llanadi. Kalibrlangan egri chiziqni qurish uchun tekshirilayotgan jins kabi petrograf-mineralogik tavsifga ega etalon aralashma tayyorlanadi. Etalon aralashmaga 10, 30, 50, 70, 100% miqdoridagi yoki har qanday dozadagi aniqlanadigan mineral kiritiladi. Bunda termotahlil uchun material moddasi har doim qat’iy bir xil bo‘lishi kerak.

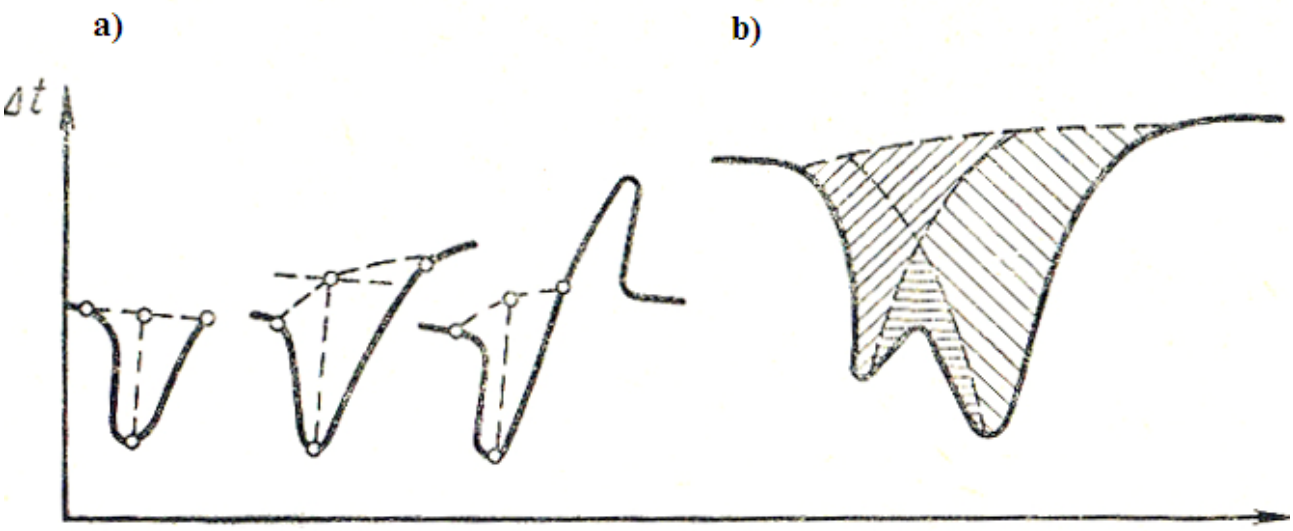
Olingan termogrammalarda katta aniqlik bilan tegishli termik effektlar maydoni aniqlanadi va “effekt maydoni (Δ S) – mineral tarkibi” koordinatalaridan grafik tuziladi (1.7-rasm).



1.7-rasm. Miqdoriy fazali termik tahlil uchun kalibrlangan egri chiziqning umumiy ko‘rinishi.

Olingan kalibrlangan egri chiziq jinsdagi ushbu mineral miqdorini aniqlash uchun xizmat qiladi. Buning uchun materialning o‘rganilayotgan namunalari etalonlar bilan qat’iy bir xil bo‘lgan shartlarda termik tahlil qilanadi va olingan differensial egri chiziqlarda tegishli termoeffektlarning kattaliklari o‘lchanadi. Kalibrlangan egri chiziqdan foydalanib, termoeffekt maydoni bo‘yicha mineralning miqdori aniqlanadi (%).

Miqdoriy fazali tahlil termografik qurilmaning juda aniq ishlashni va termogrammalarning olinishini kuzatuvchi barcha omillarning barqarorligini talab etadi. Shuningdek, tajriba o‘tkazishning bir qancha tebranuvchi parametrlarida, asosan, uning yaxshi qayta tiklanuvchanligini ko‘zda tutgan holda, ushbu modda uchun analitik termocho‘qqini to‘g‘ri tanlash ham zarur. Differensial egri chiziq va nolinchi chiziq o‘rtasida tuzilgan termocho‘qqi maydonining aniq o‘lchanishi ham muhim ahamiyatga ega. Maydonlarni o‘lchashning noaniqligi ko‘pincha termoeffektni chegaralovchi chiziqlarning notug‘ri o‘tkazilishi bilan bog‘liq. Termoeffektlarni to‘g‘ri chegaralash misollari 1.8, a-rasmda keltirilgan.



1.8-rasm. Miqdoriy tahlilda termik effektlar maydonini to‘g‘ri chegaralash misollari:
a-oddiy effektlarning; b-berkitiladigan effektlarning.

Agar differensial egri chiziq kesimlari effektgacha va effektdan keyin biri ikkinchisini davom ettirsa, cho‘qqi maydonini chegaralash bu kesimlarni ulovchi to‘g‘ri chiziqning o‘tkazilishi bilan amalga oshiriladi. Agar cho‘qqi ancha murakkab shaklga ega bo‘lsa, u holda uni chegaralash uchun ordinatalar o‘qiga parallel bo‘lgan va cho‘qqi maksimumi orqali o‘tuvchi chiziq o‘tkaziladi, bu vertikalning nolinchi chiziq bilan kesishish nuqtasi effektining boshi va oxiri bilan ulanadi. 1.8, b – rasmda iikita qo‘yilgan effektlar maydonlarining chegaralanishi ko‘rsatilgan.

Termocho‘qqilar maydonini o‘lchash ko‘pincha planimetr orqali amalga oshiriladi, ammo shuningdek, tortuvchi metod ham qo‘llanadi – tekshirilayotgan cho‘qqilar kesib olinadi va fotoqog‘oz tarozida tortiladi.

1.1.3. Fazali tahlilning termogravimetrik usuli

Tahlilning termogravimetrik (TG) usuli tekshirilayotgan materialdagi kimyoviy o‘zgarishlar ko‘rsatkichi sifatida qizdirishda tekshirilayotgan moddaning og‘irligini o‘lchashga qaratilgan. Bu usul differensial – termik tahlilga muhim qo‘shimchadir. Chunki vaznini yo‘qotish egri chiziqlari yangi axborot beradi va o‘tayotgan jarayonlarning miqdoriy tomonini yanada aniqroq tavsiflashga yordam beradi.

Qizdirishda material vaznining kamayishi ham, ko‘payishi ham yuz berishi mumkin. Vaznining kamayishi, qoidaga ko‘ra, moddadan gaz hosil qiluvchi mahsulotlarning (SO_2,SO_2, N_2O bug‘lari va h.k.) ajralishi, vaznining ko‘payishi esa – oksidlanish jarayonida, rekarbonlash jarayonida va sh.k. da moddaning kislorodni yutishi bilan belgilanadi.

Ammo ko‘pgina minerallar uchun qizdirishda vaznining ortishi juda kam va unga e’tibor berilmaydi. Vaznining yo‘qotilishi esa, aksincha anchagina va tahlilning ushbu usuli aynan ularni belgilashga asoslangan.

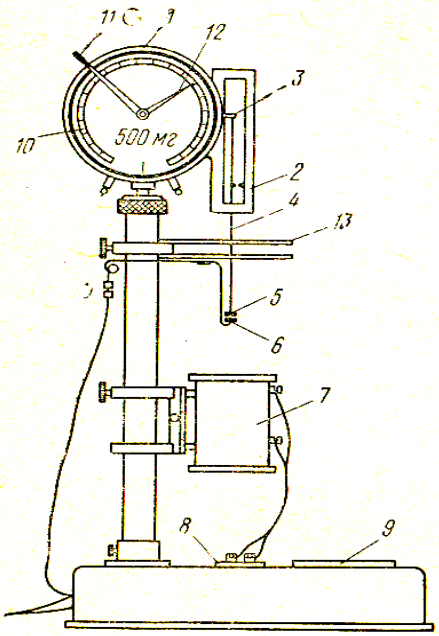
Uzluksiz qizdirishda vaznini yo‘qotish egri chiziqlarini olish usuli (dinamik tortish usuli). Qurilma torzion tarozi, elektr pechi va millivoltmetrli termoparadan iborat (1.9 - rasm). 500 yoki 1000 mg uchun shkalali **1** torzion tarozi qo‘llanadi. **2** tarozi yon qutisining tagida 5 mm diametrli teshik teshiladi va u orqali qalinligi 0.03-0.05 A/m platinali yoki nixromli **4** sim o‘tqaziladi, u orqali **3** tarozi shayiniga platinali palla yoki **5** tigel osib qo‘yiladi. 127 yoki 220 v li tarmoqdan ta’minlanadigan **7** tigel elektr pechi 50-80 sm masofadagi tarozi ostida joylashadi. Issiqlik pechining yuqori uchi ip uchun teshik mo‘ljallangan sopol qopqoq bilan yopiladi. Pechda pallaning bevosita yonida qizdirish haroratini **9** millivoltmetr yordamida ko‘rsatuvchi 6 termopara montaj qilinadi. Qizdirish tezligi **8** avtotransformator yordamida tartibga solinadi. Torzion tarozi muvozanatga keltiriladi, keyin bo‘sh palla tortiladi, uning vazni torzion tarozi shkalasida belgilanadi. Pallaga 100 mg miqdoridagi material moddasi joylanadi va yana tortiladi. Modda kattaligi bo‘sh va to‘ldirilgan pallalar tarozisining turliligi sifatida belgilanadi. Material joylangan palla pechga qo‘yiladi va tarozi shayiniga osib qo‘yiladi. Issiqlik quvuri qopqoq bilan yopiladi va pech elektr tarmog‘iga ulanadi. Qizdirilayotgan material vazning o‘zgarishi torzion tarozi shkalasida har bir 10oS vizual ravishda qayd qilinadi. Hisoblash aniqligi – shkala bo‘linishining 0.2 (0.2 mg) yoki 0.1%. Qizdirish to‘liq siklining davomiyligi -60 -120 min. Mg dagi vazn yo‘qotilishi vazniy foizga o‘tkaziladi va ular bo‘yicha haroratga bog‘liq ravishda vaznini yo‘qotishning egri chizig‘i (millimetrli qog‘ozda)chiziladi.

Vaznini yo‘qotish egri chiziqlarida faqat material vazning o‘zgarishi bilan bog‘liq bo‘lgan termik effektlar aks etadi; polimorf o‘zgarishlar, masalan, ularda qayd qilinadi. Vaznini yo‘qotishning olingan oddiy egri chizig‘i asosida vaznini yo‘qotishning differensial egri chizig‘ini qurish mumkin. Buning uchun oddiy egri chiziqning grafik differensiallash amalga oshiriladi, buning uchun 1.10 – rasm grafigida har bir 50^0S dan keyin vertikal chiziq o‘tkaziladi va tegishli **Ya** ordinatalarining balandligi o‘lchanadi (abssissalar o‘qidan egri chiziqdagi nuqtasigacha).

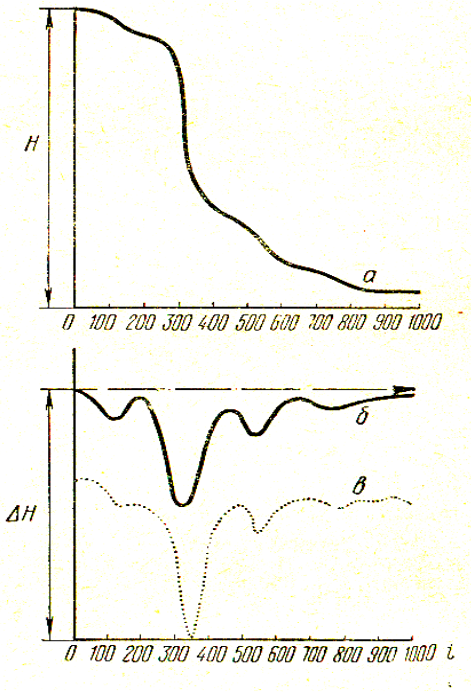
DAning hisoblangan qiymatlari bo‘yicha – fS abssissa koordinatalarida boksit vazni yo‘qolishining differensial egri chiziq quriladi, ordinata A4 (1.10, b – rasm).

Shu rasmda termografga olingan boksitning differensial termogrammasi keltirilgan. Ko‘rinib turganidek, bu ikki differensial egri chiziqlar - avtomatik yozib olingan va grafik ravishda tuzilgan bir-biriga mos keladi.

Termogravimetrik tahlil uchun qurilmalar (TV-200, TV-500, TVU-3) kompleksda ishlovchi ikki asbobdan iborat: differensial egri chiziqlarni olish uchun termograf va vazn yo‘qotilishini aniqlash uchun torzion tarozilar bilan avtomatik tizim. TVU-3 qurilmasining sxemasi 1.11-rasmda keltirilgan. Termogrammaga oddiy usulda ishlov beriladi (1.11,b–rasm). Differensial egri chiziqdagi termik effektlarning boshlanishi, yo‘qotilishi egri chizg‘ida ham, shuningdek, eng chekka o‘ngdagi vertikal chiziq (o‘q) bilan kesishishgacha gorizontal chiziqlar, abssissalarning parallel o‘qlari o‘tkaziladigan qaytarish nuqtalari belgilanadi. x-u umumiy masofa mm da o‘lchanadi va qizdirilganda material vaznining umumiy yo‘qotilishini bilgan holda (% da), x-u shkalasining bo‘linishi bahosi belgilanadi. ko‘rib chiqilayotgan holda vaznining yo‘qotilishi 20% ni tashkil etadi, x-u masofa 35 mm ga teng va bo‘lish bahosi – 1 mm uchun vazn yo‘qotilishining 20:35h0,57 % ni tashkil etadi. Termogravimetrik egri chiziqning alohida uchastkalarida vazni yo‘qotish: xa – 5,72%; ab – 8,58%; bs – 3,99%; su – 1,71% ni tashkil etadi.

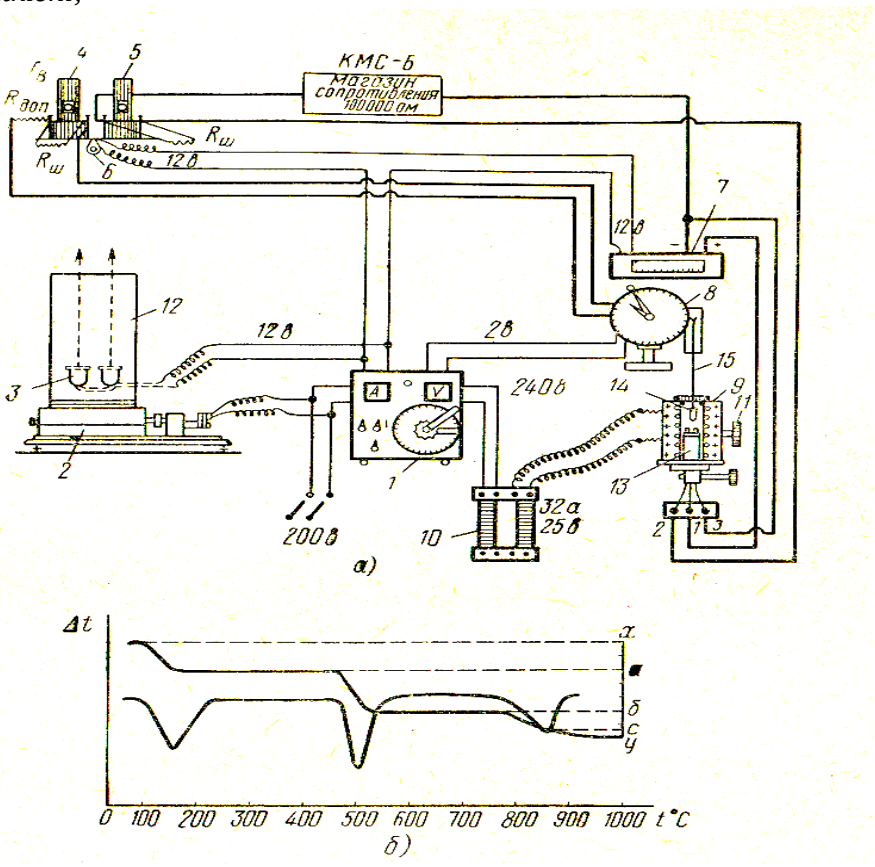


1.9-rasm. Qizdirishda material vazni yo‘qotilishini aniqlash uchun torzion tarozli qurilma:
1-torzion tarozi; 2-torzion tarozining yon qutisi; 3-tarozi shayini; 4-sim; 5-modda uchun tigel; 6-termopara; 7-elektr pechi; 8-pech ishining termorostlagichi; 9-millivoltmetr; 10-torzion tarozi shkalasi; 11-richag; 12-vazn ko‘rsatkichi; 13-issiqlik ekrani.



1.10-rasm. Boksit vazni yo‘qotilishining oddiy va egri chiziqlari.
a-oddiy egri chiziq; b-oddiy egri chiziqqa qurilgan differentsial egri chiziq; v-differentsial-termik tahlil qurilmasida olingan differensial egri chiziq (termogramma).

1.11-rasm. Termik va termogravimetrik tahlil uchun TVU (TGQ)-Z qurilmasining sxemasi (a) va termogravilmetrik egri chiziq ko‘rinishi (b).
1-boshqaruv pulti; 2-fotoqayd qiluvchi kamera; 3-yoritgichlar; 4-tortuvchi galvanometr v; 5-differensial galvanometr G, b-fotoqog‘ozda haroratni belgilash uchun lampochka; 7-haroratlarni avtomatik belgilash uchun moslamali millivoltmetr; 8-torzion elektr tarozi; 9-elektr pechi; 10-transformator; 11-elektrpechini surish uchun dastak; 12-ximoya ekrani; 13-tekshirilayotgan modda va termojuftli etalon uchun blok; 14-vaznining yo‘qotilishi aniqlash uchun tekshirilayotgan materialli tigel; 15-tigelni osib qo‘yish uchun sim.

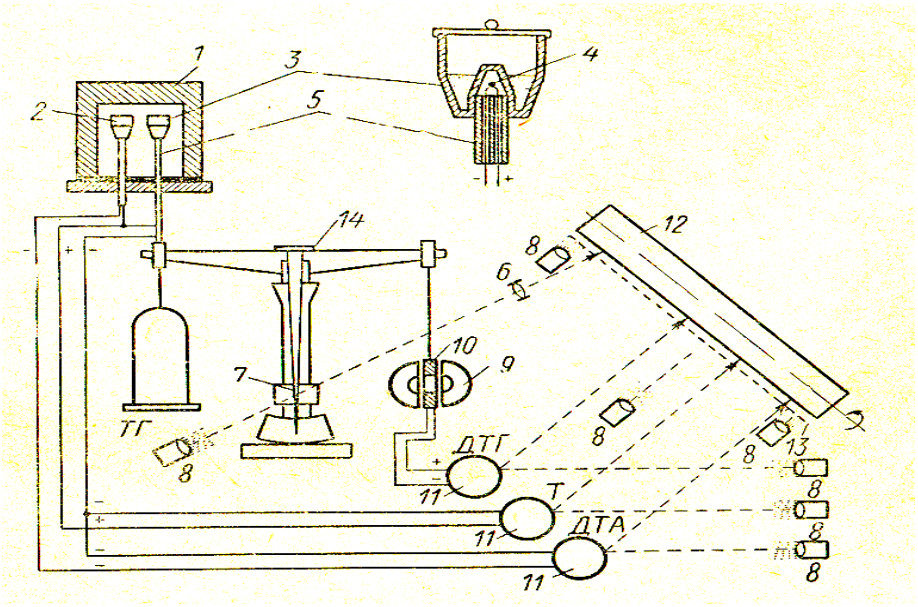


1.1.4. Derivatografik va gazovolyumetrik tahlil. Derivotografiya

Derivatografiya. Derivatograf-fotoqog‘ozning aynan bitta varog‘ida bir vaqtning o‘zida avtomatik ravishda qizdirishning harorat va differensial egri chiziqlarini hamda vaznini yo‘qotishning oddiy (integral) va differensial egri chiziqlarini olish imkonini beruvchi termoqurilma. Derivatograf sxemasi 1.12-rasmda ko‘rsatilgan. 1 elektr pechida 2 etalon v 3 tekshirilayotgan moddalardan iborat platinali tigellar o‘rnatilgan. Tekshirilayotgan maddalitigel ichida kombinatsiyalangan (defferensial) platina – platina jinsli termopara bitta bo‘g‘inining simlari o‘tadigan chinni (farfor) trubka – 5 uylagichda o‘rnatilgan. Differensial termopara DTT ko‘zguli galvanometr yordamida 12 o‘zi yozgich barabaniga o‘ralgan fotoqog‘ozdagi qizdirishning differensial egri chizig‘ini (DTT) yozib olishni amalga oshiradi. Chinni (farfor) trubka – 5 ushlagich 14 analitik tarozi shayinining bitta uchida mahkamlangan, shayinning boshqa uchiga ingichka ipda qutblar o‘rtasida erkin harorat qiluvchi 10 elektr g‘altak osib qo‘yilgan; 9 doimiy magnitning. Magnitning kuchlanish maydoni harakatlanuvchi g‘altakda kuchlanishi tarozining og‘ishiga pproporsional bo‘lgan kuchlanishni doimiy tokni induksiyalaydi. G‘altakda hosil bo‘ladigan tok ko‘zguli DTG ga beriladi, undan kelayotgan yorug‘lik signali fotoqog‘ozda vazn o‘zgarishining differensial egri chizig‘ini – derivativ termogravimetrik ergi chiziq DTG ni yozib oladi. Bu egri chiziq material vazni o‘zgarishining tezligini tavsiflaydi. Ayni paytla tarozi strelkasida mahkamlangan optik tirqishli plastinka yordamida fotoqog‘ozga vaznini yo‘qotishning oddiy (integral) egri chizig‘i – termogravimetrik egri chiziq TG uzluksiz yozib boriladi. Qizdirishning oddiy egri chizig‘i T, tekshirilayotgan moddaga joylashtirilgan oddiy termopara bilan ulangan galvanometr G yordamida yozib olinadi. Platinali egri chiziqlar termojuftlar payvandining material bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri kontaktini istisno etuvchi maxsus formaga ega. Material moddasi 0,2 dan 10 g chegarasida tebranishi mumkin. Vaznini yo‘qotishning egri chizig‘ini yozib olishda tarozining maksimal sezgirli 0,2 g moddada bo‘linishi uchun 0,2 mgni tashkil etadi. Elektr pechi qizishi tezligi minutiga 0,5 dan 20^0 Sgacha chegarada dasturiy tuzilmasi tomonidan tartibga solinadi. Qizdirishning maksimal haroratlari – 150, 300, 600, 900 va 1200^0 S fotoqog‘ozda haroratlarni hisoblash 0,5% aniqlik bilan yuz beradi. O‘ziyozgich barabanining bitta aylanish vaqti 50, 100, 200 va 400 min dan iborat.

Derivatogrammadagi barcha egri chiziqlar bitta koordinataga ega – vaqtga. Ammo abssissalarning qo‘shimcha harorat shkalasini qurish mumkin. Buning uchun harorat egri chizig‘ining T 2 gorizontal kalibrlangan chiziqlari bilan kesishish nuqtalari orqali ordinatalar o‘qiga parallel vertikal chiziqlarni o‘tkazish va haroratning tegishli ko‘rsatmalarini abssissalar o‘qiga o‘tkazish zarur. Shu tariqa olingan gorizontal harorat shkalasi termoeffektlarning harorat chegaralarini aniqlash imkonini beradi.

Derivatogrammadagi egri chiziq DTA sifatli miqdoriy tahlil maqsadlari uchun xizmat qiladi, DTG va TG egri chiziqlari tarkibi bo‘yicha murakkab u yoki boshqa birikmaning miqdorini hisoblash imkonini beradi. Bir qancha egri chiziqlarning birgalikdagi tahlili metodning ruxsat beruvchi qobiliyatini ancha oshiradi.



1.12-rasm. Derivatograf sxemasi:

1-elektr pechi; 2-etalon uchun tigel; 3-proba uchun tigel; 4-termojuftning issiq payvandi; 5-chinni (farfor) trubka; termojuft va tigel ushlagichi; 6-fokuslovchi linza; 7-tarozi strelkalari; 8-yoritgichlar; 9-doimiy magnit; 10-elektrg‘altak; 11-ko‘zguli galvanometrlar; 12- o‘zi yozgich barabani; 13-shkalalarni optik bosish uchun shablonlar uchun shablonlar; 14-analitik tarozi.

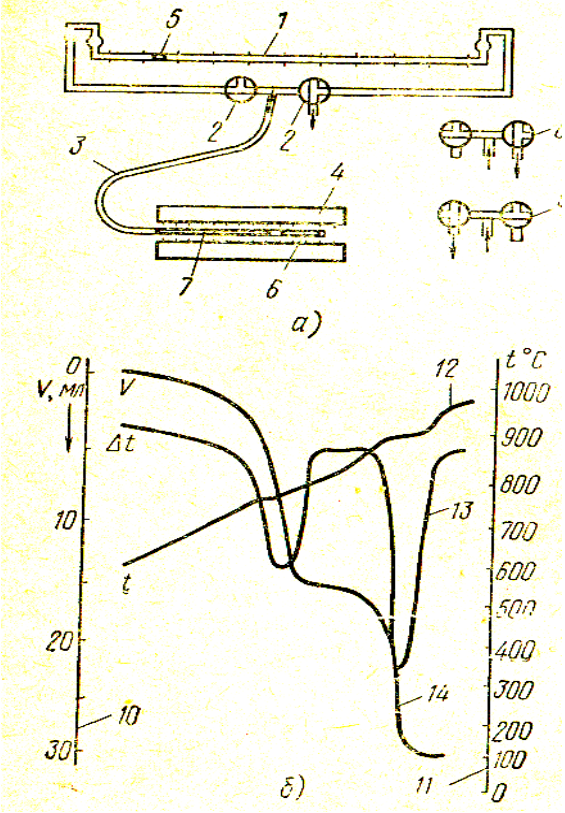
Fazali tahlilning gazovolyumetrik usuli

Bir qator materiallarni fazali tahlilning gazovolyumetrik usuli ayrim minerallar qat’iy belgilangan haroratlarda gazsimon fazani ajratishiga asoslangan. Tegishli birikmalarning yemirilish haroratini bilib, ajratilgan gazsimon fazaning miqdori bo‘yicha aralashmadagi u yoki bu mineralning miqdorini mexanik ravishda boshqalardan ajratmagan holda aniqlash mumkin.

Gazovalyumetrik tahlilning turli maqsadlari uchun tuzilishi bo‘yicha turli gaz byuretkalari ishlab chiqilgan.

Oddiy gaz byuretkasi 1 (1.13-rasm) ikkita uch yo‘lli jo‘mraklar 2 va trubkasimon elektr pechli 4 rezina trubka vositasida ulangan, diametri 2,4 mm va uzunligi 1000 mm bo‘lgan gorizontal joylashgan shisha trubkadan iborat. Byuretkaning darajalangan qismi ichida 5 simob tomchisi mavjud. 0,2-1,0 g miqdoridagi tekshirilayotgan material shisha probirkaga joylanadi, shundan so‘ng unga hajmni kamaytirish uchun 7 chinni (farfor) sterjen (o‘zak) kiritiladi, chunki probirkadagi havo hajmi qanchalik kam bo‘lsa, ajralgan gazlarning hajmini shunchalik aniqroq aniqlash mumkin. 6 moddali probirka trubkasimon gorizontal yoki vertikal elektr pechiga qo‘yiladi va 3 rezina shlang yordamida gaz byuretkasi bilan ulanadi. Elektr pechi berilgan tezlikda qizdiriladi va materialdan ajralayotgan gazlar rezina shlang va uch yo‘lli jo‘mraklardan biri orqali gaz byuretkasiga kelib tushadi va undagi simob tomchisini joyidan ko‘chiradi. Ikki jo‘mrakning mavjudligi gazni byuretkaning istalgan uchiga yuborish imkonini beradi; simob tomchisi nolinchi holatdan o‘ngga ko‘chib oxirgi bo‘linishgacha yetib borganda, jo‘mraklar 9 holatiga o‘tkaziladi va gaz simob tomchisini chapga, yana nolinchi holatga ko‘chirib, boshqa tomondan byuretkaga tushishni boshlaydi. Bunday o‘tkazishlarni muvofiq ravishda gazning har qanday hajmlarini o‘lchagan holda bir necha marta amalga oshirish mumkin. Tajriba uzluksiz o‘tkazilganda harorat (30, 40, 50^0 va sh.k.)va ajralayotgan gazlar hajmi hisoblanadi. Byuretkaning hajmi katta bo‘lmaganligi sababli gazlar hajmini hisoblashni aniq amalga oshirish mumkin. Olingan ma’lumotlar asosida gaz ajratishning koordinatalardagi egri chizig‘i quriladi: harorat So da – gaz hajmining kattaligi sm3 da (1.13, b - rasm).

Gazlarning belgilangan hajmi V ga probirka va shlangdagi gazning termik kengayishi keltirib chiqargan tuzatishni kiritish zarur. Gazning haqiqiy hajmi teng, bu yerda: V – byuretka ko‘rsatmalari bo‘yicha eksperimental topilgan gazning hajmi, sm^3; V – gazning kengayish kattaligi (zararli hajmi) sm^3; V pn – reaksiya idish hajmi, sm3 ; Tr – reaksiya idishidagi absolut harorat, ^oK; Tx – xonadagi havoning absolut harorati; ^oK – ajralgan gazlar alohida idishlarga yig‘ilib, boshqa metodlar bilan tahlil qilinishi mumkin. Avtomatik o‘zi tenglashuvchi gaz byuretkalarining bir qancha konstruksiyalari mavjud.



1.13 – rasm. Gazovolyumetrik tahlil uchun oddiy byuretka sxemasi (a) va termogrammali dolomitning gaz ajralishining egri chizig‘i (b): *1-gaz byuretkasi; 2-uch yo‘llik jo‘mrak; 3-rezina shlang; 4–elektr pechi; 5–simob tomchisi; 6–modda joylashgan probirka; 7–chinni (farfor)sterjeni; 8–jo‘mraklarning birinchi holati – simob tomchisi o‘nga harakatlanadi; 9–jo‘mraklarning ikkinchi holati – simob tomchisi chapga harakatlanadi; 10–ajralgan gaz hajmining shkalasi; 11–harorat shkalasi; 12–qizdirishning oddiy egri chizig‘i.*

1.2. Petrografik usul

Texnik toshning petrografiyasi materiallar va jinsini tadqiq qilish polyarizatsion mikroskop yordamida amalga oshiriladigan tabiiy petrografiyadan boshlanadi. Fanning yangi sohasini rivojlantirish ishiga katta ulushni olimlar D.S.Belyankin, V.V.Lapin, N.A.Tropov, Yu.M.Butt, S.D.Chetverikov, N.N.Smirnov, O.M.Astreyeva, B.V.Volkonskiy va boshqalar qo‘shishdi.

Petrografik tadqiqotlar ayrim texnik toshlar-portlpndsement klinkeri, shishalar, shlaklar, olovga chidamli va shu kabi turiga tegishlidir. Sementli tosh va beton mikroskopiyasi adbiyotlarda kam yoritilgan. D.S.Belyankin va V.V.Lapin 30 yil oldin portlandsementli tosh va silikat materiallarni mikroskop yordamida o‘rganish qiyinligini ta’kidlab o‘tishgan va usullarning kompleksini qo‘llash zarurligini ko‘rsatishgan. Keyinchalik petrografik tadqiqotlar ostida yorug‘lik mikroskopik va boshqa asboblar yordamida materialni kompleks tadqiq qilish tushunila boshlandi.

Yorug‘lik mikroskopi usulining mohiyati kristallarning ichki tuzilishi bilan bog‘liq bo‘lgan va boshqa har bir material uchun o‘ziga xos hisoblangan kristallarning optik xususiyatini aniqlashdan iborat.

Ichki tuzilishga bog‘liq holda minerallar yettita tizim (singaniy) ga bo‘linadi:

1. kubik – yorug‘lik sinishining ko‘rsatgichi n;
2. trigonal;
3. tetragonal;
4. geksagonal;
5. monoklin;
6. triklin;
7. rombik.

Kubik tizim kristallari optik izotropli hisoblanadi. Ular barcha yo‘nalishlarda bir xil optik xususiyatlarga ega, shuning uchun yorug‘lik to‘lqinlari ularda doimiy tezlik bilan tarqaladi. Boshqa tizim kristallari optik anizatropli; ulardagi yorug‘lik tarqalish tezligi yo‘nalishga bog‘liq.

Maxsus adabiyotlarda kristall optikadan ma’lumotlar va tuzilmaning fazoviy modeli haqida ma’lumotlar mavjud. Ushbu kitobda asosiy optik xususiyatlar ko‘rsatilgan bulib, unda texnik minerallarni polyarizatsion mikroskop ostida aniqlash mumkin. Bular yorug‘lik sinish ko‘rsatgichlari, ikkilik nur sinishi kuchi, asosi, optik belgi, rang, pleoxroizm, so‘nish burchagi ayrim kristallar shakli va o‘lchami hamda ularning to‘planishidir.

Shuni ta’kidlash kerakki, mikroskop yordamida material strukturasini o‘rganish va materiallar xarakteristikasini aniqlash uchun maxsus preparatlar zarur. Sementli tosh va betondan, odatda, immersion preparatlar, tiniq va polirovka qilingan shliflar tayyorlanadi. Immersion preparatlarni tayyorlash uchun beton bo‘lagi yoki uning ayrim tashkil qiluvchilarni (sementli tosh, to‘ldiruvchi, kiruvchi va boshqalar) agat xovonchada mayda poroshokka maydalanadi. Preparat tayyorlanadigan igna bilan teshik va yoriqlar devoridan mayda poroshoklar olinadi. Tadqiqot og‘ir suyuqliklarda sentrifuglash usuli bilan polimineral namunasini tarkibiy qismlarga oldindan bo‘linishini osonlashtiradi.

Tadqiq qilinadigan 1-2 mg miqdordagi poroshok shisha idishga joylashtiriladi va standart namunasidan immersion suyuqlikning 1-2 tomchisi kiritiladigan shisha bilan yopiladi. Immersion suyuqlik yorug‘lik sinishining aniq ko‘rsatgichlariga ega.

Gitratatsiya, zanglash va boshqa jarayonlarni o‘rganish uchun mikropreparatlar tayyorlanadi. Bunda shishalar o‘rtasidagi immersion suyuqlik o‘rniga distillangan suv yoki sho‘r suv quyiladi.

Suv bug‘lanishini yoki tadqiq qilinayotgan materialga havo korbanat kislotasini ta’sir etishini oldini olish uchun yopiladigan shisha peremetr bo‘ylab maxsus zamazka bilan qoplanadi. Bunday mikropreparatni uzoq vaqt davomida o‘rganish mumkin, keyin esa, qoplamani shishadan olinishi va immersion suyuqliklarda yangi hosil bo‘lgan preparat aniqlanishi mumkin.

Tiniq va polirovka qilingan shliflarni tayyorlash malakaviy maxorat talab qilinadi. Sifatli shliflar bir xil jinsli bo‘lmaganligi sababli sement tosh yoki betondan tayyorlash ancha qiyindir. Beton tuzilmasini saqlash maqsadida shlifni turli tayyorlash bosqichlarida eritilgan konifolda namunalarni bir necha marta qaynatishni (7^0S dan yuqori temperatura) taklif qilamiz.

Tiniq shliflar o‘tadigan yorug‘likda polyarizatsion mikroskop ostida materialni tadqiq qilish uchun mo‘ljallangan. Ular predmet va yopiladigan shishalar o‘rtasida pixta balzam yordamida yopishtiriladigan 0,03 mm qalinlikdagi tadqiq qilinadigan material plastikkadan iborat.

Polirovka qilingan shliflar yoki anshliflar aks etgan yorug‘likda tadqiq qilinadi, shuning uchun material plastinka qalinligi limit qilinmaydi, ushbu plastinkaning bir tomoni polirovka qilinganligi muhimdir. Material cho‘yanli shliflaydigan doirada har xil yiriklikdagi korund poroshok bilan keyin esa, movut bilan qoplangan polirovka xrom oksid bilan ishlov beriladi. Kristalda yorug‘lik nurlarining tarqalish tezligiga teskari bo‘lgan kattalikka sinish ko‘rsatkichlari deyiladi. Tiniq muhitning sinish ko‘rsatkichi taxminan birga teng.

Nurning sinishi bilan bir qatoda barcha anizotrop kristallarda (kublidan tashqari) uning ikkiga bo‘linishi (ikkitali nur sinishi hodisasi) kuzatiladi. Yorug‘lik nuri bunday kristallar orqali o‘tganda oddiy va oddiy bo‘lmagan «ye»nurga bo‘linadi.

Kristallda doimiy tezlik bilan tarqaladigan nur yo‘nalishi kristallning optik o‘qi deyiladi. Trigonal tetrogonal va geksagonal tizim kristallari optik bir o‘qqa ega.. Monoklinli, triklinli va rombli tizim kristallar optik o‘qqa ega, optik o‘qlar o‘rtasidagi burchak 2v qilib belgilanadi. Optik musbat va optik manfiy kristallar bo‘linadi,ikki o‘qlik kristallarning nur sinish ko‘rsatkichlari n_g, n_m, n_p, orqali ular qiymatilarining kamayishi tartibida belgilanadi.

Mineralning nur sinish ko‘rsatkichi immersion preparatlarda polyarizatsion mikroskop yordamida aniqlanadi. Immersion suyuqlikka cho‘ktirilgan mineral donasining atrofida berk yorug‘ polosa hosil bo‘ladi.

Tadqiq qilinayotgan mineral va suyuqlikning nursinish koʻrsatkichlari turliligini bildiradi. Mikroskop tubusini koʻtarganda (koʻtarish vintini “oʻziga qaratib” aylantirganda). Bekke polosasi eng koʻp nur sinish koʻrsatkichi bilan muhit tomon harakatlanadi (mineral yoki suyuqlik), immersion suyuqlik mineral va suyuqlikning nur sinish koʻrsatkichi mos kelguncha, bekk polosasi yoʻqolguncha tanlanishi kerak. Har bir immersion suyuqlikning sinish koʻrsatkichini bilgan holda mineralning nur sinish koʻrsatkichini aniqlash mumkin.

Agar analizatorlik sinish koʻrsatkichi 1,53-1,54 ga teng boʻlgan balzamli mineral bilan tenglashtirilsa, tiniq shliflarda mineralning nur sinishi koʻrsatkichi toʻgʻrisida taxminiy baxo berish mumkin. Agar mineralning nur sinish koʻrsatkichi balzamdan yuqori boʻlsa, mineral qavargan, agar past boʻlsa botiq boʻlib koʻrinadi. Shlifda mineral va balzamning sinishi koʻrsatkichlariga yaqin boʻlgan qiymatlarida immersion preparatlarda boʻlgani kabi Bekke polasasi boʻyicha ta’riflanadi.

Mineral rangi tiniq shliflarda mikroskop yordamida (analizatorsiz) belgilanadi. Portlandsement klinkerda sarigʻish donasi va braunilleritning toʻq-kul rang donasi yaqqol koʻrinadi. Boʻyalgan ikkita sinuvchi minerallar pleoxroizmga ega, ya’ni mikroskop stolini aylantirishda rangini oʻzgartirish imkoniyatiga ega. Biroq, bunday xodisa tabiiy minerallar uchun oʻziga xos hisoblanadi (masalan, biotit, yiltiroq moʻgʻiz va boshqa), sementlar gidrotatsiyasining mahsulotlari koʻpincha rangsiz boʻladi. Mineralning rangi interferension rangiga ajratish kerak. Interferension rang ikkita sinish xususiyati boʻlgan kristallarda yuzaga keladi va shliflar kristallarni optik aniqlashga bogʻliq. Interferension rang, agar analizator bilan mikroskop ostida tiniq shlifni koʻrganda yaxshi koʻrinadi.

Rangni intensivligi boʻyicha kristalda ikkitali nur sinish kuchi toʻgʻrisida baxo berish mumkin. Kristallarning soʻnish burchagi eng yuqori boʻlgan interferension rang bilan kesimlardagi tiniq shliflarda (analizator bilan) hisoblab chiqildi. Kristallning ulangan tekislik yoʻnalishi okulyarning biriga parallel qilib oʻrnatiladi va mikroskop stolining noniusi boʻyicha birinchi hisob bajariladi, keyin kristallning soʻnish yoʻnalishi boʻyicha stol buriladi va ikkinchi marta hisoblab chiqiladi. Hisoblar oʻrtasidagi farqi soʻnish burchagining qiymatini beradi.

Kristallarning shakli va oʻlchami hamda ularning shlifda toʻplanishi mikrometrik lineyka yordamida analizatorsiz aniqlanadi. Okulyar-mikrometr okulyar-mikroskopga qoʻyiladi.

Lineykaning bo‘lish bo‘lagi mikroskopga qo‘shib qo‘yilgan ob’yekt-mikrometr bo‘yicha hisoblab qo‘yiladi. Sement tosh yoki betondagi minerallarning asosiy optik tavsifini aniqlash juda qiyin bo‘lganligi sababli tarkibining va ingichka yangidan paydo bo‘lish kristalizatsiyaning murakkabligi, biroq, ishda ayrim ko‘nikmalarga ega bo‘lib va materiallarning ayrim tavsiflari bo‘yicha belgilab ushbu materiallarni polyarizatsion mikroskop min-8 yordamida o‘rganish mumkin.

Yorug‘lik o‘tishda (tiniq shliflar) sement toshning mineral-faza tarkibi va to‘lgichni aniqlash, sement tosh hamda sement tosh va to‘ldirgich donalari o‘rtasidagi kontaktlar holatini o‘rganish; shakl, o‘lcham va kovakchalar hamda yoriqlarni aniqlash kovakchalar soni va beton tarkibini hisoblab chiqish (klinker doni, qo‘shimcha don, yangi paydo bo‘lishlar to‘planishi, to‘ldirgichlar doni va boshqalar) mumkin miqdorni aniqlash okulyar setka yoki integratsion stol yordamida o‘tkaziladi. Yangi asbob AMA-1 “Kontrast” shliflarda kovakchalar yoki donlar soni tez va aniq hisoblab chiqish imkonini beradi. Ishonchli natijalarni olish uchun har bir namunadan bir nechta shliflarni hisoblab chiqish va o‘rtacha qiymatini olish kerak.

Aks etgan yorug‘likda (polirovka qilingan shliflar) minegrafik mikroskop MIK-6 yoki metallografik mikroskop MIM-7 yordamida tadqiqot o‘tkaziladi. Aks etuvchi stereoskopik mikroskop MBS-2 oldingilaridan betonning ishlov berilmagan qismini tadbiq qilish imkoniga ega bo‘lganligi bilan farqlanadi. Biroq, u minerallarning optik tavsiflarini oshirish va aniqlash bo‘yicha cheklangan imkoniyatlarga ega (polyarizatsiya tizimlariga ega emas).

Polirovkalarning shliflaridagi tadqiqot ishlari kristallar xususiyatidan foydalanishga ularning polirovkalangan tekislikka tushuvchi yorug‘likning aks etishiga asoslangan. Aks etish imkoniyati kristall tuzilishi, uning yorug‘lik sinish ko‘rsatkichlari va so‘nish koeffitsiyentiga bog‘liq. Polirovkalangan shlifning ochiq tekisligini o‘yish va o‘yish natijalarini qayd etish mumkin. Ushbu usul yuqori aks etish imkoniyati bo‘lgan minerallarni o‘rganishda foydalanish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Aks etgan yorug‘likdagi sement tosh va betonda sementning gidratlanmagan donni, kalsiy yoki magniyning oksidlanishi, sulfadlarning aniqlash, ingichka donli yoki mayda kovakchali tuzilmani o‘rganish, kontakt zonani tadqiq qilish mumkin. Oxirgi yillarda polirovkalangan shliflarda mikroqattiqlikni o‘lchash usuli keng tarqalgan. Uni betonni tashkil etuvchilarning mikroqattiqligini aniqlash uchun qo‘llaniladi.

Betonlarda kontakt zonaning holatini o‘rganishda ushbu usul yordamida ishonarli natijalar olingan metod uzoq vaqt davomida yoki turli omillar (issiq, muzlatish, zanglash) ta’sir etganda, umuman kontakt zona yoki beton holatining o‘zgarishini ob’yektiv kuzatish imkonini beradi.

1.3. Mikroskopik tahlil

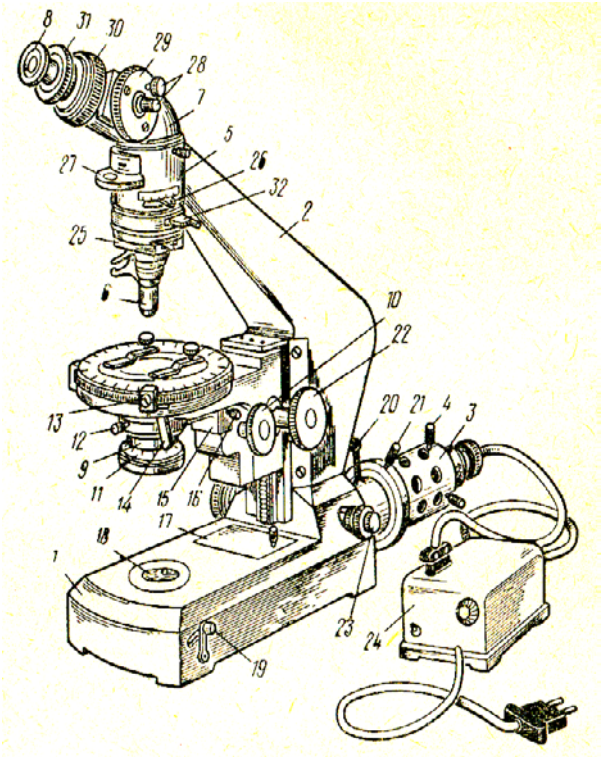
Tabiiy va sun’iy minerallarni tashxis kilishning eng aniq usullaridan biri ularning optik xususiyatlarini tekshirishdir. Bu xossalar maxsus asbob – polyarizatsion (qutblash) mikroskopi yordamida ko‘rib chiqiladi, uning qo‘llanishi namunani kattalashtirish va uni ham parallel, ham nurlarning kesishuvchi yurishida qutblangan yorug‘likda ko‘rib chiqish imkonini beradi.

Mikroskopik tahlil asosida har qanday turli jarayonlarni bevosita yoki bilvosita tekshirish uchun ham foydalanishi mumkin. Eng ko‘p bu tahlil quyidagi masalalarni o‘rganish uchun qo‘llanadi: xom-ashyo materiallari kristallarining shakllari va o‘lchamlari ularni pishirish mahsulotlari va qovushoq moddalar gidratatsiyasi mahsulotlarini; kristallar o‘sishi va ularning yemirilish jarayonlarini; minerallarning optik konstantalarini o‘lchash yo‘li bilan ularni identifikatsiya qilish; kristallar tuzilishining ba’zi bir kristalkimyoviy xossalarini belgilash (kristallarning tashqi ko‘rinishi, payvandliligi, darzliligi, mintaqalanishi, qo‘shimchalar mavjudligi, g‘ovakliligi va sh.k.) moddalardagi faza o‘zgarishlari; diffuziya jarayonlarini va sh.k. Boshqacha qilib aytganda, sifatli mikropreparatlarni tayyorlash imkoniyati mavjud bo‘lganda mikroskopik tahlil har qanday jarayonning alohida bosqichlarini nazorat qilish imkonini beradi. Aynan shuning uchun mikroskopik tahlildan sement zavodlarining labarotoriyalari va ilmiy – tekshirish institutlarida keng foydalaniladi. Undan foydalanib, 5 – 10 min ichida ishlab chiqarish texnologik jarayoning buzilishi va mahsulot sifatining o‘zgarish sabablarini aniqlash mumkin: klinkerni yaxshi kuydirilmaganligi, sementning dispersligi, uni qo‘shimchalar bilan aralashtirishning bir tekisligini aniqlash; betonning strukturasini – undagi to‘ldiruvchilar taqsimlanishining bir tekisligini, g‘ovakligi va shu kabilarni o‘rganish.

So‘nggi yillarda mikroskopiyaning texnik imkoniyatlari quyi va yuqori haroratlarda, ultrabinafsha va infraqizil nurda, ultra tovush ta’sir qilganda va b. da tekshirishlarni o‘tkazishga imkon beradigan usullarni ishlab chiqish natijasida ancha kengaygan.

1.3.1. Qutblangan mikroskop MIN – 8 tuzilishi

Mikroskop o‘tuvchi yorug‘likda shaffof preparatlarni tekshirish uchun mo‘ljallangan. Mikroskop (1.14 – rasm) 2 – tubus ushlagich qattiq mahkamlangan asosga ega. Asosning orqa devorida 4 vintlar bilan markazlashgan elektr lampali 3 fonar o‘rnatilgan. 5 – mikroskopning 5 tubusi 2 tubus tutqich mahkamlanadi, uning quyi qismi 6 ob’yektiv mahkamlanadigan qisqichli mexanizm bilan salazkalarni mahkamlash uchun “qaldirg‘och” turidagi yo‘naltiruvchi bilan tugallanadi. Tubusning yuqori qismi sinish prizmasi; Bertran linzasi, iris diafragmasi va 8 okulyardan iborat bo‘lgan 7 qiya uchlikni mahkamlash uchun maxsus uyaga ega. Dumaloq predmetli stol kronshteynda mahkamlangan va G bo‘linishi bahosi bilan 360 ta bo‘linishga ega. 9 korpusda kondensator va qutblagich joylashgan. Korpusni 10 vint yordamida optik o‘q bo‘ylab vertikal siljitish mumkin. Qutblagich tashqi yuzasida 360^0 li shkala o‘yib yozilgan 11 maxsus gardishga joylashtirilgan. Qutblagich ostida irisli apertura diafragmasi joylashtirilgan. Gardishdagi analizator “Qaldirg‘och dumi” turidagi pazda harakatlanadigan 26 salazkiga qo‘yilgan. Analizator dastak vositasida 90^0 ga burilish mumkin. Analizatorni burish burchagini nazorat qilish doiraviy shkalaning segmenti bo‘yicha 90^0 ga amalga oshiriladi. Analizator shkalaning 0 va qutblagich shkalasining 90 bo‘linmalari qutblovchi qurilmalarning kesishgan holatiga muvofiq keladi.



1.14 – rasm. Qutblangan mikroskop MIN – 8:
1–asos; 2–tubus tutqich; 3–fonar; 4–markazlashgan vintlar; 5–tubus; 6–ob’yektiv; 8–okulyar; 9–kondensator va qutblagich korpusi; 10–9 korpusni ko‘chirish uchun dastak; 11–qutblagich gardishi; 12–vint; 13–tormoz vinti; 14–linzani aylantirish uchun dastak; 15–kondensator kronshteyni ; 16–vint; 17–aks ettirilgan yorug‘likdagi yirik shaffof bo‘lmagan ob’yektlarni tekshirish uchun foydalaniladigan lyuk; 18–polyaroidli plastinkani maxkamlash uchun flanes; 19–qo‘shimcha linzani yoritish tizimiga kiritish uchun dastak; 20–maydon diafragmasi teshigini o‘zgartirish dastagi; 21–vint; 22–o‘zgartirish maxovigi; 23–mikrometrli uzatish maxoviklari; 24–transformator; 25–qisqich qurilmali salazkalar; 26–analizator salazkalari; 27–yorug‘lik filtri; 28–Bertran linzasini markazlash uchun dastak; 29–Bertran linzasini ulash va uzish uchun xalqa; 30–irisli diafragmani rostlash uchun xalqa; 31–okulyarni siljitish uchun xalqa; 32–kompensatorlar.

Mikroskop tubusidagi analizator ostida qavariqli pona yoki 32 kompensatsiyalovchi plastinalarni kiritish uchun teshik mavjud. Teshik mikroskop simmetriyasining tekisligiga nisbatan 45^0 burchak ostida joylashgan. Analizator ustida uchta monoxromatik filtrlar va bitta bo‘sh teshik bilan 27 burilish diski mavjud.

Okulyarlar 7 qiya uchlik teshigiga qo‘yiladi. Yaqinlashuvchi yorug‘likda ishlanganda 31 xalqa vositasida okulyarning siljishi ko‘zda tutilgan. Okulyar trubkasi fotouchlik, rasm chizuvchi apparat va boshqa moslamalarni mahkamlash mumkin.

Mikroskopning optik tizimi quyidagicha: yorug‘lik manbaidan nurlar ob’yektning yoritilishini oshirish imkonini beruvchi ikkita yig‘ma linza – kondensatorlarga boradi. Kondensatorlardan keyin nurlar prizmaga tushadi, sinadi va qutblagichga o‘tadi. Qutblangan nur tarami keyin uchta almashtiriladigan kondensatorlardan biriga tushadi va tekshirilayotgan ob’yektni yoritadi. Preparatdan nurlar ob’yektiv, analizator o‘rtasida tizimga kompensiyalovchi plastinalar kiritilishi mumkin. Diafragmalar yoritgich yonida, qutblagich ostida, ustida va uchlik (nasadka)da joylashgan. Yoritgich yonidagi diafragma maydon diafragmasidir. Kondensatordagi ikkita diafragma - turli ob’yektivlar uchun aperturali: uchlik (nasadka) da diafragma – konoskopik yorug‘likdagi mineral donasini chegaralash uchun.

Mikroskopda olinadigan tasvir sifatiga butun optik tizimning va birinchi navbatda ob’yektivning holati ta’sir ko‘rsatadi. Mikroskopda turli ruxsat beruvchi qobiliyatga ega 5 ta ob’yektiv mavjud. Ob’yektivning kattalashishi uning aperturasi qiymatlarining ortishi bilan ko‘payadi Ob’yektiv aperaturasi deganda quyidagi ifoda tushuniladi: A = n sin b, n – ob’yekt va ob’yektiv o‘rtasida muhitning yorug‘lik sinishi ko‘rsatgichi, b – ob’yektiv tomon yo‘nalishda ob’yektdan chiquvchi nurlar hosil qiladigan konus balandligidagi burchak yarmi n = 1 bilan havo aperturasi uchun 26 burchak qiymatlari 180o ga yaqinlashishi mumkin. Ob’yektivlar aperturasini oshirish uchun ular va ob’yektlar o‘rtasidagi fazoni 2 > 1 muhit bilan to‘lidirish kerak. Ko‘pincha bu sifatda pedr moyidan foydalaniladi. Mikroskop komplektida bitta shu turdagi ob’yektiv (immersion) mavjud, uning aperturasi kattaligi 1.25 ga kattalashtirish esa – 90^x ga teng.

Mikroskop okulyari ikkita linzadan iborat: pastki – kollektor va yuqorigi ko‘z linzasi. Ular o‘rtasida kurish maydonini chegaralovchi diafragma joylashgan. Ko‘z linzasi diafragmaga fokuslangan.

Mikroskopning optik tizimi, odatda, yetarli darajada bo‘lmagan tekis tasvirni beradi, bunga bog‘liq holda chetlardagi va markazdagi tasvir aniqligi turlicha bo‘ladi, ayniqsa surat olganidan keyin kattalashtirilganida. Bu hodisani bartaraf etish uchun maxsus fotoob’yektivlar qo‘llanadi: ushbu mikroskopdagi 10x okulyari asosan tekis tasvirni olish imkonini beradi. Turli aperturaga ega mikroskopning barcha ob’yektivlaridan yaxshiroq foydalanish uchun mikroskopda son jihatidan alohida ob’yektivlar aperaturasiga teng bo‘lgan turli aperturaga ega bo‘lgan uchta almashtiriladigan kondensor ko‘zda tutilgan.

Konoskopik yorug‘likda ishlanganda kondensor va ob’yekt o‘rtasiga Lazo linzasi, uchlik (nasadka) ga esa – Bertran linzasi kiritiladi. Konoskopik manzaraning keskinligiga fokuslash okulyarni siljitish orqali amalga oshiriladi. Mikroskopda aks ettirilgan yorug‘likda ishlanganda 25 qisqichli qurilma o‘rniga OI – 12 yoritgichi o‘rnatiladi va ob’yektiv bevosita 1yoritgichga mahkamlanadi. Okulyar uchlik (nasadka) bu holda 180^{o}S buriladi, ya’ni 3 fonari olib qo‘yiladigan yoritgich tomonidan joylashtiriladi. Yoritgich lampasidan kelayotgan yorug‘lik nurlari ularni ob’yektga yo‘naltiruvchi kerakli burchak ostida o‘rnatilgan shisha plastinaga tushadi. Ob’yektdan aks ettirilgan nurlar bundan keyin mikroskopning oddiy optik tizimi bo‘yicha ketadi.

Fazakontrastli qurilma bilan ishlanganda mikroskop tizimidan kondensor bilan 15 kronshteyn o‘rniga boshqa kronshteyn o‘rnatiladi. Ish kfl komplektiga kiruvchi faza ob’yektivlarida amalga oshiriladi. Fazakontrastli qurilma mayda kristalli moddalar sinishi ko‘rsatkichlarini aniqlash va mayin tarkiblar (loyli minerallar va sh.k.) ni o‘rganish imkonini beradi. Minerallarning optik zichligini aniqlash uchun zarur bo‘lgan qutblangan yorug‘lik 18 flanes yo‘nib kengaytirilishiga o‘rnatiladigan qoplama polyaroid vositasida hosil qilinadi.

Mikroskopning umumiy kattalashtirishi $\boldsymbol{V = V_1 \cdot V_2}$ ni tashkil etadi,

bu yerda: V_1-ob’yektiv beradigan kattalashtirish; V_2 - okulyar beradigan kattalashtirish.

1.3.2. Materiallarni mikroskopik tahlil uchun tayyorlash

Mikroskopik tekshirishlarni o‘tkazishda o‘tuvchi yorug‘likda immersion preparatlar, yoki materialning shaffof shliflari, aks ettirilgan yorug‘likdagi tekshirishlarda – yaltiratilgan shliflar qo‘llanadi.

Juda kam miqdordagi modda mikroskopik tahlili qilinadi, ammo tahlil natijalari uning katta partiyalarini ob’yektiv tavsiflashi kerak. Shuning uchun tahlil uchun probani tanlash o‘rtacha probani tanlashning barcha qoidalariga sinchiklab rioya qilinishi kerak bo‘lgan muhim operatsiya hisoblanadi.

Immersion preparatlarni tayyorlash. Materialning 100g gacha og‘irlikdagi o‘rtacha probasi cho‘yan havonchada 2-3 mm o‘lchamidagi donalargacha maydalanadi, shundan so‘ng 0.5g atrofidagi modda olinadi va u agat havonchada maydalanadi (75 j/s dan kam o‘lchamdagi zarralargacha). Yirikroq donalar holida qoplama shisha qiyaligi shunchalik katta bo‘lishi mumkinki, tekshirishda kuchli ob’yektivlarni qo‘llash mumkin bo‘lmaydi.

Toza predmet shisha markaziga 10-12 mg kukun (pichoq uchida) joylashtiriladi va 0.3-1.0 sm^2 maydonga ega qoplama shisha bilan yopiladi. Qoplama shishada barmoq izlari qolmasligi uchun, uni chetlaridan ushlash kerak. Qoplama shisha tagiga tez oqib ketadigan va kukunini bir tekis ho‘llaydigan immersion suyuqlik tomchisi quyiladi. Qoplama shisha atrofida ortiqcha suyuqlik kuzatilsa u filtrlash qog‘ozi bilan tortib olinadi. Suyuqlikdagi kukunning bir tekis taqsimlanishi uchun qoplama oyna ehtiyotkorlik bilan 1-2 mm.ga turli yo‘nalishlarda siljitiladi.

Boglovchi moddalarning gidratatsiya jarayonini tekshirishda preparatlar o‘xshash usulda tayyorlanadi, faqat immersion suyuqlik o‘rniga distillangan suvdan foydalaniladi.

Preparatni qurib qolishdan saqlash uchun qoplama shisha chetlari eritilgan Mendeleyev surtma moyi bilan qoplanadi, bunda uning predmet shishasiga zich yopishishiga harakat qilinadi. Surkov sifatida oddiy plastilinni, shuningdek, 5-6 qavat qilib surtiladigan BF turidagi yelimni qo‘llash mumkin. Predmet shishasiga preparat raqami va uni tayyorlash sanasi yozilgan qog‘oz yorliq yopishtiriladi.

Shaffof shliflarni tayyorlash. Shaffof shlif predmet va qoplamali shishalar o‘rtasida pixtali balzam yordamida yopishtirilgan materialning yupqa qatlamidan (0.015-0.03 mm) iyorat.

Qattiq jismlar probalarining shilish va silliqlash ishchi qismi 800-900 ayl/min tezligi bilan aylanuvchi, diametri 200-300 mm bo‘lgan po‘lat yoki cho‘yan diskdan iborat silliqlash stanogida amalga oshiriladi.

Stanok ikki diskka ega bo‘lishi kerak: bittasi yirik kukunlar bilan, ikkinchisi mayda kukunlar bilan ishlash uchun. Silliqlangan namunani kodlash diametri 150 mm bo‘lgan va 550 ayl/min aylanuvchi diskka ega yaltiratuvchi stanokda amalga oshiriladi. Shliflarni kerakli qalinlikkacha so‘nggi yetkazish o‘lchami 20 x 20 mm va qalinligi 15 mm bo‘lgan yassi oynalarda qo‘lda bajariladi. Abraziv material sifatida donlarining o‘lchami 5-200 mk bo‘lgan korund kukunidan foydalaniladi. Silliqlash kukun raqami korundning mk dagi maksimal o‘lchamiga muvofiq kelishi yekrak. Korund yirikligi klasslarining belgilanishi uning suspenziyadagi cho‘kish vaqtiga (min) to‘g‘ri keladi.

Shliflarni yaltiratish uchun xrom oksidi qo‘llanadi. Pixtali balzam sintetik mahsulot hisoblanadi, uning yorug‘ligi sinishi 1,53 ni tashkil etadi.

Shlifni tayyorlash quyidagi ketma-ketlikda olib boriladi. Material bo‘lagida tekis yuza hosil qilishi uchun uni shilish M-60; M-200 abrazivlari yordamida silliqlash stanogining chqyan diskida amalga oshiriladi. Silliqlash kukunlaridan pasta sifatida faydalaniladi, bu pasta kukunni suyuqlik bilan aralashtirish yo‘li orqali tayyorlanadi. Agar material suv bilan o‘zaro ta’sirlanmasa, u holda organik suyuqliklar qo‘llaniladi: suvsizlantirilgan kerosin, benzin, spirt, benzol, toluol, ksilol, turli moylar. Keyin hosil bo‘lgan tekislik M20, M28 abrazivlarning cho‘yan diskida silliqlanadi va keyin M14, M10, M7 yoki M5 abrazivlari bilan ketma-ket shisha plastinada qo‘l bilan bajariladigan mikro silliqlash amalga oshiriladi. Shundan so‘ng plastina spirt, benzin va shu kabilarda yaxshilab yuviladi, havoda, keyin esa, spirtli yondirgich alangasida yoki elektr plitasida ehtiyotkorlik bilan qizdirish yo‘li bilan quritiladi. Shuningdek, predmet oynasi ham avval tozalab yuviladi va qurigunca artiladi. Predmet shishasi va namuna elektr plitasida 60-80^0 S gacha qizdiriladi, oynaga Kanada (yoki pixtali) balzam tomchisi tomiziladi va unga silliqlangan tomoni bilan namuna zich yopishtiriladi. Oyna va namunaning yuzasi orasida havo pufakchalari qolmaganligini kuzatib turish kerak, chunki namuna keyingi silliqlanganda plastinaning ko‘chib ketishiga olib kelishi mumkin. 20-30 min dan keyin balzam qotadi va namunani boshqa tomonidan silliqlashni boshlash mumkin.

Preparatni predmet shishasi tomonidan olinadi va M200 abrazivi bilan cho‘yan diskda namunani qo‘pol silliqlash (shilish) amalga oshiriladi. Bu operatsiyaning maqsadi-plastinaning qalinligini 0.3-0.5 mm gacha yetkazish. Keyin yuzasi spirt, benzin va sh.k. bilan yuviladi va sement klinker minerallari uchun 0.02-0.03 mm bo‘lgan shaffof shlifning normal qalinligigacha M20, M10, M7 abrazivlari bilan shishada qo‘l bilan silliqlanadi.Shlifning talab etilayotgan qalinligida qutblangan yorug‘likdagi minerallar rangi jadvalda ko‘rsatilganidek (och kulrang), o‘lif yo‘g‘onroq bo‘lganda esa – u rangliroqdir. Shlifning talab etilayotgan yo‘g‘onligiga erishilganda, uni ehtiyotkorlik bilan, ammo yaxshilab inert suyuqlik muhitida abraziv kukun qoldiqlaridan cho‘tka bilan tozalanadi, keyin havoda quritib, ozgina qizdiriladi. Qizdirilgan silliqlangan yuzaga unchalik quyuq bo‘lmagan balzam tomchisi tushiriladi va yuzasiga toza qoplamali shisha zich yopishtiriladi. Havoda quritilganidan keyin shishalarning yuzasidan britva yordamida ortiqcha balzam qirib olinadi va spirtda yuviladi. Shuni nazarda tutish kerakki, shliflarni malakali tayyorlashda ham ularning quyidagi nuqsonlari bo‘lishi mumkin: material qatlamining bir xil bo‘lmagan qalinligi (markazda yo‘g‘onroq va chetlarida yupqaroq), shlifning tekis bo‘lmagan yuzasi – tirnalgan joy, ariqchalarning bo‘lishi, shuningdek, abraziv kukunlar ortiqcha donalarining mavjudligi. Juda ham g‘ovak, kam mustahkam bo‘lgan materiallar silliqlanganda qisman yemirilishga duchor qilinadi: shlif qatlamidan qattiq donalar va kristallar maydalanadi, zaif uchastkalar deformatsiyalanadi va sh.k. Buning uchun bunday materiallarning namunalari ulardan shliflarni tayyorlashdan oldin kanifol, Kanada balzami yoki oltingugurtda bir yoki ko‘p marotaba provarka qilish yo‘li bilan mustahkamlanadi. Buning uchun chinni (farfor) tigelga konifol yoki balzam joylanadi, o‘z miqdorda atseton qo‘shiladi va aralashma bir turdagi eritmani hosil qilishi uchun qumda qizdiriladi. Eritmaga namuna tushiriladi va 100^0 S atrofidagi haroratda 60 min davomida qaynatiladi. Eritma namunaga singiydi va namuna eritmadan olinib, havoda soviganidan keyin sezilarli darajada mustahkamlanadi. Qaynatish-singdirish operatsiyasi bir necha marta amalga oshirilishi mumkin: shlifni tayyorlashdan oldin, shilishdan so‘ng.

Qizdirilishda o‘z tarkibi va tuzilishini o‘zgartiruvchi materiallardan shliflarni tayyorlashda ularning yuqori haroratlargacha qizdirish bilan bog‘liq bo‘lgan operatsiyalarni istisno etish zarur. Natijada bunday materiallar uchun qaynatish namunalarga 1-2 soat davomida 50^0 S dan past haroratda kanifolning artoksilildagi

eritmasini singdirish vositasida amalga oshiriladigan “sovuq sementlash” bilan almashtiriladi. Namuna predmet shishasiga yopishtirilganda shlif boshqa tomonini qoplamali shisha bilan yopishda plastina ham, shlif ham qizdirilmaydi, faqat balzam $50\text{-}60^0$ S haroratgacha qizdiriladi, namunani silliqlash uni qizib ketishining oldini olish uchun tanaffuslar bilan amalga oshiriladi.

Yaltiratilgan shliflarni tayyorlash. Yaltiratilgan shlif bitta tekisligi yaxshilab yaltiratilgan material bo‘lagidan (2-30 mm) iborat. Namunaning tanlangan tekisligini shilish, uni M14, M7 va M5 abrazivlari bilan qo‘pol silliqlash va mikrosilliqlash shaffof shliflar holatidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi. Ammo, tekislikka keyingi ishlov berilishi o‘zgacha: shlifning silliqlangan tekisligi yaltiratuvchi stanokning doirasida xrom oksidining mayda dispersli kukuni yordamida yaltiratiladi. S_2O_3 kukuni suvsiz organik suyuqlik (spirt, kerosin, va sh.k.) da pastasimon konsistensiyagacha aralashtiriladi, uni keyin movutga surtiladi. Yaltiratish vaqti 3-5 min ni tashkil etadi. Yaltiratilganidan keyin shlifning yuzasi ko‘zgudek yaltirashi kerak. Amaliyot shuni ko‘rsatadiki, shlifni xrom oksidisiz movut bilan qo‘lda bir necha minut davomida yaltiratishni davom ettirish foydalidir.

Tayyorlangan shlif neytral suyuqlikda tozalab yuviladi va havoda quritiladi. Unda $Cr_2\ O_3$ kushilmalari, kerosin izlari, tirnalgan joylari bo‘lmasligi kerak, uning yuzasi chetlariga og‘ishlarsiz mutlaqo tekis bo‘lishi kerak.

Shaffof – yaltiratilgan shliflarni tayyorlash. Material bo‘lagining tanlangan tekisligiga yaltiratilgan shlifni sxemasi bo‘yicha ishlov beriladi. Hosil bo‘lgan shlif yaltiratilgan yuzasi bilan balzam yordamida predmet shishasiga yopishtiriladi. Namunaning teskari tomoni shaffof shlifni tayyorlash sxemasi bo‘yicha 0.04 mm atrofidagi qalinlikkacha silliqlanadi, ya’ni odatdagidan ancha kattaroq. Shlifning yaltiratilgan yuzasini yopib turgan birinchi predmet shishasi olinadi, balzam eritmada eritiladi va shlifning yuzasi movut bilan artiladi.

Tiniq yaltiratilgan shliflarni qo‘llash ob’yektning aynan bitta uchastkasini ham aks ettirilgan yorug‘likda ko‘rish imkonini beradi. Materialning mikrokesimlarini hosil qilish. Nisbatan yumshoq materiallardan o‘tuvchi yorug‘likda mikroskop ostida tekshirish uchun tiniq plastinalarni maxsus asbob-mikrotomda olinadigan qalinligi 1 mk va undan yuqori bo‘lgan kesimlar ko‘rinishida tayyorlash mumkin. Ultramikroton yordamida qalinligi 1 mk dan k 5am bo‘lgan kesimlarni tayyorlash mumkin.

“Tangachalar” metodi. Quruq mayda donali material (loy, trepel va h) amilatsetat bilan qo‘llangan shisha plastinalarda silliqlanadi. Keyin shishadagi material donalari piroksilin bilan qoplanadi va preparat quritiladi. Hosil bo‘lgan tangachalar plastinadan olinadi va mos keladigan sementlovchi muhitda, masalan, Kanada balzamida mahkamlanadi. Bu metod loylarning yiriklashtirilmagan kristallarini kuzatish imkonini beradi.

1.4. Tekshirishning elektronmikroskopik usuli

Elektron mikroskop, yorug‘lik mikroskopi kabi, ob’yektni kattalashtirish uchun qo‘llanadi. Zamonaviy elektron mikroskoplar 300 000 martagacha foydali kattalashtirishga ega, bu o‘lchami 3-5Å bo‘lgan zarralarni ko‘rish imkonini beradi. Kichik zarralar olamiga bunday chuqur kirib borish to‘lqinlari ko‘zga ko‘rinadigan yorug‘lik to‘lqinlaridan bir necha marotaba qisqa bo‘lgan elektron nurlardan foydalanish natijasida amalga oshiriladi.

Elektron mikroskop yordamida boglovchi moddalar sohasida kuyidagi masalalarni o‘rganish mumkin: ayrim submikroskopik kristallarning shakli va o‘lchamlarini; ham eritma, ham qattiq fazada o‘tadigan jarayonlarni; qattiq va suyuq fazadagi reaksiyalarda diffuziya jarayonlarni; termik ishlov berish va sovitishdagi faza o‘zgarishlarini; deformatsiya va yemirilish mexanizmini va bir qator boshqa xususiy masalalarni. Sanab o‘tilgan masalalardan faqat birinchisi tiniq preparatlarda bevosita tekshirish yo‘li bilan hal etilishi mumkin. Qolgan masalalarni hal etish uchun shliflar yuzasidan olinadigan nusxalardan iborat maxsus preparatlar-replikalardan foydalaniladi.

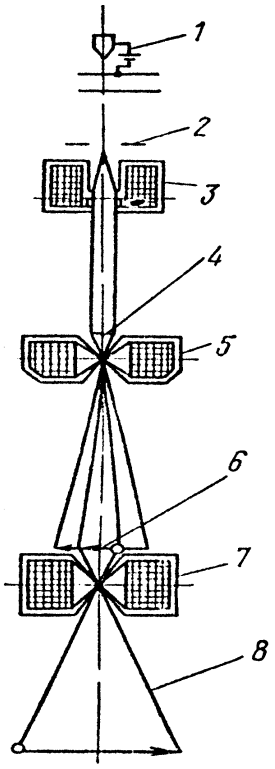
1.4.1. Mikroskopning ishlash prinsipi

Elektron mikroskoplar ajratuvchi qobiliyatiga ko‘ra uch sinfga bo‘linadi:

1-sinf-ajratish kobiliyati < 5-15Å (UEMB-100, UMV-100, EM-7, JYEM-5X va NI-10 mikroskoplari (Yaponiya), VS-413 (Chexoslovakiya) va b); 2-sinf-ajratish kobiliyati 20-30Å (EM-5, YEM-T4, TESLA-VS-242 mikroskopi) va 3-sinf-ajratish kobiliyati 50-150 Å (UEM-100, EM-3, NM-3 mikroskopi (Yaponiya)).

Elektron mikroskopidagi nurlar yurishining sxemasi 1.15-rasmda keltirilgan. Elektron mikroskopning sxemasi oddiy yorug‘lik mikroskopining sxemasiga yaqin. Volfram simdan iborat 1 katod qiziganda elektronlarni chiqaradi. Katod va 2 anod

qrtasidagi bir necha o‘nlab kilovaltlarga teng bo‘lgan potensiallarning turliligi sababli elektronlar katta tezlik bilan anod tomon harakatlanadi va undagi teshik orqali 3 magnit linzaga o‘tadilar. Linza 4 ob’yekt tekisligida elektronlar taramini fokuslaydi. Ob’yekt orqali o‘tgan elektronlar 6 tekislikda ob’yektning kattalashtirilgan tasvirini hosil qiladigan ikkinchi magnit linzasiga 5 tushadi. Bu elektron tasvirini ko‘rinarli qilish uchun, ushbu tekislikda fluoressensiya qiluvchi ekran o‘rnatiladi. Ob’yektning hosil qilingan ko‘rinadigan tasviri oraliq tasvir deb ataladi. Umumiy tasvirning muayyan qismini eltuvchi elektronlar qismi ekran markazidagi teshik orqali o‘tadi va uchinchi magnit linzasi 7 yordamida 8 tekislikda kattalashtirilgan holda fokuslanadi. Oxirgi tasvir tekisligida ham, shuningdek, elektron tasvirni yorug‘lik tasviriga o‘zgartiruvchi flyuoressensiya qiluvchi ekran mavjud. Flyuoressensiya qiluvchi ekran ostida eksponat qilish mumkin bo‘lgan oddiy fotosurat plastinkali kasseta joylashtiriladi. Butun mikroskop tizimi $1\text{-}10^4\text{-}5\text{-}10^5$ mm sim. ust. ga teng bo‘lgan vakuum ostidagi ustunda joylashgan. Mikroskopning umumiy kattalashtirishi 3 va 5 linzalari beradigan kattalashtirishlar ko‘paytmasiga teng. Agar 3 linza 150 marta kattalashtirishni, linza esa -5-200 kattalashtirishni bersa, mikroskopning umumiy kattalashtirishi 30 000 ga teng.



1.15-rasm. Elektron mikroskopdagi nurlarning harakatlanish sxemasi:
1-katod (elektron to‘p); 2-anod (anod diafragmasi); 3-magnit linza (kondensator g‘altagi);
4-preparat-ob’yekt joylashgan tekislik; 5-magnit linza (ob’yektiv g‘altak); 6- flyuoressensiya qiluvchi ekranli oraliq tasvir tekisligi; 7-magnit linza (tasvir g‘altagi); 8- flyuoressensiya qiluvchi ekran va fotokassetali oxirgi tasvir tekisligi.

Mikroskop ostida tekshirilishi kerak bo‘lgan preparat elektronlar uchun shaffof bo‘lishi kerak. Elektronlarning yutilishiga yo‘l qo‘yilmaydi,chunki preparatning o‘ta qizishi va yemirilishini keltirib chiqarishi mumkin. Elektronlar preparat orasidan o‘tib, modda atomlari bilan uriladi va buning oqibatida sochiladi. Bunda, elektronlar og‘adigan burchak preparatning zichligi va qalinligiga bog‘liq holda o‘zgaradi. Preparatning yupqa uchastkalari elektronlarni kamroq sochadi,shuning uchun ular orqali o‘tadigan zarralarning zich tuplami ob’yektning bu joylarini ekranda jadal yorug‘lanishini keltirib chiqaradi. Aksincha, preparatning qalin va zich uchastkalari ular orqali o‘tadigan elektronlarning ko‘p qismini katta burchaklarga sochadi, buning natijasida ular ob’yektiv linzasining aperturali diafragmasi bilan uzib tashlanadi. Preparatning bunday uchastkalari ekranda kulrang va qora ranglarga ega.

1.4.2. Elektron mikroskop ostida tekshirish usullari

Tekshirishning bevosita va bilvosita usullari o‘zaro farqlanadi. Bevosita usullarga tirqish uchun ishlashning yorug‘ maydonli va qorong‘i maydonli usullari, bevosita usullarga-replikalar usuli bilan tekshirish kiradi.

Bevosita usullar 10^5 mm tartibidagi mayda zarralar yoki yupqa qatlamlar ko‘rinishida hosil qilish mumkin bo‘lgan ob’yektlarni tekshirishda qo‘llaniladi: submikrokristallar, kolloidlar, loylar,tutunlar va shu kabilar.

Yorug‘ maydon bo‘yicha ishlaganda elektronlar qismi ob’yektiv linzadan to‘siksiz o‘tadi va to‘g‘ri, og‘magan nur ko‘rinishida flyuoressentli ekranga tushadi. Ob’yektning o‘tishida uning zich kristalli uchastkalariga tushgan va ohirgilari tomonidan sochilgan elektrodlar flyuoressensiya qiluvchi ekranga yetib bormaydi va oxirgi tasvirni hosil qilishda ishtirok etmaydi. Ekrangacha to‘siqsiz yetib borgan nurlar unda shakli bo‘yicha ob’yektning zich qismlariga javob beruvchi uchastkalar – qorong‘i joylarni o‘rab olgan yorug‘ fonning hosil bo‘lishini ta’minlaydi.

Yorug‘ maydonli usul ushbu mikroskop uchun maksimal kattalashtirishga erishish imkonini beradi.

Qorong‘i maydon usuli bo‘yicha ishlaganda aperturali diafragmadan faqat namuna tomonidan sochilgan eletronlargina o‘tadi, bunda ekranda shakli bo‘yicha zich (“sochuvchi”) zarralariga javob beruvchi yorug‘ uchastkalarni o‘rab olgan qorong‘i maydon kuzatiladi.

Qorong‘i maydon metodining xususiyati tasvirning yuqori konstranstligidir. Qorong‘i maydon usulidan foydalanib, qo‘rib chiqilayotgan materialning moddalarining kristall yoki amorf sinfiga tegishliligini aniq belgilash mumkin, bu suv bilan birikkan yangi hosilalar va aralashmaning komponentlarini ajratishda ayniqsa muhimdir.

Qorong‘i maydonli usul, shuningdek, ob’yekt ushbu uchastkasining elektron-mikroskopik tasviri va uning elektronogrammasi o‘rtasida aloqani o‘rnatish imkoniyatini beradi. Tekshirishning qorong‘i maydonli va yorug‘ maydonli elektron-mikroskopik hamda elektronografik usullarini parallel qo‘llash natijasida qorong‘i maydonli suratdagi tuzilma detallarining jadal va keskin tasavirlari muayyan kristallografik tekisliklardan elektronlar orqali hosil qilinishi isbotlangan. Gorizontal tekislikdagi kontrast diafragmasini siljitib, butun elektoronogramma maydonidan faqat muayyan kristallografik tekisliklardan aksini ajratish va hosil bo‘lgan qorong‘i maydonli tasvirga tegishli kristallografik indekslarni kiritish mumkin. Qorong‘i maydonli usulning ajratish qobiliyati 50 Å ni tashkil etadi.

Bevosita usullar elektron mikroskopiyada keng tarqalgan: ulardan foydalanganda ob’yektning o‘zi emas, butun relyefning nusxasi (ko‘chirmasi) – izi, replikasi tekshiriladi. Elektron-mikroskopik tekshirishdagi eng murakkab masalalardan biri bo‘lgan tasvirning talqin etilishi yanada qiyinlashadi. Bu qiyinlik qisman bartaraf etiladi, agar ob’yektning aynan bitta uchastkasi turlicha ta’sir ko‘rsatilganidan keyin uni kuzatish imkoniyati bo‘lsa, bu o‘rganilayotgan mikrouchastkani nazorat qilish imkonini beradigan replikani belgilash maxsus uslubi yordamida amalga oshiriladi.

Tekshirilishi kerak bo‘lgan shlif oddiy yorug‘lik mikroskopida ko‘riladi va kerakli joyi olmos belgilagich bilan chiziladi. Belgilangan shlifdan oddiy usullar bilan replika tayyorlanadi. Bu asbobning imkoniyatlarini ancha kengaytiruvchi, elektron mikroskop ostida tekshirishning maxsus usullari keyingi vaqtda keng tarqalmoqda.

Stereo mikroskopik usul tekshirilayotgan material yuzasining tuzilmasining, ayrim amorf va kristallar va shu kabilarning joylashish xarakterini aniqlash imkonini beradi. Ob’yekt stereoskopik tuzilmasining elektron-mikroskopik fotosurati ob’yektni turli burchaklar ostida suratga olish va stereoskopda ikkita suratni keyingi birgalikda foydalanish yo‘li bilan olinadi.Turli burchaklar ostida ob’yektning ma’lum

uchastkalarini suratga olish uchun preparatni mikroskopning o‘qiga nisbatan og‘dirish imkonini beruvchi maxsus stereopatronlar qo‘llanadi.

Stereokomparatorda ikkita stereo mikrofotosuratlarni ko‘rib chiqishda nafaqat ob’yektning sifatli fazoviy tuzilmasini olishga, balki murakkab relyef ayrim elementlarining o‘lchamlarini aniqlashga imkon yaratiladi.

Faza-kontrast mikroskopiya tasvirning kontrasligini oshirish uchun foydalaniladi. Yorug‘lik mikroskopiyasida ob’yektning yuqori kontrastlik uning ayrim tarkibiy komponentlarining bo‘yalishi (qutblangan rang va preparatni yedirish natijasida hosil bo‘ladigan rang) va fazalarni ajratish chegarasida antik effekt bilan ta’minlanadi. Elektron mikraskopda ko‘rsatilgan yo‘llar bilan tasvirning kontrastligini oshirish imkoniyati yo‘q. Elektron mikroskopdagi tasvirning kontrastligi preparat alohida tarkibiy qismlari (kristallar va sh.k.) ning elektronlar sochilishidagi farqlanish darajasi bilan belgilanadi. Ko‘pincha ob’yekt alohida fazalarining yetarli bo‘lmagan kontrastligi elektron mikroskopining ajratuvchi qobiliyatidan to‘liq darajada foydalanish imkoniyatini bermaydi.

Elektron mikroskopda tasvirning kontrastligini oshirish uchun ob’yektni chetlashtirishdan foydalaniladi, uning mohiyati shundan iboratki, tekshirilayotgan shaffof preparat yoki uning vakuumdagi iziga o‘tkir burchak ostida katta atom raqamiga ega metallning (masalan, xrom, oltin, uran va b.) yupqa qavati changlanadi. Metallning changlangan qatlami preparat yuzasida notekis taqsimlanadi; yuzaning ko‘tarilgan joylari yoriqlarga nisbatan ko‘proq qoplanadi. Natijada fotosuratda ob’yektning yanada aniqroq qora – oq surati hosil bo‘ladi.

Elektronograflash usuli kristall panjaraning muayyan tekisliklaridan elektronlar taramining aks ettirilishiga olib keluvchi elektronlar taramining to‘lqinli xossalariga asoslangan. Bunday holda elektron mikroskop tizimi oddiy elektronograf rejimida ishlaydi. Kristall panjara bilan difraksiya qilingan elektron nurlar tushayotgan elektronlar tarami atrofida konuslar seriyasini tashkil etadi. Tushayotgan taramga perpendikular joylashgan fotoplastinkaning kesishishi konsentrik xalqalar seriyasini hosil qiladi. Hosil bo‘ladigan difransion kartina tekshirilayotgan zarraning kristallografik qurilishi to‘g‘risida fikr yuritish, boshqa so‘zlar bilan aytganda uning tarkibini solishtirish imkonini beradi. Bu tekshirish usulining murakkabligi ushbu aniq mikrozarradan difraksion tasvirni olishning qiyinligidadir. Bunday turdagi elektronograflash maxsus moslamalar yaratilishini talab qiladi.

Oxirgi markadagi elektron mikroskoplar (UEMB – 100 va EM - 5) va ko‘plab elektron asboblar 0.2 – 1 mk^2 maydonga ega preparat yuzasidan uchastkalaridan elektronograflash (elektron suratga olish) ni amalga oshirish imkonini beradi.

Muar usuli tuzilmaviy tahlilning bilvosita usuli hisoblanadi. Undan foydalanib, kristall jismlar tuzilishini va xususan, kristall panjaralardagi turli xil joylashishlarni taqsimlash xarakterini tekshirish mumkin. U bir – biriga yaqin bo‘lgan krisstallografik parametrlar bilan ustma - ust qo‘yilgan kristall panjaralardan difraksiya qilingan elektron nurlar murakkab kartina (muar naqshlar)sini hosil qiladi, ammo uni kristall panjaralardan birining ko‘rsatkichlarini bilgan holda, rasshifrovka qilish mumkin.

Ionli yedirish (xurushlash) usuli tekshirilayotgan namunaning yaxshilab yaltiratilgan yuzasi vakuumda u yoki bu musbat ionlar bilan: inert gaz, kislorod, simob va b.ning musbat ionlari bilan maxsus idishrdimonlanishidan iborat. Ionli to‘zitgich ikkita elektrod: tekshirilayotgan namuna (katod)va tegishli materialdan anod joylashtirilgan shisha silindrdan iborat. Talab etilayotgan vakuum hosil qilinganidan keyin elektrodlarga potensiallar turliligi qo‘yiladi, kameradagi gaz ionlashadi va musbat ionlar anoddan katodga qarab intiladi. Katod yuzasiga urilib, ular tekshirilayotgan moddaning changlanishini keltirib chiqaradi. Ionli bambardimonlash yordamida ham yordamchi, ham mustaqil ahamiyatga ega vazifalar bajarilishi mumkin. Bundaylar soniga quyidagilar kiradi: 1) silliqlash va yaltiratishdan kelib chiqadigan ifloslanishdan shlifning yuzasini tozalash, shuningdek, oksidlanish plenkasini olib tashlash (bu ayniqsa elektronlarni suratga olishda ayniqsa muhimdir); 2) kristallar chegaralarini va ularning ichki tuzilmasini belgilash bilan yuzani ionli yedirish (xurushlash). Materialning changlanish darajasini panjaradagi atomlar bog‘lanishi energiyasiga, panjaraning turiga va shu kabilarga bog‘liq. Umumiy holda panjaradagi kimyoviy bog‘lanishning energiyasi qanchalik kam bo‘lsa, changlanish shunchalik jadalroq bo‘ladi. Shuning uchun birinchi navbatda kristallar (donalar) o‘rtasidagi ajratish chegaralari, kristallar nuqsonlari aniqlanadi va shundan so‘ng kristall panjaraning ichki qurilishini tavsiflovchi yedirish shakllari paydo bo‘ladi; 3) moddaning ustki qatlami tuzilmasining o‘zgartirish uchun ionli bambardirlashdan foydalanish (rekristallashtirish, oksidlanish, tiklanish va sh.k).

Ionli yedirish har qanday minerologik ob’yektlarga nisbatan qo‘llaniladi.

Dekodlash usuli vakuumli changlatish usuli bilan konglomerat yoki monokristall yuzasi (odatda yangi sinish)ga tekshirilayotgan material bilan kimyoviy birikishni hosil qilmaydigan oz miqdordagi modda bilan qoplashdan iborat. Natijada miqdori yaxlit monomalekulyar plenkasining hosil bo‘lishi uchun kerakli darajadan kam bo‘lgan namilenniy modda faqat ob’yekt yuzasining faol qismlarida (nuqsonlar,bog‘lamalar va sh.k.) to‘planadi va bu bilan ularni ko‘zga ko‘rinarli qiladi, (ularni bezaydi). Mineralogik ob’yektlarni oltin bilan dekodlash metodi keng tarqalgan. Dekodlash, masalan kaolinit konglomeratini dekodlashdagi operatsiyalar ketma-ketligi quyidagicha: konglomerat yangi yuzasini ochish uchun uni qo‘l bilan ushatiladi, material bo‘laklaridan biri vakuum uskunaga joylashtiriladi va yuzasini aralashmalar va yopishib qolgan bo‘lakchalardan tozalash uchun 15-40 min davomida 300-450^0 S gacha qizdiriladi. Qizdirish tugaganidan keyin bir necha minutdan keyin vakuumni buzmasdan oltinni changlatish amalga oshiriladi, keyin yuzasiga ko‘mir plenkasi (replika) tushiriladi, uning ajratilishi namunani o‘lchov kislotada eritish yo‘li bilan amalga oshiriladi.

Elektron mikrofraktografiya sun’iy tayyorlangan shlifning tasodifiy tekisligini emas, ob’yektlarning yemirilishi, siniqlari va shu kabilarda kelib chiqadigan tabiiy yuzasini tekshiradi. Bu usuldan foydalanib, turli qattiq jismlarning yemirilishi sabablari va xarakterini o‘rganish mumkin. Elektron optikaga xos katta chuqurlikdagi keskinlik elektron mikrofraktografiyaning yutug‘idir.Sinishlar ko‘pincha ko‘mir replikalar yordamida tekshiriladi.

Rastrli elektron mikroskopiya. Rastrli elektron mikroskop (REM)- ishlash asosida tekshirilayotgan namunaning yuzasi bo‘yicha elektronlar (yoki ionlar) ingichka taramini yoyishning televizion prinsipi yotadi. Namuna yuzasiga tushadigan elektronlar tuplami modda bilan o‘zaro ta’sirga kirishadi, buning oqibatida bir qator fizik xodisalar paydo bo‘ladi. Muvofiq datchiklar yordamida u yoki bu nurlanishni (masalan, ikkilamchi elektronlar) qayd qilib va kineskopga signallarni berib ekranda namuna yuzasini tasvirlashning relyefli kartinasi hosil qilinadi.

REM ning ajratish qobiliyati namuna bo‘yicha skanerlovchi elektron nur kesimiga bog‘liq: nur qanchalik ingichka bo‘lsa, kattalashtirish shunchalik kattadir. REM-50 da erishilgan eng yaxshi ajratish-100A, ya’ni 1 sinf oddiy elektron mikroskopdan deyarli 10 marta kam.

Ammo, REM ning katta yutug‘i 0.6-0.8 mm ga yetadigan keskinlikning nixoyatda yuqori chuqurligi hisoblanadi. Bu holat REM da massiv ob’yektlar yuzasini o‘rganish imkoniyatini beradi.

Tekshirilayotgan namuna qandaydir alohida tayyorgarlikni talab qilmaydi: u asbobga tajriba g‘oyasi bo‘yicha zarur bo‘lgan holatda joylashtiriladi. REM dagi qotib qolgan sement toshning tasviri rasmda keltirilgan.

Boshqa usullar. Elektron mikroskopiya yuqori (2000^0S gacha) va quyi (-180^0S gcha) haroratlarda kristallar shakli va tuzilishini tekshirishda ham qo‘llanilgan. Bunday tekshirishlarning o‘tkazilishi maxsus qizdiruvchi va sovituvchi qurilmalarni yaratish zaruriyatiga, shuningdek, ob’yektlarni ishlab chiqish uslublarining o‘zgarishiga olib keladi.

1.5. Rentgenstruktura tahlili

Rentgenstruktura tahlil usuli tahlilning boshqa usullariga nisbatan yanada universal bulib hozirgi vaqtda materiallarni tekshirishning yanada mukammal usul hisoblanadi. Undan foydalanib, tarkibi bo‘yicha murakkab bo‘lgan materialning ham miqdoriy, ham sifatli faza tahlilini amalga oshirish, individual birikmalar kristall panjaralarining ichki kuchlanishi va buzilishini o‘lchash mumkin.Fazali tahlil usuli kabi qattiq eritmalar, pollimorfizm hodisalari, yangi birikmalarning yemirilishi va sintezi jarayonlarini tekshirishda ayniqsa foydalidir.

Polikristall jismlar sifatida boglovchi moddalarning rentgenostruktura tahlilini o‘tkazish amaliyotida birinchi navbatda kukun usulidan foydalaniladi. Difraksiya qilingan nurlanishning qayd etilishi fotosurat (Dnbay-Sherer usuli) yoki ionlashtirilgan usullar bilan amalga oshiriladi. Bu ikki usul, shuningdek, quyi va yuqori haroratda tekshirish uchun moslashtirilgan.

1.5.1.Umumiy ma’lumotlar

Rentgen nurlari elektron rentgen trubkalarda ba’zi materiallarning yuzalarini elektronlar bilan maxsus idishrdirlashda elektronlar oqimining katod nurlari ta’siri ostida kelib chiqadi.

8-12 v kuchlanishga ega tok bilan qizdiriladigan volfram simdan yasalgan spiral ko‘rinishiga ega, trubkada joylashgan katod elektronlar taramining manbasi, rentgent nurlarining manbasi esa – antikatod hisoblanadi.

Elektronlarning to‘siqsiz harakatlanishini ta’minlash uchun trubkada 10^{-6}-10^{-8} mm sim. ust. tartibidagi vakuum ta’minlaydi. Elektronlarga yuklanadigan kuchlanish elektronlarning antikatod tomon harakatlanishining kerakli tizimini ta’minlaydi. Elektronlarning anodga urilishidagi tezligiga va anod moddasiga rentgen nurlarining xossalari bog‘liqdir.

Rentgen nurlarining tabiati, ko‘zga ko‘rinadigan yorug‘lik nurlarining tabiatiga o‘xshash, ammo keyingisidan farqli ravishda rentgen nurlarining uzunligi ancha qisqa va yumshoq nurlar uchun 0.6-6Å, qattiq nurlar uchun -0.6-0.06Å ni tashkil etadi. Anoddan keladigan rentgen nurlarining oqimi (“oq” rentgen yorug‘ligi) turli uzunlikdagi to‘lqinlar nurlanishlaridan iborat (shu jumladan, faqat muayyan uzunlikdagi to‘lqinlar bilan xarakterli nurlanishdir). Trubka anodida elektronlarning to‘xtashi natijasida hosil bo‘ladigan “oq” rentgen yorug‘ligi antikatodning har qanday materialida hosil bo‘ladigan va plyonkaning yaxlit qorayishini keltirib chiqaruvchi yaxlit spektrni hosil qiladi. Anod atomlaridagi energetik o‘zgarishlar natijasida xarakterli nurlanish alohida liniyalar bilan chiziqsimon spektrni beradi va antikatod materialining kristall panjarasining qurilish va hamda berilgan kuchlanish kattaligi bilan bog‘liq. Katod nurlar elektronlari o‘z energiyasining bir qismini antikatod materialining atomlariga beradi, shunga bog‘liq holda keyingilar elektronlari atom yadrosidan ancha uzoqda bo‘lgan orbitalarga “sakrab o‘tadi”, orbitadan orbitaga elektronlarning bu o‘tishida avval yutilgan energiya monoxromatik nurlanish ko‘rinishida ajraladi. Hosil bo‘lgan rentgen nurlanishi elektronlarning bitta orbitadan boshqasiga o‘tishini aks ettiruvchi faqat bir qancha chiziqlarning mavjudligi bilan tavsiflanadi va uning xarakterli spektrini yuzaga keltiradi. Monoxromatik rentgen nurlanishini olish uchun trubka antikatodi molibden, rodiy, temir, mis, xrom, nikel, kobaltdan tayyorlanadi, “oq” rentgen nurlanishini olish uchun – platina, volfram, iridiydan tayyorlanadi. Turli birikmalarning kristall panjaralarida tekisliklararo masofalarni hisoblash Vulf-Bregg formulasi bo‘yicha amalga oshiriladi, kristall parallel joylashgan va chegaralarida moddaning barcha atomlari joylashgan, bir-biridan teng uzoqlashgan tekisliklar summasidan iborat. Bu turdagi parallel tekisliklar kristall ichida turli yo‘nalishlarda o‘tadi va bu yo‘nalishlarning har birida kristall xossalari o‘zgaradi (antizotropiya xossasi); xususan, parallel tekisliklar orasidagi masofa ham o‘zgaradi (tekisliklararo masofa d).

λ uzunligiga ega monoxromatik rentgen nurlarining tarami kristallning parallel atom tekisliklari qatoriga 0 burchagi ostida tushib, shu burchak ostida ulardan aks ettiriladi. Tekisliklarning bu qatoridan aks ettirilgan nurlar bitta fazada bo‘ladi va agar tartibi bo‘yicha u yoki boshqa tekisliyelar tomonidan ular yurishning turliligi to‘lqinlarning butun soniga teng bo‘lgan holda ular bir-birini kuchaytiradir ($X^{\lambda}p$, bu yerda: p-butun sonlar-1.2.3 va h. da aks ettirish tartibi). Ikki qo‘shni tekisliklardan aks ettirilgan nurlar yurishining turliligiga 2 (d·sinθ) ga teng. Demak, interferensiyali nurlar tarami quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$n\lambda = 2d \cdot \sin\theta$$

bu yerda: n – aks ettirilish tartibi (butun son: 1, 2,3...n); λ – rentgen nurlari, A yoki ƙX*; d – tekisliklararo masofa, A yoki ƙX ; θ – tushuvchi rentgen nurlari taramining yo‘nalishi va aks etiruvchi tekisliklar o‘rtasidagi burchak, grad.

1.5.2.Rentgen uskunalari

Rentgen apparati quyidagi asosiy bog‘lamlardan iborat: rentgen trubkasi, rentgen kamerasi yoki hisoblagichli goniometr, yuqori voltli transformator, to‘g‘rilagich va boshqaruv pulti. Rentgen trubkasi qobiq kolba, katod va anod (antikatod) dan iborat vakuum qurilmadir. Namuna o‘rnatiladigan va uning nurlanishi amalga oshiriladigan rentgen kameralari har xil turlar va o‘lchamlarga ega. Eng keng tarqalgan kameralar diametri 57,4 (RKD), 86 (RKU), 114 va 143 (VRS) millimetrli silindr shakliga ega. Kameralar diametri ko‘paygan sari tekisliklararo masofalarni aniqlashning aniqligi ortib boradi. Yuqori voltli toklar kuchlanishini to‘g‘rilash uchun kenotron xizmat qiladi. Rentgen trubkasining anodi va yuqori voltli transformator oqar suv bilan sovitiladi. Boshqaruv pultida apparatning barcha ishga tushiruvchi rostlovchi qurilmalar montaj qilingan.

1.5.3. Fotoplyonkada nurlarni qayd qilishdan foydalanuvchi rentgenstrukturaviy tahlil usuli

Rentgen tahlili maqsadlari va ob’yekt turiga bog‘liq ravishda tekshirishning turli usullari qo‘llaniladi: kukun usuli yoki Debay -Sherer usuli – polikristallar uchun; Laue usuli – monokristallar uchun (aylanish usullari, goniometr rentgeni).

Debay – Sherer usuli (kukunlar usuli). Bu usul yetarli darajada kristallashgan moddalarning rentgenostruktura tahlilining keng tarqalgan usuli hisoblanadi. Tekshirishlar nurlarning monoxromatik tarami bilan o‘tkaziladi. Usulning mohiyati quyidagidan iborat. Rentgen nuri qaytariladigan kristall tekisligini bu rentgen nuri atrofida (o‘q sifatida) aylantirilsa, 360^0 ga burilishda aks ettirilgan rentgen nuri yassi (tekis) fotoplastinkada doira hosil qiladi, fazoda esa, shakl – konusni hosil qiladi.

Agar kristall yuqorida ko‘rsatilgan tekisliklar fazoda tekis oriyentirlanadigan darajada maydalangan bo‘lsa, unga o‘xshash holat yuzaga kelishi mumkin: ulardan qaytarilgan nurlar aynan bitta konusni hosil qiluvchilari bo‘lishi mumkin. Agar o‘xshash tekisliklar fazoda uzluksiz almashsa, ulardan aks ettirilgan nurlar yaxlit konik yuzani hosil qiladi va fotoplastinkada ham yaxlit doira qayd qilinadi. Odatda fotoplyonkada qaytarishning yanada aniqroq tasvirini olish uchun silindrga o‘ralgan plyonkali silindrik kameralardan foydalaniladi. 2-5 sm balandlikka ega fotoplyonkali, qaytarilgan nurlar hosil qilgan konuslar kesishi natijasida fotoplyonkada yoylar shakliga ega chiziqlar tushiriladi.

Laue usuli kristallar simmetriyasini aniqlash uchun foydalaniladi. Uni o‘tkazish uchun modda yaxshi shakllangan va toza monokristallga ega bo‘lishi kerak. Tekshirishlar “oq” rentgen nuri bilan o‘tkaziladi. Usulning mohiyati quyidagidan iborat. Rentgen nurlarining tarami monokristallga tushadi, kristallning muayyan tekisliklaridan qaytib sochiladi va yassi fotoplastinkaga tushadi, hamda unda yorug‘lik tushirilgan nuqtalar ko‘rinishida tizimning qurilishi tasvirini beradi.

1.5.4. Nurlanishning ionlashgan qayd qilinishi bilan boruvchi rentgenstrukturaviy tahlil usuli

Keyingi yillarda tekshirishlar amaliyotida rentgenstrukturaviy tahlilda nurlanish jadvalligini qayd qilishning ionlashgan usuli katta ahamiyatga ega bo‘ldi. Bu usuldan foydalanishda qaytarilgan nurlarni qayd qilish Geyger – Myuller hisoblagichlari yordamida URS – 50 I, URS – 50 IM rentgen apparatlari va Dron–1 ssintillyatsiyali apparatda amalga oshiriladi. Bu usulning ayrim minerallarga nisbatan yuqori sezgirligi va tahlil vaqtining ancha qisqarishi ushbu usulning katta afzalligidir. Asbestotsement ITI ning fizik-kimyoviy laboratoriyasining ma’lumotlari bo‘yicha aylanayotgan namunaning suratga olinishi bilan qaytarilgan rentgen nurlarini

ionlashgan qayd qilish usulining qo‘llanishi va suratga olish tartibining to‘g‘ri tanlanishi u yoki bu mineralning 2-3% miqdorida klinkerda bo‘lishida uning mavjudligini aniqlash imkonini beradi.

Ma’lum va doimiy tekisliklararo masofalarga fazalar tekshirilishi kerak bo‘lganda ionlashtirish usuli ayniqsa katta afzalliklarga ega. Bu holda tahlil vaqti faqat 1-2 min ni tashkil etishi mumkin, bu mahsulotning fazali tahlilini ishlab chiqarishda oqimda amalga oshirish uchun ushbu usul istiqbolidir. Muayyan va juda o‘tkir burchaklar ostida olingan rentgenogrammalar uchastkalari bilan ishlaganda ularning rasshifrovka qilinishi (ochib yozilishi) kerakli mineralning ma’lum miqdorini o‘z ichiga olgan aralashmalarning rentgenografik tekshiruvlari asosiga qurilgan darajalash egri chiziqlari bo‘yicha amalga oshiriladi.

Tekshirilayotgan material №006–son elagidan to‘liq o‘tish darajasigacha maydalanadi, shundan so‘ng xalqasining diametri 20-25 mm va chuqurligi 3 mm gacha diametrga ega bo‘lgan organik shishadan yasalgan tutqichga to‘ldiriladi. To‘ldirish qatlam ketidan qatlam, asta-sekinlik bilan amalga oshiriladi, bunda har bir qatlami absolutlashgan spritning bir necha tomchilari bilan namlanadi. Qatlamlarni zichlash maxsus kurakcha bilan amalga oshiriladi. Chetlarigacha to‘ldirilgan kyuvetaning yuzasidan ortiqcha kukun o‘tkir tig‘li pichoq bilan shunday olinadiki namunaning yuzasi silliq bo‘lib qolishi kerak, chunki bunga tajribaning aniqligi bog‘liq. Material bilan to‘ldirilgan kyuveta goniometrning preparat tutqichga o‘rnatiladi va keyin apparat ishlashining u yoki bu rejimida rentgenogrammaning yozib olinishi amalga oshiriladi. Ishonchli ma’lumotlarni olish uchun ikkita rentgen grammani suratga olish va ularni solishtirish bilan kyuvetaga kukunini ikki marotaba qayta to‘ldirish olib boriladi.

1.5.5. Lokal rentgenstruktura tahlili

Rentgen nurlanishidan foydalanishda tasvirni qurish uchun rastrli elektron mikroskopiyani (REM) qo‘llash keng tarqalgandir.

Lokal rentgenspektral tahlil usuli tez elektronlarning ingichka fokuslangan tarami ob’yekt yuzasiga yo‘naltiriladi va ushbu nuqtada joylashgan elementlarning rentgen spektrini qo‘zg‘atadi. Yuzaga kelgan rentgen nurlanish to‘lqinlarning uzunliklari va ularning jadalligi bo‘yicha bitta yoki bir qancha spektrometrlar yordamida tahlil qilinadi va bu elektronlar tarami tushadigan joyda materialning sifatli va miqdoriy tahlilini amalga oshirish imkonini beradi.

Materialning tekshirilayotgan namunasi yassi va tekis shlifni hosil qilguncha silliqlanadi va yaltiratiladi. Tahlilda qalinligi bir necha mikron bo‘lgan namunaning yuza qatlamida qo‘zg‘atilgan rentgen nurlanish tekshirilishi oqibatida yuzaning sifati yuqori darajada bo‘lishi kerak. Notekis yuza holatida elektron taramning kesmasi va nuqtadan nuqtagacha harakterli rentgen nurlanishining chiqish burchagi o‘zgaradi, bu tajriba natijalarining buzilishiga olib keladi.

Yaltiratilgan shlif sifati mikroskop ostida tekshiriladi. Klinker va boshqa boglovchi materiallar dielektrik bo‘lganligi sababli, ular shliflarining yuzalarida elektronlar manfiy zaradlarni yaratadilar, buning natijasida yuzaga tushayotgan elektron taram yuza bo‘ylab betartib harakat qiladi, bu tahlilning o‘tkazilishini qiyinlashtiradi. Shuning uchun, yaltiratilgan shlif yuzasiga vakuumda qalinligi 50-100 Å bo‘lgan xrom qatlami changlatiladi, u yuzaki zaradning to‘planishining oldini oladi, ammo shu bilan birga namuna yuzasiga elektron zondning kira olishini qiyinlashtirmaydi.

Miqdoriy kimyoviy tahlilni o‘tkazish uchun tekshirilayotgan ko‘p komponentli namuna va toza elementdan iborat bo‘lgan etalonda aynan bir xil sharoitlarda ushbu elementning rentgen o‘qiga xos chizig‘ining jadalligi o‘lchanadi. Bu chiziqlar jadalliklari nisbati materialdagi elementning miqdori to‘g‘risida taqribiy ma’lumotlar beradi. Ma’lumotlarning aniqligini oshirish uchun olingan natijalarga toza etalonga nisbatan ko‘p komponentli namunadagi element mavjudligining alohida sharoitlarini hisobga oluvchi majburiy tuzatishlarni kiritish zarur. Bu tahlil qilinayotgan namuna va etalondagi rentgen nurlanishning yutilishidagi farqni, aniqlanayotgan elementning namunada boshqa elementlarning o‘ziga xos (harakterli) nurlanishi orqali qo‘shimcha qo‘zg‘alishini va sh.k.ni tashkil etadi.

O, Si, Al, Mg kabi elementlar tomonidan rentgen nurlarining yutilishi koeffitsiyentlari kattaliklari to‘g‘risida aniq ma’lumotlarning yo‘qligi materiallarda ularning miqdoriy tarkibini katta aniqlik bilan aniqlash imkoniyatini bermaydi.

1.5.6. Elektronografik tahlil usuli

Elektronografiya usuli tekshirilayotgan moddalarning kristall panjarasiga kirib boruvchi elektronlar difraksiyasiga asoslangan. Modda massasiga elektronlarning kirib borish chuqurligi 100Adan oshmaydi, shunga bog‘liq ravishda elektrongrafik usuldan yuza qatlamlar yoki juda yupqa plenkalar qurilishini tekshirish uchun foydalaniladi. Elektronografiya usuli yordamida ilgari ma’lum bo‘lmagan kristall tuzilmalarning to‘liq belgilanishini amalga oshirish, qattiq eritmalar va amorf fazalar qurilishini tekshirish, diffuziya jarayonlarini, to‘yingan qattiq eritmalar yemirilishini, kristall jismlar tuzilmalarining nuqsonlarini o‘rganish, birikishlarni tahlil qilish, vodorod atomlarining koordinatalarni belgilash va qandaydir boshqa tekshirishlarni o‘tkazish mumkin. Shu tariqa, elektronografiya usuli materiallarni tekshirishning rentgen usulini to‘ldiradi.

Elektronografiya usulidan foydalanib, aniq pretsizion (yuqori sifatli) tekshirishlarni ham o‘tkazish mumkin: atomlar orasidagi elektron zichlikni, ularning issiqlik harakatining anizotropiyasini aniqlash, oxirgi atomlarning ideal tuzilmasidagi buzilishlarni va ionlashtirishni o‘rganish. Elektron to‘lqinlar uzunligi 0,03-0,08kX, ajratuvchi qobiliyati esa angstremning yuzinchi ulushlariga teng. Bunday tekshirishlarni rentgen usuli yordamida o‘tkazishning deyarli iloji yo‘q. Shu bilan birga elektrografik usul kristallar elementlar yacheykasining parametrlarini o‘lchashda aniqligi va ajratuvchi qobiliyati bo‘yicha rentgen usuli ustundir.

Elektronografik tahlil mahsus asbob-elektronografda o‘tkaziladi, ammo uni elektronograflash uchun qurilma bilan jihozlangan ko‘pchilik elektron mikroskoplarda ham bajarish mumkin (UEMB-100 va b.). Yorug‘likka qarab ishlaganda materialning yupqa kesimlar, yoki elektron-mikroskopik tekshirish uchun preparatlarga o‘xshab tayyorlangan va shunga o‘xshash tutqichlarda mahkamlanadigan preparatlar tekshiriladi. “Aks ettirish” uchun ishlaganda nisbatan og‘irroq shliflardan foydalaniladi. Elektronogrammalarni qayd qilish fotosurat usuli bilan amalga oshiriladi.

1.6. Spektral tahlil

1.6.1. Emission spektral tahlil

Ushbu usul boglovchi materiallar kimyosida ularning kimyoviy tarkibini ekspress aniqlash uchun ishlatiladi. U har qanday manbaa bilan chiqadigan nurlanish spektrini tahlil qilishga asoslangan. Emission spektral tahlil quyidagi ketma – ketlikda bajariladi:

1) tadqiq etilayotgan modda yuqori harorat (6000 ^{o} gacha) ta’sir etish sharoitlarida gazsimon yoki bug‘simon holatga o‘tkaziladi;
2) bug‘ yoki gazni tashkil etuvchi ion va atomlar kuchli elektr zaradining ta’siri ostida qo‘zg‘aladi va yorug‘lik kvantlari hosil qiladi;
3) turli uzunlikdagi to‘qimalardan iborat yuzaga kelgan nur (yorug‘lik) spektrga yoyiladi;
4) spektr fotosuratga olinadi;
5) spektr rasshifrovka qilinadi va moddaning elementli kimyoviy tarkibi hisoblab chiqiladi.

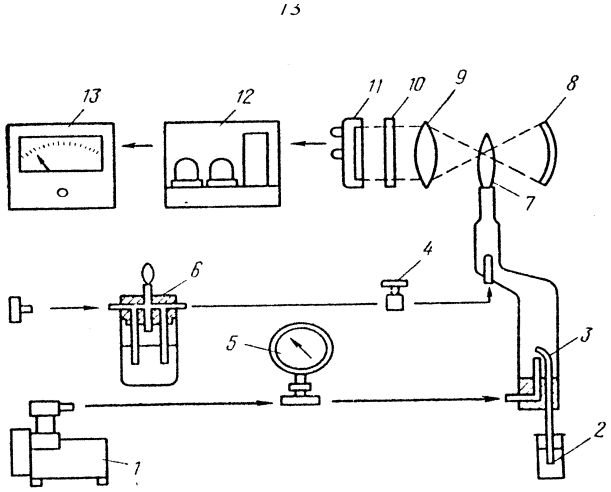
Nurlanishning qo‘zg‘alish jarayoni quyidagilardan iborat. Elektr zarad ta’sirida bug‘ va gazning tashkil etuvchi bo‘sh ion va atomlari tez harakatlanadi, bir-biriga uriladi, natijada atomlarning tashqi qobig‘idan valent elektronlar orbitaga yaqin bo‘lgan yadrosiga o‘tadi, keyin esa, taxminan 10^{8} sekunddan keyin tashqi qobiqqa qaytadi, bunda yorug‘lik energiyasining kvantini ajratadi. Atomga urilganda qancha ko‘p energiya berilsa, unda yadroga yaqin bo‘lgan orbitaga elektronlar o‘tadi. Har bir shunday orbitadan ichkilaridan biriga va teskariga elektronlarning o‘tishi aniq to‘lqin uzunligi yorug‘ligining nurlanishi bilan kuzatiladi, bunda elementning umumiy spektrida bitta chiziqni beradi. Barcha bunday chiziqlar yigindisi elementning chiziqli spektrini beradi.

Har bir element o‘ziga xos xususiyatga ega chiziqli spektrga ega. Ushbu spektr valent elektronlar elementga qancha ko‘p ega bo‘lsa, shuncha murakkab hisoblanadi. Ko‘p chiziqli murakkab spektrlar, masalan temir, marganes, xrom va boshqalarga mansub, aksincha bir valentli natriy va kaliy ko‘p bo‘lmagan chiziqlar soni bilan oddiy spektrlarga ega. Bir nechta elementlardan tarkib topgan modda spektri liniyali hisoblanadi va uning tarkibiga kirgan barcha elementlar spektrining majmuidan iborat. Bunday spektrdagi turli chiziqlar holati va sonining tahlili moddaning sifatli elementar kimyoviy tarkibini aniqlashning asosi hisoblanadi.

Ayrim belgilangan spektral chiziqlar intensivligini mos keluvchi etalon materiallardagi shunday spektral chiziqlar intensivligiga taqqoslash bilan miqdoriy elementlar kimyoviy tahlilini o‘tkazish mumkin.

1.6.2. Alangali fotometriya usuli

Alangali fotometriya emission spektral tahlilning bir turi hisoblanadi. Ionlar va atomlarning yorug‘lik sochilishini qo‘zg‘atuvchi, bu holatda, yuqori haroratli alancha hisoblanadi. Tahlilni o‘tkazish ketma-ketligi quyidagicha: 1) tadqiq qilinayotgan modda eritma holatiga o‘tkaziladi va maxsus purkagich yordamida alangaga aerozol ko‘rinishida yuboriladi; 2) yuqori harorat sharoitlarida tez harakat qiladigan ionlar va atomlarning o‘zaro zarbalari natijasida ularning yorug‘lik sochilishi yuzaga keladi; 3) yorug‘lik filtrlar yordamida yuzaga keladigan nurlanishlardan izlanayotgan elementning nurlanishi monoxromatik nurlanishga ajraladi; 4) monoxromatik nurlanish fotoelementlar va galvonometrlar yordamida qayd etiladi. Alangali fotometrning prinsipial sxemasi 1.16-rasmda ko‘rsatilgan. Tahlil qilinayotgan ishqor 2 purkagich 3 yordamida gorelka 7 lampasiga 12 aerozol ko‘rinishida beriladi. Alanganing nurlanishi botiq oyna bilan yihiladi va fotoelementda yuzaga keladigan fototok kuchayadi va galvonometr bilan o‘lchanadi.



1.16-rasm. Yorug‘lik fotometrining prinsipial sxemasi:

1-kompressor; 2-tahlil qilinayotgan eritma; 3-purkagich; 4-gaz quvurdagi yelpig‘ich; 5-havo quvurdagi manometr; 6-gaz bosimini sozlagich; 7-gorelka; 8-aks etuvchi oyna; 9-linza; 10-yorug‘lik filtri; 11-fotoelement; 12- kuchaytirgich; 13-galvanometr.

Alanga atsetilin, vodorod, yonadigan gaz va boshqalarni yoqish natijasida olinadi. Alanga harorati 2500 ^{o}S dan oshmaydi, natijada alanga fotometriya usuli bilan past qo‘zg‘atish potensialiga ega bo‘lgan elementlar aniqlanadi. Bu asosan ishqorli va ishkorli yer elementlar: litiy, natriy, kaliy, rubidiy, seziy, magniy, kalsiy, stronsiy, bariy, marganes. Hosil bo‘lgan spektrlar juda oddiy. Aniqlanayotgan elementning monoxromatik nurlanishli modda bilan nurlanishdan alangani ajratish uchun yorug‘lik filtri, shuningdek, monoxromatorli spektral asboblar (UM-2, SF-4 va boshqalar) qo‘llaniladi.

1.6.3. Molekulyar spektral tahlil

Molekulyar spektral tahlil optik usul hisoblanadi. Ushbu usul molekulalar spektri bo‘yicha moddada ularning tarkibi va mikdorini aniqlash imkonini beradi. Har bir tur uchun o‘ziga xos bo‘lgan molekulalar harakati dinamikasining nurlanishiga asoslangan. Bunda ushbu usul molekulalarning o‘z tebranishiga (elektronlar, atomlar tebranishi) emas,balki tashqi ultrabinafsha, ko‘rinadigan, infrakizil nurlanish ta’siri natijasida ularning tebranishiga mo‘ljallanadi. Shunday qilib, usul yutilish spektrlarini o‘rganishga asoslangan. Ushbu spektrlar tadqiq qilinayotgan modda orqali yorug‘likning (spektrda yoyiladigan) o‘tishida yuzaga keladi. Modda orqali o‘tadigan yorug‘likning yo‘l - yo‘l spektrda u yoki bu nurlar material massasida ularning yutilishi xususiyati uning Molekulyar va atom tarkibiga, yutilish bosqichi esa – yutilayotgan atomlar va Molekulyar soniga bog‘liq.Shunday qilib, shu usuldan foydalanib, moddaning atom va Molekulyar tarkibini sifat jihatdan bo‘lgani kabi, miqdoriy jihatdan xam aniqlash mumkin. Bundan tashqari yutilish spektrlari bo‘yicha u yoki boshqa modda tarkibiga kiradigan ayrim molekulalar va ular kompleksining tuzilishini aniqlash mumkin.

Molekulyar spektral tahlilning turli usullaridan quyidagilari eng keng tarqalgan: infraqizil spektroskopiya usuli; kombinatsion yoyilish spektri bo‘yicha tahlil; ultrabinafsha va ko‘rinadigan tahlil; Ushbu uchta spektral tahlil usullaridan boglovchi materiallarni tadqiq etishda asosan infraqizil spektroskopiya usuli qo‘llaniladi.

Molekulyar spektrlar to‘lqinlar uzunligi, tebranishlar chastotasi, to‘lqinli sonlar va boshqalarni tavsiflaydi. Spektral tahlil amaliyotda turli o‘lchamlar birligining quyidagi turli spektr soxalarida to‘lqin uzunligini ko‘rinadigan va ultrabinafsha

soxalarda – angstrem yoki millimikron; infraqizil sohada – mikronlarda baxolash qabul qilingan.

Infraqizil spektroskopiya usuli bilan molekulalar yutilishining tebranish spektri olinadi. Ushbu spektrlar to‘lqin uzunligi 2-100 mk bo‘lgan spektrning infraqizil soxasida joylashgan. Molekulalarning tebranish spektrlari murakkab, chunki molekulaning xar bir tebranishi bir nechta tebranishlarni yuklash natijasi hisoblanadi. Infraqizil spektrlar (ikspektrlar)da ularning elektrik dipol momenti o‘zgaradigan molekulalar tebranishi bilan ko‘rinadi.

Infraqizil spektrlar maxsus – infraqizil spektrometrlar (IKS – 11, IKS - 12) va infraqizil spektrofotometrlar (IKS - 14) apparatlarda olinadi. Asboblarning asosiy tarkibiy qismlari bo‘lib quyidagilar hisoblanadi: nurlanish manbai, monoxromator va qayd etuvchi qurilma bilan fotometrik qurilma. Nurlanish manbai sifatida globariy sterjen (kremniy karbidi Sik) shtifti (sirkoniy aralashmasi, ittriy, toriy, aralashmalari)dan foydalaniladi. Globar 1200 ^{o}S gacha, shtift esa, 2000 ^{o}S gacha qizdiriladi. Monoxromatorning kirish yorig‘i orqali tarqaluvchi bog‘lam ko‘rinishidagi nurlanish parallel yorug‘lik bog‘lami kvarsli prizmaga (yoki difraksion rometkaga) yo‘naltiriladigan parabolik oynaga tushadi, keyin dispergirlangan bog‘lam Littrov oynaga tushadi. Littrov oynasining aylanishi turli to‘lqin uzunligi bilan nurlanishning aks etilishi sozlanadi; yana prizmadan o‘tadi, oyna bilan fokuslanadi va asbobning fotometrik qismiga yo‘llanadi. Oxirgisi modda o‘tgandan keyin nurlanish yutilish kattaligini aniqlash uchun mo‘ljallangan. Bu namunaning o‘tishigacha va o‘tgandan keyin nurlanish intensivligini taqqoslash bilan amalga oshiriladi. Nurlanish intensivligi maxsus – yuqori sezgirli vakuum termoelementlari, pnevmatik detektorlar va boshqa asboblar yordamida aniqlaydi. Spektrofotometr IKS – 14 turli moddalar yutilish spektrini bevosita o‘tkazish foizlarda qayd etiladi. Spektr diagrammali tasmaga yoziladi, bunda uning shkalasi to‘lqin sonlarida va to‘lqin uzunliklarida berilgan bo‘lishi mumkin.

Infraqizil spektrlarni olish uslubi quyidagilardan iborat. Material istalgan agregat holatida o‘rganilishi mumkin. Gazlar yopiq kyuvetlarda, suyuqliklar – maxsus kyuvetlarda joylashadi. Qattiq jins kukuni poroshoklar bilan birgalikda presslangan tabletkalar ko‘rinishida o‘rganiladi.

1.6.4. Elektron paramagnit rezonans usuli

Elektron paramagnit rezonans (EPR) radiospektroskopiyaning - 10^6 -10^8 gs radiochastota diapazonidagi modalarning elektromagnit spektrlarini tadqiq qilish usullaridan biri hisoblanadi. Atomning magnit xususiyati elektronlarning yadro atrofida harakat qilishiga, elektronlarning o‘z o‘qi (spini) atrofida aylanishi, proton va neytronlarning o‘qi ichida harakatlanishiga asoslangan. EPR usuli elektronlar va ular spinlarining orbital harakatlanishi bilan yuzaga kelgan atomning magniy xususiyatini qayd etishga asoslangan. Orbita bo‘yicha harakatlanayotgan elektron elektron aylana elektr tokidan iborat, ya’ni magnit maydon manbai hisoblanadi. Elektronning mexanik momenti (spini) bilan bog‘langan o‘zining magnit momentiga elektron ega bo‘ladi. Natijada moddaning kristallaridagi har bir atom magnit maydoni bilan o‘ralgan turli kattalikdagi o‘zining doimiy momentiga ega kichik magnitlardan iborat. Paramagnit moddalarda bunday «atomlar-magnitlar” oddiy sharoitlarda tartibsiz bo‘ladi, natijada ularning magnit ta’siri o‘zaro yo‘qolib ketadi. Modda doimiy tashqi magnit maydonga (TMM) joylashganda paramagnit jismning atomlari magnit strelka kabi tashqi magnit maydonning yo‘nalishi bo‘ylab (odatdagi diomagnit moddalardan farqliroq) joylashishga intiladi. Ideal holatda, magnit momentlar yo‘nalishi tashqi magnit maydon yo‘nalishi bilan mos keladi, amalda esa, bunday holat bo‘lmaydi. Biroq barcha holatlarda shunday joylashgan atomlardan farqli o‘laroq umumiy magnit orqali tashqi magnit oqimi tashqi magnit maydon oqimini kuchaytiradi. Barcha elektronlar tizimi tashqi magnit maydoni ta’sirida aniq aylana chastota “Vo” bilan sodir bo‘ladigan TMM yo‘nalishi atrofida tekis yo‘nalish harakati sodir bo‘ladi. Agar keyin TMM ni Vi chastota bilan TMM atrofida aylantiradigan sust doimiy yuqori chastotali magnit maydonini (O‘YuS) perpendikular holatda qo‘yilsa, unda Vo va Vi chastotalar mos tushganda O‘YuS maydoni energiyasining yutilish xodisasini kuzatish mumkin. Tizimning bunday holati elektron paramagnit rezonans xususiyatini aks ettiradi. EPR xodisasi paramagnit atomlari bilan o‘zgaruvchan magnit maydon energiyasining yutilishi rezonansidan iborat. Rezonans natijasida atomlar elektronlarining tizimi qo‘shimcha aylana harakatlanuvchi momentiga ega bo‘ladi, zarraning magnit momenti esa, TMM yo‘nalishidan og‘ishiga intiladi. Modda bilan yutilgan maydonning O‘YuS bilan energiya unda issiqlik energiyaga aylanadi. Kvantli vaziyatlarda EPR xodisasi quyidagilardan iborat bo‘ladi. Kvantli holati S tavsiflaydigan paramagnit atomni doimiy magnit maydonga kiritishda uning

asosiy energetik darajasi turli elektronlar bilan joylashgan 25+1 kichik darajaga (Zeyeman effekti) parchalanadi. Maydonning O‘YuS (o‘ta yuqori sezgirlik) ta’sirida kichik darajalar joylashishini to‘g‘rilashga yo‘naltirilgan Brak va quyi qo‘shni kichik darajalar o‘rtasida elektronlar qayta taqsimlanadi. Ushbu o‘tishlar hisobiga, rezonans holatda O‘YuS energiya yutiladi. Energiyaning qismini yutgan elektron eng yuqori kichik darajaga o‘tadi, biroq u ortiqcha energiyani borishga va quyi kichik darajada o‘zining barqaror holatiga qaytishga intiladi. Bunday jarayon ikala kichik darajada elektronlar soni teng bo‘lmagunga qadar uzluksiz davom etadi, bunday holatda modda bilan energiyaning yutilish to‘xtaydi. Energetik darajalarni (spektral chiziqlar)elektromagnit parchalash xususiyatiga modda kristalli panjarasining tuzilishi, kimyoviy aloqasining tabiati, ionning koordinatsion holati va shu kabilar katta ta’sir ko‘rsatadi.

1.7. Kalorimetrik usullar

Kalorimetriya silikatlar termokimyosining asosiy usuli bo‘lib hisoblanadi. Kalorimetriya yordamida olinadigan materiallarni paydo bo‘lish issiqligi va eritilishi, ularning erish issiqligi va gidratatsiya, moddaning issiqlik hajmi va boshqalar to‘g‘risidagi ma’lumotlar moddaning holatini, uning vaqt bo‘yicha o‘zgarish kinetikasini tavsiflaydi, shuningdek, turli jarayonlarning issiqlik balanslarini tuzishda va agregatlarning issiqlik hisoblarini o‘tkazishda ishlatiladi.

Termokimyo asosida “kimyoviy reaksiyalarning issiqlik effekti dastlabki moddalar va oxirgi mahsulotlarning turi va holatiga bog‘liqligiga, lekin o‘tish yo‘liga bog‘liq bo‘lmasligidan” iborat G.I.- Gess qonuni yotadi. Ushbu qonun doimiy bosim ostida jiddiy hisoblanadi. Bundan tashqari ta’sirlarning issiqlik effektlarini solishtirishda moddaning bir jinsli kimyoviy tarkibi, ularning agregat holati, polimorfli holatiga rioya qilish, jarayonning tashqi sharoiti – harorat, bosim bir xil bo‘lishi va shu kabilar zarur. Ta’sir etishning issiqlik effekti, agar dastlabki moddalar turli aralashmalar xar xil miqdorda bo‘lsa, turlicha bo‘ladi.

Ta’sir etishning issiqlik effekti Qp tenglamaning o‘ng qismida ko‘rsatiladi. Agar reaksiya issiqlik ajralishi bilan kuzatilsa, unda issiqlik effekti ijobiy, agar ta’sir etishda issiqlik yutilsa, unda salbiy hisoblanadi. Masalan:

$$C + O_2 = CO_2 + 94{,}052 \text{ kkal};$$

$$Ca\,CO_3 = Ca\,O + CO_2 - 42{,}52 \text{ kkal}.$$

Doimiy bosim ostida hosil bo‘ladigan ta’sir etishning issiqlik effekti oxirgi H_2 va dastlabki H_1 holatlarda moddalarning issiqlik miqdorining (entalpiy)ayirmasi ko‘rinishida ifoda etiladi:

$$\Delta H = H_2 - H_1 \text{ kkal / g. mol}$$

Entalpiyaning bunday o‘zgarishi uchun ΔH^o 298 (yuqoridagi belgi standart holatni, ya’ni bosimni 1 at, pastdagi indeks – haroratni bildiradi), belgi qabul qilingan. 25^oS dan farq qiluvchi haroratlarda oddiy faktlarning hosil bo‘ladigan issiqlik sharoitlarida termodinamikaning birinchi qonuni asosida effekt kattaligining haroratga bog‘liqligini chiqarish kerak. Silikatlar bosimdagi gazli fazasi bo‘lmagan kondensirlangan tizimlar hisoblansa, unda kichik bo‘lgan tashqi bosimga e’tibor bermasa ham bo‘ladi. Ta’sir etish issiqlik effekti kattaligi ΔH tenglamaning o‘ng qismida, Qr belgidan boshqa belgi qo‘yiladi. ΔH belgi, agar ta’sir etish issiqlik yutilish bilan (ya’ni + Qr= -ΔH) hosil bo‘lsa ijobiy, aksi bo‘lsa, agar ta’sir etish issiqlik ajralishi bilan hosil bo‘lsa (ya’ni – Q = + ΔH) salbiy bo‘ladi.

Boglovchi moddalar kimyosida kalorimetriya usuli bog‘lanishlarni hosil qilish issiqligini va eritish issiqligini hamda moddalar gidratatsiyasini aniqlash uchun qo‘llaniladi.

1.7.1. Bog‘lanishlarni hosil qilish issiqligini aniqlash

Hosil qilish issiqligi deb berilgan haroratda elementlarning eng barqaror holatiga javob beradigan oddiy moddalardan ushbu bog‘lanishni hosil qilish ta’sirining issiqlik effektiga aytiladi. Hosil qilish issiqligini moddaning istalgan soniga, ayniqsa, bog‘lanishning 1 moliga kiritiladi (kkal/mol).

Ta’sir etishning issiqlik effektini aniq o‘lchash uchun reaksiya tez va oxirigacha yetishi zarur. Portlandsement klinkerining minerallarini olish ta’siri juda ham sekin oqib o‘tadi va natijada ushbu shartga javob bermaydi. Bog‘lanishlarning hosil qilish issiqligini aniqlashda bevosita kalorimetrik o‘lchamlardan foydalanilmaydi, lekin turli bevosita usullar qo‘llaniladi.

Ta’sir etishning issiqlik effekti tenglamaning o‘ng qismida ko‘rsatilgan barcha moddalarning hosil qilish issiqligi va tenglamaning chap qismida ko‘rsatilgan barcha moddalarning hosil qilish issiqligi o‘rtasidagi farqqa teng. (tegishli koeffitsiyentlar bilan birga).

Barcha jadvalga oid hosil qilish issiqligi tajribani o‘tkazishning bir xil shartlariga kirishi zarur. Masalan, hosil qilish ta’sirining issiqlik effekti $-S_2S$ 25^oS bo‘lganda, quyidagi formula hosil bo‘ladi.

1. $2Ca\,O + Si\,O_2$ kvars = $\beta - Ca_2\,Si\,O_4 + Q$;

$Sa + \frac{1}{2}\,O_2 = Ca\,O + 151{,}8$ kkal/mol (Q_1) ;

$Si + O^2 = Si\,O^2$ kkal/mol + 205,4 kkal/mol (Q_2) ;

$2Ca + Si + 2O_2 = \beta - Ca_2\,Si\,O_4 + 539{,}4$ kkal/mol (Q_3) ;

$Q_{reaks.} = Q_3 - (2Q_1 + Q_2) = 539{,}4 - (303{,}6 + 205{,}4) = 30{,}4$ kkal/mol

2. $2Ca\,O + Si\,O_2$ kvars = $\beta - Ca_2\,Si\,O_4 + 30{,}4$ kkal/mol

1.7.2. Bog‘lovchi moddalarning gidratatsiya issiqligini aniqlash

Boglovchi moddalardan iborat minerallarning suv bilan o‘zaro ta’sir etishi ekzotermik hisoblanadi, ya’ni reaksiya issiqlik ajralishi bilan o‘tadi. Bunda issiqlik mikdori materiallarning tashkil qilish gidratatsiya issiqligining yig‘indisi hisoblanadi. Turli namlanish, eritish, gidratlarni kristallizatsiya qilish va boshqa ikkilamchi jarayonlarni rivojlantirish natijasida “boglovchi-suv” tizimida ajratuvchi issiqlik miqdori nisbatan kam. Ishlab chiqarish nuqtai nazaridan to‘liq boglovchi gidratatsiyasida ajratiladigan aksariyat issiqlik miqdori kabi, issiqlik ajratish kinetikasini ham bilish muhimdir. Ushbu ko‘rsatkichlar gidrotexnika qurilishida sementlarni qo‘llashda muhim ahamiyatga ega. Betonning ichki qatlamlarida uning kam issiqlik o‘tkazishi sababli katta ko‘ndalang kesimi (qalinligi) bo‘lgan inshootlarda $50\text{-}70^0S$ gacha sekin kamayadigan yuqori harorat oshadi. Binodagi tashqi va ichki qismlar haroratining farqi yuzaga kelishi natijasida keyinchalik yoriqlar hosil bo‘lishiga olib keladigan ichki kuchlanish oshadi. Qishki betonlashda qotishning dastlabki muddatlarida kam miqdorda issiqlikning ajralishi foydali hisoblanadi, chunki u betonning sovish darajasini kamaytiradi va sementning uzluksiz gidratatsiyasi uchun qulay sharoitni ta’minlaydi.

Boglovchi moddaning gidrotatsiyasida ajraladigan issiqlik miqdori ikkita-to‘g‘ri va bevosita usullar bilan eksperemental aniqlash mumkin.

To‘g‘ri usulda sementning qotishida bevosita ajraladigan issiqlik miqdori kalorimetrda o‘lchanadi. Qotadigan massada issiqlik ajralishning to‘g‘ri o‘lchash shunday afzalliklarga egaki, unda vaqt bo‘yicha ushbu sementning isssiqlik

ajralishini belgilash va boshqa usullar bilan bajarish qiyin bo‘lgan boshlang‘ich gidratatsiya davrida tizim tomonidan ajralgan issiqlik miqdorini aniqlash imkoniga ega. Issiqlik ajralishini bevosita kalorimetrda o‘lchashda butun vaqt davomida, hamda namunaning qotish davrida, ya’ni 1,3,7,28 kun va hakozo o‘tkaziladi. Tabiiyki, kalorimetrga joylashtirilgandan keyin 1 yil o‘tib sement massasida ajraladigan issiqlik miqdorini aniqlash juda murakkab, chunki gidrotatsiya ta’sir etishning issiqlik effektini bu davrda katta emas va miqdoriy ma’lumotlarni olish uchun atrof-muhitda issiqlik yo‘qolishini aniqroq aniqlash juda zarur. Shuning uchun, issiqlik ajralishini to‘g‘ri o‘lchash usuli, odatda, birikishning boshlang‘ich qotish muddatlarini 3-7 kungacha o‘lchash uchun qo‘llaniladi. Gidrotatsiyaning bevosita issiqligini o‘lchashni adiabatik hamda izotermik kalorimetrlarda amalga oshirish mumkin. Bevosita usul talab etilgan vaqtda boshlang‘ich sement kukunini eritish va qotgan sement tosh issiqligining farqini aniqlashga asoslangan. Olingan ΔQ kattalik o‘tgan vaqt mobaynida tizim tomonidan ajratilgan issiqlik miqdorini o‘z ichiga oladi. Ushbu usulning afzalligi bo‘lib istalgan harorat-namlik sharoitlarida sementning gidratatsiya qilish va qotishning uzoq muddatda issiqlik ajratishni aniqlash imkoniyati hisoblanadi. Usulning kamchiligi bo‘lib gidratatsiyaning dastlabki davrida issiqlik ajralishini aniqlash mumkin emasligi va eksperemental nuqtalarning ko‘p sonini olishda ko‘p mehnat talab etilishi hisoblanadi. Erish issiqligini aniqlash turli tizim kalorimetrlarida amalga oshirish mumkin.

Kalorimetr turlari. Kalorimetrlar konstruksiyalari turlichadir. Ammo ularning barchasi quyidagi ikki qismga ega: kalorimetrik idish (kalorimetrik tizim) va qobiq. Barcha kalorimetrlar ikki turga ajratiladi: o‘zgaruvchan haroratli kalorimetrlar va doimiy haroratli kalorimetrlar.

O‘zgaruvchan haroratli kalorimetrlar kalorimetr tizim harorati tajriba vaqtida o‘zgarishi bilan xarakterlanadi. Bu holat kimyoviy ta’sir etishda issiqlik ajralganligi sababli yoki qobiq orqali atrof-muhit bilan issiqlik almashinishi natijasida sodir bo‘ladi. Kalorimetrik tizimda va qobiqdagi issiqlik almashinuvi hisobga olinishi yoki bartaraf etilishi mumkin. Agar issiqlik almashinuvi hisobga olinsa, unda bunday turdagi kalorimetrlar oddiy (termosli), agar issiqlik almashinuvi bartaraf etilsa, unda adiabatik deb nomlanadi. Adiabatik kalorimetrlarda issiqlik almashinuvini bartaraf etish kalorimetr va qobiq haroratning aniq teng uzluksiz ta’minlanishiga erishiladi.

Adiabatik kalorimetr yordamida uzoq muddat o‘tuvchi jarayonlarning issiqlik ajralishini o‘lchash mumkin, bunday holatda issiqlik reaksiyasiga o‘zgartirish kiritish shart emas. Oddiy kalorimetrda bunday jarayonlarning issiqlik ajralishini ajralgan issiqlik miqdorini aniqlashda katta xatoliklar sababli o‘lchash mumkin emas

Doimiy haroratli kalorimetrlar (yoki izotermik) tajriba vaqtida kalorimetr tizimining harorati o‘zgarmasligi, ya’ni tizimda issiqlik akkumulyatsiyalanmasligi bilan xarakterlanadi. Bu kimyoviy ta’sir etishda ajralayotgan issiqlik kalorimetrik tizim tarkibiga kirgan moddaning agregat holati o‘zgarishiga yoki ajralgan barcha issiqlikning tizimdan tez ajralishini ta’minlash yo‘li bilan sarflanadi. Bu muzlagan kalorimetr (muzning erishi), difepilmenli (difenilmetanning erishi) va boshqalar. Ta’sir etishning issiqlik effekti o‘zining agregat holatini o‘zgartirgan moddaning miqdori bo‘yicha aniqlanadi.

Ayrim kalorimetrlar qurilmasining tavsifi quyida keltirilgan **Sementning gidrotatsiya issiqligini termos usuli bilan aniqlash**. Apparatura. Gidrotexnik betonni tayyorlash uchun materiallarni sinash usuliga GOST 4798-57 Dyuar idishi (termosda) da sementtoshning issiqlik ajralishini to‘g‘ri o‘lchash usuli hisoblangan sementning qotish issiqligini termos usuli bilan aniqlash ko‘zda tutiladi.

Ushbu usul bo‘yicha qotishning issiqligini aniqlash uchun quyidagi apparatura zarur: 25-30 sm balandlikdagi, 5-7 sm ichki diametrli silindr shakldagi termos (Dyuar idishi) unga xalqalar va aylanadigan simli ilgaklar bo‘lgan termos silindrik qismining balandligidan 1 sm dan kichik oq tunukadan silindr idish; 0.1-0.2^0 ajratish yuklamasi bilan va termosda harakatni o‘lchash uchun uzun dum qismi bilan 50^{0}S termometr; 60 sm diametrli va 40 sm balandlikdagi silindr shakldagi bak ko‘rinishidagi, 0.25 l quvvatli aralashtirgich, 5 va 30 om reostatli elektr isitish haroratni ta’minlash imkoniga ega istalgan tizim termosozligichi, isitgich zanjirida tokni avtomatik yoqish va o‘chirish uchun rele termostatda berilgan suv haroratining doimiyligini nazorat qilish uchun Bekman termometri bilan ta’minlangan suvli termostat.

Umumiy o‘rnatish sxemasi 1.17-rasmda keltirilgan. Po‘stloq tikinli (probka) termosga rezina yelim yoki ishqorning spirtli eritma bilan shimdirilgan yoki parafinda pishiriladi. Qurigandan keyin teshikka termometr uchun yupqa devorli shisha trubka bir uchiga kavsharlangan tiqinlar zich qilib tiqiladi, trubka termosning o‘rtasidan pastroqqacha tushiriladi. Tiqin va trubka o‘rtasidagi bo‘sh joy Mendeleyev zamaskasi bilan to‘ldirilib, biriktiriladi.

Termosda haroratni o‘lchash uchun xizmat qiladigan termometr ko‘rsatkichi 15,20,30, va 40^0S haroratda nazorat (tekshirilgan) termometr ko‘rsatkichlari bilan tekshirilgan bo‘lishi kerak. Olingan ko‘rsatkichlar asosida tuzatadigan egri chiziq chiziladi. Gidrotatsiya issiqligi ikkita: bir vaqtda termosda yig‘iladigan va atrof muhitga termosdan beriladigan issiqlik summasi kabi aniqlanadi.

Sinov o‘tkazish. Sinov vaqtida sement eritmasining maksimal oshish harorati 150S ga yaqin bo‘lishi uchun sementning turi va markasiga bog‘liq holda belgilanadigan sement va qum birlashtirilganda sement eritmasi hosil bo‘ladi.

Agar sinov vaqtida harorat maksimal oshishi 10^0S kam yoki 16^0S dan ko‘p bo‘lganda, sement va qumning nisbatini o‘zgartirib, sinovni takrorlash zarur.

Sinalayotgan sement 2 minut davomida sferik farfor yoki temir idishda quruq qum bilan aralashtiriladi, keyin idishga suv qo‘shiladi va qorishma 3 minut davomida po‘lat qoshiq yoki katta bo‘liagan kurakcha bilan tez aralashtiradi. Quruq sementning qum bilan aralashmasining og‘irligi 600-650 g bo‘lishi kerak. Aralashmadagi suv miqdori normal quyuqlikdagi qattiq konsistensiyaning sement eritmasi uchun talab qilinadigan 1-2 foizga ko‘p bo‘lishi kerak va sinalayotgan eritmaning zarur zichligini ta’minlashi kerak.

Sement eritma imkoni boricha tez silindr idishga olinadi va tunukadan qilingan idishni stolga taqillatib zich berkitiladi. Idishga yopishgan eritma idishga joylashtirilgan paxta bo‘lagi bilan olinadi. Idishning ustiga idishning diametridan 6 sm dan katta bo‘lgan diametrli aylana shaklida kesilgan pargament bilan yopiladi, keyin pergament egiladi va idishga rezinka yoki ip bilan zich o‘rab qo‘yiladi. Idishning o‘rtasida pergamentda shisha trubkani kirg‘izish uchun teshik qilinadi, keyin idish termosga joylashtiriladi, termosning tagiga probkali qistirma (prokladka) ni oldindan qo‘yiladi, idish termos devoriga tegmasligi kerak. Termosga termometr uchun o‘rnatilgan trubka asta-sekin vertikal yo‘nalishda sement eritmaga tushirilishi uchun probka bilan yopiladi. Odindan trubkaga yaxshiroq issiqlik almashinuvi uchun oz miqdorda simob quyiladi. Termos devorchaning ust qismi va probka o‘rtasiga normal haroratda elastikligiga ega so‘rg‘ich pasta qatlami yoki boshqa suv o‘tkazmaydigan zamaska quyiladi va termos suv harorati 20-+0.1^0S ga teng butun sinov davomida ta’minlashi kerak bo‘lgan suv termosatga joylashtiriladi. Termostatdagi suv darajasi bir necha santimetrga termosning yuzasidan yuqori bo‘lishi kerak.

Sementning gidrotatsiya issiqligini eritish usuli bilan aniqlash. Eritish kalorimetrlari konstruksiyasi turli tumandir: oddiy, izotermik, adiabatik. Eritish usulining xususiyati kalorimetrik idish, aralashtirgich va boshqa o‘rnatish qismlarini zanglash talab etiladigan ftor-vodorod, (ftor vodorodining suvda eritilgan zaxarli eritmasi) kislotasini kiritish zarurligi hisoblanadi. Kimyoviy material sifatida kislotaga chidamli lak ishlatiladi. Ayrim hollarda NF ga ta’siri ostida qoladigan kalorimetr detallari platinadan tayyorlanadi.

Eritishning oddiy kalorimetri ilmiy-tadqiqot ishlarida, shuningdek, bir qator davlatlarda sementning standart sinovlarida keng qo‘llaniladi.

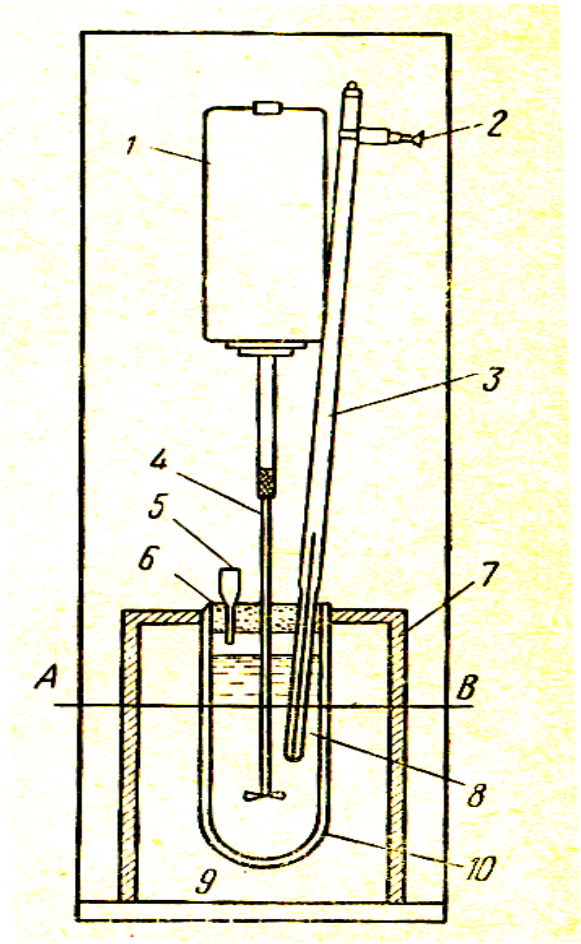
Britaniya standarti “VS 1370” quyidagi gidratatsiya issiqligini aniklash uslubinini ko‘zda tutgan.

Kalorimetr (1.17-rasm) ichki diametri 70 mm va balandligi 150 mm bo‘lgan Dyuar idishidan foydalaniladigan vakuum idishdan iborat. Idishning ochiq og‘zi probka bilan yopiladi. Probka uchta: Bekman termometri, aralashtiruvchi qurilma va namunani olish uchun mo‘ljallangan voronka uchun teshigi bor. Vakuum – idish yashik va issiqlikni izolatsiya qiluvchi materialdan iborat issiqlikni izolatsiyalovchi konteynerda joylashgan.

Issiqlikni izolatsiya qiluvchi material sifatida probka qatlami, ip-gazlama ip yoki shunga o‘xshash materiallardan foydalaniladi. Issiqlikni izolatsiya qiluvchi qatlamning qalinligi quyidagicha tanlanadi: kalorimetrik idishga 400 sm^2 iliq suv (50S xona haroratidan yuqori) quyiladi va 30 minut davomida Bekman termometri bo‘yicha uning haroratining pasayishi nazorat qilinadi. Issiqlikni izolatsiyasini yaxshi deb, agar harakatsizlikda bo‘lgan suvning harorati shu vaqtda pasayishi minutiga $0,002^0$S dan oshmaganda, hisoblanadi. Odatda, issiqlikni izolatsiya qilish qalinligi 25 mm ni tashkil qiladi.

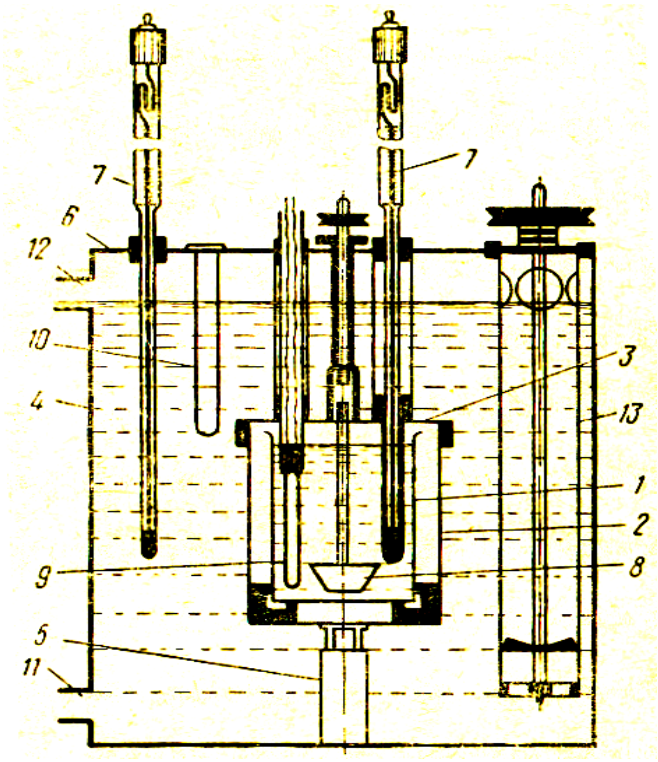
Idishning (probkadan pastki qismi), shuningdek, termometr qismi va aralashtiruvchi qurilmaning ichki yuzasi 60^0S quyuqlashish nuqtasida mumli parafin turidagi kislotaga chidamli tarkibi bo‘yicha tekis tekislanadi. Bunda, agar ushbu qoplama buzilsa (boshlang‘ich isish yoki sovush jarayonida harorat tuzatishlarini aniqlashda odatdan tashqari harorat oshishini ko‘rsatadi), ya’ni parafin oldindan olishgan, erigan va joylashgan bo‘lishi kerak.

Termometrning yuqori qismi 22 °S belgisigacha yetganda termometr sozlangan bo‘lishi kerak. U aralashtiruvchi qurilmasining parragi bilan tasodifan tegib ketish imkoniyatining oldini olish kerak. Termometr po‘stlog‘i probkani olish oson bo‘lish uchun, ikki qismga bo‘linadi, birinchisiga termometr, ikkinchisiga voronka biriktiriladi. Harorat termometr bo‘yicha yengilgina urilgandan keyin lupa yordamida hisoblab chiqiladi. Aralashtiruvchi qurilma diametri 38 mm shishali ikki lopastli propeller ko‘rinishida bo‘lishi kerak va u dyuar idishning tagidan 38 mm tepada bo‘lishi kerak. Aralashtirgichni harakatga keltiruvchi motor 400 ob\min tartibining doimiy aylana sonini ta’minlaydigan reduktor bilan sinxron tipida bo‘lishi zarur, aralashtirgichni motordan o‘chirib qo‘yish imkoniyati ko‘zda tutiladi. Issiqlik ajratish hajmi aralashtirgichnining uzluksiz aylanishidan 0,4 kal\minutdan oshmasligi kerak. Voronka filtrlangan bo‘lishi kerak, trubkaning ichki diametri 6,3 mm; korpus uzunligi 25 mm. Voronka trubasi probkaning pastki qismidan 3 mm dan ko‘p bo‘lmaganda ko‘rinmasligi kerak. O‘lchashlar o‘tkazish vaqtida voronka probka bilan yopilishi kerak. Dyuar idishi probkali shtativga o‘rnatiladi. Kalorimetrik suyuqlik azot kislotasining toza 2 n (± 0,05) va 40 foizli ftor vodorod kislotasining kimyo aralashmasidan iborat.



1.17–rasm. Oddiy eritish kalorimetri (ingliz standarti)
1–elektromotor, 2–hisob lupasi, 3–Bekman termometri, 4–shisha aralashtirgich, 5–modda kukunini tokish uchun voronka, 6–teshikli po‘stloq probka, 7–yashik, 8–kalorometrik suyuqlik, 9–issiqlik izolyatsiya qiluvchi material, 10–dyuar idishi.

Erishning adiabatik kalorimetri. Kalorimetrik idish va tashqi qobiqning haroratining tengligini ta’minlash uchun adiabatik kalorimetrik kuzatib turuvchi tizim shuningdek haroratni o‘zgartirish xususiyatiga asosan termostatda suvning haroratini o‘zgartirish imkoniga ega sovutgich va isitgich bilan jihozlangan bo‘lishi kerak.



1.18 – rasm. Eritish adiabatik kalorimetrning sxemasi:
1–plastikali kalorimetrik idish; 2–jez silindr idish; 3-jez qopqoq; 4–suv termostati; 5–organik materialdan taglik; 6–termostat qopqog‘i; 7–vekman termometri; 8-plastika konusli aralashtirgich; 9–elektr isitgich; 10–erishdan oldin namuna materialini termostatlash uchun trubka; 11–issiq yoki sovuq suvni quyish uchun teshik; 12–ortiqcha suvni tushurish uchun teshik; 13–propellyar aralashtirgich.

Adiabatik kalorimetr konstruksiyasidan birining sxemasi 1.18-rasmda keltirilgan. Plastikali kalorimetrik idish usti qopqoq bilan germetik yopiladigan silindr idishga 2 ebonit taglikka o‘rnatiladi (qopqoq idishga 2 boltlar bilan buraladi, qopqoq va idish o‘rtasida qistirma qo‘yiladi yoki qopqoq idishning 2 aylana shaklida teshigiga kiritiladi). Shuning uchun kalorimetrlik idish 1 atrofida havo qobig‘i hosil bo‘ladi. Idish oson olinadigan maxsus taglikdagi suv termostatiga 4 joylashtiriladi. Termostat qopqog‘ida to‘rtta teshigi mavjud ularga Bekman termometri, plastina konusli aralashtirgich, elektr isitgich va to‘kish moslamasi qo‘yiladi (rasmda ko‘rinmaydi). Temometr va elektr isitgich ftor vodorodining suvda eritilgan zararli eritmasining ta’siridan saklash uchun plastina g‘ilofiga joylashtiriladi. Issiqlik o‘tkazishni yaxshilash uchun g‘iloflarga simob quyiladi.

Elektr isitgich shishada kavsharlangan konstanta simdan iborat. Plastika aralashtirgich kalorimetrik idishning yuqori qismidagi platina aralashtirgich tashqariga chiqib turgan sterjenli ebonit mufti bilan bog‘langan, metallga yuqoridagiga asosan issiqlik yuqolishi kamayadi. Termostatga kalorimetrik idishda ko‘rsatkichi Bekman termometrining ko‘rsatkichi bilan solishtiriladi. Bekman termometri qo‘yiladi.

Kalorimetrik idishdagi eritmaning haroratini o‘zgartirish xususiyatga muvofiq termostatdagi suv haroratini o‘zgarishi ushbu kalorimetrda termostatga teshik 11 orqali mos ravishda issiq yoki sovuq suv beriladi. Issiq suvni laboratoriya stolidan 1 m balandlikda joylashgan ikkinchi termostatdan (yoki oddiy isitgichdan) sovuq suvni vodoprovoddan beriladi. Suv oqimi kran bilan rostlanadi. Termostatdagi ortiqcha suv teshik 12 orqali chiqariladi. Termostatda suvni idish tubidan tortadigan va qopqoq oldidagi teshik orqali chiqariladigan propellyar aralashtirgich 13 bilan suv tez aralashtiriladi. Termostatda suvni elektr isitgich bilan isitish sovutgich bilan sovutish mumkin. Elektr isitgich va sovutgichni boshqarish kuzatish tizimi yordamida avtomatik ravishda amalga oshiriladi. Bunday adiabatik kalorimetrlarning konstruksiyasi bir nechta.

Kislota eritmasidan sementning erish tezligiga muvofiq platina aralashtirgich 8 aylanishining soni 300 dan 500 ay\min gacha o‘zgaradi, termostatdagi propeller aralashtirgich 1000 ay\minutiga doimiy tezlik bilan aylanadi.

Kalorimetrik tizimning issiqlik hajmi elektr isitgich 7 yordamida aniqlanadi. Akkumulatordan tok ampermetr orqali o‘tadi va isitgichga kelib tushadi. Tok kuchining doimiy bo‘lishiga erishish uchun dastlabki 10-15 minut davomida elektr isitgichning qarshiligi kabi qarshilikka ega polzunli reostatga beriladi, faqat shundan keyin tez o‘zgartirish bilan isituvchi spiralga 9 yo‘llanadi. Bir necha minutdan keyin (3-4 minut) tok o‘chiriladi va sekund o‘lchagich to‘xtatiladi. Spiral bilan parallel qilib zanjirga ulanib galvonometr bo‘yicha kuchlanish o‘rnatiladi. Issiqlik hajmini aniqlash kalorimetrni ajratmasdan sementni eritish bo‘yicha tajriba tugagandan keyin o‘tkazish tavsiya qilinadi.

Tajribani o‘tkazishda magniylangan va quritilgan sementdan 0,25-0,50 tahlil uchun tortib olingan narsa trubkaga 10 joylashtiriladi va unda 15 minut to‘liq termostatlash uchun ushlab turiladi. Shundan keyin tajribaning vaqti boshlangan hisoblanadi.

Dastlabki davrda 30 sekund interval bilan haroratni o‘n bir marta hisoblanadi. Eritma harorati 0,001 °S gacha aniqlik bilan Bekman bo‘yicha o‘lchanadi. Kalorimetr idishga o‘n bir marta ulchangandan keyin sementning tahlil uchun olingan naveskasi kalorimetrik idishga kiritiladi. Shundan keyin haroratni tez oshishi bilan xarakterlanadigan tajribaning asosiy davri boshlanadi, haroratning oshishi tugagunga qadar davom etadi. Harorat asta-sekin tushishining oxirida o‘nta o‘lchashlar o‘tkaziladi. Sement erishining ko‘rsatilgan miqdori, taxminan eritmaning 200 ml.da haroratning oshishi 0.7-1.5^{0}S ni tashkil qiladi.

Mikrokalorimetrlar ko‘p miqdorda bo‘lmagan boglovchi materialning gidratatsiyasida (gramm bo‘lagi) turli konstruksiyadagi mikrokalorimetrdan foydalaniladi.

1.18-rasmda sement bilan gidratatsiyalanadigan issiqlik ajralishining namunaviy egri chizig‘i keltirilgan. Issiqlik ajralish kinetikasi murakkab bog‘liqlik bilan xarakterlanadi. Gidrotatsiyaning birinchi bir necha minut issiqlik ajralish tezligi juda yuqori bo‘ladi (I pik), keyin uning kattaligi tez, nolgacha tushib ketadi. Boshlang‘ich ravishda issiqlikning intensiv ajralishi sementning S_3A tez gidratatsiyasi va namlanishning issiqlik effekti hosil bo‘lishi bilan bog‘liq bo‘ladi. Gidratatsiyaning tezligining kamayishi va kam miqdorda issiqlik ajraladigan davrning yuzaga kelishi sement bo‘lagining yuzasida gidratatsiya mahsulotidan zich qobiqning hosil bo‘lishi sabab bo‘ladi. Shu davrda gidratatsiya uchun zarur bo‘lgan suv plenka orqali differendlanadi va kimyoviy reaksiya tezligi N_2O molekulalar diffuziya tezligi bilan limitatsiya qilinadi. Asta-sekin plenkaning butligi buziladi, suv molekulalari gidratatsiyalanmaydigan bo‘lakning yuzasiga oson erishadi va issiqlik ajralish tezligi (mos ravishda gidratatsiya) keskin oshadi. Issiqlik ajralish egri chizig‘ida ikkinchi maksimum (II pik) yuzaga keladi. Induksion davrning davomiyligi odatda, bir necha soatni tashkil etadi (taxminan 1-4 soat), issiqlik ajralishning ikkinchi maksimumiga erishish vaqti gidratatsiya boshlangan vaqtdan boshlab 6 dan 12 soatgacha chegaralarda joylashadi.Ikkinchi maksimum sement massani qamrab olinishiga mos keladi. Gidrotatsiyaning keyingi (II pikdan keyin) davri issiqlik ajralish tezligining asta-sekin kamayishi bilan xarakterlanadi. Bu birlik vaqtda uning soni kamayishi natijasi kabi boshqa sabablar bo‘yicha yuzaga keladigan biritiruv ta’sir qiluvchi bo‘lakning asta-sekin kamayishi bilan bog‘liqdir. Ayrim xollarda issiqlik ajralish egri chiziqlarda, tadqiqotchidarning ta’kidlashicha,

alyuminatlar gidrotatsiyasi va ularning gidratlari o‘zgarishi bilan bog‘liq bo‘lgan issiqlik ajralishining uchinchi maksimumi yuzaga keladi. Ularda bo‘sh gipsning yetishmasligi bilan xarakterlanadigan sementlarda u yuzaga keladi. Odatda, uchinchi pik issiqlik ajralish egri chizig‘ida aniq qayd qilinmaydi.

1.8. Materiallardagi g‘ovaklar tuzilishini aniqlash usullari

Sun’iy va tabiiy qurilish materiallarining ko‘pchiligi go‘vakli kappilyar jismlar bulib, ularning strukturasi buyumlarning ko‘pgina fizik-texnik xossalariga; mustaxkamligi, kattikligi, termomustaxkamligi, issiqlikni va tovushni o‘tkazuvchanligi, sovukka bardoshligiga va boshkalarga katta ta’sir kursatadi.

Go‘vak jismlardagi bo‘shliqlar shaklining xilma-xilligi bilan ifodalanadi, birok ularning xammasi bir kancha asosiy guruhlarga ajratilish mumkin: berk, kanal hosil kiluvchi va boshi berk guruhlar. Berk go‘vaklar asosan yumaloq shaklda va ajralgan holda bo‘ladi.

Kanal hosil kiluvchi go‘vaklar ikkala uchi ochiq bo‘ladi; ular to‘g‘ri, egri-bugri yoki ilon izi va xalqasimon shaklda bo‘ladi. Bunday go‘vaklar materiallarda g‘ovak kanallari hosil qiladi. Uchi berk bo‘shliqlar bir uchi ochiq bo‘ladi: ular ham turli xil shaklga ega bo‘lishi mumkin: to‘g‘ri, ilon izi va xalqasimon (1.19-rasm).



1.19-rasm. Go‘vakning asosiy shakllari:
(A.S. Berkman va I.G. Melnikova ma’lumotlari bo‘yicha): a-yopiq yoki berk go‘vaklar; b-ochiq kanal hosil qiluvchi go‘vaklar; g-tupikli go‘vaklar; 1-to‘g‘ri; 2-chuvalchangsimon; 3-halqasimon.

Bo‘shliqlar odatda materialda tartibsiz joylashadi, ular bir-biri bilan kushilib ketib, ulanib xam keladi. Shuning uchun go‘vak kanallar uzunligi buyicha kesim yuzi uzgaruvchi nixoyatda murakkab tuzilishga ega. Bir qator sun’iy va tabiiy qurilish mkteriallari sergo‘vak – kapillar jism bo‘lib hisoblanadi, uning tuzilmasi buyumlarning ko‘pgina fizik – texnik xususiyatlariga bir muncha (ko‘pincha xal qiluvchi) ta’sir ko‘rsatadi: mustaxkamlik, qattiqlik, termomustaxkamlik, issiqlik va tovush o‘tkazuvchanlik, sovuqqa bardoshlilik va hokazo.

1.8.1. Zichlikni aniqlash

Gidrostatik usul bilan hajmiy og‘irlikni aniqlash.

Sinov uchun mo‘ljallangan namuna (kub 3x3x3 sm va h.k.) qattiq shetka bilan changdan tozalanadi, 100-110 ^{o} S doimiy og‘irlikkacha quritiladi va 0.01 g.gacha aniqlik bilan o‘lchanadi. Namuna maxsus asbob – yong‘inga chidamli ilmiy – tadqiqot instituti konstruksiyasining vakuum katagida vakuum ostida suv bilan to‘ldiriladi. Asbobning katagida (metall stakanda), nasos yordamida 15-20 mm. sim. ust. Elektr zaradsizlanishishi hosil qiladi, keyin esa, stakanga namuna to‘liq yopilguncha suv quyiladi. Stakan suv bilan to‘lgandan keyin kran yordamida atmosfera bilan qo‘shiladi (havoga chiqariladi). Shu bilan namunani suv bilan to‘ldirish tugaydi. Tajribaning to‘liq vaqti 8-10 minutni tashkil qiladi.

Namunaning hajmiy og‘irligini aniqlash gidrostatik og‘irlik va suyuqlikli idishdan iborat qurilmada amalga oshiriladi. Idishdagi suv idishlar o‘z muvozanatining buzilishini oldini olishda aniq darajagacha quyilgan bo‘lishi kerak. Suv bilan to‘ldirilgan stakandan olingan namuna setkaga yoki ingichka simdan yasalgan xalqaga joylashtiriladi, suvli idishga tushiriladi va suvda og‘irligi o‘lchanadi.

1.8.2. Simobli porometriya usuli bilan go‘vaklikni aniqlash

Materiallarning go‘vakli-kapilyar tuzilmasini simob xususiyatiga asoslangan simobni siqish usuli bilan tadqiq qilish ko‘pgina qattiq jismlar namlanmasligiga asoslangan. Qattiq jismning g‘ovaklari va kapilyarlarini simob bilan yoki namlanmaydigan suyuqlik bilan to‘ldirilganda, simobning yuzasini tortilishida va xo‘llashning kosinus burchagiga go‘vak perimetri ifoda birligining miqdoriga teng qarshilikka erishiladi.

$$F_p=-n\tau\cos\theta \quad \text{yoki} \quad F=-\tau\cos\theta$$

bu yerda:- F g‘ovak kesimining maydoni, sm2; R- tashqi bosim (simob bosimi) kgs/sm2; n- g‘ovak perimetri, sm; a – simobni yuzaki tortishi, din/sm2; θ –xo‘llash burchagi, grad.

G‘ovak kesimi maydonining (R) uning perimetriga (n) nisbati gidravlik radiusidan 2 iborat, u istalgan kesim shakli kavagining eyevivalenti radiusining yarmiga teng:

$$r_r=\frac{F}{n}=\frac{\pi D^2}{\frac{4}{\pi D}}=\frac{D}{4}=\frac{r_{экв}}{2}.$$

Aylana kesimiga ega g‘ovak uchun tenglama quyidagi ko‘rinishiga ega:

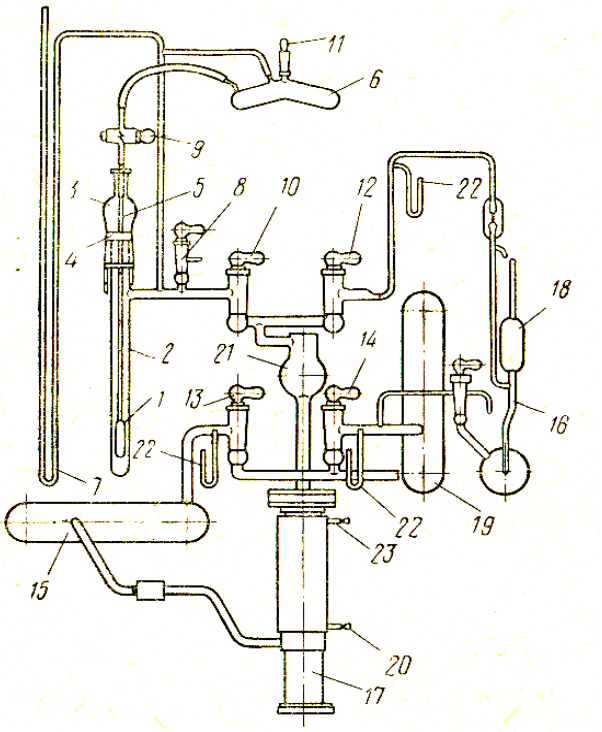
$$r_{экв}=-\frac{2\sigma\cos\theta}{p}.$$

Bosim oshishi bilan simob materialning barcha mayda kapillariga singib ketadi. Simobli pirometrik qurima P-3 m quyi va yuqori bosim poromerlardan iborat. Uning yordamida 25 dan 350000 gacha g‘ovaklarning ekvivalent radiusi bilan g‘ovakli jismlar dasturini aniqlash mumkin va tadqiq qilinayotgan jismlarning ko‘ringan va haqiqiyo solishtirma o‘g‘irlik kattaligi asosida radiuslar bo‘yicha g‘ovaklarni taqsimlash hisoblab chiqiladi.

Quyi bosim poromerlarda (atmosferadan past) 15-350 mkda va biroz mukammallashtirilganda-900 mk gacha g‘ovaklar o‘lchami aniqlanishi mumkin.

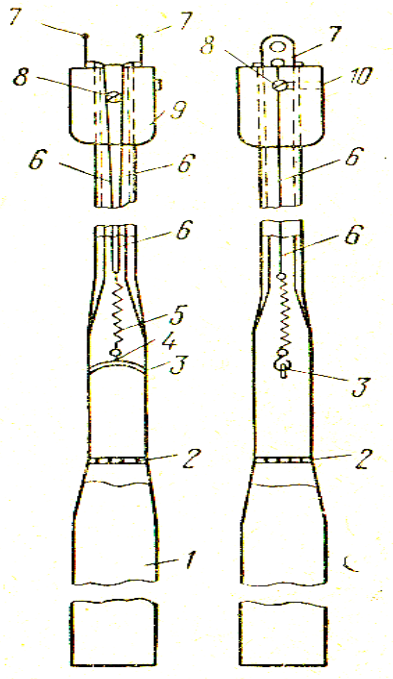
Quyi bosim poromerning asosiy qismi (1.20-rasm) bo‘lib shisha dilatometr 1, simobning bosimini aniqlash uchun monometrik tizim, farvakuum va diffuzion monometrlar, diffuzion nasos elektrpechka va simob uchun idish hisoblanadi. Poromerning shisha qismi, monometrlar, diffuzion nasos va isitish pechi metall karkasga montaj qilingan quyi bosim poromeri rubashkali po‘lat silindr, moyli nasos, uchta monometr, ultra termostat, doimiy tok ko‘prigi va dilotorotrdan iborat. Poromer maxsus idishdabosim 60-70 kgs/sm2 ga siqilgan gaz-azot yordamida, juda yuqori bosimga moyli nasos poromer silindrining og‘zida dam berish yo‘li bilan erishiladi.

Yuqori bosim poromeridagi dilatometr quyi bosim poromerdagi dilatomerdek. Shuning uchun quyi bosim poromerida atmosfera bosimiga erishilgandan keyin dilatmetr yuqori bosim poromerga o‘tkaziladi va po‘lat maxsus idishga joylashtiriladi. Bunda dilatometr kontakti doimiy tok ko‘prigiga ulangan maxsus idishning bekituvchi kallak kontaktlariga ulanadi.



1.20-rasm. Quyi bosim paromerning sxemasi: *1-dilatometr; 2-shisha silindr; 3-molibden sim uchi; 4-shayba; 5-simob uzatish uchun kapilyar; 6-simob uchun idish; 7-manometrik truba; 8,9,10,11,13, 14-kraplar; 11-probka; 15,19-forbalon; 16-Mak Leoza monometri; 17-diffuzion nasos; 18-manometr; 21-simob bug‘larini tushirish joyi; 22-simob monometrlar; 23-suvni tushirish uchun shtutser.*

Keyinchalik namunaning g‘ovaklariga kirgansimob hajmini hisoblash imkoniyatiga ega bo‘lishi uchun, dilotometr kapillaridagi konstantani bilish zarur. Dilatometr – bu shisha truba (1) bo‘lib, uning ichiga tekshirilayotgangan namunalar joylashtiriladi. (rasm 1.21.).



1.21- rasm. Shisha dilatometri: *1-shisha kapsyula (truba); 2-shishali to‘r; 3-shishali ulagich; 4-nixromli ilgak; 5-nixromli prujina; 6- platinali sim; 7- kontaktlar; 8- vintlar; 9- organik shishali kallak; 10-tirgovich vint.*

Dilatometrning elektr zanjiri tekshiriladi, bekituvchi kallak bilan maxsus idish yopiladi va birinchi o‘lchash ishlari amalga oshiriladi elektr zanjir kapilyarining boshlang‘ich qarshiligi aniqlanadi. Keyin “azot” va “moyli tushirish” kranlari tushiriladi, kranlar ochiladi va azotli ballon hamda shtutserga trubkali strubsina ulanadi. Azot 50 kgs/ sm^2 bosimgacha maxsus idishga asta -sekin beriladi, bu monometr ko‘rsatgichda ko‘rinadi. Bunda “azot” krani yopiladi va elektr zanjirning qarshiligi (Ri) o‘lchanadi. Maxsus idishda 80 kgs/sm^2 gacha bosim azot yordamida oshiriladi. Azot bosimi foydalangandan keyin ballondagi “azot” krani yopiladi va knopkani bosish yo‘li bilan moyli nasos yoqiladi. 200 kgs/sm^2 gacha bosimning oshishi 250 kgs/sm^2 uchun ikkinchisi monometri bo‘yicha, keyingi bosimning P oshishi 4000 kgs/sm2 uchun uchinchi monometri bo‘yicha nazorat qilinadi. Har bir tanlangan bosimda elektr zanjirning qarshiligi R_n o‘lchanadi.

1.9. Dispersli tizimlarni tekshirish usullari

Maydalash jarayoni ko‘pchilik qurilish materiallarini ishlab chiqarishda asosiylardan biri hisoblanadi. Ular ichiga sement, ohaktosh, ohak, gips, qurilish plastmassalarining turli to‘ldirgichlari, kvarsli qum va boshqalar kiradi.

Hozirgi vaqtda laboratoriya tekshiruvlarida va zavod nazorati uchun qo‘llaniladigan dispersli materiallar, shu jumladan, qurilish materiallarining tahlili turlichadir.

Ba’zi xollarda zarralarning o‘lchamlari buyicha taqsimlanishi, boshqa hollarda zarralarning o‘rtacha ulchami yoki solishtirma yuzasini bilish muhimdir. Disperslik tavsiflari o‘ziga xosdir. Dispers tahlil usullari bevosita va bilvosita usullarga bo‘linadi. Bevosita usullarga qandaydir shkala yordamida zarralar o‘lchamlarining bevosita o‘lchashlari kiradi. Bu guruhga mikroskopik va elastik tahlil, pona va oddiy yoki avtomatlashtirilgan mikrometr bilan mexanik o‘lchash usullari kiradi. Bilvosita usullar guruhiga zarralar o‘lchamlari yoki ularning shakllari bilan bog‘liq bo‘lgan qandaydir belgi bo‘yicha aniqlanadiganlar kiradi. Bu guruhga sedimentatsiyali tahlil elektr maydonidan zarralarni hisoblash va kalibrlash usullari, solishtirma yuzani o‘lchashning barcha usullari va ko‘pgina boshqa usullar kiradi.

Dispers tahlilni mukammalashtirishning ikki yo‘nalishini belgilash mumkin. Ulardan biri ma’lum usullar va asboblarni modernizatsiya qilish (zamonaviylashtirish) va yangilarini ishlab chiqarishdir.

Ikkinchi yo‘nalish texnologik liniyadagi disperslikni nazorat qilish uchun mo‘ljallangan usul va qurilmalarni qamrab oladi. Disperslik uzluksiz yoki davriy ravishda o‘lchanadi, olinadigan axborot esa bevosita avtomatik boshqaruv tizimiga kiritiladi. Elakli tahlilning mohiyati tekshirilayotgan material namunasini elaklar to‘plamidan o‘tkazish va boshlang‘ich namunaning og‘irligiga nisbatan ulardan har birida qoldiqning foiz tarkibini belgilashdan iborat.

Mikroskopik tahlil foizda ifodalangan ushbu o‘lcham zarralari sonining nisbiy tarkiblarini olish mumkin.

Granulometrik tarkib sedimentatsion ma’lumotlar bo‘yicha quyidagi kattaliklardan birining berilgan balandligida vaqt bo‘yicha o‘lchash bilan aniqlanishi mumkin: qattiq fazoning konsentratsiyasi, suspenziya va cho‘kindi og‘irligining zichligi.

Suspenziya konsentratsiyasi yorug‘likning sochilishi va yutilishi bo‘yicha, radioaktiv nurlanishlarning yutilishi va bir qancha boshqa usullar bo‘yicha vaqtning qayd qilingan oraliqlari orqali probalarni tanlash yo‘li bilan o‘lchanadi. Havoni o‘tkazuvchanlik bo‘yicha solishtirish yuzani aniqlash kukunlarni dispersli tahlil qilishning eng tarqalgan usuli hisoblanadi. Usul apparatura bilan bezashning soddaligi,o‘lchashlarning tezligi va hisob ishining yengilligi bilan farqlanadi.

Havoni o‘tkazish usuli bilan zarralar va agregatlarning tashqi solishtirma yuzasi o‘lchanadi, bu ularning o‘rtacha o‘lchamini topish imkonini beradi.

Adsorbsiya usullari mikro g‘adir-budurligi va ichki g‘ovaklarni hisobga olgan holda to‘liq solishtirma yuzaning qiymatini topish imkonini beradi.

Qattiq jismlarni maydalash usullari va bu maqsad uchun qo‘llanadigan mashinalar ancha ko‘p va xilma-xildir. Yuqori dispersli kukunlarni tayyorlash uchun tegirmon va separator majmuasidan iborat bo‘lgan uskunalardan foydalaniladi. Separatorning vazifasi – talab qilinayotgan mayda fraksiyani ajratish va qo‘pol fraksiyani maydalashga qaytarish.

Sanoatda ham, laborotoriya amaliyotida ham maydalash uchun to‘rt turdagi tegirmonlar qo‘llanadi: aylanuvchi, barabanli, sharli,tebranma, dezintegratorli va oqimli. Keyingi yillardagi tekshiruvlar shuni ko‘rsatadiki, qattiq jismlar yemirilishi, ularning mustaxkamligi va mo‘rtligiga ichki bo‘shliqlarning tashqi yuzalarida kimyoviy yoki jismoniy yutilgan ba’zi suyuqliklar katta ta’sir ko‘rsatadi.

Maydalanadigan materiallarning yuzlarida yutilgan suyuqliklar malekulalari materiallarning mustaxkamligi va mo‘rtligini o‘zgartiradi. Shuningdek, zarralarning o‘zaro va jismlar o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik ham maydalash jarayoniga ancha ta’sir ko‘rsatish mumkin.

1.9.1. Disperslik darajasini aniqlash

Boglovchi moddalar dispersligining darajasi quyidagilar bilan xarakterlanadi: elakli tahlil bilan aniqlanadigan tortishning botib ketishligi , yuzani o‘lchagich, separatsion va sedimentatsion qurilmalar va boshqa apparatlar yordamida aniqlanadigan solishtirma yuza va donali tarkib bilan boglovchi moddalar zarralari yuzasini o‘lchash, shakli va morfologik xossalari optik yoki elektron mikroskoplar yordamida aniqlanishi mumkin.

Sement kukunlarning kerakli dispersligiga tegirmonlarda tortish yo‘li orqali erishiladi, bu holda keyingilarning ishlab chiqarish unumdorligi ko‘p darajada maydalanadigan materiallarning tortilish qobiliyatiga bog‘liq. Portandsementli klinker uchun tortilish qobiliyati asosan mineral tarkibga ko‘ra belgilanadi. Uch kalsiyli silikatli yuqori tarkibga ega bo‘lgan klinker ikki kaliyli yuqori tarkibga ega bo‘lgan klinkerga nisbatan kerakli darajadagi tortishgacha ancha tezroq maydalanadi. Tortishdan keyin donlar yirikligi sementning asosiy xossalariga katta ta’sir ko‘rsatadi. Mexanik mustaxkamlik uchun nafakat donlarning kichik o‘lchami, balki olinadigan portlandsementning donli tarkibi (turli o‘lchamdagi donlar nisbati) ham ahamiyatga egadir.

Sement kukunini elaklar to‘plamidan elash yo‘li bilan amalga oshiriladigan elakli tahlil sement granulometriyasini tavsiflamaydi, chunki standartlar tomonidan qabul qilingan eng ingichka elakdagi qoldiq ko‘ndalangiga 0,08 mm dan yirikroq donlardan iborat. Bundan ham ingichka elaklardan foydalanganda ham 0,04 mm dan yirik donlardan iborat qoldiq hosil bo‘ladi. Shuning uchun elaklardagi qoldiqning aynan bir xil kattaligida kichik o‘lchamdagi donlarni taqsimlashdi ancha tebranishlar bo‘lishi mumkin. Sementning yanada aniqroq donli tarkibini separatsion va sedimentatsion qurilmalarda aniqlash mumkin.

Disperslik darajasining tavsifi uchun sement kukunining solishtirma yuzasini aniqlash maqsadga muvofiqdir. Aynan bir xil klinkerdan tayyorlangan turli xil tortuvchi apparatlar yordamida elakli tahlil bilan belgilangan tortishning bir xil

maydalik darajasiga yetkazilgan sementlar turli solishtirma yuzaga va mayda zarralar tarkibiga ega bo‘lishi va natijada o‘zlarining bir qator xossalari bo‘yicha bir-biridan farqlanishi mumkin. Solishtirma yuza sementning ancha muhim xarakteristikasi hisoblanadi, chunki sementning qotishida yuz beradigan reaksiyalar jadalligi sement kukunining yuzasining kattaligiga bog‘liq.

1.9.2. Elakli tahlil usuli

Elakli tahlil ishlab chiqarish nazoratida, shuningdek, zavodning va ilmiy-tekshirish laborotoriyalarida o‘tkaziladigan turli tekshirishlarda kukunsimon materiallarni tortishning maydaligini aniqlash uchun qo‘llanadi. Elaklardan materialni, shuningdek, muayyan yiriklikdagi donlar bilan fraksiyalarni ajratish zarur xollarda ham foydalaniladi. Bu ishlarning xammasi uchun kvadrat teshikli standart normalashtirilgan metall elaklardan foydalaniladi. Elaklarning turli belgilanishlari mavjud: to‘rning raqami,1 sm kvadrat to‘r uchun yacheykalar teshiklarining miqdori bilan, 1pog. sm. uchun teshiklar miqdori bilan va boshqalar.

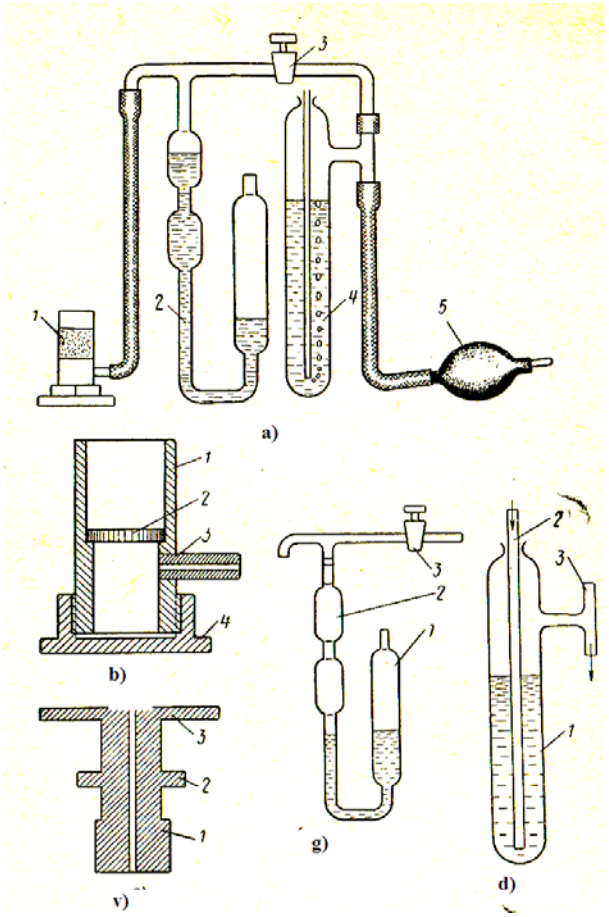
Elakli tahlil oddiyligi bilan farqlanadi, ammo u yetarli darajada aniq emas, chunki donlarning haqiqiy o‘lchami to‘g‘risida tasavvur bermaydi. Agar donlar shakli qat’iy sharsimon bo‘lsa, donlarning chiziqli o‘lchami elak teshiklarning o‘lchamlari bilan aniq kelar edi, ammo haqiqatda esa donlar noto‘g‘ri shaklga ega va elakning teshigi orqali uzunligi yacheyka o‘lchamidan katta bo‘lgan cho‘ziq shakldagi don o‘tishi mumkin. Demak, elakli tahlil natijalari donlarning o‘rtacha emas, eng kichik o‘lchamiga asoslangan, va materialning haqiqiy yirikligi xar doim elakli tahlil aks ettiruvchi o‘lchamdan kattaroqdir. Bundan tashqari, elak orqali yumshoq materiallarni o‘tkazganda ishqalanish natijasida mayda changsimon zarralar miqdori ko‘payadi.

1.9.3. Havoni o‘tkazish usuli orqali solishtirma yuzani aniqlash

Sementlarning solishtirma yuzasini aniqlash usuli hajm birligidagi bo‘shliqlarni muayyan tarkibigacha zichlashgan ko‘ndalang kesimning belgilangan qalinligi orqali so‘riladigan havoga ko‘rsatiladigan qarshilikning o‘lchashga asoslangan. Sementning solishtirma yuzasini havoni o‘tkazish metodi bilan aniqlash GOST 310-60 ga muvofiq olib boriladi. Sementning solishtirma yuzasini aniqlash uchun yuzani o‘lchagich (1.22a-rasm) beshta asosiy qismdan iborat: 1-gilza,

2-manometr-aspirator, 3-kran, 4-siyraklashtirish rostlagichi va 5-siraklashtirish manbasi (nok (grusha) yoki suv oqimli nasos).

Sinalayotgan sement joylashtiriladigan gilza (1.22, b-rasm) ichki diametri 25,2± 0,1 mm va ko‘ndalang kesimining maydoni 5sm2 bo‘lgan po‘lat trubkadan iborat. Gilzaning quyi qismida 2-perforatsiya qilingan disk joylashtirilgan maxsus joy yo‘nilgan. Perforatsiya qilingan disk darajasidan quyida gilzani asbobga ulash uchun xizmat qiladigan 3-trubka mavjud. Gilza 4-tag qismining halqasiga o‘rnatiladi. Sement qatlami joylashtiriladigan perfaratsiya qilingan disk uning butun maydoni bo‘yicha tekis taqsimlangan, diametri 1,2mm bo‘lgan 88 ta teshikli, qalinligi 2mm li metall plastinkadan tayyorlanadi. Plunjer (1.22, v-rasm) gilzadagi sement kukunini zichlashtirish uchun xizmat qiladi va 1-korpus, korpus bilan birga bitta metall bo‘lagidan yo‘nilgan 2-tirkali xalqadan va 3-dastakdan iborat. Plunjer o‘qi bo‘ylab havoning o‘tishi uchun kanal o‘tkazilgan. Plunjer 0,1mm li tirqish bilan gilzaga moslashtirilishi kerak. Plunjerning quyi tekisligi uning vertikal o‘qiga perpendikular bo‘lishi kerak. Tirakli xalqa plunjerning quyi tekisligidan shunday balandlikda bo‘lishi kerakki, plunjerni gilzaga kiritishda xalqaning gilzaning yuqoridagi chetlariga tegishigacha plunjer quyi tekisligi va perforatsiya qilingan disk o‘rtasidagi masofa 15± 0,5 mm ni tashkil etishi kerak.



1.22–rasm. Sementning solishtirma yuzasini aniqlash uchun asbob:*a–umumiy ko‘rinish; b–gilza; v–plunjer; g–manometr-aspirator; d–siraklashtirishning gidravlik rostlagich.*

Manometr – aspirator (1.22,g-rasm) suv bilan to‘ldirilgan shisha idishdan iborat va kukun qatlami orqali havoning so‘rilishini chaqiruvchi siyraklashtirishni hosil qilish, shuningdek, bu siyraklashtirishni o‘lchash uchun xizmat qiladi. Manometr-aspiratorning ichki diametri – 5mm atrofida, balandligi – 250 mm. Manometrning bir tirsagi ochiq, 2-gilza va siyraklashtirish rostlagichiga ulanadi. Manometrning bu tirsagida ikkita kengaytirish mavjud: yuqoridagi katta solishtirma yuzasini

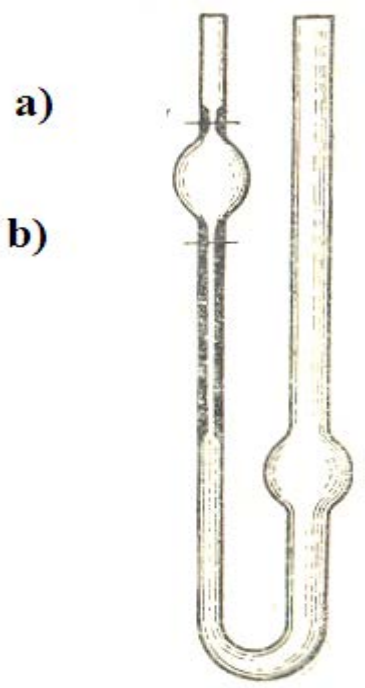
o‘lchash uchun mo‘ljallangan, quyidagisi kichik solishtirma yuzaga ega sement kukunlarining solishtirma yuzasini o‘lchash uchun mo‘ljallangan. Kengaytirishlardan yuqorida va quyida belgilar mavjud. Bundan tashqari quyidagi belgilar tushirilgan: manometr-aspirator suyuqlik bilan to‘ldiriladigan nolinchi belgilar va o‘lchashni boshlashdan avval suyuqlik darajasi ko‘tarilishi kerak bo‘lgan yuqoridagi belgi. Manometr-aspiratorni siyraklashtirish rostlagichidan uzib qo‘yish uchun 3-kran xizmat qiladi. Siyralashtirishning gidravlik rostlagichi (1.22, d-rasm) osh tuzining to‘yingan eritmasi bilan to‘ldirilgan shisha idishdan iborat. Idishga havoning kirishi uchun 2-shisha nay (trubka) va asbobga ulanish uchun 3-nay (trubka) biriktirilgan. Rostlagich shunday darajaga to‘ldiriladiki, siylaklashtirish hosil qilingandan monometr-aspiratorning yopiq tirsagidagi suyuqlik ikki nuqta bilan belgilangan nuqtagacha ko‘tarilishi kerak. Siyraklashtirish suv oqimi nasos yordamida hosil qilinadi. Bunday nasos bo‘lmaganda bitta yo‘nalishda havoning harakatlanishi uchun klapanlari bo‘lgan oddiy (grusha) – aspiratordan fodalanish mumkin. Sinovdan oldin sement 09-sonli elak orqali o‘tkaziladi va 25 g. Og‘irligidagi modda 105-110 ^{0}S da 2 soat mobaynida quritish javonida quritiladi. Gilza va asbob ulanishlarining germetikli tekshiriladi, buning uchun gilzaning usti rezina tiqin bilan zich yopiladi, manometr-aspiratorda siyraklashtirish hosil qilinadi va kran (jo‘mrak) beriktildi. Gilzalar va ulanishlarning to‘liq germetikligida manometr-aspiratordagi suyuqlik darajasi pasaymasligi kerak. Aks holda havoning so‘rilayotgan joyini topib, to‘liq germetiklikka erishish kerak.

1.9.4. Sedimentatsion tahlil

Kukunlarning granulometrik (donli) tarkibini aniqlashning bevosita usuli bo‘lgan sedimentatsion tahlil suyuq muhitda donlarning tushish tezligi ularning o‘lchamlariga bog‘liq holda o‘zgarishiga asoslangan. Bu usuldan foydalanishda suyuqlikning tanlanishi katta ahamiyatga ega. Bu maqsadda eng ko‘p suv qo‘llaniladi, ammo sement donlarini fraksiyalarga ajratish uchun suv yaroqsizdir, chunki u sementni gidratatsiya qilib unga faol ta’sir ko‘rsatadi. Shuning uchun sementlar uchun sedimentatsion suyuqlik sifatida absolut spirt, benzin yoki kerosin qo‘llanadi. Loy, ohaktosh, qum va boshqa xom-ashyoviy materiallarning sedimintatsion tahlilida suvdan yoki qovushqoqlik oshiruvchi suvning boshqa

suyuqliklar bilan aralashmasidan masalan, suvning gletsirin bilan aralashmasidan foydalanish mumkin.

Sementning sedimentatsion tahlilini 0 dan 500 mg gacha shkalali torzion tarozilarda kerosinda cho‘kib qolgan kukunni uzluksiz tortish yo‘li bilan o‘tkazish mumkin. Aniqlashdan avval kerosinning dinamik qovushqoqlik va zichligini belgilash kerak. Gidrotatsiyani istisno etish uchun, dastlab kerosin 2-3 kechayu kunduz mobaynida qizdirilgan xlorli kalsiyda (1 l kerosin uchun 200 gr xlorli kalsiy) tindirilishi kerak. Suvsizlantirish tugatilganidan keyin kerosin filtrlanadi va sedimentatsiyani o‘tkazish haroratida uning zichligi va dinamik qovushqoqligi (keyingi hisoblar uchun zarur bo‘lgan) aniqlanadi. Aniqlashlar imkoni bo‘yicha aynan bir xil haroratda masalan, 20 S da olib borilishi kerak. Agar qovushqoqlik ostvald viskozimetri bilan o‘lchansa (1.23-rasm) avval ma’lum qovushqoqlikka ega standart suyuqlik tugaganda asbob kostantasi aniqlanadi. Agar standart va tekshirilayotgan suyuqliklarning zichligi qiymatlari bo‘yicha teng yoki yaqin bo‘lsa, bu konstanta tekshirilayotgan suyuqlikni qovushqoqligi to‘g‘ri aniqlash imkonini beradi. Standart suyuqlik sifatida suvdan xam foydalanish mumkin, agar kapillar diametri 0,6 mm ga teng yoki kichik bo‘lsa. Aks holda boshqa yanada qovushqoq suyuqliklardan foydalanish mumkin.



1.23 – rasm. Ostvald viskozimetri.

Agar material suv bilan aktiv tarzda o‘zaro ta’sir etsa (ohak, sement va b), unda suv o‘rniga unga nisbatan inert suyuqligi o‘ringa olinadi (suvsiz kerosin, benzin, benzol va b). Bunday holatda, tenglamaga koeffitsiyent a kiritiladi suvning bu yerda: v-solishtirma og‘irlig, g/ sm^3; ud. J-suyulikning solishtirma og‘irligi, g/sm^3.

II BOB. MATERIALLARNING MUSTAHKAMLIK VA DEFORMATSION TAVSIFLARINI ANIQLASH

2.1. Qisqa muddatli siqish va cho‘zishda betonning mustahkamlik va deformatsion tavsiflarini aniqlash

Betonning mustahkamlik xossalarining asosiy tavsifi uning siqilishiga bo‘lgan kubchali mustahkamliligi hisoblanib, bu o‘lchami 15x15x15 sm ga teng bo‘lgan, yig‘ma temir-beton buyumlarning mazkur turlari uchun va loyiha hujjatlarida monolit konstruksiyalar uchun davlat standartlari yoki texnik shartlarda ko‘rsatilgan muddatlarda tayyorlangan va sinalgan etalon namunalarni siqishda mustahkamlik chegarasini belgilaydi.

Nazorat namunalarini sinash GOST 101-80-90 «Betonlar. Namuna nusxalari bo‘yicha mustahkamlikni aniqlsh usullari»ga muvofiq amalga oshiriladi. Nazorat namunalarini tayyorlash va saqlash GOST 18105-86 «Betonlar. Bir jinslikni va mustahkamlikni nazort qilish va baholash»ga muvofiq amalga oshiriladi. Nazorat namunlari — kublarning o‘lchamlari beton namunalarining mustahkamliligiga ta’sir qiluvchi to‘ldirgich donlarining miqdori va yirikligiga bog‘liq holda belgilanadi.

Temir-beton konstruksiyalarni, betonlashda beton aralashmasining har bir qorishmasidan har bir seriyasidan uchta kubdan kamida uch seriya namuna — kub ajratib olinadi. Nazorat namunalarini sinash sinovchi gidravlik presslarda yoki universal sinov mashinalarida amalga oshriladi. Yuklanishni o‘lchash aniqligini oshirish uchun pressning quvvatini shunday hisob-kitob bilan tanlab olinadiki, bunda namunada ko‘rsatilayotgan kutilayotgan buzuvchi kuchlanish pressning chegaraviy kuchlanishining kamida 10% ini tashkil etsin.

Nazorat namunlarini sinovdan o‘tkazishning qat’iy tartibi bo‘lishi zarur: namunani pressga betonlash vaqtida chetida bo‘ladigan qirralari bilan o‘rnatiladi; yuklanishni uzluksiz va bir tekis, sekundiga 6 kg s/sm^2 (0,6 MPa) tezlikda brib boriladi. Yuklanishni bundan yanada tezroq oshirish mustahkamlik ko‘rsatichlarini ortishi tomoniga o‘zgartradi, ancha sekin oshirish esa — kamayishi tomoniga o‘zgartiradi. Nazorat namunalarining tayanch sirtlariga, namuna notekis o‘rab olinishining oldini olish maqsadida, tez tutib oluvchi gips yoki eritmasini quyish maqsadga muvofiq bo‘ladi.

GOST 10180-90 g muvofiq betonning siqishga tekshirilgan mustahkamlik chegarasining olngan qiymatlarini qirrasi 15 sm g teng bo‘lgan etalon kubning

mustahkamligiga keltirish zarur, shuning uchun qirrasi 15 sm dan farq qiladigan beton kublarning mustahkam chegarasi o‘tkazish koeffitsiyentiga ega.

Siqimda betonning mustahkamlik chegarasini yoki kub mustahkamliligi R ni har bir sinalgan namuna — kub uchun:

$$R = a\ (P/v)$$

formula bo‘yicha aniqlanadi, bu yerda: *a* — 15S15S15 sm o‘lchamli etalon namuna ku mustahkamligiga o‘tkazish koeffitsiyenti; *R* — buzuvchi yuklanish, kg s $(N)_3$ F — namunaning o‘rtacha ishchi yuzi, sm^2.

Etalon kub mustahkamligiga o‘tkazish koeffitsiyenti *a* turli o‘lchamdagi kublar uchun quyidagi qiymatlarni tashkil etadi:

7,07x7,07x7,07 sm 0,85
10x10x10 sm 0,91
15x15x15 sm 1,0
20x20x20 sm 1,05
30x30x30 sm 1,10

Etalon kub mustahkamligiga o‘tkazish koeffitsiyenti *a* turli xil o‘lchamdagi silindrlar uchun quyidagi qiymatlarni tashkil etadi:

diametri 7,14 sm va balandligi 14,3 sm 1,16
diametri 10 sm va balandligi 20 sm 1,17
diametri 15 sm va balandligi 30 sm 1,20
diametri 20 sm va balandligi 40 sm 1,24

Betonning mustahkamligini aniqlash uchun konstruksiyalardan burg‘ulab olingan yoki qirqib olingn namunalarni sinashga GOST ruxsat etdi. Xususan, bunda silindrlarning diametrlari 7,14; 10; 15 va 20 sm va balandligi mos ravishda 14,3; 20; 30 va 40 sm bo‘lishi kerak. GOST 10180-90 qirqib olingan silindrlar uchun sinov ntijalariga nisbatan ma’lum bir pasaytiruvchi koeffitsiyentlarni ko‘zda tutadi. Nazorat namunlarini sinashga tayyorlashda ularning geometrik o‘lchamlarini shtongensirkul yoki metall chizqich bilan 0,01 mm gacha aniqlik bilan o‘lchash, so‘ngra namunalarning massasini 0,5 g gacha aniqlik bilan aniqlash zarur.

Nazorat nusxalarini sinsh bo‘yicha barcha ma’lumotlar sinash bayonnomasining maxsus vedomostlariga kiritiladi. Agar mustahkamlikning o‘rtacha chegarasini aniqlashda namunalardan birining eng kichik natijasi keyingi katta

qiymatidan 20% dan ortiq farq qiladigan bo‘lsa, u holda o‘rtacha mustahkamlikni hisoblashda bu namuna iritilmaydi.

Betonning mustahkamlilik tavsiflaridan biri betonning prizmani mustahkamligi (R_b) = hisoblanadi, u balandligi asosining o‘lchamidan 4 baravar katta bo‘lgan prizmatik namunani siqishdagi mustahkamlik chegarasini (kg s/sm2 hisobida) angltadi. Prizmali mustahkamlikning, elastik modulining va Puassan koeffitsiyentining kattaligini aniqlash GOST 24452-80 ga muvofiq amalga oshiriladi. Sinovlarda beton to‘ldirgichining donalari yirikligiga bog‘liq holda o‘lchamlari 10x10x40 sm, 15x15x60 sm va 20x20x80 sm bo‘lgan namunalardan foydalaniladi.

Prizmali mustahkamlilik kubli mustahkamlikdan kichik bo‘lvdi, chunki namunaning balandligi ortishi bilan namunaning tayanch yoqlari va press plitalari orasida yuzaga keladigan ishqalanishning ahamiyati kamayadi, bu ishqalanish betonning ko‘ndalang cho‘zilish deformatsiyalarining rivojlanishiga qarshilik qiladi.

KMK 2.03.01–96 «Betonlar va temirbeton konstruksiyalar»ning talablariga muvofiq bajariladigan temirbeton konstruksiyalarining hisob-kitoblarida betonning prizmali mustahkamligidan foydalaniladi. Uni aniqlash aniqligiga qarab konstruksiyalarning ishonchliligi ko‘p jihatdan bog‘liq bo‘ladi.

Betonlarning kubli va prizmali mustahkamliklari orasidagi bog‘liqlik odatda laboratoriya sharoitlarida aniqlanadi. Bunda prizmali mustahkamlikning koeffitsiyenti aniqlanadi:

$$K_{bc}=R_b/R.$$

Turli tadqiqotchilar tomonidan $R_b=f(R)$ turdagi bog‘liqlik asosida kubli mustahkamlik bo‘yicha prizmali mustahkamlikni aniqlash uchun empirik formulalar taklif etilgan edi. Bu bog‘liqlikka muvofiq R_b ning o‘sishi R ga to‘g‘ri proporsional.

Masalan, A.A.Gvozdov bunday formulani taklif etdi:

$$R_b=\frac{1300+R}{1450+3R}$$

Bu formula bo‘yicha mustahkamligi 20,0–80,0 MPa bo‘lgan betonlar uchun R_b=(0,54+0,73)R bo‘ladi. B.G.Skramtayev tomonidan R_b=0,68R bog‘lanish, O.Ya.Berg va uning o‘quvchilari tomonidan esa R_b=0,783R bog‘lanish taklif qilingan. Me’yoriy hujjatlarda u mustahkamligi 30–60 MPa bo‘lgan betonlar uchun avval R_b=0,7R ko‘rinishd qabul qilingan edi, hozirgi vaqtda esa mustahkamligi

20–80 MPa bo‘lgan betonlar uchun R_b=0,54–0,63R. K_{bc} ning kattaligidagi bunday farq R_b kattalikka turli omillar — texnologik, geometrik va boshqalar jiddiy ta’sir ko‘rsatishidan dalolat beradi.

Nazoratdagi prizmatik namunalarni sinashda yon yoqlariga tenzometrlar, bazada indikatorlar yoki qarshilik datchiklari o‘rnatiladi, ular yordamida namunaning hamma yoqlari deformatsiyalarining tengligini (ε= (2+3)·10^{-5} chegarasida) kutilayotgan buzuvchi yuklanishlarning 10–20% ini tashkil etuvchi yuklanishlargacha surish va nazorat qilish yo‘li bilan namunani markazlash amalga oshiriladi. Beton elastikligining boshlang‘ich modulini aniqlash ustiga asboblar o‘rnatilgan o‘ta prizmali namunalar bo‘yicha olib boriladi. Betonning elastiklik modulini aniqlash uchun ko‘pincha yuklantirish sxemasi qo‘llaniladi, unga ko‘ra namunalar ko‘zda tutiladigan yuklanishning 10% idan teng bosqichlar bo‘yicha yuklantrib boriladi.

Har bir bosqichdan keyin 4–5 min mobaynida to‘xtab turish vaqti beriladi, bu vaqt ichida ikki marta (boshida va oxirida) asboblardagi deformatsiya ko‘rsatkichlari yozib olinadi. Bunday tartib (rejim) namuna buzilguncha saqlanadi va natijalarning aniqligi bilan o‘zini oqlaydi.

Betonning boshlang‘ich elastiklik moduli mazkur namunadagi betonning prizmali mustahkamliligining 30% iga teng kuchlanish qiymatida betonning me’yordagi kuchlanishlarining nisbiy deformatsiyalarga nisbati kabi aniqlanadi:

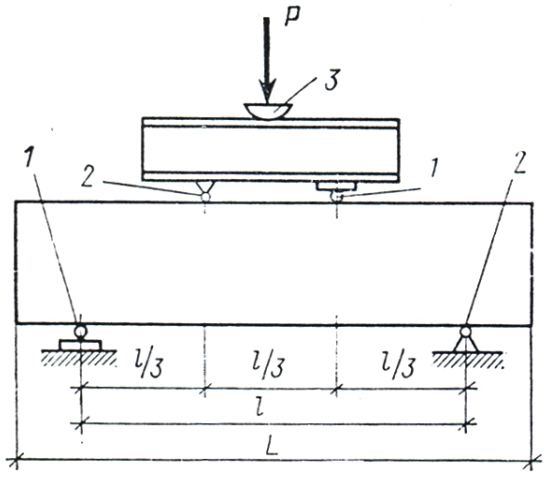
$$E_b=\sigma/\varepsilon \quad \sigma=0{,}3R_b \; da$$

Betonning cho‘zilishidagi mustahkamlik chegarasi (R_{bt}) ni aniqlash quyidagi usullar bilan amalga oshiriladi: beton namuna-to‘sinchalarni bukilishga sinash; namuna-kublar va namuna-silindrlarni ushatishga sinash. Bunday sinovlar tartibini ko‘rib chiqamiz.

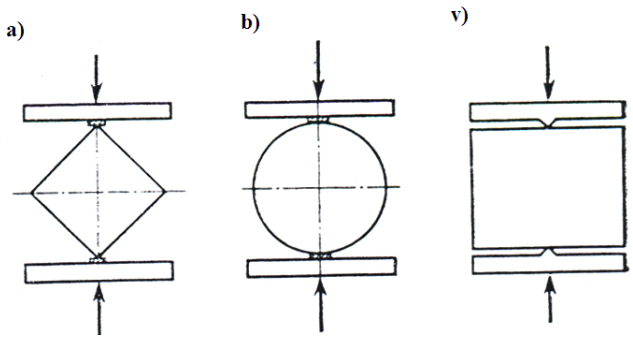
GOST 10180-90 ga muvofiq gorizontal holatda tayyorlangan beton namuna-to‘sinchalarning o‘lchamlari quyidagicha qabul qilinadi:

- 10x10x40 sm to‘ldirgich donalarining yirikligi 20 mm dan ortiq bo‘lmaganda;
- 15x15x60 sm to‘ldirgich donalarining yirikligi 40 mm dan ortiq bo‘lmaganda;
- 20x20x80 sm to‘ldirgich donalarining yirikligi 70 mm dan ortiq bo‘lmaganda.

Bunda, etalon namuna sifatida o‘lchamlari 15x15x60 sm bo‘gan to‘sincha qabul qilinadi. Namuna-to‘sinchalarning bukilishga sinash sxemasi va sinovchi qurilma tayanchlarining joylanishi 2.1-rasmda keltirilgan. Sinalayotgan namunning pastki tayanchlari orasidagi *l* masofa namunaning *L* uzunligi 40, 60 va 80 sm ga mos ravishda 30, 45 va 60 sm ga teng qilib qabul qilinadi. Sinovlar pressda yoki tayanch kataklar (biri — harakatlanuvi, ikkinchisi — qo‘zg‘almas) va namunaga yuklanishni uzatish uchun ikkita silindrik tayanchi bo‘lgan qattiq yuqori traversa ko‘rinishidagi maxsus sinovchi qsrilmasi bo‘lgan universal sinash mashinasida o‘tkaziladi. Diametri 25 va 30 mm bo‘lgan hamda uzunligi namuna-to‘sinchaning eniga teng tayanchlar qo‘llaniladi. Sinovlarni o‘tkazish uslubi va texnik talablar GOST 10180-90 da mufassal bayon qilingan. Namuna-to‘sinchani yuklantirish tezligi namunaning buzilishigacha sekundiga 0,5+0,2 kg s/sm2 (0,5+0,2 MPa) ni tashkil etdi.



2.1-rasm. Beton namuna-to‘sinlarni egilishga sinash sxemasi: *1–katok; 2–tebranuvchi silindr sharnir; 3–sferik sharnir.*



2.2-rasm. Betonning mustahkamligini o‘q bo‘yicha cho‘zishga aniqlashda pressda namuna-kubchalarni (a, v) va silindrlarni (b) o‘rnatish sxemasi.

Betonning bukilishida cho‘zilishga mustahkamligi chegarasi (R_{btf}) quyidagi formuda bo‘yicha hisoblanadi:

$$R_{btf} = \delta \frac{Fl}{ab^2}$$

bu yerda: δ — etalon to‘sincha mustahkamligiga o‘tkazish koeffitsiyenti;

F - buzuvchi yuklanish, kgs(N); *l* — quyi tayanchlar orasidagi masofa, sm;

a - to‘sincha ko‘ndalang kesimining eni, sm; *b* - to‘sincha ko‘ndalang kesimining balandlgi, sm.

Etalon namuna-to‘sincha mustahkamligiga nisbatan δ o‘tkazish koeffitsiyentlari turli o‘lchamli to‘sinchalar uchun quyidagi qiymatlarni tashkil etadi: 20x20x80 sm — 0,95; 15x15x60 sm — 1,00; 10x10x40 sm — 1,05.

Silindrik va kub namunalarda cho‘zilishda betonning mustahkamligini aniqlash sinaladigan namunalarni statik qo‘yilgan yuklanish bilan siqish-ushlatish yo‘li bilan o‘tkaziladi. Namuna-kublar va namuna-silindrlarni sinash sxemasi 2.2-rasmda keltirilgan.

Kublarni ushatishga (yorishga) sinash uchun tayyorlashda sinaladigan namuna-kub pressda diametri 150 mm va uzunligi kub qirrasi uzunligiga teng bo‘lgan ikkita qo‘shimcha po‘lat silindrik tayanchlar orasida uch qavatli fonera qistirmalarning o‘lchamlari GOST 10180-90 talablariga mos kelishi kerak. Namunani sinash vaqtida yuklanishni oshirish tezligi buzilishgacha uzluksiz va o‘zgarmas bo‘lishi hamda sekunliga 0,5+0,2 kg s/sm2 (0,5+0,2 MPa) ga teng bo‘lishi kerak. Betoning o‘q bo‘yicha cho‘zishdagi vmustahkamligi chegarasini hisoblash namuna-kublarni sinash-ushtish natijalariga ko‘ra quyidagi formula bo‘yicha amalga oshiriladi:

$$R_{btt} = \nu \frac{F}{a^2}$$

bu yerda: ν — ushatishga sinash natijalaridan o‘q bo‘yicha cho‘zilishga mustahkamlik kattaligiga o‘tkazish koeffitsiyenti; F — buzuvchi yuklanish, kgs(N); a — kub qirrasining uzunligi, sm.

Koeffitsiyentining qiymatini GOST 10180-90 ning tegishli bo‘limlaridagi formulalar bo‘yicha aniqlanadi.

O‘q bo‘yicha cho‘zishda beton mustahkamligi chegarasini namuna-silindrlarni sinash natijalariga ko‘ra hisoblash quyidagi formula bo‘yicha amalga oshiriladi:

$$R_{btt} = \nu \frac{F}{dl}$$

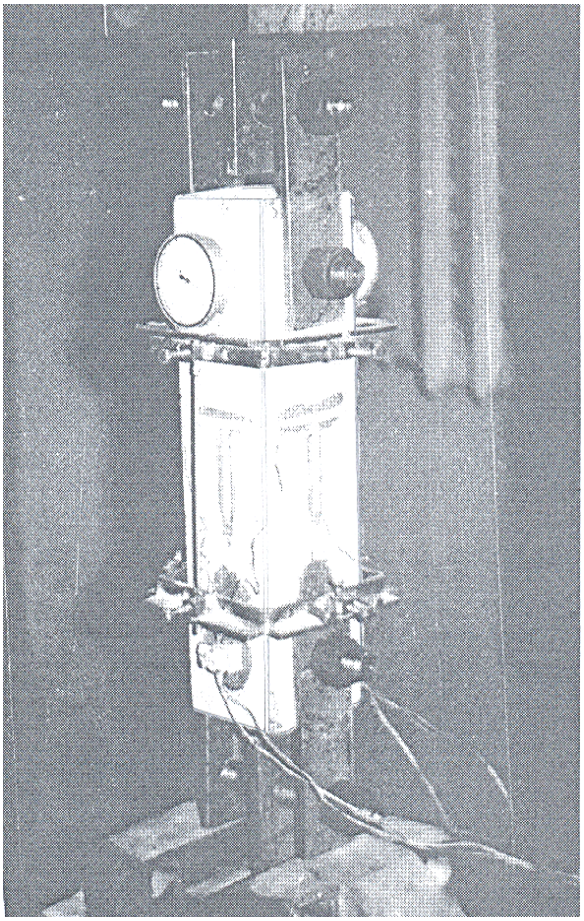
bu yerda: d — silindrning diametri, sm; l — silindrning balandligi, sm.

Cho‘zishda betoning mustahkamlik chegarasini aniqlash namuna-prizmalarni, silindrlarni, «sakkizliklarni» sinash yo‘li bilan amalga oshiriladi.

O‘q bo‘yicha cho‘zishda sinashning asosiy kamchiligi — namunani markazlashda yuz beradigan qiyinchiliklar va shu bilan bog‘liq sinov ma’lumotlarining juda tarqoqligidir.

Masalan, uzish mashinasida namunani ushlash (tutish) kuchlanishning uning kesimi bo‘yicha bir tekis tahsimlanishi uchun noqulay sharoit yaratshi mumkin. Eng qulay usullardan biri o‘zi markazlovchi moslamalardan foydalanib o‘tkaziladigan sinovlar usuli hisoblanadi. Bu usulning mohiyati shundan iboratki, prizmalrning kallaklari metall trubkalar (naylar) bilan ta’minlanib, ularga sinovni boshlashdan avval o‘zi markazlovchi moslamaning shtiri o‘rnatiladi (2.3-rasm).

Prizmalarning kallaklari armatura to‘rlari bilan kuchaytiriladi. Bunda rizmalarning o‘rta qismdagi ishchi hajmi 10x10x20 sm ni tashkil etdi. Namunalarni sinash 50 tonnali uzish mashinasi GRM-50 da yoki boshqa mashinalarda amalga oshiriladi.



2.3-rasm. O‘zi markazlovchi qurilmadan foydalanib, namunalrni o‘q bo‘yicha cho‘zishga sinash.

O‘q bo‘yicha cho‘zishda mustahkamlikni aniqlash uchun $R_{bt}=f(R)$ ko‘rinishidagi empirik bog‘lanishlardan foydala-niladi. Fere formulasi eng ko‘p tarqaldi:

$$R_{bt}=0,5\ R^{2/3}$$

bu formulda avval mustahkamligi kamroq bo‘lgan betonlar uchun foydalanildi, keyinchalik esa mustahkamligi 60 MPa gacha bo‘lgan betonlar uchun ham qo‘llanila boshlandi.

Mustaqilligi 20–120 MPa bo‘lgan betonlar uchun G.N.Pisanko tomonidan mamlakat va xorij tadqiqotchilarining ko‘p miqdordagi tajribalari ma’lumotlariga ishlov berish asosida hosil qilingan

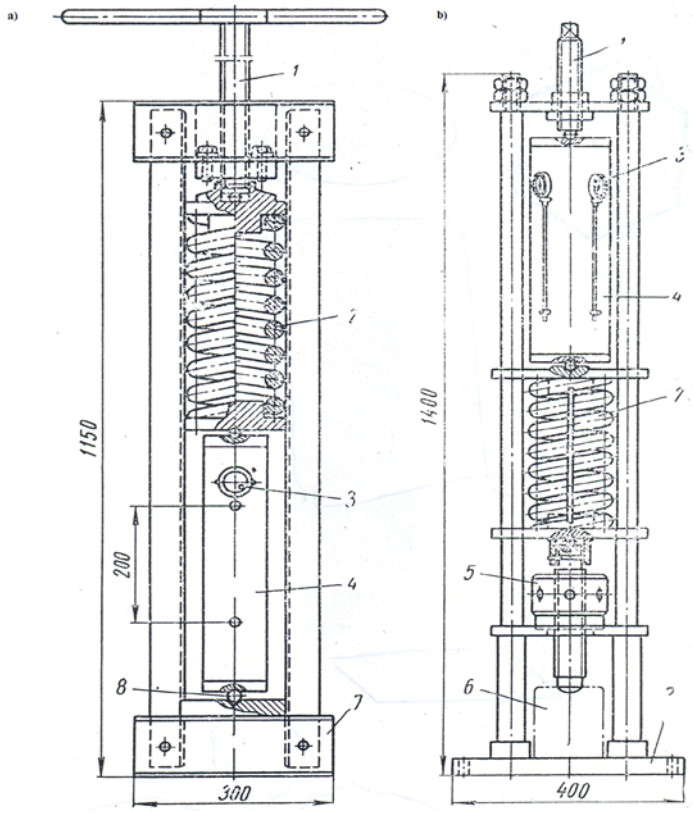
$$R_{bt}=0,28\ R^{0,75}$$

korreksion bog‘lanish taklif etildi. Korreksiya koeffitsiyenti r=0,96 bu boQlanishning yetarli darajada barqarorligi va haqiqiy ma’lumotlarga ko‘proq darajada mos kelishi haqida dalolat bermoqda.

2.2. Yuklanish uzoq vaqt ta’sir etganda betonni sinash

Namunalarni oddiy gidravlik presslarda sinashda betonni qisqa muddatli yuklantrish betonda yuklanish ostida kechadigan uzoq muddatli jrayonlar to‘g‘risida fikr yuritish imkonini bermaydi. Yuklanish uzoq vaqt ta’sir ko‘rsatganda betonni tadqiq qilish uchun maxsus asboblar va qurilmalar ishlab chiqilgan. Konstruktiv jihatdan eng sodda qurilmalar uzoq muddatli siqish, cho‘zish va bukish uchun xizmat qiladigan prujinali qurilmalar hisoblanadi.

6 t gacha kuchlanish bilan uzoq vaqt siqish uchun prujinali qurilma (2.4a-rasm) payvand rama, yuk ko‘tra olish qobiliyati 6 t gacha bo‘lgan kuch prujinali, yuklanish vinti, yuqori va pastki tayanchlar, deformatsiyalarni o‘lchash uchun soat ko‘rinishidagi prujina va indikatordan iborat. Namunaga kuchlanish payvand ramaning yuqori qismiga bikr mahkamlangan chaykadagi yuklnish vintini aylantirish yo‘li bilan uzatiladi. Prujina siqilganda kuchlanish uchun pastki tayanchi va tayanchga mahkamlangan oraliq sharcha orqali sinalayotgan namunaga uzatildi. Namunalarning eng katta o‘lchami 100x100x400 mm qilib qabul qilingan.

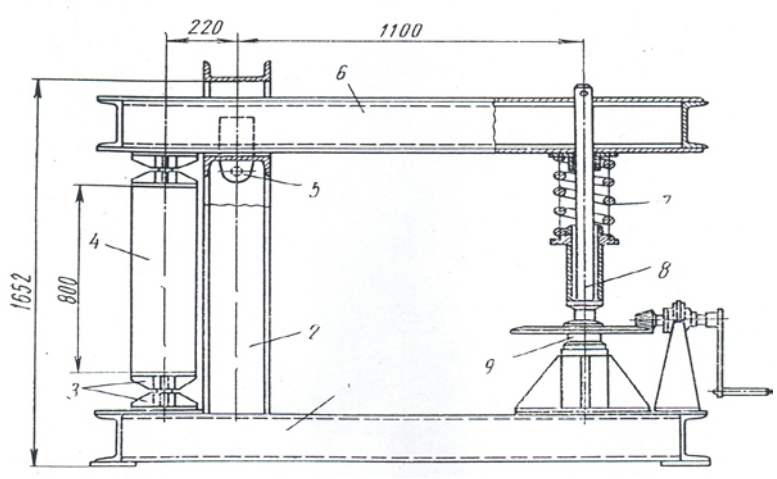


2.4-rasm. Siqishga uzoq muddatli sinash uchun prujinali qurilmalarning sxemasi: *a – namuna quyida joylashgan; b – namuna yuqorida joylashgan; 1 – yuk vinti; 2– ishchi prujina; 3 – soatga o‘xshash indikator; 4 – namuna; 5 – fiksatsiyalovchi gayka; 6 – domkrat; 7 – qurilmaning asosi; 8 – sharcha.*

Siqishga uzoq muddatl sinashlar uchun yanada mukammal qurilma kuch o‘lchagich sifatid gidravlik domkrat monometridan foydalaniladigan qurilma hisoblanadi (2.4b - rasm). Yuklantirishda kuchlanishni nazorat qilish uchun monometrning qo‘llanilishi yuklanishning kattaligini aniqlash aniqlgini oshiradi. Bundan tashqari, namunaning qurilmaning yuqori qismiga o‘rnatilishi namunalarni yuklantirishda va o‘lchash asboblarining ko‘rsatishlarini kuzatishda ishni yengillashtiradi.

Bir paytda oltita namunani siqishga uzoq vaqt sinash uchug kassetali prujinali qurilma xizmat qiladi. U uchta oraliqda ajratilgan payvand ramadan, (ularning har birida ikkitadan namuna sinaladi), har birining yuk ko‘tarish qobiliyati 8 t dan bo‘lgan uchta prujinadan, yuklanish vintlaridan va deformatsiyalarni o‘lchash uchun indikatorlardan iborat. Prujinada kuchlnish payvand ramaga bikr mahkamlangan gaykadagi yuklanish vintini aylantirish yo‘li bilan yuzaga keltiriladi, deformatsiyalar esa soatga o‘xshash indikatorlar yordamida o‘lchanadi.

Katta yuklanishlar ta’mir ko‘rsatganda uzoq muddatli jarayonlarni tadqiq qilish uchun richagli prujinali qurilmalardan foydalaniladi. Kuchlanishi 50 t gacha bo‘lgan uzoq muddatli siqish uchun richagli-prujinali qurilma (2.5 - rasm) payvand ramadan metall ustundan, yelkalarining nisbti 1:5 bo‘lgan ustunga sharnirli mahkamlangan richagdan, vintli domkratdan, ishchi prujina va tayanch boshmoqlaridan iborat.

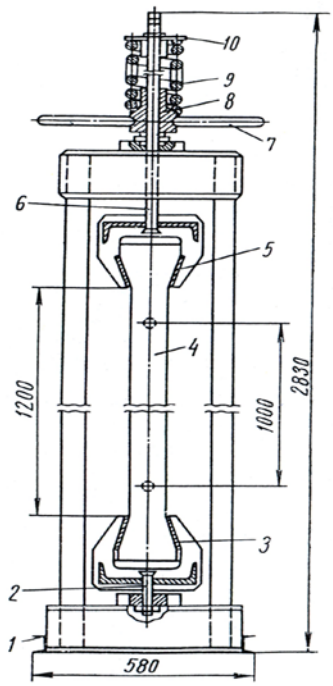


2.5-rasm. Uzoq muddatli siqish uchun richagli-prujinali qurilma sxemasi: *1–payvand rasa; 2–ustun; 3–tayanch beshmoqlar; 4–sinalayotgan namuna; 5–richag o‘qi; 6–richag; 7–prujina; 8–vint; 9–domkrat.*

Namunani botirish domkrat vinti yordamida amalga oshirilib, domkrat yuritmasi dastagi aylantirilganda prujinani berilgan kuchlanishgacha siqadi. Ishchi prujina kuchlanishi richagning katta yelkasi va yuqori tayanch boshmoqlari orqali namunaga uzatiladi. Namunaning deformatsiyalarini o‘lchash indikatorlar yordamida amalga oshiriladi.

Qurilma o‘lchamlari 200x200x800 mm bo‘lgan namunalarni sinash uchun foydalanilishi mumkin. Richagli qurilma tomonidan amalga oshirilayotgan kuchlanishni tariflash namunaviy dinamometr yordamida amalga oshiriladi, bu dinamometr tekshirish paytida namuna o‘rniga o‘rnatiladi. Betonni 100 t gacha kuchlanish bilan uzoq vaqt siqib turish uchun shung o‘xshash konstruksiyaga ega bo‘lgan richagli prujinali qurilma ham ishlb chiqilgan.

Betonni cho‘zishga uzoq muddatli sinash uchun 5 t gacha kuchlanish beruvchi prujinali qurilmadan foydaolaniladi. Qurilma (2.6-rasm) payvandlangan metall ramadan, tortqili ikkita tutqichdan, yuqori va quyi tayanchli prujinalardan tashkil topgan. 100x100x1480 mm o‘lchamli namuna rama ichiga joylashtriladi va tutqichlarda mahkamlanadi. Namunaga cho‘zuvchi kuchlanish prujina yordamida vujudga keltiriladi, u shturval aylanganda siqladi va tutqich bilan tortqini yuqoriga siljitadi. Quyi tutqich qo‘zg‘almas blgani hamda yuqori tutqichning siljishi namunani cho‘zadi.



2.6-rasm. Uzoq muddatli cho‘zish uchun qurilma sxemasi:
1–payvand rama; 2–pastki tortqi;
3–pastki tutqich; 4–sinalayotgan namuna; 5–yuqorigi tutqich;
6–yuqorigi tortqi; 7–shturval; 8–prujinaning pastki tayanchi;
9–prujina; 10–prujinaning yuqori tayanchi.

2.3. Betonning o‘z-o‘zini kuchlantirishni aniqlash uslubi

Beton va temirbeton asosiy konstruksion materiallar hisoblanadi va qurilish konstruksiyalarining jahon ishlab chiqarishining umumiy tuzilmasida yetakchi o‘rinlarni egallaydi. Shuning uchun ularning qurilish-texnik tavsiflarini yaxshilash respublika iqtisodiyotini jadal rivojlantirish sharoitida qurilish samaradorligini oshirishda alohida ahamiyatga ega bo‘ladi. Beton va temirbetonni rivojlantirish va takomillashtirish yo‘nalishlaridan biri konstruksiyalarning ishonchliligini, chidamliligi va tejamkorligini ta’minlovchi yangi avlod betonlarini ishlab chiqish va qo‘llanish hisoblanadi.

Temirbetonning qurilish-texnik xossalarini yaxshilashning muhim zaxirasi dolzarb muammoni – betonda tuzilma nuqsonlarini va o‘tkazish, cho‘kish hodisalarini bartaraf etish yoki iloji boricha kamaytirish hisoblanadi. Cho‘kish deformatsiyalarini betonning cho‘zilishiga mustahkamligi past bo‘lishi bilan qo‘shilib, konstruksiyalarda yoriqlar paydo bo‘lishiga olib keladi, ularning deformativligini oshiradi, chidamliligini pasaytiradi. Cho‘kishning salbiy oqibatlarini kamaytirishning an’anaviy yo‘llari juda murakkab va har doim ham samarali bo‘lavermaydi.

Cho‘kishning salbiy oqibatlarini bartaraf etishning va beton hamda temirbetonning qurilish-texnik xossalarini yaxshilashning eng istiqbolli yo‘li kuchlantiruvchi sementning (KS) qo‘llanilishi hisoblanadi. Puxtaligi yuqori bo‘lishi, yorilishga bardoshligi, singdirmasligi va qattiqlashayotganda kengayib temirbetonning o‘zini kuchlantirish (oldindan kuchlantirish) qobiliyati kuchlantirilgan sementli betonlardan turli xil qurilish sohalarida ayniqsa quruq issiq iqlim sharoitlarida foydalanishning samaradorligini belgilab beradi.

Kuchlantiruvchi sement uchun sement toshining nisbatan katta mustahkamligida kengayishi qobiliyatining mavjudligi xosdir. Bu kengayishi erkinligini armirlash bilan cheklashda uning o‘zini kuchlantirish ta’minlanadi. KS ning bu qobiliyati uni boshqa, hajmi faqat qattiqlashning dastlabki muddatlarida, sement toshining mustahkamligi hali uncha kata bo‘lmaganda, kengayuvchi sementlaridan farq qildiradi. KS ning ancha kengayishi qotgandan keyin va 10,0 ÷ 15,0 MBa mustahkamlikka erishgandan so‘ng yuz beradi. Bunday mustahkamlikda kengayuvchi sement toshi beton ichiga qo‘yilgan armaturani, uning joylashishi va

oriyentatsiyasiga bog‘liq bo‘lmagan holda cho‘zadi, bu bilan betonda hajmiy siqilish vujudga keltiriladi.

Shuning uchun betonning kengayishi hisobiga temirbetonni oldindan kuchlantirish (o‘zini kuchlantirish) ayniqsa egri chiziqli konturga ega konstruksiyalar uchun shuningdek ikki va uch o‘qli dastlabki kuchlantirish zarur bo‘lganda, bu kuchlantirishni mexanik yo‘l bilan amalgi oshirish qiyin va ko‘pincha amalda mumkin bo‘lmaganda ayniqsa samaralidir.

KS dagi betonlarning muhim xossasi ularning yuqori darajadagi suv, gaz va benzin singdirmasligi hisoblanadi. Bundan tashqari, ular issiqlik ishlovidan keyin ham, portland-sementga nisbatan 28 sutka me’yorida saqlangandan keyin ham mustahkamligining yanada jadal o‘sishi Bilan tavsiflanadi.

Hozirgi vaqtda KS ning texnik xossalari va sinash usullari NIIJB (TBITI) da ishlab chiqilgan TU 5334-072-02495336-98 da tartibga solingan. KS mustahkamligiga ko‘ra ikki markada ishlab chiqariladi: 400 va 500 va kengayish energiyasiga ko‘ra ikki markada: NS-20 va NS -40 ishlab chiqariladi. KS bu turlari 4x4x16 sm o‘lchamli standart namunalarning mos holda 2,0 va 4,0 MBa o‘zini kuchlantirish bilan tavsiflanadi. Bundan tashqari, asosan cho‘kish xodisalarini qoplash uchun mo‘ljallangan, kengayish energiyasi kichik bo‘lgan NS -10 chiqariladi.

KMK 2.03.01 -96 “Beton va temirbetonkonstruksiyalari”da o‘zini kuchlantirish bo‘yicha quyidagi markadagi kuchlantiruvchi betonni qo‘llanishi ko‘zda tutilgan: Sp 0,6; Sp 0,8; Sp 1; Sp 1,2; Sp 1,5; Sp 2; Sp 3; Sp 4; (raqamlar o‘zini kuchlantirish kattaligi MPa da ko‘rsatadi).

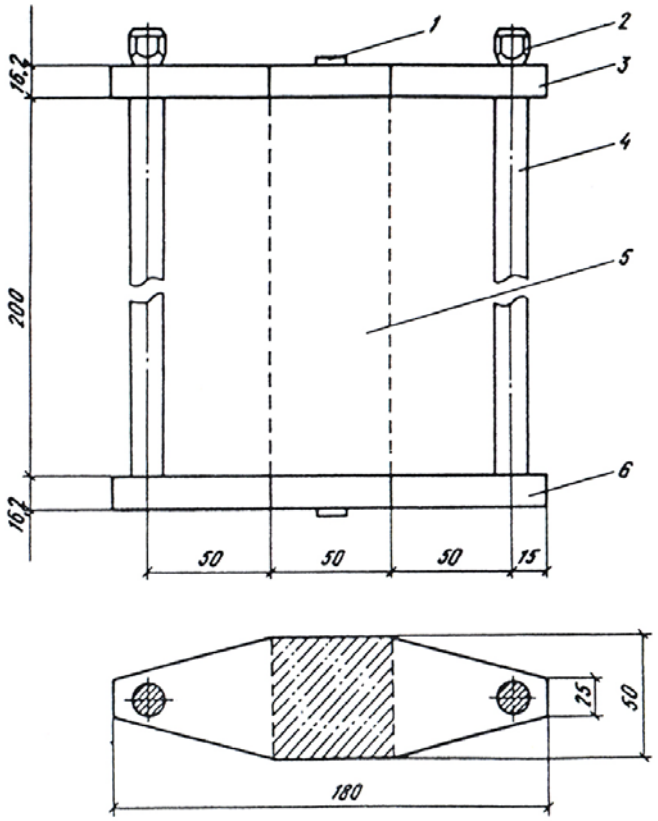
Kuchlantiruvchi betonga nisbatan qo‘yiladigan talablarga bog‘liq holda o‘zini kuchlantirishni – beton markasini o‘zini kuchlantirish bo‘yicha nazorat qilish amalga oshiriladi. Kuchlantiruvchi betonning o‘zini kuchlantirish betonning hisob qilingan o‘zini kuchlantirshini va armatura kuchlanishini ta’minlash maqsadida betonning tarkibini tanlashda va sifatini nazorat qilishda aniqlanadi.

Betonning o‘zini kuchlantirishi R_{bsn} prizmalarining bo‘ylama armirlanishiga 1: miqdorida ekvivalent bo‘lgan, betonning kengayishi jarayonida deformatsiyalarning elastik cheklanishlarini vujudga keltiruvchi, qolipga solingan va dinamometrik konduktorlarda qattiqlashuvchi (qotuvchi), o‘lchamlari 100x100x400 yoki

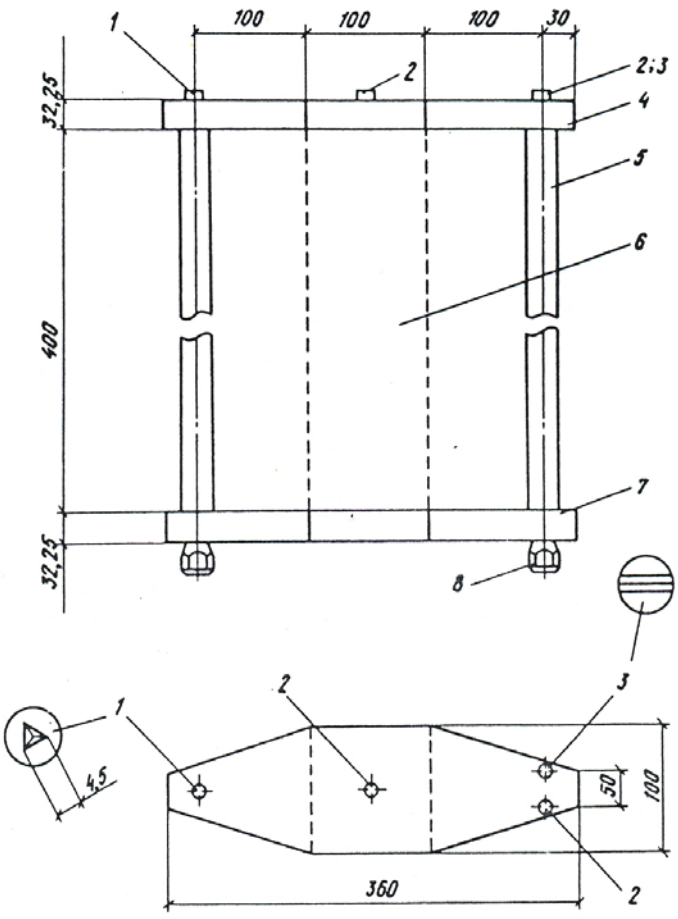
50x50x200 mm bo‘lgan (fraksiyasi 20 mm dan ortiq bo‘lmagan shag‘aldan foydalanilganda) uchta nazorat namuna – prizmalar bo‘yicha aniqlanadi.

Sinovlar uchun quyidagi jihozlar qo‘llaniladi:

- o‘lchamlari 50x50x200 yoki 100x100x400 mm bo‘lgan namuna prizma uchun dinamometrik konduktor (2.7, 2.8 - rasmlar);

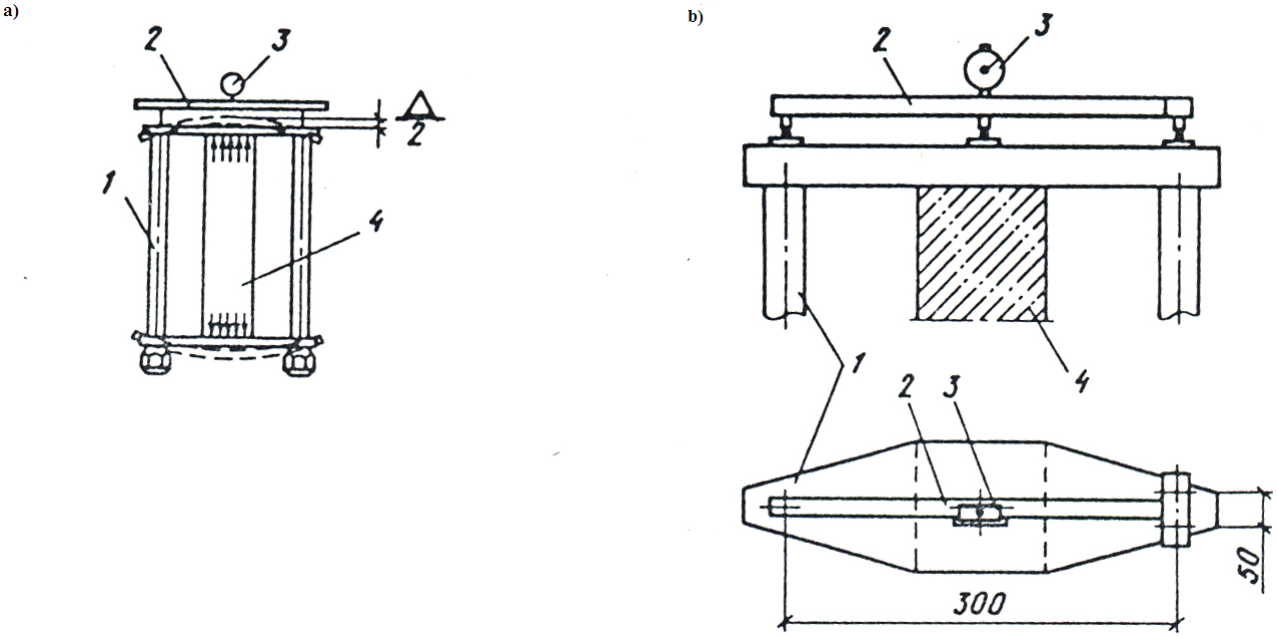


2.7-rasm. O‘lchamlari 50x50x200 mm bo‘lgan prizma-namunalar uchun dinamometrik konduktor: *1 – uch yoqli kernli reper; 2 – maxsus gayka; 3 – yuqoridagi plastina; 4 – tortqi; 5 – betonli prizma-namuna; 6 – pastdagi plastina.*

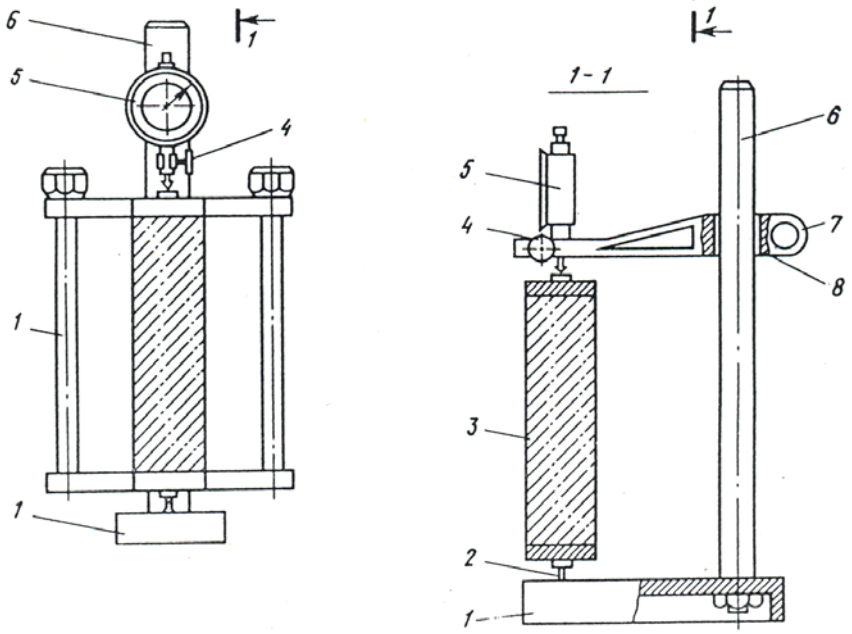


2.8-rasm. O‘lchamlari 100x100x 400 mm bo‘lgan prizma-namunalar uchun dinamometrik kondutor: *1 – uch yoqli kernli reper;2 – yassiy reper; 3 – bo‘ylama kernli reper; 4 – yuqoridagi plastina; 5 – tortqi; 6 – betonli prizma-namuna; 7 – pastdagi plastina; 8 – maxsus gayka.*

- konduktorlarning bita plastinasining bukilgan joyini o‘lchash uchun bo‘lim qiymati 0,01 mm bo‘lgan soatga o‘xshash indikatorli “krab” o‘lchash qurilmasi (2.9.-rasm) yoki ikkita plastinaning bukilgan joyining yig‘indi deformatsiyasini o‘lchash uchun yuqoridagiga o‘xshash indikatorli shtativ (2.10 - rasm);
- o‘lchash qurilmasini tekshirish uchun etalon yoki uzunligi 240 mm bo‘lgan, chekkalarida 0,75 mm chuqurlikdagi uch yoqli kernali 16 mm dinametrli po‘lat etalon sterjen. Ikala turdagi etalonlarni tayyorlash uchun material – St 3;
- namuna – prizmani konduktorda qoliplash uchun tubi va bortlari bo‘lgan qolip – opalubka (qolipga qo‘yiladigan talablarni GOST 2268577 ga ko‘ra qabul qilish lozim);
- namunalar bo‘lgan konduktorlarni saqlash uchun suvli idish.



2.9-rasm. Soatga o‘xshash indikatorli “Krab” o‘lchash qurilmasi: *a – o‘lchash sxemasi; b – “Krabni” konduktorga o‘rnatish; 1 – o‘lchamlari 100x100x400 bo‘lgan diamometrik konduktor; 2 – “Krab” soatga o‘xshash indikator; 4 – betonli prizma namuna.*



2.10-rasm. Soatga o‘xshash indikatorli shtativ: *1 – shtativni zamini; 2 – sharnirli shpilka; 3 – beton prizmali konduktor; 4 – indikatorni biriktirib qo‘yadigan vint;5 – injikator; 6 – ustun; 7 – konsolni biriktirib qo‘yadigan vint; 8 – konsol.*

Konduktorni qolip bilan yig‘ishgacha tortqilardagi gaykalar zazor (oraliq) tanlab olingan holda oxirigacha tortiladi. Tortqilar va plastina orasida lyubt bo‘lishiga yo‘l qo‘yilmaydi. Konduktorning notinchi o‘lchovi “krab” o‘lchash qurilmasi yordamida sanoqning o‘zgarmasligiga oldindan tekshirilgan shtativ yordamida olinadi. Shtativ tekshirishda etalonni har doim bita holatda – belgisini yuqoricha qaratib qo‘yishi zarur. Sanoqlarni soatga o‘xshash indikator bo‘limining yarmigacha aniqlikda olish kerak. O‘lchash vaqtida konduktorlarning, o‘lchash qurilmasining va etalonning temperaturasi bir xil bo‘lishi kerak.

Konduktorda qolipga qo‘yilgan namunalar betonning nomlik yo‘qotishdan himoyalash uchun plenka yoki boshqa suv o‘tkazmaydigan materiallar bilan yopib qo‘yiladi. Betonning o‘zini kuchlantirishini nazorat qilish uchun mo‘ljallangan namunalar betonning konstruksiyalarda qotishi sharoitlariga o‘xshash sharoitlarda qotishi va saqlanishi kerak. Konduktorlarni o‘lchamlar issiqlik ishlovi berilgandan so‘ng (yig‘ma konstruksiyalar uchun), buyumlarni namlash tugatilgandan so‘ng yoki ularni suvda tutib turilgandan so‘ng (yig‘ma yoki monolit konstruksiyalar uchun) va 28 sutkada har safar o‘lchov qurilmasini etalon yordamida tekshirib ko‘rib amalga oshiriladi. O‘lchash natijalari betonning o‘zini kuchlantirishini aniqlashda konduktorlarda namuna - prizmalarni sinash jurnaliga yozib qo‘yiladi.

Namunaning o‘zini kuchlantirish kattaligi, MPa quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$R_{bsn} = \frac{\Delta}{\ell_{нам}} \mu_к E_s,$$

bu yerda: Δ va ℓ_{nam} - mos ravishda betonning o‘zini kuchlantirish jarayonida namunaning to‘liq deformatsiyasi va uning to‘liq deformatsiyasi va uning uzunligi;

$\mu_к$ – namunani armirlashning keltirilgan koeffitsiyenti, u 0,01 ga teng qilib qabul qilinadi;

E_s – po‘latning elastilik moduli 2.10^5 MPa ga teng qilib qabul qilinadi.

Betonning o‘zini kuchlantirishi R_{bsn} yuqorida sanab o‘tilgan muddatlarning har biri uchun bita beton namunasidan qolipga quyilgan konduktorlarda uchta namuna- egizaklarning ikki eng katta o‘lchash natijalarining o‘rtacha arifmetik qiymati sifatida hisoblanadi. Hisoblashlar 0,1 Mpa gacha aniqlikda amalga oshiriladi.

Sp o‘zini kuchlantirish bo‘yicha kuchlantiruvchi betonning markasi 28 sutka muddatdagi R_{bsn} kattaligi bo‘ladi.

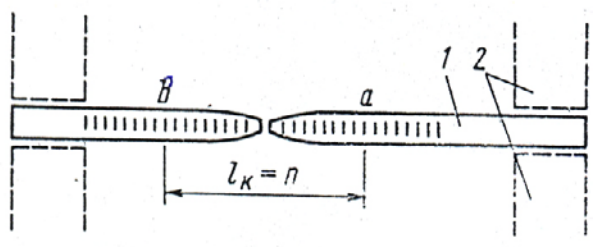
2.4. Armaturani cho‘zishga va bukishga sinash

Armaturani cho‘zishga va bukishga sinashda po‘latning mexanik xossalarining barcha asosiy tavsiflari aniqlanadi. Bu tavsiflarga quyidagilar kiradi: uzilishdan so‘ng nisbiy uzayish, uzilishdan so‘ng nisbiy bir tekis uzayish, vaqtincha qarshilik, oquvchanlik chegarasi (fizik), shuningdek, oquvchanlik va elastiklik chegaralari (shartli) Uzilishdan so‘ng nisbiy uzayish namunaning uzilish yuz bergan chegaradagi boshlang‘ich hisobdagi uzunligida aniqlanadi va quyidagi:

$$\delta = \frac{l_k - l_0}{l_0} \cdot 100\%$$

formula bo‘yicha hisoblanadi, bunda l_k – uzilish joyini o‘z ichiga olgan uchastkada namuna uzilgandan so‘ng o‘lchangan oxirgi hisobdagi uzunlik (2.11-rasm), mm;

l_0 uzayish aniqlanadigan boshlang‘ich hisobdagi uzunlik, mm.



2.11-rasm. Armatura po‘lati namunasini belgilash sxemasi: *1–namuna; 2–qisqichlar; n–namunaning boshlang‘ich hisob uzunligiga mos intervallar soni; ab–oxirgi hisob uzunligi lk ga teng kesma; lk–uzilish joyidan tashqaridagi chekli hisob uzunligi.*

l_0 – kattaligi armatura diametriga qarab qabul qilinadi. Armaturaning diametri 10 mm va undan ortiq bo‘lganda l_0 5 diametrga teng qilib qabul qilinadi, qalinligi 9 mm va undan kam bo‘lganda 100 mm ga teng qilib olinadi. Oxirgi hisobdagi l_0 uzunlikni yanada aniqroq aniqlash uchun namuna belgilar qo‘yish yo‘li bilan bir nechta teng qismlarga bo‘linadi. Belgilar oralig‘ini, diametri 10 mm va undan ortiq bo‘lgan armatura uchun *d* kattalikdan ortiq bo‘lmagan kattalikka teng va 10 mm dan kam diametrli armatura uchun esa 5 mm dan ortiq bo‘lmagan kattalikka teng qilib olinadi. Uzilishdan so‘ng nisbiy bir tekis uzayish uzilish uchastkasidan tashqarida 50 yoki 100 mm ga teng boshlang‘ich hisob uzunligida aniqlnadi va quyidagi:

$$\delta_p = \frac{l_k - l_0}{l_0} \cdot 100\%$$

formula bo‘yicha hisoblanadi, bu yerda: *lk* – teng o‘lchovli deformatsiyaga ega uchastkada o‘lchangan, uzilish joyini o‘z ichiga olmagan, oxirgi hisob uzunligi, mm.

Eng katta yuklanishga mos keladigan vaqtincha qarshilik quyidagi:

$$\sigma_{вк} = \frac{F_{\max}}{A_o}, кг/мм^2$$

formula bo‘yicha aniqlandi, bu yerda: $F_{\max}$ – eng katta yuklanish, sinov mashinasining kuch o‘lchagichi bo‘yicha aniqlnadi;

A0 — namunaning sinovgacha bo‘lgan ko‘ndalang kesimi yuzi, mm^2.

Oquvchanlik chegarasi (fizik) —yuklanish sezilarli darajada oshirilmaganda namuna deformatsiyalanadigan eng kichik kuchlanish quyidagi:

$$\sigma_T = \frac{F_T}{A_o}, кг/мм^2$$

formula bo‘yicha aniqlanadi, bu yerda: F_T – namunaning deformatsiyasi zo‘riqishni sezilarli oshirmasdan yuz beradigan eng kichik yuklanish.

Oquvchanlik chegarasi (shartli) shunday kuchlanishga mos keladiki, bunda kuchlanish bilan deformatsiya o‘rtasidagi proporsional bog‘liqlikdan og‘ish yoki qoldiq defrmatsiya namunaning hisoblanayotgan uchastkasi uzunligining 0,2% iga yetadi. Oquvchanlik chegarasi tenzometrlar yordamida aniqlanadi, ular namunga boshlang‘ich yuklanish qo‘yilgandan so‘ng o‘rnatiladi.

Yuklanish teng yoki proporsional bosqichlar bilan har bir bosqichda kamida 10 sek to‘xtab qo‘yiladi. Oquvchanlikning shartli chegarasi quyidagi:

$$\sigma_{0,2} = \frac{F_{0,2}}{A_o}, кг / мм^2$$

formula bo‘yicha aniqlanadi, bu yerda: $F_{0,2}$ – shunday yuklanishki, bunda:

$$\Delta l = \sum \Delta l_y + \Delta l_T$$

tenglik ta’minlanadi, bu yerda: Δl – namunaning absolut uzayishi, mm; Δl_y – elastik deformatsiya kattaligi, mm; Δl_T – tenzometr bazasining 0,2% iga teng bo‘lgan qoldiq deformatsiyaning qiymati.

Elastiklik chegarasi (shartli) shunday kuchlanishga mos keladiki, unda kuchlanish bilan deformatsiya o‘rtasidagi proporsional bog‘liqlikdan oqish boshlanadi va tenzometrning bazasiga teng namuna uchastkasi uzunligining 0,02% iga yetadi.

Elastiklikning shartli chegarasi: $\sigma_{0,02} = \frac{F_{0,02}}{A_o}$ formula bo‘yicha aniqlanadi, bunda $F_{0,02}$ – shunday yuklanishki, u: $\Delta l = \sum \Delta l_y + \Delta l_n$ uzayishiga mos keladi, bu yerda: Δln – qoldiq deformatsiya kattaligi bo‘lib, u tenzometr bazasining 0,02% iga teng. Oquvchanlik va elastiklikning shartli chegaralari shuningdek grafik usul bilan, cho‘zilish diagrammasini yasash bilan ham aniqlanishi mumkin. Oquvchanlikning shartli chegarasi bevosita mashina diagrammasi bo‘yicha aniqlanishi mumkin.

Armaturani cho‘zilishga tekshirish gidravlik yuritmali va UMM turidagi mayatnikli kuch o‘lchagichi bo‘lgan universal sinov mashinalarida amalga oshiriladi.

Armaturani bukilishga sinash uchun uzunligi 100–150 mm bo‘lgan namunalardan foydalaniladi. Namuna NG–2–3m asbobining qisqichlariga namuna burolmaydigan yoki bo‘ylama siljimaydigan qilib siqiladi.

Namuna vertikal holda, pastki uchi qisqich lablariga qisiladi, yuqori uchi esa richag tasmasiga o‘rnatildi. Sinovlarda namuna avval bir tomonga 90° buqiladi, keyin esa qarama-qarshi tomonga 180° ga buqiladi, so‘ng yana qarama-qarshi tomonga 180° ga buqiladi va hokazo, bu ish namuna buzilguncha davom ettiriladi.

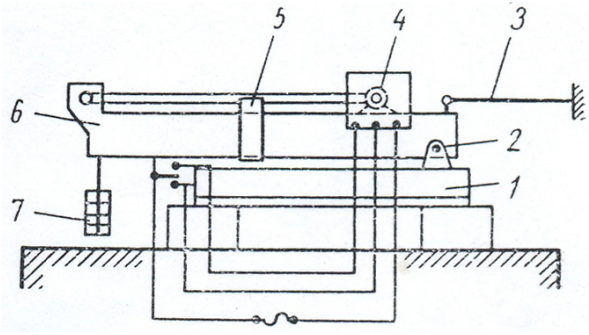
Bukishga sinash bir tekis tezlikda amalga oshiriladi, u armaturaning diametriga bog‘liq bo‘ladi. Diametri 5 mm va undan kam bo‘lgan sim uchun sinovlar minutiga 60 ta bukish tezligida amalga oshiriladi, diametri 5 mm dan ortiq bo‘lgan sim uchun sinash tezligi minutiga 30 ta bukishni tashkil etadi.

2.5. Armaturani relaksatsiyaga sinash

Mustahkamligi yuqori bo‘lgan sim bilan armirlangan oldindan kuchlantirilgan temir-beton konstruksiyalarini tayyorlashda simni kuchlanishlar relaksatsiyasiga sinash zarurati yuzaga keladi.

Relaksatsiya namunada o‘zgarmas boshlang‘ich deformatsiyada kuchlanishlarning pasayishi bilan tavsiflanadi va elastik deformatsiyaning plastik deformatsiyaga asta-sekin o‘tishi oqibatida vujudga keladi. Relaksatsiyaga sinovlar boshqa sinash usullaridan farqli ravishda uzoq muddtli hisoblanadi va odatda namunaning doimiy deformatsiyada tutib turishni ta’minlovchi asboblar va qurilmalar yordamida amalga oshiriladi. Relaksatsiyani aniqlash namunani vertikal va gorizontal joylashtiriladigan maxsus richagli qurilmalar yordamida amalga oshirilishi mumkin.

Namunaning o‘zgarmas uzunligining yuklanishni kamaytirish hisobga avtomatik g‘isg‘arishi namuna gorizontal joylashtiriladigan richagli qurilma 2.12-rasmda ko‘rsatilgan. Qurilma tayanch qismdan, ko‘chma yukli balansir richagidan, elektrodvigateldan va yozib oluvchi moslamadan iborat.



2.12-rasm. Armatura kuchlanishlari reloksatsiyasini aniqlash uchun richagli qurilma sxemasi: *1–qurilmaning qismi; 2–sharnir; 3–sinalayotgan namuna; 4–harakatlanuvchi yuk elek-trodvigateli; 5–harakat-lanuvchi yuk; 6–richag-balansir; 7–armaturani siljuvchanlikka sinash uchun qurilmadan foydalanilayotgandagi yuklar.*

Namuna bir uchi bilan qo‘zg‘almas tirgakka, ikkinchi uchi bilan gorizontal holatni egallagan richag-balansirga mahkamlandi. Vaqt o‘tishi bilan namunadagi kuchlanish kamayadi, simning uzunligi orta boshlaydi. Simning uzunligi ortishi bilan richag pastga tushadi va kontaktni ulaydi, u esa o‘z navbatida harakatlanuvchi yuk elektrodvigatelini ishga tushiradi. Yukning richag bo‘ylab siljishi simning uzunligi dastlbki qiymatiga qaytguncha (yuklanish kamayish oqibatida) va richag gorizontal holatni egallb olguncha davom etadi.

Bunday holatda dvigatelning kontaktlari uziladi.

Yukning siljishi maxsus yozuvchi moslama bilan qayd qilib boriladi, uning yordamida «yuklanish-vaqt» egri chizig‘i hosil qilinadi. Bu egri chizig‘ kuchlanishlar relaksatsiyasini sinovlar vaqtiga bog‘liq holda hisoblash uchun xizmat qiladi.

Kuchlanishlar relaksatsiyasi namunadagi kuchlanishlarni elektrotenzometrik dinamometrlar yordamida aniqlanishi ham mumkin, shuningdek armaturaning taranglanish darjasini egilishi kattaligiga ko‘ra yoki erkin tebranishlar chastotasi bo‘yicha o‘lchash yo‘li bilan aniqlanishi mumkin.

2.6. Armaturani va qo‘yilgan detallarni charchashga sinash

Charchash metallni ko‘p miqdordagi takroriy o‘zgaruvchan yuklanishlardan so‘ng yuzaga keladigan to‘satdan buzilishi bilan tavsiflanadi.

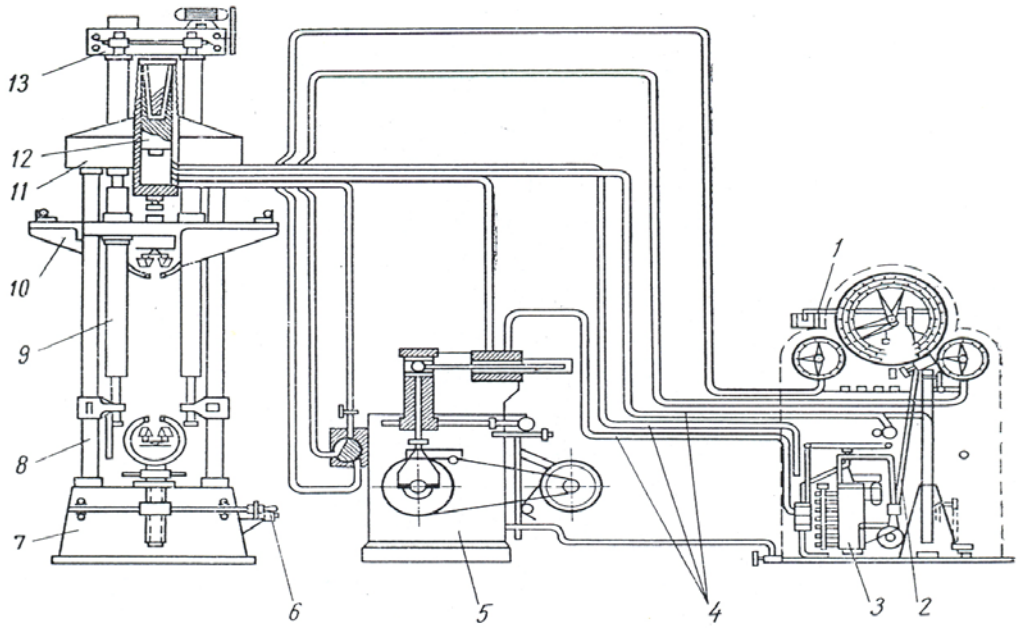
Temirbeton konstruksiyalardagi armatura va qo‘yiladigan detllarning charchash mustahkamligi tavsiflari juda muhim hisoblanadi, chunki temir-beton konstruksiyalarning ko‘pchiligi o‘zgaruvchan statik va dinamik yuklanishlar ta’siriga duch keladilar.

Charchashdan buzilish mustahkamlik chegarasidan va hatto elastiklik chegarasidan kichik kuchlanishlarda yuz beradi va charchashdan yorig‘lar paydo bo‘lishi bilan izohlanadi.

Metallni charchashga sinashda odatda asosiy metalldan yo‘nib ishlangan maxsus silliq namunalardan foydalaniladi. Bunday namunalar armatura po‘latni va qo‘yiladigan detallarni sinashga to‘g‘ri kelmaydi. Metalning mustahkamligi to‘g‘risida ob’yektiv ma’lumot olish uchun armatura po‘latini haqiqiy ko‘rinishda sinash zarur.

Sinovni pulsatsiya bilan ishlovchi maxsus uzuvchi mashinalarda o‘q bo‘yicha cho‘zuvchi o‘zgaruvchan yuklanish bilan amalga oshiriladi. Haqiqiy cho‘zilishda yoki siqishda metallarni sinash uchun GRM-2A mashinasidan foydalaniladi (2.13-rasm), bu mashina ikki sistemadan — qo‘zg‘almas va qo‘zg‘aluvchi sistemadan iborat. Qo‘zg‘almas sistemaga asos, vertikal kolonnalar va kolonnalarni tutashtiruvchi yuqori to‘sin kiradi. Revers vazifasini bajaruvchi qo‘zg‘aluvchi yuqoridan tutib turuvchi to‘sindan, vint rezbali ko‘tarma tortqilardan va kichik qo‘zg‘aluvchan to‘sindan iborat. Mashinada elektroyurgizgich yordamida siljib

yuruvchi quyi tutqich, siklik yuklanishni vujudga keltirish uchun bir porshenli nasos koʻrinishidagi pulsator va boshqarish pulti mavjud.



2.13-rasm. Siklik choʻzishda yoki siqishda materiallarni charchashga sinash uchun GRM–2A mashinasining sxemasi: *1 – oʻziyozar asbob; 2 – mayatnikli kuch oʻlchagich; 3 – ishchi silindrga moy uzatish uchun nasos; 4 – gidroquvurlar; 8 – vertikal ustunlar; 9 – koʻtaruvchi tortqilar; 10 – yuqoridan tutib turuvchi koʻndalang toʻsin; 11 – ustunlarni bogʻlovchi koʻndalang toʻsin; 12 – ishchi silindr; 13 – kichik qoʻzgʻaluvchi koʻndalang toʻsin.*

Mashinadagi statik yuklanish mayatnikli kuch oʻlchagich bilan oʻlchanadi, oʻziyozar asbob yordamida esa yuklanishlar — deformatsiyalar egri chizigʻlarini yozish amalga oshiriladi.

Siklik yuklanish dastlabki statik yuklanishdan soʻng mashinaning ishchi silindri boʻshligʻidan moyni navbatlashuvchi purkash va soʻrish bilan vujudga keltiriladi.

Ikki tayanchda joylashgan, aylanuvchi namunaning siklik bukilishida metallarni charchashga sinash MUI-6000 turidagi mashinada amalga oshiriladi. Metall namuna mashina shkindellariga mahkamlanadi va elektroyurgizgich yordamida aylantiriladi. Namuna shu bilan bir vaqtda richagli mexanizm yordamida yuklantiriladi va doimiy bukuvchi momentni sezadi. Yuklanish miqdori kuch oʻlchovchi asbobning shkalasi boʻyicha gʻayd qilinadi, yuklantirish sikllarining soni esa schetchik (hisoblagich) bilan qayd qilinadi. Namunaning urilishi indikatorlar yordamida nazorat qilinadi.

NU turidagi mashinalarda namunani yuklantirish richagli mexanizm bilan emas, balki bevosita donali bklar bilan amalga oshiriladi.

Davriy profilli armatura po‘latidan tayyorlangan natura namunalarni charchashga sinashda namunlarni sinash mashinasining qisqichlariga mahkamlash masalalariga katta ahamiyat beriladi. Sinovlar amaliyotining ko‘rsatishicha, ko‘pchilik namunalar uning hisobdagi qismida buzilmasdan, blki uzish mashinasining qisqichlari ostidagi uchastkalarida buziladi. Shu munosabat bilan namunalarning uchlariga namunaning siqib turilgan qismining uzunligi bo‘yicha kuchlanishlarni tekislash va tag‘simlash maqsadida ishlov berish tadbirlari katta ahamiyatga ega bo‘lmoqda.

IKKINCHI BO‘LIM

KONSTRUKSIYALARNI STATIK VA DINAMIK YUKLANISHLAR BILAN NATURA SINOVLARI

III BOB. SINOVLAR TURI VA VAZIFALARI, ASBOBLAR VA QURILMALAR

3.1. Konstruksiyalarga talablar va ularning ishini baholash

Barcha temirbeton buyumlarga, ayrim elementlarga va inshootlarga nisbatan umuman qurilish me’yorida va qoidalarida, texnik shartlarda va davlat standartlarida bayon qilingan talablar qo‘yiladi. Bu talablar temirbeton konstruksiyalarni ko‘tarish qobiliyati (birinchi guruhning chegaraviy holatlari) bo‘yicha va me’yorida foydalanishga yaroqliligi (ikkinchi guruhning chegaraviy holatlari) bo‘yicha hisoblash zarurlgini ko‘zda tutadi.

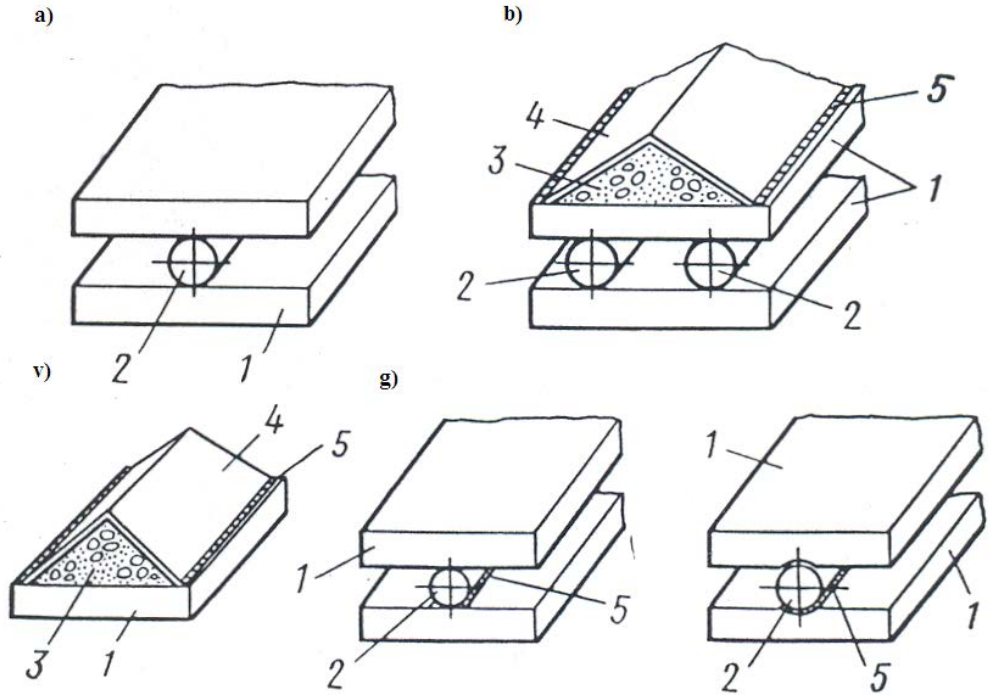
Konstruksiyaning ishini baholashda asosiy omillarni: hisobiy sxemasining shartliligi, materiallarning hisobiy tavsiflarini shartliligini, konstruksiya ishining vaqt o‘tishi bilan tavsifining o‘zgarishini hisobga olish zarur. Sanab o‘tilgan omilarni to‘g‘ri hisobga olinishiga o‘tkazilgan sinovlar natijalarining aniqlik darajasi bog‘liq bo‘ladi.

Hisobiy sxemalarining shartliligi. Sinalayotgan konstruksiyalarning hisobiy sxemalari bu konstruksiyalarni loyihalash jarayonidagi hisoblashdagi kabi yoki konstruksiyaning inshoatda haqiqiy ishlash sharoitlariga muvofiq o‘zgartirilgan holda qabul qilinadi. Masalan, bir oraliqli to‘sin loyihada biri qo‘zg‘almas va ikkinchisi qo‘zg‘aluvchi tayanchlari bo‘lgan sharnirli tayanchli sifatida hisob qilinadi. Tayanishning xuddi shunday sxemasi sinovlar vaqtida ham tashkil qilinadi. Tajribada olingan ma’lmuotlar konstruksiyaning inshootdagi haqiqiy ishini aks ettirmaydi, chunki bunda real sharoitlarda tayanchlardan birining hisoblash sxemasida ko‘zda tutilgan qo‘zg‘aluvchanligi ta’minlanmaydi.

Yig‘ma temirbeton konstruksiyalarni nazorat sinovlardan o‘tkazishga davlat standartlari tomonidan ularning tayanish va yuklantirish sxemalari belgilab qo‘yilgan. Konstruksiyalar odatda ishchi holatida, ya’ni ular inshootda ishlaydigan holatda sinalishi kerak.

Tajribalarda yo‘l qo‘yiladigan konstruksilarni 90° yoki 180° ga burishlar bunday burishlarda yoriqlarning paydo bo‘lishini istisno qilgandagina amalga

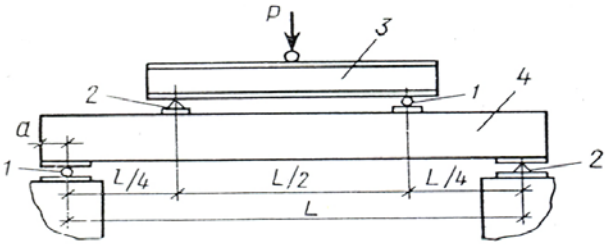
oshirilishi kerak, va bu holda ham sinovlar quyiladigan yuklanishning yo‘nalishi tegishlicha o‘zgartirilganda amalga oshirilishi kerak.



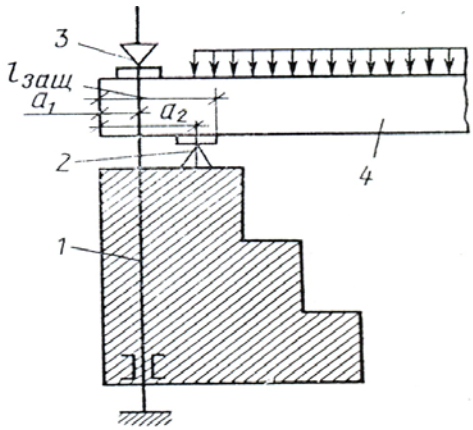
3.1-rasm. Tayanch konstruksiyasiga misollar: *a–qo‘zg‘aluvchi tayanch; b–qo‘zg‘aluvchi pichoqli tayanch; v–qo‘zg‘almas pichoqli tayanch; g–qo‘zg‘almas tayanchlar; 1–po‘lat plastina; 2–katok; 3–beton; 4–burchaklik po‘lat; 5–payvand chok.*

Bir oraliqli erkin tayangan to‘sinlar sifatida hisoblangan to‘sin, ferma va to‘sin plitalari sinashda ikki sharnirli tayanchni nazarda tutuvchi tayanish sxemasi qabul qilinadi, bu tayanchlardan biri buyum o‘qi bo‘ylab erkin ko‘chishiga yo‘l qo‘yishi kerak. 3.1-rasmda tayanchlar konstruksiyalariga misollar (namunlar) keltirilgan.

Buyumning chetlaridan sharnirli tayanchlarning markazigacha bo‘lgan *a* masofani (3.2-rasm) egilayotgan elementning oraligi bo‘yicha o‘lchanadigan loyihada qabul qilingan eng kichik tayanish uzunligining yarmiga teng qilib qabul qilinadi. Konsol sifatida hisoblangan buyumlarni sinashda, buyumning bir uchi siqilgan, ikkinchi uchi esa erkin bo‘lishi kerak. Siqib qo‘yilgan tayanchlarda buyumning uchidan pastki tayanch markazigacha bo‘lgan a_2 masofani (3.3-rasm) loyihada qabul qilingan eng kichik siqish uzunligining 5/6 qismiga teng qilib qabul qilinadi; yuqori tayanchning markazigacha bo‘lgan a_1 masofani o‘sha uzunlikning 1/6 qismiga teng qilib olinadi.

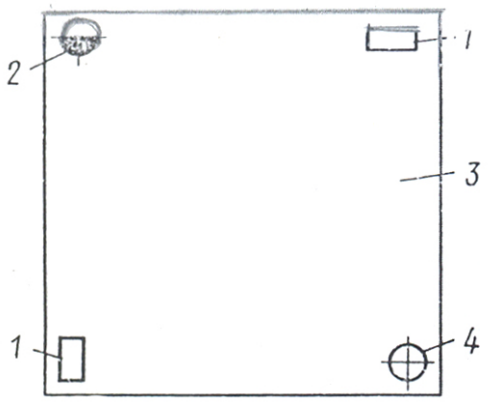


3.2-rasm. Ikki tayanchdagi to‘sinni sinash sxemasi: *1–qo‘zg‘aluvchi tayanch; 2–qo‘zg‘almas tayanch; 3–taqsimlovchi to‘sin; 4–sinalayotgan to‘sin.*

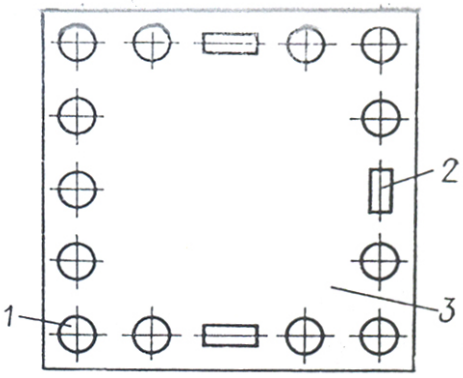


3.3-rasm. Qisilgan konsolni sinash sxemasi: *1–ankerli tortqi; 2 va 3–pastki va yuqorigi ankerli tayanchlar; 4–sinalayotgan detal.*

Ikki yo‘nalishda ishlovchi va to‘rtta burchagi bo‘yicha tayangan plita va panellarni sinashda buyumning tayanchlarda erkin burilish, shuningdek uchta tayanchning to‘rtinchisiga nisbatan erkin gorizontal ko‘chishi imkoni ta’minlangan bo‘lishi kerak. Plitaning to‘rtta burchagi bo‘yicha tayanish sxemasi 3.4-rasmda keltirilgan.



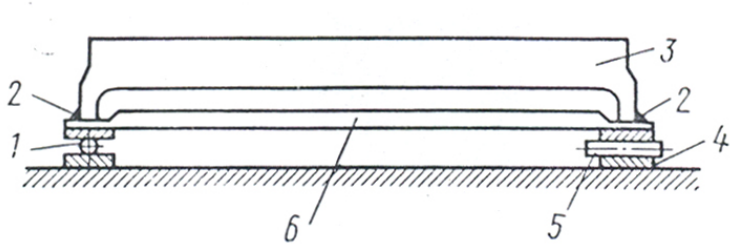
3.4-rasm. Plitaning to‘rtta burchagi bo‘yicha tayanish sxemasi: 1–qo‘zg‘aluvchan katokli tayanch; 2–qo‘zg‘almas sharli tayanch; 3–sinalayotgan plita; 4–qo‘zg‘aluvchan sharli tayanch.



3.5-rasm. Plitaning kontur bo‘yicha tayanish sxemasi: 1–shar; 2–katok; 3–sinalayotgan plita.

Ikki yo‘nalishda ishlovchi va barcha to‘rtta tomoni bilan tayangan plitalar va panellarni sinashda tayanchlarda burilish imkonini va tayanch nuqtalarining erkin gorizontal o‘zaro ko‘chishini ta’minlash lozim. Plitaning kontur bo‘yicha tayanishi 3.5-rasmda keltirilgan.

Eni 1,5 m dan ortiq bo‘lgan qovurg‘ali plitalarni sinashda (3.6-rasm) tayanchlarning o‘rnatilishi tayanch kesimlarining erkin burilishlarini va plitalarni pastda ularning ko‘ndalang yo‘nalishda ko‘chishini bartaraf etuvchi tayanchlarda bir vaqtda mahkamlash bilan bo‘ylama yo‘nalishda ko‘chishlarini ta’minlashi kerak.



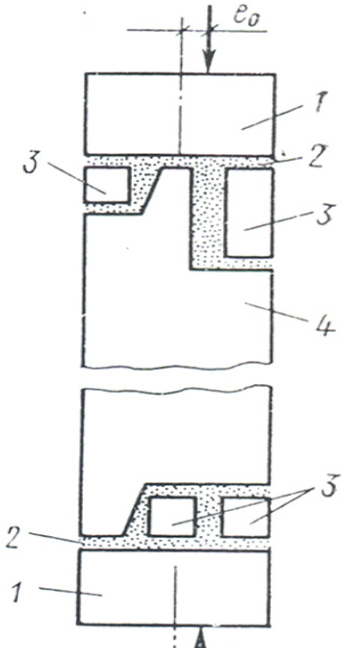
3.6-rasm. Qovurg‘ali plitalarning tayanish sxemasi: *1–shar; 2–payvand choklar; 3–sinalayotgan plita; 4–po‘lat plitalar; 5–katok; 6–po‘lat shveller.*

Bir tekis taqsimlangan yuklanish bir joyga yig‘ilgan yuklar bilan almashtirilishi mumkin. Bunda yuklarning miqdori va joylashishi shunday tanlanishi kerakki, bunda shu yuklardan hosil bo‘ladigan etuvchi momentlar va ko‘ndalang kuchlar epyurasi hisoblashlar vaqtida qabul qilingan epyuralar egri chiziqlariga yaqin bo‘lishi kerak.

Markaziy va nomarkaziy siqishga mo‘ljallngan kolonnalar va devor panellarini sinashda yuklanishni uzatish va tayanish sharnirli qurilma orqali amalga oshirilishi kerak. Bunda markaziy siqilgn kolonnalar shar sharnirli yostiqlarda sinalishi; nomarkaziy siqilgan kolonnalar va devor panellari — silindrik yoki pichoqli sharnirli yostiqlarda sinalishi kerak.

Deraza o‘rni qoldirilgan devor panelini nomarkaziy siqishga sinash sxemasi 3.7-rasmda keltirilgan. Devor panellarini siqishga sinashda yuklanishlarni qo‘yish sxemasi hisobiy kesimlarda panellarning bo‘yi bo‘yicha zo‘riqishlarni bir tekis taqsimlanishini ta’minlashi kerak, buning uchun yuklanishlar po‘latdan ishlangan taqsimlash to‘sinlari orqali uzatilishi kerak.

Ko‘p qatlamli panellarni sinashda panellarning yuklanishini uzatish va tayanish shartlari loyihada qabul qilinganlarga javob berishi kerak. Agar loyihada yuklanishni panelni barcha qatlamlariga uzatish ko‘zda tutilgan bo‘lsa, u holda sinashda yuklanish butun tayanch kesimi bo‘yicha loyihada qabul qilingan ekssentrisitet bilan uzatilishi kerak, bundan bo‘shliqlar va yumshoq issiqlik izolyatsion qistirmalar bilan to‘ldirilgan uchastkalar mustasno (3.8-rasm).



3.7-rasm. Deraza o‘rni bo‘lgan devor ponelini ekssentritsitet e_0 bo‘lganda nomarkaziy sig‘ishga sinash sxemasi: *1–taqsimlovchi to‘sin; 2–sharnir; 3–tekislovchi qatlam; 4–panel.*

Bir vaqtda vertikal va gorizontal yuklanishlar ta’siriga mo‘ljallangan devor panelini sinashda sinalayotgan panelning ikkala yo‘nalishda ham erkin egilishini ta’minlovchi sharnirli tayanchlarga suyash lozim. Qo‘yilgan yuklanish panel chetining erkin ko‘chishiga qarshilik ko‘rsatmasligi, yuklanish qo‘yilgan nuqtalar esa sinash jarayonida sinalayotgan panelga nisbatan ko‘chimasligi kerak.

Vertikal va gorizontal yuklanishlar bir vaqtda ta’sir qilganda devor panelini sinash sxemasi 3.9-rasmda keltirilgan.

Materillar hisobiy tavsiflarining shartliligi. Konstruksiyalardagi zo‘riqishlar va yuklanishlarni aniqlashda materillar va yuklanishlarning me’yoriy tavsiflaridan kelib chiqqan holda QMQ (qurilish me’yorlari va qoidalari) bo‘yicha statistik ma’lumotlar asosida hisoblab chiqilgan tegishli koeffitsiyentlar kiritiladi.

Temirbeton buyumlarni sinashni amalga oshirib va ularning yuk ko‘taruvchi qobiliyatini baholab, beton material sifatid o‘z tuzilishiga ko‘ra turli xil yo‘nalishlar bo‘yicha juda ham bir jinsli emasligini va yaxlit emasligini e’tiborga olish lozim. Betonning bir jinsli emasligi (anizotro-piyasi) uni tayyorlash texnologiyasi bilan bog‘liq. Beton yaxlit material emasligi sababi temirbeton buyumlarni qoliplash jarayonida sirtga chiqadigan ko‘rinuvchi yoriqlardan tashqari, mikroyoriqlar ham hosil bo‘lishi. Sinalayotgan konstruksiyalarda materilning zo‘riqgan holatini baholashda bu omillarning barchasini hisobga olish zarur.

Konstruksiya ishining vaqt o‘tishi bilan o‘zgarishi. Konstruksiyalardan foydalanish jarayonida tashqi ta’sirlar ta’sirida materillar xossalarining o‘zgrishi yuz beradi, shuningdek choklar va elementlar birikmalarining buzilishi sodir bo‘ldi. Masalan, tashqi havo temperaturasining yillik va sutkalik o‘zgarishlari issiqlikni kam o‘tkazuvchi materiallarda (betonda) asta-sekin konstruksiyaning ichiga singib kiruvchi issiqlik to‘lqinlarini yuzaga keltiradi. Temperaturaning notekis taqsimlanishi notekis kuchlnishlar maydonini vujudga keltiradi, bu esa ko‘pincha beton va temirbeton konstruksiyalarda yoriqlar paydo bo‘lishiga olib keladi.

Hammaga ma’lumki, inshootlarda betonning mustahkamligi vaqt o‘tishi bilan ortadi. Biroq noqulay sharoitlarda (yangi yotqizilgan beton temperaturasi pastligi, betonning yetarlicha namlanmaganligi, yoz sharoitida tashqi havo temperaturasining yuqoriligi va namligi pastligi, qishda temperaturaning pastligi, agressiv muhitning ta’siri va sh.k.) beton mustahkamligining orta borishi faqat sekinlashibgina qolmay, balki butunlay to‘xtab qolishi ham mumkin, ba’zan esa betonning mustahkamligi pasayib ketishi ham mumkin.

Bino va inshootlarni montaj qilishda hamda ularni foydalanishga topshirishda konstruksiyaning dastlabki ishlashi uchun xos bo‘lgan egilishlar va ko‘chishlarning paydo bo‘lishi bilan kuzatiluvchi birikmalarda va bog‘lanishlarda siljishlar va plastik deformatsiyalar yuzaga kelishi mumkin.

Konstruksiya ishining baholanishi sanab o‘tligan omillarning hammasini to‘g‘ri hisobga olishga bog‘liq. Shuning uchun konstruksiya, ayrim elementlar yoki birikmalarning haqiqiy ish sharoitlari tegishli sinovlar o‘tkazish yo‘li bilan aniqlashtirishni talab etadi.

3.2. Qurilish konstruksiyalarini sinash turlari va vazifalari

Qurilish konstruksiyalarini sinash katta hajmlarda va turli xil maqsad va vazifalar bilan amalga oshiriladi. O‘z vazifasiga ko‘ra sinovlar bir necha guruhga ajratiladi. Ulardan asosiylarini keltiramiz.

Konstuksiyalarni nazorat sinovlari temirbton konstruksiyalari zavodlarida va ommaviy qurilish poligonlarida Yig‘ma elementlar va konstruksiyalarni seriyalab tayyorlashda o‘tkaziladi. Bunday sinovlardan maqsad zavod ishlab chiqargn mahsulotni nazort qilishdan iborat. Bunday sinovlar GOST 8829-94 «Zavodda tayyorlangan temirbeton va betonli qurilish buyumlari.

Yuklanish bilan sinash usullari. Mustahkamlik, bikrlik va yorilishga chidamlilikni baholash qoidalari». Bu standart barcha turdagi betondan tayyorlangan barcha turdagi temirbeton buyumlarga taalluqli va joriy nazorat statik sinashlarning talablari, tartibi, hajmi va usullarini hamda, bu sinovlar natijalari bo‘yicha buyumlarning mustahkamligini, bikrligini va yorilishiga chidamliligini baholashlarni belgilab beradi.

Yangidan loyihalangan konstruksiyalarni sinash ishlari bu konstruksiyalarning yuk ko‘trauvchi qobiliyati, bikrligi va yorilishga chidamliligi bo‘yicha loyihaviy va me’yoriy talablarga muvofiqligini tekshirish maqsadida amalga oshiriladi. GOST 8829-94 yangidan loyihalangan buyumlarning to‘g‘riligini tekshirish maqsadida o‘tkaziladigan sinashlar usullarini belgilamaydi, shuning uchun bu sinovlar konstruksiyalarni tayanish va yuklantirishning qabul qilinayotgan ishchi sxemalarini asoslash bilan dastur ishlab chiqishni talab etadi.

Sinovlarning bu guruhiga sinovdagi konstruksiyalarning ularni ommaviy ishlab chiqarishga joriy qilishdan oldin sinovdan o‘tkazish kiradi. Sinovdagi konstruksiyalar buzilguncha sinovdan o‘tkaziladi, bu esa ulardagi eng bo‘sh joylarni yoki haqiqiy mustahkamlik zaxirasi koeffitsiyentini aniqlashga hamda loyihaga tegishli tuzatishlar kiritishga imkon beradi.

Ilmiy tadqiqotlar jarayonida o‘tkaziladigan konstruksiyalarni sinashlar, ayrim konstruksiyalar namunalarida yangidan ishlab tayyorlanayotgan qurilish konstruksiyalarini hisoblash nazariyasi va uslubini takomillashtirshga yordam beruvchi masalalarni tajribada o‘rganish uchun zarur. Bunday sinovlar tajriba-nazariy yoki loyiha-konstruktorlik ishlanmalarining tarkibiy qismi hisoblanadi. Tajriba o‘tkazish jarayonida beton va armaturaning o‘zro ta’siri, armaturaning miqdori, sifati va joylashuvining konstruksiyalarning yuk ko‘trauvchi qobiliyatiga, deformativligiga va yorilishga chidamliligiga ta’siri, elementlar kesimlaridagi zo‘riqish holati, Yig‘ma elementlar chok birikmalarining hisob sxemasini tanlashga ta’siri, konstruksiyaning real ish sharoitlarining hisobdagi taxminlardan og‘ishi aniqlanadi va shu kabi Bu sinovlar qo‘yilgan vazifalarning o‘ziga xos xususiyatlariga mos keluvchi tadqiqotning maxsus ishchi dasturini ishlab tayyorlashni talab etadi, ba’zida esa yangi o‘lchash apparaturasini va zarur qurilmani tayyorlashni tlab etadi.

Yangi qurilgan inshootlar yoki konstruksiyalarni ularning loyiha va me’yoriy talablarga muvofiqligini tekshirish maqsadida sinashlar kamdan kam hollarda, asosan

juda mas’uliyatli konstruksiyalarni (ko‘priklarning oraliq qurilmalarini, fazoviy yopmalar va b.q.) foydalanishga topshirish oldingan amalga oshiriladi.

Foydalanilayotgan konstruksiyalar va inshootlarni sinash odatda bu inshootlarning yuk ko‘trauvchi konstruksiyalariga ta’sir qiluvchi yuklanishlarni orttirish zarur bo‘lganda yoki ular ishdan chiqqanda yoki shikastlanganda ularning haqiqiy yuk ko‘trauvchi qobiliyatini, bikrligini va yorilishga chidamliligini aniqlash uchun o‘tkaziladi.

3.3. O‘lchov apparaturasi va asboblari

Sinalayotgan konstruksiyalar va ular elementlarining ko‘chishlarini, burilish burchaklarini, deformatsiyalarini va boshqa o‘zgarishlarini o‘lchash turli xil asboblar va apparaturalar bo‘lishini talab etadi. ¤lchov asboblaridan sinovlarni o‘tazishdan avval va sinalayotgan elementlarga yuklanishlarning ta’sir ko‘rsatishi jarayonida konstruksiyalar materiallarining xossalarini nazorat qilishda ham foydlaniladi.

Yaqin vaqtlargacha qurilish konstruksiyalarini sinashda foydalaniladigan o‘lchov asboblari asosan o‘lchanayotgan kattaliklarning mexanik kattalashishi va o‘zgarishi tamoyiliga asoslangan edi. Bular progimerlar (egilishni o‘lchagich) va indikatorlar, tenzometrlar, klinometrlar va boshqa mexanik asboblar. O‘ozirgi paytda elektronika, fizika, mexanika, akustikaning rivoji asosida axborotni to‘plash va qayta ishlash uchun turli xil yarim o‘tkazgichli qayd qiluvchi apparatura ishlab chiqilgan va foydlanilmoqda. Qurilish konstruksiyalarini sinashda noelektrik kattaliklarni (ko‘chishlar va deformatsiyalarni) elektrik usullar bilan o‘lchashga imkon beruvchi asboblar keng qo‘llanilmoqda. Bunday asboblar va apparatura yuqori aniqlikka ega bo‘lishi bilan birga mexanik asboblarga qaraganda konstruksiyaning bir vaqtda ko‘pchilik nuqtalarida masofadan turib o‘lchashda afzalliklarga ega. Bunday asboblar va apparatura tegishli qayd qiluvchi moslamalar yordamida ko‘rsatishlarni avtomatik qayd etishga o‘tib, natijalarni raqam bosish asboblariga, perfolentalarga, magnitoyozuv moslamalariga berishga yoki olinayotgan ma’lumotlarni keyinchalik qayta ishlash va foydalanish uchun EHM ga bevosita kiritishga imkon beradi.

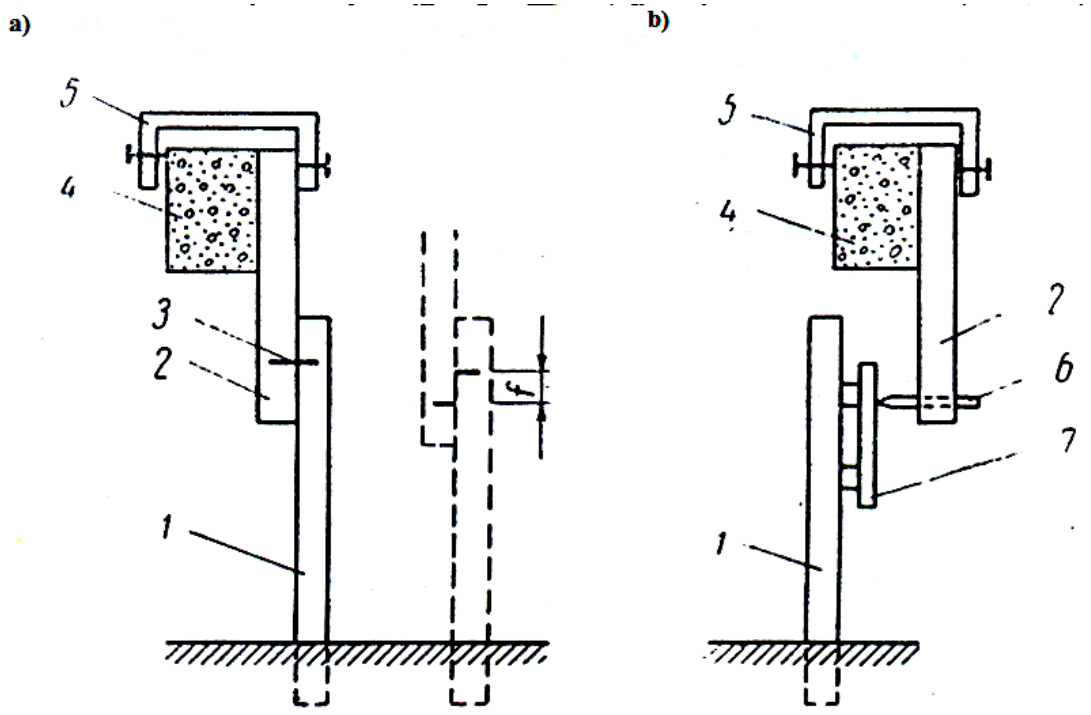
Materillar va konstruksiyalarni buzmasdan sinash usullari bilan ishlovchi asboblar va apparatura keng qo‘llanila boshladi — bular akustik ultratovushli asboblar, rentgen va radiometrik apparaturalaridir.

Beton mustahkamligni busmasdan sinash usulidagi asboblarga mexanik asboblarning butun bir seriyasi kirdi: etalon bolQalar, KM kompleks asbobi, XPS turidagi asbob va boshqalar.

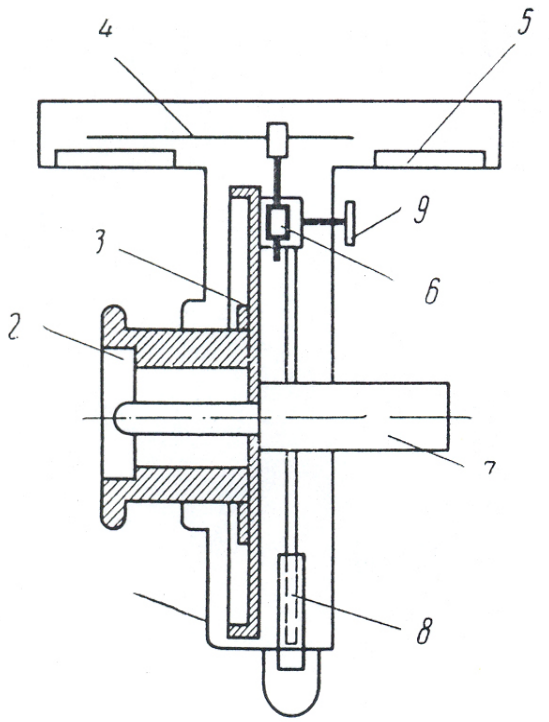
3.3.1. Ko‘chishlarni aniqlash

Konstruksiyaning bir nuqtasini uning qo‘zg‘almas bir boshqa nuqtasiga nisbatan ko‘chishini o‘lchash uchun, ya’ni egilishlarni o‘lchash uchun oddiy moslamalar va maxsus asboblardan foydalanish mumkin. Ular sinashlarning talab etilgan aniqligini, mumkin bo‘ladigan egilish kattaligini va boshqa omillarni hisobga olgan holda tanlab olinadi.

Katta o‘lchash aniqligi talb etilmagan va egilish ancha katta qiymatga yetgan hollarda oddiy moslamalar va qurilmalar qo‘llaniladi. Bunda ikkita reykadan foydalaniladi, ulardan biri qo‘zg‘almas, ikkinchisi tekshirilayotgan konstruksiyaga mahkamlangan bo‘lib, u bilan birga ko‘chiydi. Ikkala reykaga chizilgan to‘g‘ri chiziqlar bir biriga nisbatan ko‘chishiga qarab, egilishning kattaligi to‘g‘risida fikr yuritiladi (3.10-rasm).



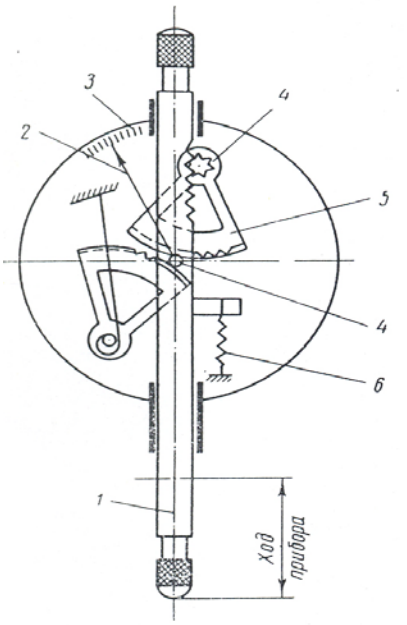
3.10-rasm. Eng sodda moslamalar yordamida egilish kattaligini aniqlash sxemasi*: a–ikkita reya yordamida; b–planshet yordamida; 1–qo‘zg‘almas reyka; 2–qo‘zg‘aluvchi reyka; 3–reykalardagi to‘g‘ri chiziq; 4–sinalayotgan buyum; 5–strubtsina; 6–qalam; 7–planshet qog‘ozi bilan.*



3.11-rasm. N.N.Maksimov progibomeri (egilishni o‘lchagichi)ning sxemasi: *1–korpus; 2–shkiv; 3–disk; 4–ko‘rsatkich strelka; 5–shkala; 6–rolik; 7–diskning aylanish o‘qi; 8–rostlovchi vint; 9–rolikni diskka sig‘uvchi disk.*

Yanada aniq natijalarni olish uchun maxsus o‘lchov asboblaridan foydalaniladi. Bunday asboblar qatoriga Aistov, Yemelyanov, Maksimovning progibomerlari (egilishni o‘lchagichlari) va boshqalar kiradi. Ular orasisda Maksimov progibomeri keng qo‘llanilmoqda. U korpusdan (3.11-rasm) iborat bo‘lib, uning ichida o‘qda aylanuvchi shkiv bilan mahkam biriktirilgan disk joylashgan. Disk kichik rolik bilan biriktirilgan bo‘lib, uning o‘qi ko‘rsatkich strelka bilan tugaydi. Progibomerning shkalasi 100 bo‘limga ajratilgan, bu konstruksiyaning 1 sm ga chiziqli ko‘chishiga mos keladi. Progibomer sinalayotgan konstruksiyaga strubsina yordamida mahkamlanadi. Asbobning shkifi orqali ingichka sim o‘tkazilib, uning bir uchi konstruksiyaga mahkamlanadi (agar asbob ustunda joylashtirilgan bo‘lsa) yoki qo‘zg‘almas nuqtaga mahkamlanadi (agar asbob konstruksiyaning o‘ziga mahkamlanib o‘rnatilsa), ikkinchi uchiga esa yuk osiladi (3.12-rasm). Egilish paydo bo‘lganda sim shkifni aylantiradi, u esa disk va u bilan biriktirilgan rolik yordamida strelkani buraydi. Uncha katta bo‘lmagan ko‘chishlarni (10 mm gacha) o‘lchash uchun progimomer sifatida o‘lchash texnikasida keng tarqalgan indikatordan foydalanilishi mumkin (3.13-rasm). Bu indikator tishli kesim bo‘lgan metall sterjen o‘tkazilgan korpusdan iborat. Sterjen o‘z o‘qi bo‘ylab ko‘chib, tishli sektorni va tishli g‘ildirak (shesternya)ni aylantiradi, shesternya ko‘rsatkich strelka bilan birlashtirilgan.

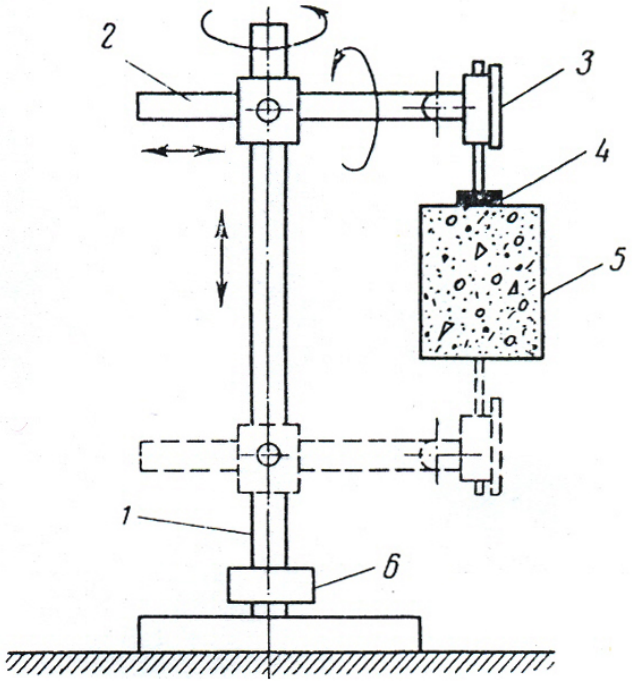
Strelkaning og‘ishi kattaligi bo‘limining qiymati 1/100 mm bo‘lgan shkalaga ko‘ra belgilanadi. Yanada aniqroq o‘lchashlar uchun shkalasi qiymati 1/1000 mm bo‘lgan indikatorlar qo‘llaniladi.



3.13-rasm. Indikator sxemasi: *1–sterjen; 2–ko‘rsatkich strelka; 3–shkala; 4–kichkina shesternya (tishli g‘ildirak); 5–tishli sektor; 6–prujina.*

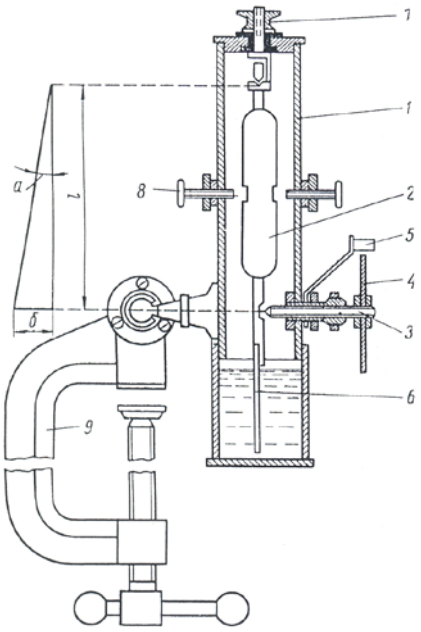
O‘lchashlar vaqtida konstruksiyalarga urinish joylarida sirt silliq va tekis bo‘lishi kuzatib boriladi, aks holda bunday joylarga metall plastinkalar yopishtirilishi kerak bo‘ladi. Indikatorni o‘rnatish shtativ yordamida amalga oshiriladi (3.14-rasm).

Ko‘rib chiqilgan asboblarning asosiy kamchiligi shundaki, ko‘rsatishlarni olish davriy ravishda amalga oshiriladi, bu esa temirbeton konstruksiyalarning yuklanish ostida siljuvchanligi jarayonining rivojlanishi munosabati bilan egilishlarning va ular orttirmalarining uzluksiz ortib borishi to‘g‘risida to‘la tasavvur bermaydi.



3.14-rasm. Indikatorni shtativ yordamida mahkamlash sxemasi: *1–shtativ stoykasi; 2–karetkali gorizontal sterjen; 3–indikator; 4-metall plastinka; 5–buyum; 6–stoykani burish uchun gayka.*

Egilishning kattaligini uzluksiz kuzatish uchun sinalayotgan konstruksiyaning ko‘pgina nuqtalarida ko‘chishlarning kattaligini masofadan turib yozishda IPD-1 asbobidan foydalaniladi. Asbob datchiklardan va yozib oluvchi moslamadan iborat. Datchiklar va qabul qilgichlar (priyomniklar) sifatida o‘zgaruvchan tokning sanoat chastotasida ishlovchi selsinlardan foydalanilgan. Datchiklar hisobiy kesimlarda qo‘zg‘almas tayanchlarda sinalayotgan konstruksiya bilan kontaktda o‘rnatiladi. Yozib oluvchi qurilma datchiklar bilan simlar orqali ulangan priyomniklarni ulaydi. O‘lchanayotgan egilishning kattaligini yozish 5:1, 10:1, 50:1 masshtablarda amalga oshirilishi mumkin. Yozib olishning borishi to‘g‘ri bosqichli va konstruksiyani yuklashda hamda uni yuklanish ostida tutib turishda (3.15-rasm) alohida amalga oshiriladi. Yozib oluvchi moslama konstruksiya sinaladigan joydan istagan masofada joylashtirilishi mumkin. Konstruksiya kesimlarining burilish burchaklarini o‘lchash uchun klinometrlardan foydalaniladi. Sinovlarda Stopani, Aistov va boshq. sistemasidagi klinometrlar keng tarqaldi. Stopani klinometri (3.16-rasm) planka bilan sharnirli mahkamlangan shaytondan (sath o‘lchagichdan), mikrometrik vintdan, bo‘linmalari bo‘lgan limbdan va klinometrni tekshirilayotgan konstruksiyaga o‘rnatish uchun strubsinadan iborat. Asbob o‘rnatilgandan so‘ng shayton gorizontal holatga shunday hisob bilan keltiriladiki, bunda uning o‘qi konstruksiyaning egilish tekisligiga mos tushsin yoki unga parallel bo‘lsin. Konstruksiyani sinashda uning kesimi buriladi va shayton gorizontal holatdan chiqadi. Burilish burchagi: $tg\alpha = \frac{\delta}{l}$ formuladan topiladi, bu yerda:



3.17-rasm. Aistovning KA–4 klinometri:
1–asbob korpusi; 2–mayatnik; 3–mikrometrik vint; 4–shkalali disk; 5–sanoqlar uchun ko‘rsatkich; 6–dempferlovchi eshkak; 7–kuchsiz tok elektr signali uchun klemma; 8–mayatnikni tebranishdan saqlovchi vintlar; 9–strubtsina.

δ – ko‘chish, u 0,0055 ($s1–c_2$) mm ga teng;

l– asbob bazasi bo‘lib, u sharnir markazidan mikrometrik vintning o‘qigacha bo‘lgan masofaga teng, l=175 mm;

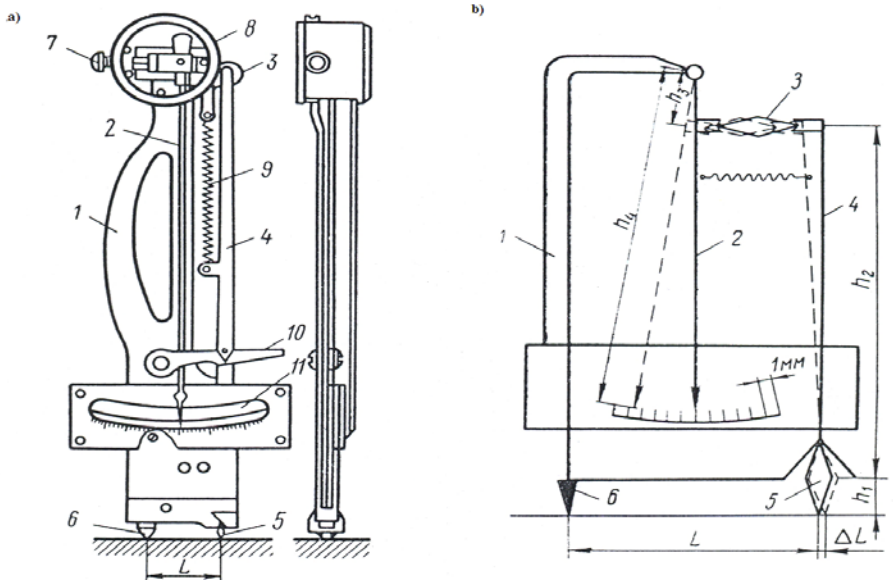
($s1–s_{„}$) – mikrometrik vintning vertikal ko‘chishidagi sanoqlar farqi.

Aistov klinometri KA-4 ichiga og‘ir mayatnik osilgan quvursimon korpusdan (3.17-rasm), diskli shkalali mikrometrik vintdan va strubsinadan iborat. Klinometr sinalayotgan konstruksiyaga vertikal holatda mahkamlanadi. Konstruksiyaning burilishi burchak tangensi kattaligi bo‘yicha aniqlanadi, u Stopani asbobi uchun chiqarilgan formula bo‘yicha hisoblanadi, faqat asbob bazasi uchun vertikal bo‘yicha mayatnik osilgan nuqtadan mikrometrik vint o‘qigacha bo‘lgan masofada qabul qilinadi.

3.3.2. Deformatsiyalarni va yoriqlarni aniqlash

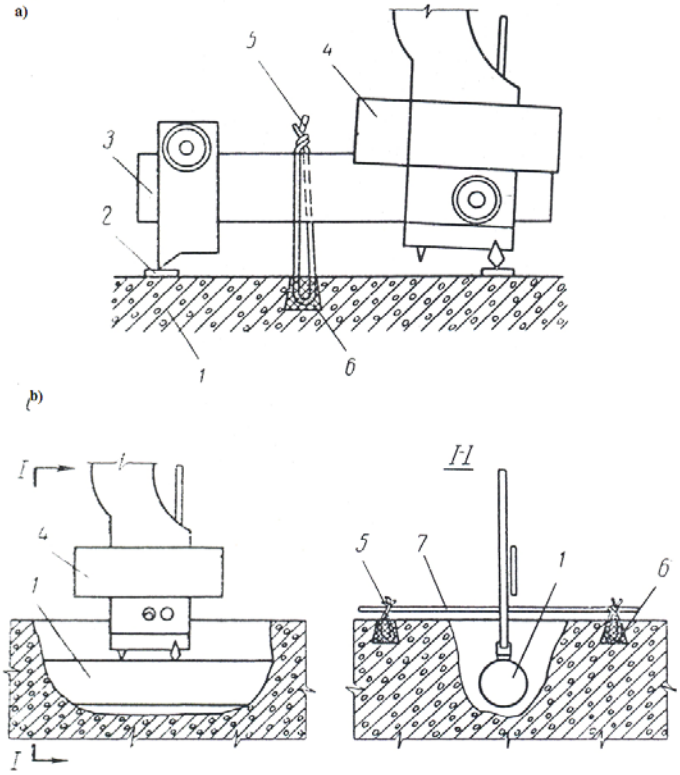
Konstruksiyalarni sinashda betonning kichik deformatsiyalarini (uzishi yoki qisqarishini) o‘lchash uchun bu deformatsiyalarni bir qancha kattalashtirib qayd etishga imkon beruvchi tenzometrlardan foydlaniladi. Konstruktiv xususiyatlariga bog‘liq holda tenzometrlar mexanik, elektromexanik, torli, simli, qarshilik tenzometrlari va boshqalar bo‘lishi mumkin.

Mexanik tenzometrlar. Mexnik tenzometrlar ichida Gugenberger tenzometri (3.18-rasm) eng ko‘p tarqalgan, u korpusdan iborat bo‘lib, uning tayanch qismi konus va prizma ko‘rinishida ishlangan, prizma ko‘rinishidagi qismiga richag mahkamlangan. Asbobning ustuni va richagi orasida sharnir yordamida strelka mahkamlangan. Tayanadigan sirt deformatsiyaga uchraganda konus bilan prizma orasida *L* masofada prizma ma’lum bir burchakka buriladi. Unga tutashtirilgan richag ham xuddi shu burchakka buriladi, bu strelkaning u yoki bu tomonga og‘ishiga sabab bo‘ladi.



3.18-rasm. Tenzometr: *a–umumiy ko‘rinish; b–kinematik sxema; 1–asbob korpusi; 2–strelka; 3–shayin; 4–richag; 5–prizma (qo‘zg‘aluvchi pichoq); 6–qo‘zg‘almas pichoq; 7–rostlovchi vint; 8–saqlagich g‘ilov; 9–prujina; 10–arretir; 11–ko‘zgu shkala; L–tenzometr bazasi; ΔL–deformatsiya kattaligi.*

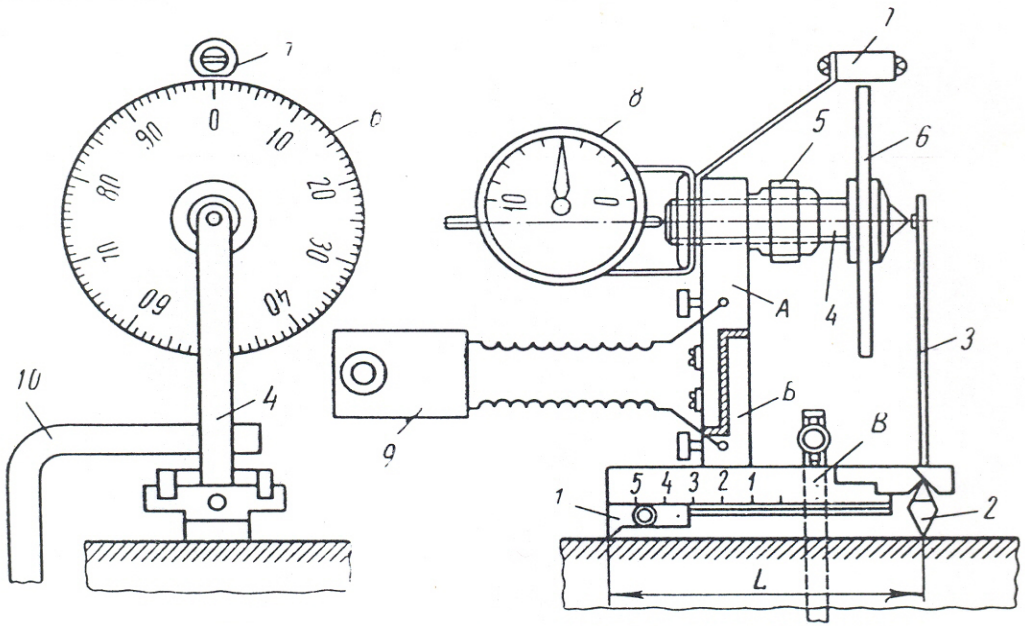
Tenzometrni o‘rnatish sxemasi 3.19-rasmda ko‘rsatilgan. Tenzometrlarni o‘rnatishda ular sinash vaqtida zo‘riqishlarning mahalliy to‘planishi mumkin bo‘lgan joylarga o‘rnatilmasligini kuzatib turish zarur.



3.19-rasm. Tenzometrni o‘rnatish sxemasi: *a–betonda; b–armaturada; 1–sinalayotgan element; 2–ostqo‘yma; 3–uzaytirgich; 4–tenzometr; 5–yumshoq simdan o‘ram; 6–sim ankerovkasi; 7–elastik spitsa.*

Sinovlarda ishlashda yuqori ustivorlikka va ishonchlilikka ega bo‘lgan Aistov tenzometrlari TA-2 va TA-3 sinovlar amaliyotida keng tarqaldi. Bu tenzometrlar diskining mavjudligi tufayli asbobni qayta o‘rnatmasdan keng chegaralardagi deformatsilarni o‘lchashga imkon beradi.

TA-2 tenzometri uchta: A, B va V qismlardan tashkil topgan bo‘lib, ulardan yuqori A qismi qolgan ikki qismdan elektrizolatsiyalngan (3.20-rasm). Asbobning tayanch qismi ikkita prizmaga ega-vilkaning paziga kirib turuvchi qo‘zg‘aluvchi va qo‘zg‘almas. Yuqori A qismda qirqma mufta mavjud bo‘lib, u orqali unga mahkam o‘tkazilgan diskli mikrometrik disk o‘tadi. Diskda millimetrlarda darajalangan shkala mavjud. A va B qismlar yuqori chastota signallari generatori bilan biriktirilgan. Deformatsiyalarni o‘lchashda mikrometrik vintning uchi diskni soat strelkasga teskari burish yo‘li bilan peroning kontakt yuzasigacha yetkaziladi, buning natijasida elektr zanjir ulanadi va tovush signaliga ko‘ra hisob olinadi. Keyin diskni teskari tomonga burib, mikrovint uchi perodan uzoqlashtiriladi va signalning ishlashi to‘xtaydi.



3.20-rasm. Aistovning TA–2 tenzometri: *1–qo‘zg‘almas prizma; 2–qo‘zg‘aluvchi prizma; 3–pero; 4–makrometrik vint; 5–tortuvchi gayka; 6–shkalali disk; 7–sanoq uchun ko‘rsatkich; 8–hisoblagich (schyotchik); 9–tovush chastotasi signallari generatori; 10–strubtsina.*

Konstruksiyani yuklashda tenzometr o‘rnatilgan uchastkaning uzunligi o‘zgarib boradi va qo‘zg‘aluvchi prizmaning ma’lum burchakka burilishga majbur qiladi. Shu paytda disk soat strelkasiga qarama-qarshi peroga tekkuncha aylantiriladi va tovush signali paytida ikkinchi sanoq amalga oshiriladi.

Elementning deformatsiyasi:

$$\Delta l = \Delta N m$$ formula bo‘yicha aniqlnadi,

bunda:

ΔN — shkala bo‘yicha sanoqlar farqi, mm;

m — shkalaning bir bo‘limi qiymati.

Diskning bir marta aylanishi 100 mk deformatsiyaga mos keladi, mikrovintning to‘liq yurishi esa 800 mk gacha deformatsiyalarni o‘lchash imkonini beradi.

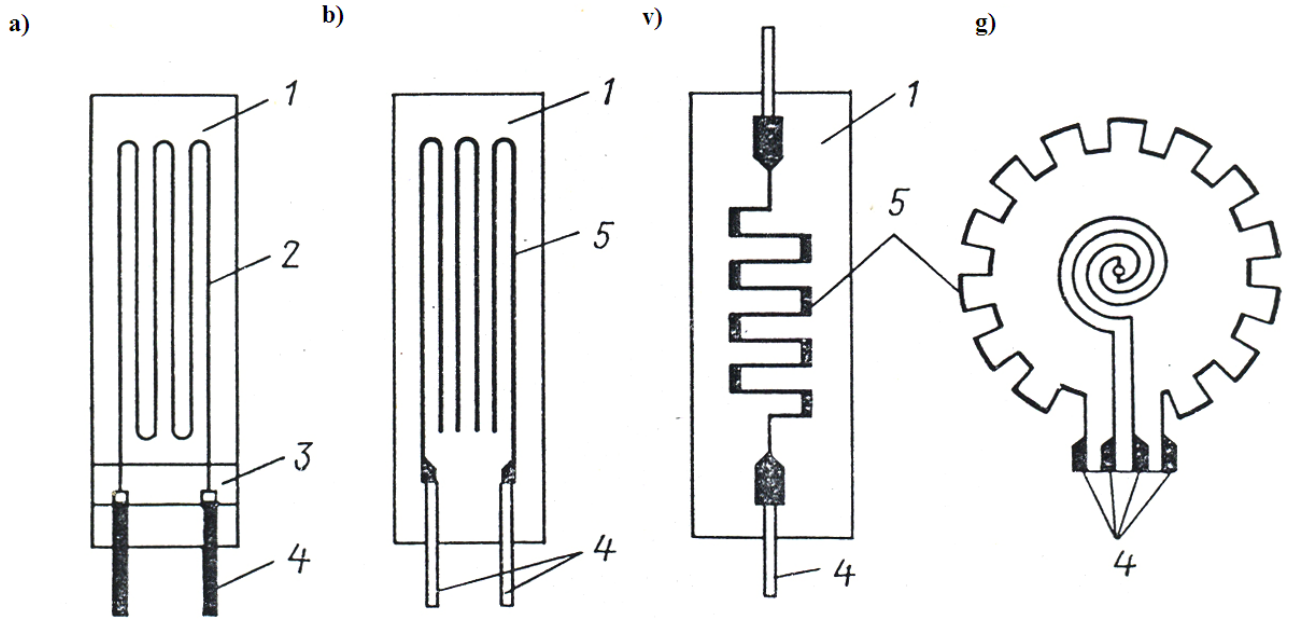
Siljishdan deformatsiyani aniqlash zarur bo‘lganda universal tenzorezistor — Aistov sdvigomeri (siljish o‘lchagichi) TAS dan foydalaniladi. Bu asbob bo‘ylama deformatsiyalarni tenzorezistor bilan o‘lchashda ham, sdvigomer sifatida ishlab, siljish deformatsiyasini o‘lchashga ham imkon beradi.

Temirbeton konstruksiyalarni uzoq muddatli sinovlarda deformatsiyalarni aniqlash uchun, o‘lchashlarda oddiy tenzorezistorlar yaroqsiz bo‘lganda, komparatorlardan foydalaniladi. Komparatorlar optik va mexanik turlarga bo‘linadi.

Tenzorezistorlar va tenzorezistorli apparatura. Qurilish konstruksiyalari va detallarini tadqiq etishda hamda sinashda deformatsiyalarni o‘lchash uchun simli tenzorezistorlar keng qo‘llaniladi. Deformatsiyalarni tenzorezistor bilan o‘lchash usulining asosida tenzometrik effekt — deformatsiya vaqtida o‘tkazgichning va yarimo‘tkazgichning elektr qarshiligining o‘zgarishi yotadi. Simli tenzorezistorda tenzometrik effekt metall sim elektr qarshiligining elastik deformatsiyada o‘zgarishidan iboratdir. Bu xossa tenzorezistorning tenzosezgirligi deyiladi.

Tenzorezistorning muhim tavsifi uning tenzosezgirlik koeffitsiyenti hisoblanadi, u tenzorezistor qarshiligi o‘zgarishining uning nisbiy deformatsiyasiga nisbatini ifodalaydi.

Yupqa qog‘oz moslamasiga maxsus elastik yelim bilan yelimlangan bir biriga yaqin joylashtirilgan bir nechta konstantan sim halqalardan (panjara ko‘rinishida) iborat simli tenzorezistorlar juda keng tarqalgan (3.21-rasm). Sim panjara (to‘r)ning uchlariga elektromontajda qulaylik uchun diametri 0,1-0,2 mm va uzunligi 20–30 mm bo‘lgan mis sim ko‘rinishidagi tokeltuvchilar kovsharlab qo‘yiladi. Tenzorezistor yuqori tenzosezgirlikka, yuqori solishtirma qarshilikka va kichik temperatura koeffitsiyentiga ega bo‘lishi kerakligi uchun odatda tenzorezistor panjaralari diametri 0,12–0,3 mm bo‘lgan mis bilan nikel (konstantan, edvans, elinvar va boshqalar) qotishmalaridan tayyorlanadi. Tenzorezistorning ijobiy sifatlariga quyidagilar kiradi: deformatsiyalarni konstruksiyaning sirtida ham, ichida ham bevosita qayd etish mumkinligi; deformatsiyalarni o‘lchashning yuqori aniqligi; yuklanishning barcha bosqichlarida, hatto konstruksiya materialining oquvchanligigacha (materilning oquvchanligida tenzorezistorning ko‘rsatishlari suzadi) deformatsiyalarni o‘lchash mumkinligi; datchikni tekshirilayotgan konstruksiyaga o‘rnatishning nisbatan osonligi va uni mexanik asboblarni o‘rnatish mumkin bo‘lmaydigan joylarga o‘rnatish mumkinligi; ham statik, ham dinamik yuklanishlarda bo‘lgan konstruksiyalarning turli xil detallari va elementlarining deformatsiyalarini tadqiq etish mumkinligi; massasi kichik va o‘lchamlari ham kichik simli tenzorezistorlarni tayyorlashning nisbatan osonligi va arzonligi.



3.21-rasm. Turli xildagi tenzorezistorlarning sxemalari: *a–qog‘ozli asosdagi simli sirtmoqli; b–zarg‘oqozli sirtmoqli; v–zarqog‘ozli qisqa bazali; g–murakkab konfiguratsiyali zarqog‘ozli membranali; 1–asosi; 2–konstantan sim; 3–qog‘oz tasmasi; 4–chiqishlar; 5–zarqog‘oz.*

Shu bilan birga tenzorezistorlar bir qator kamchiliklarga ega: elektr sezgirligi yetarlicha yuqori emas, bu murakkab qayd qiluvchi apparaturani qo‘llanish zarurligini shart qiladi; kichik bazada (< 20 mm) sezgirligi, pastligi; yelimning yumshoqligi tufayli deformatsiyaning o‘lchangan va haqiqiy qiymatlari orasida ma’lum nomuvofiqlik (tenzorezistor yordamida o‘lchangan deformatsiyaning kattaligi, odatda haqiqiy kattaligidan biroz kichik); tenzorezistorlarning ko‘rsatishiga ta’sir etuvchi atrof muhit temperaturasiga sezgirligi, bu kompensatsion datchiklarning qo‘llanilishi zaruratini keltirib chiqaradi; har bir tenzorezistorni faqat bir marta foydalanish mumkinligi.

Tenzorezistor mahkamlangan (yelimlangan) sinalayotgan konstruksiyada qo‘yilgan kuchlar ta’sirida yuzaga keladigan deformatsiyalar uning omik qarshiligini proporsional ravishda o‘zgartiradi. Deformatsiya jarayonida tenzorezistorda simining uzunligi va ko‘ndalang kesimni yuzi o‘zgaradi, bu esa tenzorezistor qarshiligining o‘zgarishiga olib keladi. Bu bog‘lanish quyidagi formulalar bilan ifodalanadi:

$$K = \frac{\Delta R l}{R \Delta l}; \quad \varepsilon = \frac{\Delta l}{l}; \quad \frac{\Delta R}{R} = K \varepsilon$$

bu yerda: $\Delta R/R$ — tenzorezistorning omik qarshiligining nisbiy o‘zgarishi;

R — tenzorezistorning boshlang‘ich qarshiligi, Om;

ΔR — tenzorezistorning deformatsiyada boshlang‘ich qarshiligining o‘zgrishi kattaligi, Om;

l — tenzorezistor uzunligi yoki bazasi: mm;

K — tenzorezistorning sezgirlik koeffitsiyenti (tenzorezistorning omik qarshiligining nisbiy o‘zgarishi $\Delta R/R$ ni nisbiy deformatsiya (Δ) ga nisbati bilan aniqlanadigan kattalik;

Δl — tenzorezistor deformatsiyasi kattaligi bo‘lib, tekshirilayotgan elementning deformatsiyasiga teng, mm.

Shunday qilib, tenzorezistorning asosiy tavsiflari quyidagilardir: qarshilik R, baza l va sezgirlik koeffitsiyenti K.

Tenzorezistorlar 5; 10; 20; 30; 50; 80; 100; 200 mm baza bilan tayyorlanadi. Qo‘lanilayotgan tenzorezistorlar bazasini tajribaning tavsifi va vazifalariga bog‘liq holda hamda konstruksiya tayyorlangan materialning bir jinsliligini hisobga olgan holda tanlab olinadi.

Qurilish konstruksiyalarini sinashda asosan quyidagi tenzorezistorlardan foydalaniladi: betondagi deformatsiyalarni o‘lchash uchun - 50; 80; 100 mm baza bilan, armaturadagi va metalldan tayyorlangan qurilgan detallardagi deformatsiyamerni o‘lchash uchun — 10; 20; 30 mm baza bilan.

Statik sinovlarda qo‘llaniladigan tenzorezistorlarning qarshiligi 50 dan 400 Om gachani tashkil etadi. Tenzorezistorlar qarshiligining tarqoqligi portiyada 1 0 m dan oshmasligi kerak. Avval aytib o‘tilganidek, tenzorezistorning juda muhim parametri uning tenzosezgirligi hisoblanadi, u panjaraning materialiga va konstruksiyasiga, qo‘llanilayotgan yelimining asosiga, shuningdek, tenzorezistorni tayyorlash usuliga va yelimlanishiga bog‘liq. Tenzorezistorning sezgirligi koeffitsiyenti 2,0 dan 2,3 gacha oraliqda bo‘ladi. Konstantadan tayyorlangan tenzorezistorlar panjara materiali ishi bosqichiga bog‘liq bo‘lmagan (elastik yoki elastik emas), amalda doimiy tenzosezgirlikka ega. Shuning uchun omik qarshilikli tenzorezistorlar uchun asosan konstantan simdan foydalaniladi. Simli tenzorezistorlar sinalayotganda elementning bir o‘qli va tekis zo‘riqgan holatidagi deformatsiyalarni aniqlashga imkon beradi. Agar bosh deformatsiyalarning yo‘nalishlari ma’lum bo‘lsa, u holda tenzorezistorlarni ta’sir qiluvchi kuchlanishlarning yo‘nalishi bo‘yicha o‘rnatiladi; agar yo‘nalishlari noma’lum bo‘lsa, u holda to‘g‘ri burchakli yoki uchburchakli rozetka sxemasi bo‘yicha bir necha tenzorezistor qo‘llaniladi.

Hozirgi vaqtda ko‘p marta foydalanish uchun mo‘ljallangn olinuvchi termokompensatsiyalngan tenzorezistorlar ham ishlab chiqilmoqda.

Tenzorezistorlarni beton sirtiga o‘rnatishda yelimlanadigan joyi chang, bo‘yoq va shu kabilardan tozalanadi, keyin beton sirti korborundli brusoklar bilan tozalanadi. Gipsli qorishma bilan chuqur rakovinalar to‘ldiriladi. Tozalangn sirt atseton bilan artiladi, keyin texnik spirt bilan artiladi, shundan so‘ng betonning tashqi qatlamini singdirish va mustahkamlash hamda g‘adir-budurliklarni tekislash maqsadida sirtni 2–3 qatlam yelim bilan gruntlanadi.

Tenzorezistorlarni sinalayotgan konstruksiyalarning metall qismlariga va armaturalarni yelimlashda bu joylar karborund brusoklar yoki disklar bilan zang, kuyindi, bo‘yoq va sh.k.lardan tozalanadi. Tozalangan sirt atseton bilan, keyin esa spirt bilan artiladi. Tenzorezistorni yelimlashda yelim qatlami qalin bo‘lmasligi kerak, aksincha yelim maxsus valik bilan sellofan plenka orqali o‘q bo‘yicha o‘rtasidan chetiga qarab bir tekis silab, valik bilan yo‘qotiladi.

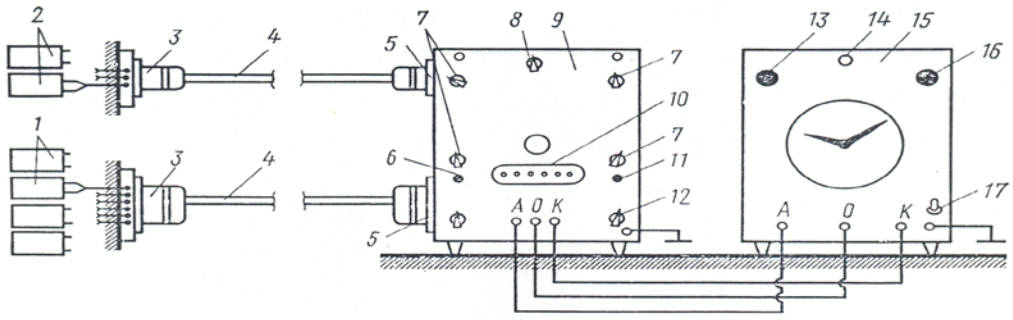
Tenzorezistorlarni tayyorlash va yelimlash uchun qo‘llaniladigan yelimlar tenzopanjaraga va tekshirilayotgan materialga nisbatan yuqori adgezilga, ko‘chishda yuqori bikrlikka, barqaror va yuqori dielektrik xossalarga, texnologik qo‘llanishdagi termogidromustahkamlikka ega bo‘lishi kerak.

Tenzometrik qayd etuvchi apparatura. Sinovlarda o‘lchanadigan deformatsiyalarning kattaligi tekshirilayotgan konstruksiyaning materiliga, sinash xarakteriga bog‘liq va ko‘p hollarda $1S10^{-6}$ dan $1S10^{-3}$ nisbiy birliklardan tashqariga chiqmaydi. Shunchalik kichik deformatsiyalarni o‘lchash, odatda, elektron kuchaytirgichli sezgirligi yuqori qayd etuvchi apparaturaning qo‘llanilishini talab etadi. Statik sinovlarda dastaki balansirovkali bir qavatli ko‘prikka ega ID (ISD-2, IMASH, ISD-3, ID-62) turidagi deformatsiyalarni elektron o‘lchagichlar; ko‘prigi avtomatik balansirovkali AI yoki AID (AI-1, AI-2, AID-1, AID-2, AID-2M) turidagi elektron deformatsiya o‘lchagichlari amaliyotda qo‘llanilmoqda. Tenzometrik qayd etuvchi appraturaning tavsiflari 3.1-jadvalda keltirilgan. Tenzorezistorlarning ko‘rsatishlarini avtomatik yozib oluvchi asboblar qatoriga EPP-00 elektron potensiometrdan yoki EMP-209 asbobidan qayta jihozlangan deformatsiyalarni avtomatik qayd etuvchisi AR-1 kiradi. AR-1 asbobi bir vaqtda 24 nuqtadagi deformatsiyalarni o‘lchash va qoQoz tasmaga qayd etishni ta’minlaydi.

Deformatsiyalarni o‘lchash uchun universal tenzometrik qurilma UTS 1–VT-12 ham qo‘llaniladi, unga 12 ta bir xil kanal kiradi va ossillografda bir necha tenzorezistorlarning ko‘rsatishlarini bir vaqtda qayd etadi. Bir qator hollarda, o‘zgaruvchan tok bilan ta’minlash manbai bo‘lmaganda, kuchaytirgichsiz o‘lchash ko‘priklari qo‘llaniladi, bunda ko‘prik o‘zgarmas tok bilan akkumulatorlardan yoki quruq batareyalardan ta’minlanadi. Bitta ichki yarim ko‘prikka ega bo‘lgan o‘lchov asboblariga faqat bitta faol tenzorezistorni ulash mumkin. Shu bilan birga konstruksiyalarni sinashda odatda deformatsiyalarni ko‘pgina nuqtalarda (100–300 tenzorezistor) o‘lchaщga to‘g‘ri keladi. Bunday hollarda deformatsiyalarni o‘lchash uchun qo‘shimcha moslamalar — tenzorezistorlarni ulash (kavsharlash) uchun montaj kolodkalari, ko‘pnuqtali datchiklar pereklyuchatellari va shtekkerli razyemlari bo‘lgan tutashtiruvchi kabellar bo‘lishi zarur.

3.22-rasmda ko‘prigi avtomatik balansirovkali statik deformatsiyalarni elektron o‘lchagichining joylashish sxemasi va sinalayotgan konstruksiyalarda deformatsiyalarni o‘lchash uchun avtomatik pereklyuchateldan foydalanishda joylashish sxemasi berilgan.

Statik sinovlarda avtomatlashtirish. Deformatsiyalarni o‘lchashning tenzometrik usullarini qo‘llanib olib borilgan eksperimental tadqiqotlarning o‘ziga xos xususiyati kmpyuterlardan va maxsus dasturlardan foydalanib ishlarni yuqori darajada avtomatlashtirish hisoblanadi. Tajriba ishlarini kompyuter texnologiyalarini qo‘llanib avtomatlashtirish uchta asosiy jihatga ega.



3.22-rasm. Avtomatik ko‘p nuqtali pereklyuchatelni qo‘llanib, simli qarshilik tenzorezistorlari yordamida deformatsiyalrni o‘lchash uchun tenzometrik qurilma sxemasi: *1–faol tenzorezistorlar; 2–kompensatsion tenzorezistorlar; 3–faol va kompensatsion tenzorezistorlarning montaj kolodkalari; 4–tutashtiruvchi kabellar; 5–faol va kompensatsion tenzorezistorlarni ulash uchun shtekker raz’yomlar; 6–asbobning dastaki ishlashida yugurish tugmasi; 7–dasturiy qurilma dastalari; 8–«dastaki avtomatik ishlash» pereklyuchateli dastasi; 9–avtomat pereklyuchatel; 10–boshqarish pulti; 11–dastaki pereklyuchatel tugmasi; 12–dastaki yugurish dastasi; 13–tenzosezgirlik dastasi;14–elektron indikator; 15–deformatsiyalar o‘lchagichi; 16–«fazirovka» dastasi;17–deformatsiyalar o‘lchagichi tarmoqini ulash tumbleri.*

Ulardan birinchisi konstruksiyani sinash ma’lumotlari bo‘yicha ishlov berishni avtomatlashtirish hisoblanadi. Bu masalani yechish kompyuterga kiritish uchun tenzistorlarning birlamchi o‘zgartkichlari chiqish signalini almashtirishni amalga oshiruvchi texnik vositalar to‘plami bilan, shuningdek juda tez ishlovchi, xotira hajmi katta va h.k. bo‘lgan kompyuterning sof hisoblash imkoniyatlari bilan ta’minlanadi. Axborotni to‘plash va mashinada ishlov berish masalalarini hal qiluvchi sistemalarning o‘ziga xos xususiyati turli xil quvvatga ega universal kompyuterlardan va maxsus dasturlardan, eksperimental qurilmali ko‘p miqdordagi aloqa kanallaridan, ishlov berish natijalarini grafik va vizual taqdim etishning rivojlangan vositalaridan va axborotni operativ to‘plagichlaridan foydalanish hisoblanadi. Sistemalar ishlashining eng afzal rejimi axborotga tajriba sur’atida (tempida) ishlov berish hisoblanadi.

Eksperimental tadqiqotlarni avtomatlashtirishning ikkinchi jihati axborotga ikkilamchi ishlov berishning katta imkoniyatlaridadir. Axborotga ishlov berish dasturlarining tez-tez almashishi mumkinligi, bir qancha tajriba seriyalari bo‘yicha statistik axborotning yig‘ilishi, matematik ta’minot, kompyuter bilan axborot almashishning grafik sistemalari, axborotni yanada quvvatli kompyuterlarga uzatish imkoniyati — bularning hammasi sinalayotgan konstruksiya to‘g‘risidagi birlamchi axborotga ishlov bergandan so‘ng yangi bilimlar va hodisaning qonuniyatlarini olishni ta’minlovchi bog‘lanishlarni hosil qilishga imkon beradi.

Uchinchi jihat — tajribani dasturiy boshqarishning yoki tajriba va EO‘M o‘rtasidagi teskari aloqalarni tashkil etish yo‘li bilan boshqarish imkoniyatlarini nazarda tutuvchi, xsusan tajribani avtomatlashtirish.

Zamonaviy hisoblash texnikasi vositalari ko‘p jihatdan hisob-kitob olib borishning an’anaviy, kam samarali usullarini avtomatlashtirishga imkon berib, bunda dastlabki axborotga ishlov berish muddatlarining ancha qisqarishini va olinayotgan natijalar aniqligining ortishini ta’minlaydi. Kuzatish natijalariga ishlov berish uchun «Kuzatish natijalariga statistik ishlov berish» dasturi tuziladi yoki mavjud sinchiklab tekshirilgan kompyuter dasturlaridan foydalaniladi.

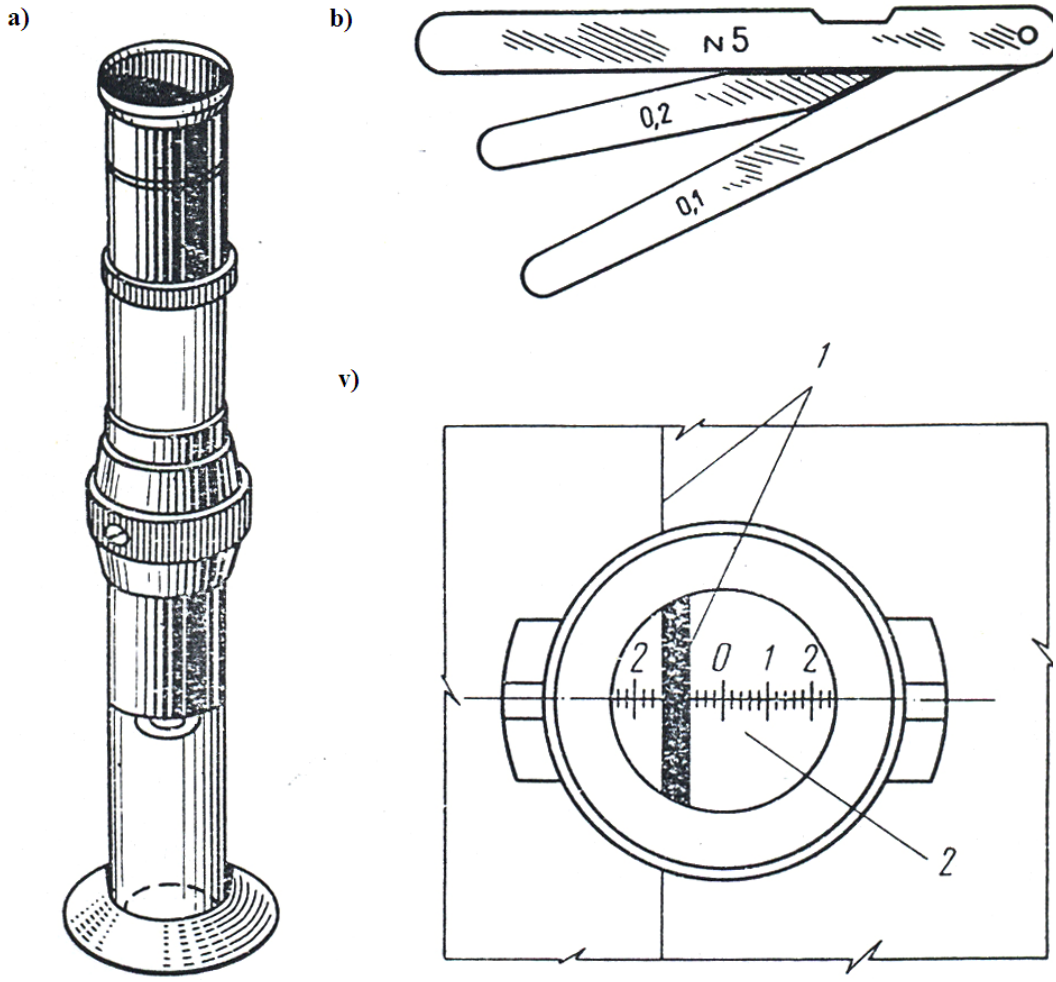
3.1-jadval

Tenzometrik apparaturaning tavsifi

Apparatura turi	**Nisbiy deformatsiyalarda bo‘lim qiymati**	**Nisbiy deformatsiyalarda o‘lchash chegaralari**	**Tenzorezistor-larning qarshilishi Om**	**Tenzorezistor-larning ta’minlash chastotasi, Gs.**	**Asbobni ta’minlash zo‘riqishi,**	Vazifasi
ISD-2-IMASH	$1x10^{-6}$ va $1x10^{-5}$	$1x10^{-6}$-$14x10^{-3}$	50-500	50	127 va 220	Ko‘prigi dastaki balansirovkali va vizual sanovchi statik deformatsiyalar o‘lchagichi
ISD-3	$1x10^{-5}$	$1x10^{-5}$-$1x10^{-2}$	50-500	300	KBSL-05 batariyasi	Ko‘prigi dastaki balansirovkali va ko‘rib sanaluvchi yarimo‘tkazgichli elementlarda statik deformatsiyalar o‘lchagichi
ID-62	$2x10^{-5}$	$2x10^{-5}$-$1x10^{-2}$	50-500	300	KBSL-05 batariyasi	O‘shaning o‘zi
AID-2M	$1x10^{-5}$	$1x10^{-5}$-$1x10^{-2}$	50-400	50	127 va 220	O‘shaning o‘zi
50	$1x10^{-5}$	$1x10^{-5}$-$1x10^{-2}$	50-500	50	127 va 220	Yorug‘lik tablosi bo‘yicha vizual sanoqli va keyinchalik hisob yechuvchi qurilmalarda qayd qiluvchi deformatsiyalarni avtomatik o‘lchagich
UTS-1-VT-12	—	—	100-400	3500	220	7000 Gs chastotalarda statik va dinamik o‘lchashlar uchun 12 kanalli universal tenzometrik qurilma
AT-5	—	—	100-400	7000	110 va 220, 400 Gs chastotada 115	Ossillograf yoki o‘lchov asbobiga chiqish bilan 1000 Gs gacha dipazonda deformatsiyalarni dinamik o‘lchash uchun 4 kanalli qurilma.

Yoriqlarni o‘lchash. Temirbeton konstruksiyalarni sinashda yoriqlar paydo bo‘lishini diqqat bilan kuzatish zarur. Konstruksiyani ko‘zdan kechirish va paydo bo‘layotgan yoriqlarni o‘lchash 2,5 marta kattalashtiruvchi lupa yordamida yoki ob’yektivli silindrik trubkadan iborat MPB-2 sanoq mikroskopi yordamida amalga oshiriladi. Trubka ichida, ob’yektiv va okulyar orasida bo‘lim qiymati 0,1 mm bo‘lgan shkala joylashgan, mikroskopning 24-karra kattalashtirishi esa yoriqlarning chetlarini osongina aniqlashga va ularni o‘lchashga imkon beradi (3.23-rasm).

Yoriqlarni shup yordamida ham o‘lchash mumkin. Shup bir o‘qqa mahkamlangan turli xil qalinlikdagi yupqa po‘lat plastinkalar to‘plamidan iborat. Har bir plastinkada raqam yozilgan bo‘lib, u uning qalinligiga mos keladi. To‘plamga qalinligi 0,05 dan 1 mm gacha bo‘lgan 8 tadan 16 gacha plastinalar kiradi.



3.23-rasm. Yoriqlarni o‘lchash uchun asboblar: *a–sanoq mikroskopi; b–shup; v–yoriqning ochilishi kengligini lupa bilan o‘lchash; 1–yoriq; 2–lupa shkalasidagi bo‘limlar.*

Yoriqlarni o‘lchash birinchi navbatda doimiy moment zonasida to‘plangan yuklanishda va yuklanish bir tekis taqsimlanganda konstrukiyaning uchinchi qismi o‘rtasida amalga oshiriladi. Yoriqlarni o‘lchash har bir yuklanish bosqichidan keyin, lekin kamida bir bosqich oralatib olib boriladi.

3.4. Konstruksiyalarni yuklantirish uchun qurilmalar

Konstruksiyalarni sinash vaqtida yuklantirish turli xil yuklantiruvchi moslamalar, mashinalar va uskunalar yordamida sinalayotgan konstruksiyaning turi va sinash maqsadlariga bog‘liq holda amalga oshiriladi.

Yopma plitalar va panellarni bir tekis taqsimlangan yuklanish bilan amalga oshiriladigan sinashda konstruksiyani yuklantirish donabay yuklar, suv, sochiluvchi materiallar, shuningdek siqilgan havo bilan amalga oshiriladi.

Donabay yuk sifatida cho‘yan, temirbeton yoki G‘isht bloklaridan foydalaniladi, ular butun balandlik bo‘yicha vertikal oraliqlar bilan simmetrik taxlab chiqiladi (3.24-rasm). Donabay yuklarning o‘lchamlari sinalayotgan buyumlar ravog‘ining 1/6 qismidan ortiq bo‘lmasligi kerak. Yuklar odatda standart og‘irlikka ega bo‘ladi va tutuvchi moslamalar bilan ta’minlanadi. Yuklarni taxtlash zarbalarsiz, turtkilarsiz va sitashlarsiz, ishlash havfsizligini ta’min-lovchi va taxtlangan yuklarning ag‘anab ketishi-ning oldini oluvchi barcha chora-tadbirlarga rioya qilingan holda amalga oshiriladi.

Buyumlarni sochiluvchi materiallar, qum, qumtosh aralashmalari va shu kabilar bilan yuklantirishda ular maxsus yashiklarga solinadi, yashiklar esa buyum ustiga o‘rnatiladi. Sinalayotgan buyum oraligida yashiklar ravoq o‘rtasida kamida 0,1 oraliq kengligida butun balandlik bo‘yicha tirqish (zazor) qoldirib o‘rnatiladi. Yashiklarni yuklantirish bir tekis qatlamlar bilan amalga oshiriladi. Buyumlarni suv bilan yuklantirishda uning uchun mavjud idishlar moslashtiriladi yoki maxsus metall yashiklar tayyorlanib, ular konstruksiyalarning ustiga o‘rnatiladi. Konstruksiyalarni suv bilan yuklantirish sochiluvchi va donabay yuklarga nisbatan ancha bir tekis amalga oshiriladi. Biroq, suvdan foydalanish ayrim kamchiliklarga ham ega. Idishlardan suv sizib chiqqanda sinalayotgan konstruksiyalarning namlanishi maqsadga muvofiq emas, og‘ma tekislikka ega konstruksiyalarni yuklantirish uchun suvdan har doim ham foydlanib bo‘lavermaydi va h.k.

Konstruksiyalarni suv, donabay yuklar va sochiluvchi materiallar bilan yuklantirish ko‘p mehnat talab etadigan va unumi kam jarayon bo‘lib, mexanizatsiyalash qiyin va sinovlarni o‘tkazishda har doim ham zarur aniqlikni ta’minlayvermaydi.

Richagli qurilmalar. Donabay yuklar miqdorini kamaytirish uchun ko‘pincha konstruksiyani yuklantirish uchun richagli qurilmalar va moslamalardan foydalanildi. Richagli qurilmalar ularga sinov yuklarini joylashtirish uchun richaglar va osma platformalardan iborat bo‘ladi (3.25-rasm). Richaglar yelkalarining nisbati 1:3 dan 1:8 gacha bo‘lgan bikr po‘lat to‘sinlardan tayyorlanadi.

Richagli qurilmani montaj qilishda yukli platfrmaning ikkala tayanish nuqtasi va osilish nuqtasi bitta to‘g‘ri chiziqda turishi lozim. Bosimni richagdan buyumga uzatish katok yoki maxsus markazlovchi qistirma orqali amalga oshiriladi.

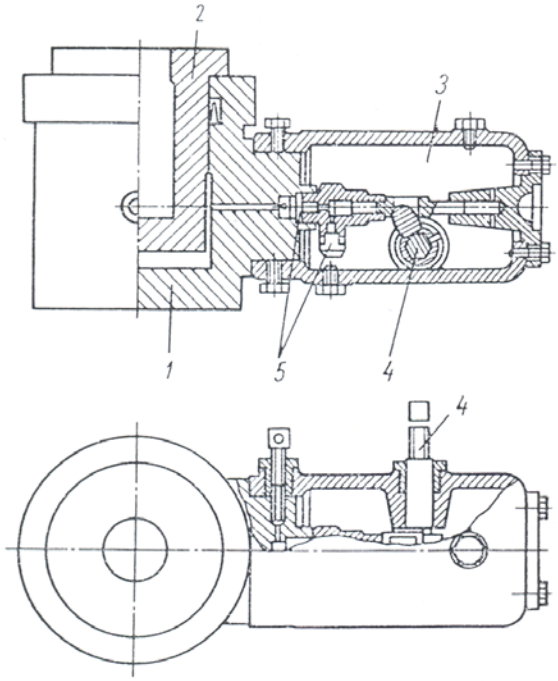
Konstruksiyalarni sinash uchun richagli qurilmalarning qo‘llanilishi yuklantiruvchi material og‘irligini kamaytirsa ham, biroq platformalarni yuklash va yuksizlashdek ko‘p mehnat talab qiluvchi jarayonni istisno qilmaydi. Shu munosabat bilan richagli qurilmalar dala sharoitida uncha katta bo‘lmagan konstruksiyalarni sinash uchun va maxsus sinov qurilmasi bo‘lmaganda foydalaniladi.

Gidravlik domkratlar. Konstruksiyalarni yuklantirish uchun gidravlik domkratlar keng tarqildi. Ular, katta yuk ko‘tarish qobiliyatiga ega bo‘lib, konstruksiyalarning bir tekis yuklantirilishini ta’minlaydi va yuklanish olib borishi ustidan uzluksiz nazorat olib borilishini ta’minlaydi. Gidravlik domkratlar zaruriy buzuvchi yuklanishni va sinashda konstruksiyaning maksimal darajada yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan egilishlarini hisobga olgan holda tanlanadi. Domkratning yuk ko‘tarish qobiliyati konstruksiyaning buzilishini yuzaga keltiruvi ikki karra zo‘riqishdan ortiq bo‘lmasligi kerak, porshenning yo‘li esa konstruksiyani buzilishgacha olib borish uchun yetarli bo‘lishi kerak. Agar kutilayotgan egilishlar kattaligi porshenning to‘la yurishidan katta bo‘lsa, u domkratni qistirmalarga o‘rnatish bilan oshirilishi mumkin. Domkratlarda zarur bosimni ta’minlash chun domkratlarga montaj qilingan nasoslardan, yoki NSR-400, NSP-400 va boshqa turdagi nasos stansiyalaridan foydalaniladi. Domkratlardagi bosimni nazort qilish monometrlar yordamida amalga oshiriladi. Sinovlarni o‘tkazishdan oldin gidravlik domkratlar nasoslar va monometrlar bilan birgalikda ta’minlanishi kerak. Gidravlik domkratlar to‘g‘risidagi asosiy ma’lumotlar 3.2-jadvalda keltirilgan.

3.2-jadval

Domkrat turi	Shifr	Maksimal zurikish, t	Ishchi bosim, atm	Porshen yo‘li, mm	Porshen yuzi, mm^2
Yuk domkratlari	DG-200 DG-100 DG-57	200 100 100	408 392 498	155 155 200	493 254 213
Ikki karra ta’sir ko‘rsatuvchi domkramtlar	DGP 63-315 DGP 31,5-200	63 31,5	400 400	315 200	162 80
Sterjenli domkratlar	DGS 63-315 DGS 31,5-200 DGS 16-125	63 31,5 16	400 400 400	315 200 125	161 82 47

Qurilish konstruksiyalarini sinovdan o‘tkazish uchun yuk ko‘tarish qobiliyati 100 va 200 T bo‘lgan DG turidagi domkratlar juda keng tarqaldi. Bu turdagi domkratlar o‘rnatilgan dastaki nasosli va nasossiz qilib tayyorlanadi. DG-100 domkrati (3.26-rasm) silindr, qo‘zg‘almas manjetali yengillashtirilgan plunjerdan va nasosdan iborat. Nasos korpusida moyni quyish va to‘kish uchun hamda manometrni o‘rnatish uchun rezbali teshiklar mavjud.



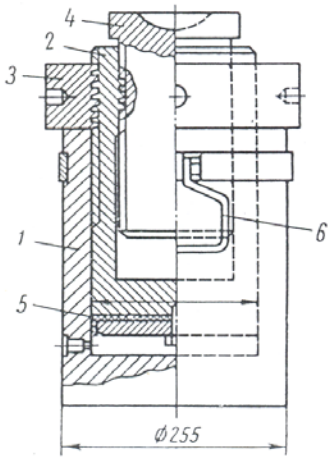
3.26-rasm. Nasos o‘rnatilgan DG turidagi domkrat:
1–silindr; 2–porshen; 3–moy uchun rezervuar; 4–nasos yuritmasi; 5–moy to‘kish va quyish uchun tiqinlar.

Shuningdek, yuk ko‘tarish qobiliyati 5 dan 50 T gacha bo‘lgan yengillashtirilgan nasoslar keng tarqaldi, ular nasosdan va nasos stansiyadan ta’minlanadi. Bu turdagi domkratlar tortki halqalar yordamida mahkamlangan qo‘zg‘almas manjetali va qo‘zg‘aluvchi manjetali zichlantirgichli domkratlar bo‘lishi mumkin. Qo‘zg‘aluvchan manjetli zichlashtirgichli domkrat (3.27-rasm) silindrdan, ichida balandlikni rostlashning uzunlashtirilgan vinti joylashgan plunjerdan va plunjerning chetki sirtiga siquvi disk yordamida mahkamlangan montaj zichlashtirishidan iborat.

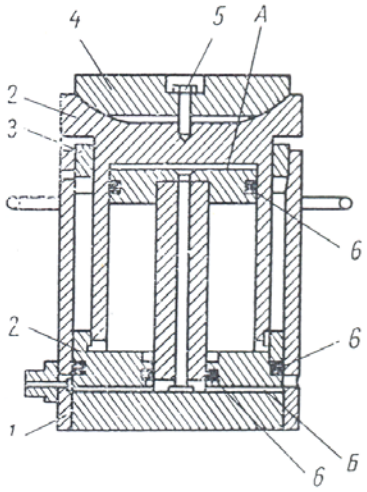
Plunjerning yuqori chetki qismida sferik uya mavjud bo‘lib, uning rezbali teshigi orqali truboprovod (quvur)larni ulash amalga oshiriladi.

Uncha katta bo‘lmagan og‘irlikka va uncha katta bo‘lmagan gabaritlarga ega eng mukammal turdagi domkratlarga kuchni ikkilantirish tamoyili bo‘yicha ishlovchi DG-100-200M seriyasidagi domkratlar kiradi.

Domkrat (3.28-rasm) tubi payvandlangan qalin devorli trubkadan iborat silindrdan, ichiga Qovak shtokli qo‘zg‘almas porshen o‘rnatilgan tarkibli plunjerdan va o‘zi o‘rnatiluvchi tayanch plitadan tashkil topgan. Domkrat ishlaganda moy bosim ostida avval quyi bo‘shliqqa, keyin esa ishtirokdagi teshik orqali yuqori bo‘shliqqa tushadi.



3.27-rasm. Qo‘zg‘aluvchan monjetli zichlantirgichi bo‘lgan domkrat:
1–silindr; 2–porshen; 3–tirak gayka; 4–uzaytirgich vint; 5–monjeta; 6–dastak.



3.28-rasm. DG–100–200M domkrati:
A, B–domkratning ishchi bo‘shliqlari; 1–tsilindr; 2–tarkibiy plunjer; 3–yurishni cheklovchi gayka; 4–sferik tayanch; 5–tayanchni mahkamlash uchun bolt; 6–manjetlar.

Bunda plunjer yig‘indi zo‘riqishga ega bo‘ladi:

$$P = g (F_A + FB),$$

bu yerda: g — moyning bosimi;

F_A — pastki ishchi bo‘shliq;

FB — yuqori ishchi bo‘shliq.

Dinamometrlar. Dinamometrlar konstruksiyalarni sinashda, domkratlarni tariflashda, sinov mashinalarini va h.k.larni sinashda yuzaga keladigan zo‘riqishlarni o‘lchash uchun xizmat qiladi. Ishlash prinsipiga ko‘ra dinamometrlar uch guruhga bo‘linadi: prujinali (DP), gidravlik (DG) va elektrik (DE).

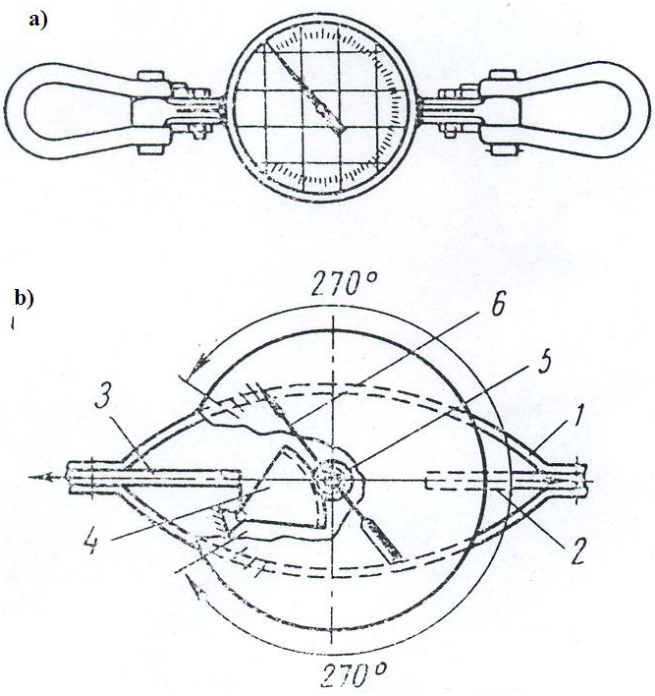
Har bir dinamometr kuch bo‘g‘inidan, uzatish qurilmasidan va qayd etuvchi qurilmadan iborat.

Dinamometrning turiga bog‘liq holda kuch bo‘g‘ini prujinalar ko‘rinishida (prujinali dinamometrlar), moy bilan to‘ldirilgan silindr va porshen ko‘rinishida (gidravlik dinamometrlar) va o‘lchanayotgan zo‘riqishlarni qabul qiluvchi datchiklar ko‘rinishida (elektr dinamometrlar) ishlanadi.

Uzatuvchi qurilma dinamometrning kuch bug‘ini va qayd etuvchi qurilmasi o‘rtasidagi bog‘lovchi qism hisoblanadi. Uzatuvchi qurilma mexanik — richagli mexanizmlar ko‘rinishida, gidravlik-kuchlanishni gidravlik bosimga aylantiruvchi va elektrik — datchiklar bilan elektr o‘lchov asboblari o‘rtasida elektr aloqani ta’minlovchi bo‘lishi mumkin. Dinamometrlarning qayd etuvchi qurilmasi ko‘rsatuvchi, yozuvchi va o‘qib oluvchi bo‘lishi mumkin.

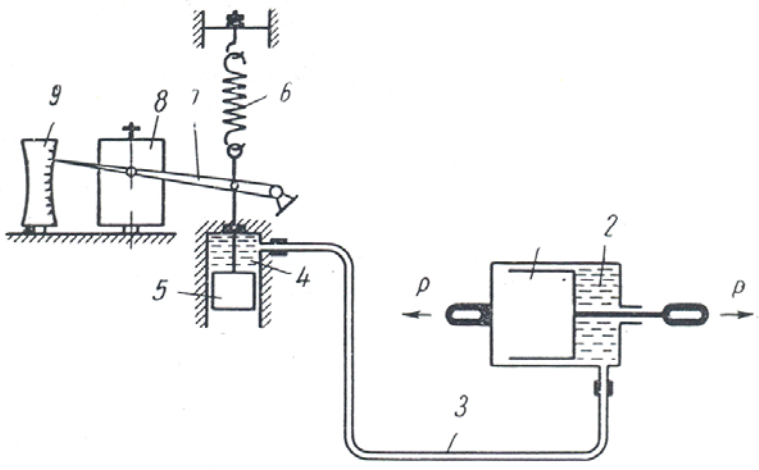
Sinash amaliyotida prujinali dinamometrlar keng tarqalgan. Prujinali dinamometrlarda kuch bo‘g‘ini tekis, elliptik, spiral va halqali prujinalarda tayyorlanadi. Kuch bo‘g‘ini yarimelliptik prujinalardan tayyorlangan dinamometr (3.29-rasm) korpusdan, uchlari boltlar bilan biriktirilgan ikki prujinali, ulov ziraklarini mahkamlash uchun ikkita tortqidan, ko‘rsatkich strelkali shesternyachani (tishli g‘ildirakchani) aylantiruvchi tishli sektordan, va siferblatli ko‘rsatkichdan iborat. Gidravlik porshenli dinamometr (3.30-rasm) porshenli silindrdan, richagli prujinadan va yozib oluvchi qurilmadan iborat. ¤lchanayotgan zo‘riqish ta’sirida bosim moyo‘tkazgich orqali prujinaga osilgan silindrga uzatiladi. Silindrdagi moy bosimining o‘zgarishiga bog‘liq holda prujina deformatsiyasining kattaligi ham o‘zgaradi. Prujina richag bilan bog‘langan bo‘lib, richag o‘lchanayotgan zo‘riqishning kattaligini ko‘rsata va yoza olishi mumkin.

Elektr uzatmali dinamometr (3.31-rasm) prujinadan, tortqidan, tishli Qildirakchadan iborat. Polzunok kantakt plastinalar bo‘ylab sirpanadi, bu plastinalar qayd etuvchi qurlma bilan bog‘langan. Qayd qiluvchi qurilma muvoznatlanmagan yoki muvozanatlngan ko‘priklar sxemasi bo‘yicha bajariladi.

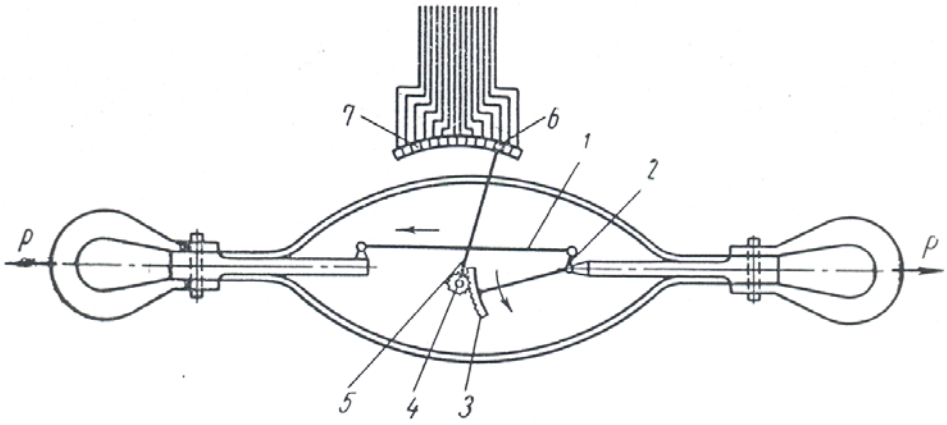


3.29-rasm. Prujinali dina-mometr:
a–umumiy ko‘rinish; b–kinematik sxema; 1–yarim elliptik prujinalar; 2–korpus bilan bikr biriktirilgan tortqi; 3–ko‘chuvchi tortqi; 4–tishli sektor; 5–tishli g‘ildirak; 6–ko‘rsatkich strelka.

Gidravlik presslar. Mayda temirbetonlar buyumlar va detallarni, shuningdek yirik konstruksiyalar namunalarini siqishga yoki egilishga statik sinsh uchun siqishdagi yuklanishi 10 dan 500 T gacha bo‘lgan PSU turidagi gidravlik presslar foydalanilishi mumkin. Bunday maqsadlar uchun shuningdek, chegaraviy yuklanishi 10 dan 200 T gacha bo‘lgan UMM turidagi statik sinovlar uchun universal sinov mashinalari foydalanilishi mumkin, shuningdek maksimal statik yuklanishi 20 dan 200 T gacha bo‘lgan MUP turidagi statik va dinamik sinovlar o‘tkazish uchun universal sinash mashinalari foydalanilishi mumkin.



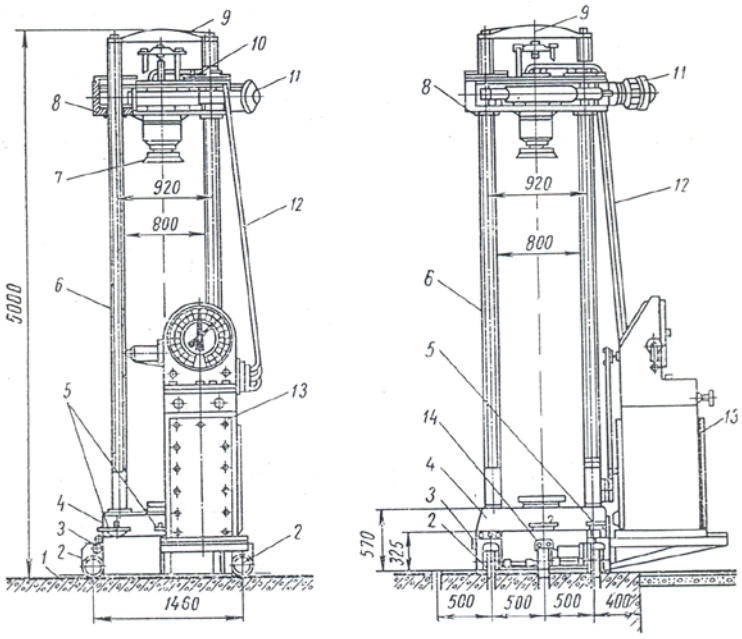
3.30-rasm. Gidravlik dinamometr sxemasi: *1–porshen; 2–silindr; 3–moy quvuri; 4–uzatuvchi qurilma silindri; 5–porshen; 6–prujina; 7–ko‘rsatkich richag; 8–yozib oluvchi qurilmaning barabani; 9–shkala.*



3.31-rasm. Elektr uzatmali dinamometr sxemasi: *1–tortuv; 2–richag; 3–tishli sektor; 4–tishli g‘ildirak; 5–tasma; 6–polzunok; 7–kontakt plastinalar.*

Biroq, yirik temirbeton konstruksiyalarni, panellarni, to‘sinlarni rigellarni, fermalarni va boshqa konstruksiyalarni sinash uchun bo‘ylama egilishda 125 dan 500 T gacha chegaraviy yuklanishda PMM turidagi gidravlik preslardan foydalaniladi. Bunday mashinalarning texnik xarakteristikasi 3.3-jadvalda keltirilgan.

Bu turdagi presslar ko‘pincha gidravlik jufti yuqorida joylashgan ikki yoki to‘rt kolonnali o‘ziyurar sinov mashinalari ko‘rinishida ishlanadi. Bunday yechimga misol tariqasida PSG-100 turidagi sinov mashinasi xizmat qilishi mumkin bo‘lib, bunday mashina boshqrish pulti bilan birga bitta agregatda to‘plangan va harakatlanuvchi aravachaga montaj qilingan (3.32-rasm). Mashinaning asosisda uning harakati yo‘nalishiga 45° burchak ostidagi tekislikda tiraluvchi vint rezbali ikkita ustun mahkamlangan, bu ustunlar yuqori tomondan o‘zaro ko‘ndalang to‘sin bilan biriktirilgan. Ustunlar bo‘yicha ishchi silindr plunjeri mahkamlangan traversa harakatlanadi. Silindrga moy uzatilganda silindr pastga qarab ko‘chiydi va sferik tovonli plita orqali sinalayotgan konstruksiyaga ta’sir ko‘rsatadi. Ishchi silindr egiluvchan moyquvurlari yordamida boshqarish pultida joylashgan moy nasosi bilan tutashtirilgan. Moyatnikli kucho‘lchagich, bosim stabilizatori, diagramma apparati, nasos qurilmasi va elektrqurilma joylashgan shkaf o‘sha yerda joylashgan. Traversaning vintli ustunlar bo‘yicha ko‘chishi traversaning o‘ziga montaj qilingan mexanik yuritma yordamida amalga oshiriladi. Mashinaning stend bo‘ylab ko‘chishi uchun elektromexanik yuritma bilan harakatga keltiriluvchi kataklar (yumalatgichlar)dan foydalaniladi.



3.32-rasm. O‘ziyurar sinov mashinasi PSG–100: *1–stend plitasi; 2–mashinani ko‘chirish uchun katoklar; 3–kotoklarni ko‘tarish uchun mexanizm; 4–mashinaning asosi; 5–siquvchi boltlar; 6–ustunlar; 7–yuqori plita; 8–silindrli yuruvchi traversa; 9–ko‘ndalang to‘sin; 10–silindrni qaytaruvchi mexanizm; 12–moy quvurlari; 13–boshqarish pulti; 14–mashinani ko‘chirish uchun mexanizm.*

Mashinani kerakli joyda mahkamlash uchun katoklar vintli qurilma bilan yuqoriga tortiladi va mashina butun asos tekisligi bilan poydevor plitasiga tushuriladi. Keyin shturvallar bilan ta’minlangan gaykalar yordamida ariqchalarga (pazlarga) siquvchi boltlar bilan mahkamlanadi.

3.3-jadval

Gidravlik presslarning texnik tavsifi

Asosiy ko‘rsatgichlar	Press turi				
	PMM-123	**PMM**-150	**PMM-250**	**PMM-500**	**PMM**-1000
Eng katta yuklanish, T: siqishda	125	150	250	500	1000
takroriy statik sinovlarda	50	75	—	250	500
bo‘ylama egilishda	—	—	125	250	500
ko‘ndalang egilishda	—	—	46,5	125	250
Deformatsiyalar bo‘yicha zo‘riqishlarni yozish masshtablari	1:1; 5:1	1:1; 1:2; 1:4	1:1; 5:1	1:1; 5:1	1:1; 5:1
Tayanch plitalar orasidagi eng katta masofa, mm	1100	5500	2500	3500	6000
Ustunlar soni	2	2	2	4	4
Ustunlar orasidagi masofa, mm	540	780	800	800	1000
Harakatlanuvchi traversaning ko‘chishi tezligi, mm/min	300	426	372	400	392
Plunjerning eng katta yo‘li, mm	200	1000	250	250	300
Elektrdvigatellarning umumiy quvvati, kVt	2,35	4,82	4,55	11,55	17,65
Gabarit o‘lchamlari, mm	2490½1100½2600	3875½2080½8150	3820½2080½4925	4300½3485½6255	4880½4455½9360
Pressning og‘irligi, kG	3018	8845	8460	20800	53150

Mashinalarni bir ariqchadan boshqalariga o‘tkazish uchun stndning poydevor plitasining chetida joylashgan traversli aravachadan foydalaniladi. Poydevor plitasining boshqa cheti yaqinida sinaladigan konstruksiyalarni mahkamlash uchun zarur bo‘lgan tortqi, boltlar va boshqa mahkamlovchi detallarni stend ariqchalariga olib kirish uchun chuqurchalar yasalgan.

Mashina erishadigan eng katta zo‘riqish 100 T ni tashkil etadi.

Bo‘ylama va ko‘ndalang egilishda mos ravishda 250 va 125T eng katta yuklanishni ta’minlovchi yanada quvvatli sinov mashinasi PMM-500 pressi hisoblanadi. U rama ko‘rinishidagi to‘rt ustunli vertikal korpusdan, boshqarish pultidan va nasos qurilmasidan iborat.

Presss quyi (pastki) stolning gidravlik yuritmasi va harakatlanuvchi traversali mexanik yuritmasi bilan ta’minlangan.

Pressning asosida plunjerli silindr o‘rnatilgan bo‘lib, unga pastki (quyi) stol mahkamlanadi. Plunjirni ko‘tarish va sinalayotgan namunga zarur kuchlanishni vujudga keltirish uchun gidravlik yuritma xizmat qiladi.

Sinalayotgan buyumni pressda joylashtirish uchun ishchi fazo harakatlanuvchi traversani vintli ustunlar bo‘yicha yuqoriga ko‘chitish yo‘li bilan o‘rnatiladi. Press vujudga keltiradigan yuklanish boshqarish pultida joylashtirilgan doiraviy shkala bo‘yicha hisoblanadi.

Pressda berilgan yuklanishni avtomatik tutib turish uchun qurilma mavjud.

IV BOB. KONSTRUKSIYALARNI STATIK YUKLANISH BILAN SINASH

4.1. Konstruksiyalarni tanlab olish va sinashga tayyorlanish

Temirbeton konstruksiyalarning davlat standartlari va texnik shartlar talablariga mos kelishni aniqlash uchun temirbeton konstruksiyalarni tayyorlashda ularning mustahkamligini, bikrligini va yorilishga bardoshligini aniqlash uchun konstruksiyalar sttik sinovdan o‘tkaziladi.

Sinovlar uchun konstruksiyalarni ajratib olish har bir partiyadan kamida 1% miqdorida olib boriladi. Agar bir partiyada 200 donadan kam mahsulot bo‘lsa, kamida 2 donasi sinaladi. Konstruksiyalarni sinashga ajratib olishdan oldin pasportlari ko‘rib chiqiladi va tashqi ko‘rinishi talablariga javob bermagan yoki boshqa buyumlarga nisbatan ancha past sifatga ega boshqa belgilar bo‘yicha talablarga javob bermagan bir nechta buyum ajratib olinadi. Keyin betonning mustahkamligi bevosita konstruksiyada 95% holatda haqiqiy mustahkamlikdan ko‘pi bilan $\pm$15% og‘ishni ta’minlaydigan buzmaydigan usullar bilan tekshiriladi. Shuni ta’kidlab o‘tish kerakki, bitta buyumda betonning hajmi 1,5m^3 va undan ortiq bo‘lganda buzmaydigan usullar hamma buyumlar tekshirilishi amalga oshiriladi.

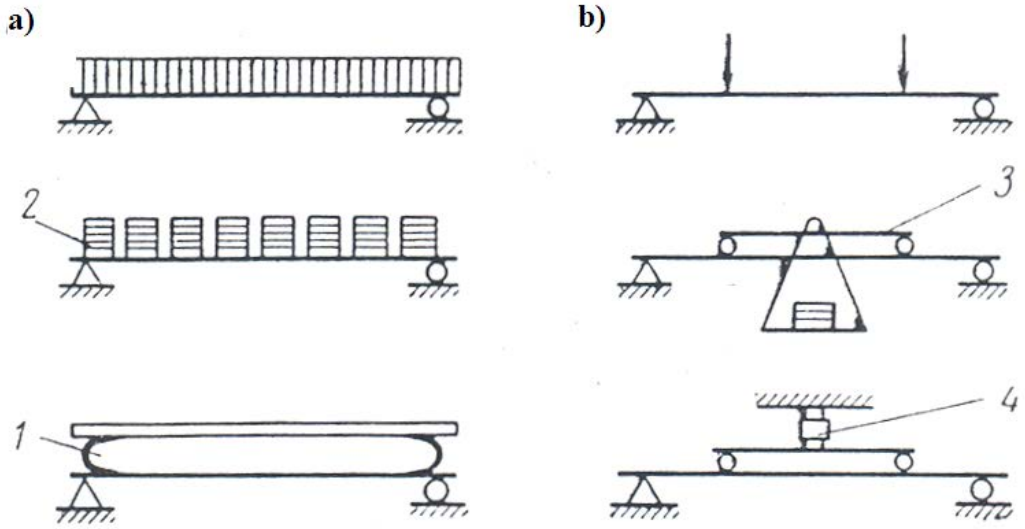
Ajratib olingan konstruksiyalarga dalolatnoma tuziladi, unda konstruksiyalarning va armatura karkaslarining o‘lchamlari, armatura va betonning mexanik mustahkamligi, konstruksiya tayyorlangan sana, aniqlangan nuqsonlar va h.k.lar ko‘rsatiladi. Bundan tashqari, bu hujjatga armaturaning joylashishini, kanallarni inyeksiyalash sifati va shu kabilar ko‘rsatilib yashirin ishlarga dalolatnoma ilova qilinadi.

Butun partiyaning hisobiy qarshiligini qabul qilish uchun partiyaga betonining mustahkamligi shu partiyaga kirgan barcha buyumlarning o‘rtacha mustahkamligidan 10% dan ortiq pasaymaydigan buyumlar va konstruksiyalar kiritilishi kuzatilib boriladi. Betonining mustahkamligi o‘rtacha mustahkamlikdan kamayish tomoniga qarab ko‘pi bilan 10% oQadigan buyumlar mustahkamligi ancha past partiya tarkibiga kiritiladi.

Sinashdan avval konstruksiyaning ishlash sharoitlarini, sinovchi jihozlarning va nazorat o‘lchov asboblarining mavjudligi hisobga olgan holda uni o‘tkazish uslubi ishlab chiqiladi. Bundan tashqari, asboblarni joylashtirish sxemasi va kuzatishlarni yozish uchun jurnal tuziladi.

Konstruksiyani yuklantirish sxemasi GOSTlar va texnik shartlar talablariga mos bo‘lishi kerak. Panellar, tekis va qovurg‘ali plitalar va boshqalar uchun bir tekis taqsimlangan yuklanish uchun o‘lchovli buyumlar (to‘sinlar, rigellar, progonlar va h.k.lar) uchun ikki yoki to‘rtta yuk ko‘rinishidagi jamlangan yuklanish qabul qilinadi (4.1-rasm). Sinovlar stendlarda konstruksiyaning vertikal va gorizontal holatida, shuningdek, maxsus richagli moslamalar yordamida o‘tkazilishi mumkin.

Orasiga harakatlanuvchi katoklar joylashgan qistirmalar qalinligi 20-30 mm ga teng bo‘lgan list po‘latdan ishlanadi va sinalayotgan konstruksiya bilan zich jipslashishi uchun mustahkamligi yuqori bo‘lgan sement qorishmasi yordamida biriktiriladi.



4.1-rasm. Konstruksiyalarni yuklantrish sxemalari: *a–bir tekis taqsimlangan yuklanish bilan; b–to‘plangan yuklanish bilan; 1–siqilgan havoli ballon; 2–donabay yuklar; 3–donabay yukli traversa; 4–gidrodomkrat.*

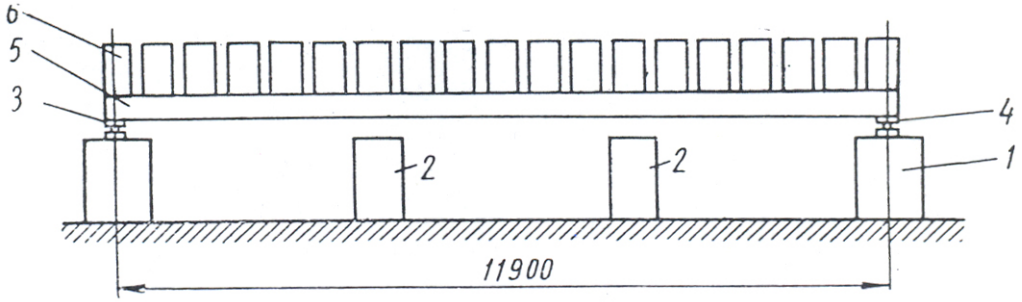
Ikkala tayanch nivelir yordamida bir xil sathda o‘rnatilishi kerak. Sinov kuchini qo‘yish paytigacha yuklangan moslamalarni o‘rnatish davrida konstruksiyaning ehtimoliy siljishini istisno qilish maqsadida tayanchning harakatlanuvchi katogi ponalab qo‘yilishi kerak.

Sinashdan oldin konstruksiyani sinchiklab o‘lchash va ko‘zdan kechirish amalga oshiriladi, bunda sezilgan barcha yoriqlar, darz ketishlar va shu kabilar sinab jurnaliga rasmi chizib kiritiladi. Sinashda yoriqlarni yaxshiroq aniqlash uchun tarkibi 1:3 dan 1:5 gacha (ohak (yoki bo‘r): suv) bo‘lgan uncha quyuq bo‘lmagan ohak yoki bo‘r eritmasi bilan konstruksiya dastlab oqlanadi.

4.2. Qurilish konstruksiyalarini sinash uchun stendlarning turlari

Eng oddiy stendlar. Mayda temirbeton buyumlarni sinashda, shuningdek qurilish maydonchasi sharoitida sinovlarni o‘tkazish uchun vaqtinchalik konstruksiyali eng sodda stendlardan foydalaniladi. Bunday stendlar Qisht, beton yoki yig‘ma temirbeton elementlardan (4.2-rasm) ishlagan ikkita tayanchdan iborat bo‘ladi. Tayanchlar bir-biridan ma’lum masofada joylashadilar va ularga sinalayotgan konstruksiyalarni va yuklanish materiallarini o‘rnatish uchun xizmat qiladi.

Stendning yuk ko‘taruvchiuvchi tayanchlari orasida sinalayotgan konstruksiyalarning to‘satdan buzilib ketadigan hollarda ehtiyot tayanchlarga ega. Tayanchlarning balandligi 0,6–1,2 m ga teng qilib qabul qilinadi, bu hol sinalayotgan konstruksiyaning pastki sirtiga erkin kirishni ta’minlashi kerak.

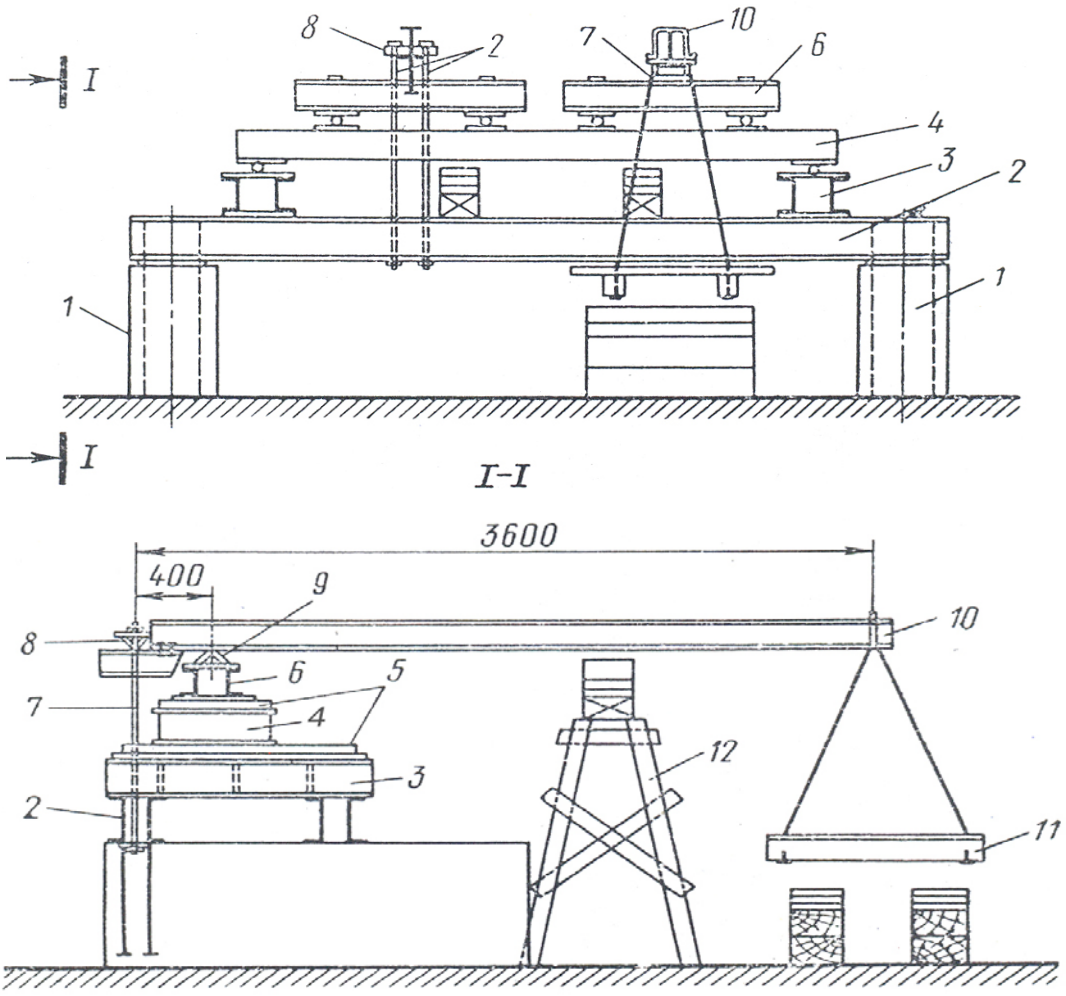


4.2-rasm. Buyumlarni egilishga sinash uchun eng oddiy stend sxemasi: *1– yuk ko‘taruvchi tayanchlar; 2–ehtiyot tayanchlar; 3–qo‘zg‘aluvchi tayanch; 4–sharnirli qo‘zg‘almas tayanch; 5–sinalayotgan buyum; 6–yuklar.*

Bunday stendlarda sinov yuki sifatida g‘isht, beton bloklar, qumli yashiklar va boshqa qurilish materiallari foydalaniladi. Sinalayotgan konstruksiyalarni yuklash va yuksizlantirish juda ko‘p mehnat talab qiluvchi operatsiya hisoblanadi va yuklanishning vaqt o‘tishi bilan bir tekis taqsimlanishini ta’minlamaydi.

Richaglardan foydalaniladigan stendlar nisbatan uncha katta bo‘lmagan yuklashlarga mo‘ljallangan temirbeton buyumlarni sinash uchun mo‘ljallangan va yuklanish sxemasiga bog‘liq holda bitta (3.4-§ ga qarang), ikkita yoki bir nechta richag bilan bajariladi. Stend (4.3-rasm) uning chetlari bo‘ylab joylashgan ikkita temirbeton tayanchlardan, taqsimlovchi va tayanch metall to‘sinlar, richag va yuklash platformasidan iborat. Bitta richag mavjud bo‘lganda buyumni yuklash ikki nuqtada amalga oshiriladi, ikkita richag mavjud bo‘lganda esa to‘rtta nuqtada yuklantiriladi. Yuklanish richagdan buyumga taqsimlash to‘sinlari orqali uzatiladi.

Siqilgan havodan foydalaniladigan stendlar. Plitalarni va boshqa buyumlarni bir tekis taqsimlanuvchi yuklanish bilan sinashda siqilgan havo bilan yuklanadigan stendlardan foydalaniladi. Stend sinalayotgan plita tayanadigan tayanchlardan, rezina g‘ilof ichiga olingan rezina ballon ko‘rinishida ishlangan havo kamerasidan, havo kamerasi ustidan qo‘yiladigan siquvchi щitdan, bu щit ustida joylashgan tortqilar va siqish to‘sinlaridan tashkil topgan. Kamerada bosim kompressor yordamida vujudga keltiriladi va suvli yoki simobli monometr bo‘yicha aniqlanadi, bu monometr havo kamerasining shtutseriga shlang yordamida ulanadi. Yuklash kamerdan buyumga stendning asosiga tortqilar yordamida mahkamlangan siquvchi щit va siquvchi to‘sinlar orqali uzatiladi.



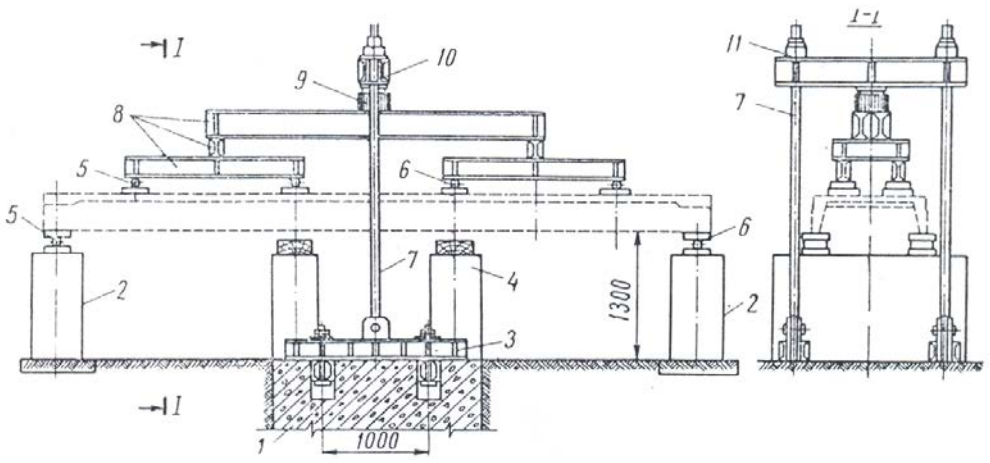
4.3-rasm. Richaglar yordamida sinashlar uchun stend sxemasi: *1–temirbeton tayanchlar; 2–stendning bo‘ylama to‘sini; 3–tayanch to‘sin; 4–sinalayotgan buyum; 5–katoklar; 6–taqsimlovchi to‘sin; 7–tortuvlar; 8–tayanch burchaklik; 9–markazlovchi burchaklik; 10–richag; 11–yuk platformasi; 12–ehtiyotlovchi tayanch.*

Statsionar (barqaror) stendlar. Plitalar, panellar, ferma to‘sinlar, rigellar va boshqa konstruksiyalarni sinash uchun barqaror stendlar keng qo‘llaniladi.

Plitalarni sinash uchun stendlarning konstruksiyasi plitalarning turiga, sinovlarning ko‘rinishi va maqsadlariga bog‘liq holda turlicha bo‘lishi mumkin. Barqaror sinash stendlari odatda ilmiy tadqiqot tashkilotlarda, yig‘ma temirbeton zavodlarining ishlab chiqarish korpuslarida, tayyor mahsulot omborlarida yoki sinovlar o‘tkazish uchun mo‘ljallangan maxsus xonalarda joylashtirildi. Tayyor mahsulot omborxonalarida joylashgan stendlar havo temperaturasi faqat musbat bo‘lganda ishlatiladi.

Plitalar va panellar ish sharoitiga bog‘liq holda egilishga to‘plangan yuk bilan yoki bir tekis taqsimlangan yuk bilan siqilgan havo bilan to‘ldiriladigan rezina ballondan foydalangan holda, vertikal yoki gorizontal yuklar bilan, shuningdek vertikal va gorizontal yuklarning birgalikdagi ta’siri bilan tekshiriladi.

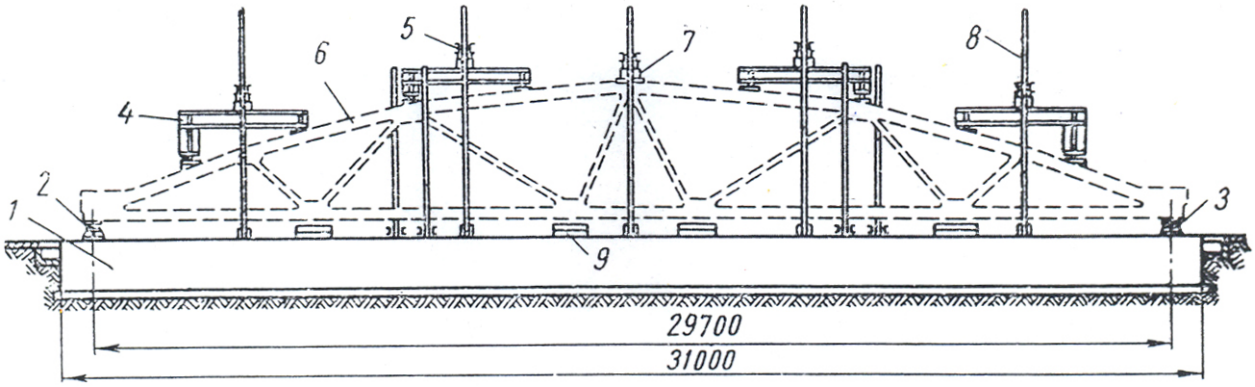
Plitalar va panellarni sinash temirbeton kuch plitasi bilan maxsus stendda amalga oshiriladi. Stend ikki tayanchdan — sinalayotgan konstruksiyaning burilishi va erkin gorizontal ko‘chishini ta’minlovchi harakatlanuvchi va sharnirli-qo‘zg‘almas tayanchlardan, bo‘ylama va ko‘ndalang to‘sinlardan, tortqi va ehtiyot tayanchlardan iborat (4.4-rasm). Plitani yuklantirish gidrodomkratlar yordamida amalga oshiriladi.



4.4-rasm. Plitani stendda sinash sxemasi: *1–kuch plitasi; 2–stend tayanchlari; 3–taqsimlovchi traversa; 4–ehtiyot tayanch; 5–qo‘zg‘aluvchi tayanchlar; 6–sharnirli qo‘zg‘almas tayanchlar; 7–torqi; 8–taqsimlovchi to‘sinlar; 9–gidrodomkrat; 11–ko‘ndalang to‘sinlar; 11–sangli qisqich.*

Fermalar sinaladigan barqaror stendlar ikki xil variantda tayyorlanadi: fermalarni sinashda ularning vertikal va gorizontal joylashuvida. Fermalari vertikal ishchi joylashuvidagi stendlar juda keng qo‘llanildi. Stend (4.5-rasm) kuch plitasidan, sharnirli — qo‘zg‘almas va qo‘zg‘aluvchan tayanchlardan, traversalar komplektidan, diametri 60 mm bo‘lgan metall tortqilardan, gidravlik domkratlardan, fermalarni

sinashda mustahkamliligini saqlash uchun raschalkali ustunchalar va ehtiyot tayanchlaridan iborat.



4.5-rasm. Fermalarni ishchi holatida sinash uchun stendning sxemasi: *1–kuch plitasi; 2–sharnirli – qo‘zg‘almas tayanch; 3–qo‘zg‘aluvchi tayanch; 4–bo‘ylama traversa; 6–sinalayotgan konstruksiya; 7–gidrodomkrat; 8–torqi; 9–ehtiyot tayanch.*

Mexanizatsiyalashtirilgan stendlar. Mexanizatsiyalashtirilgan stendlar yirik temirbeton konstruksiyalarning, fragmentlarining va inshootlar modellarining naturada sinash imkoniyatini ta’minlovchi eng mukammal qurilma hisoblanadi.

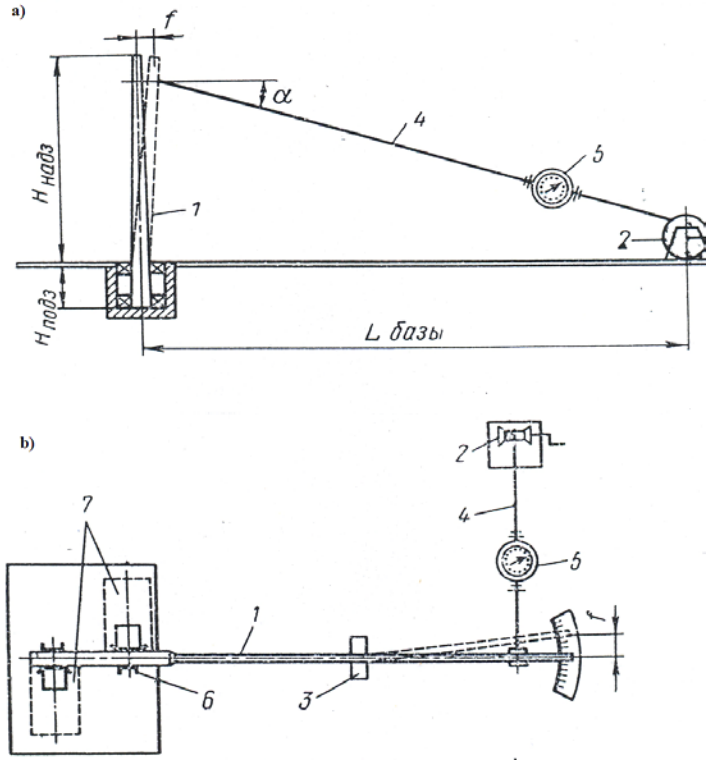
Mexanizatsiyalashtirilgan stend murakkab konstruksiyalar va uzellarni sinash uchun hamda ularni sinov mashinalari, gidravlik domkratlar, richagli qurilmalar va gravitatsion yuklanish yordamida kombinatsiyalangan yuklanish bilan sinash uchun foydalanilishi mumkin.

Tayanchlarni sinash uchun stendlar. Tashqi yoritish va kontakt tarmoqlarning tayanchlarini sinash uchun har bir partiyadan taxlamning turli joylaridan 5% namuna (ammo 3 donadan kam emas) tanlab olinadi. Namunalarni tanlab olishda loyihadagi o‘lchamlardan og‘ish kattaligi, armaturaning himoya qatlami qalinligi, tayanchning yon sirtlari teng emasligi va qiymati tekshiriladi. Aniqlangan og‘ishlar 4.1-jadvalda keltirilgan kattaliklardan ortiq bo‘lmasligi kerak.

4.1-jadval

Og‘ishlar nomi	**Qo‘yimlar, mm**
Tayanch uzunligi bo‘yicha	± 20
Tashqi diametr bo‘yicha	± 5
Devor qalinligi bo‘yicha: yuqori kesimda	± 5
quyi (pastki) kesimda	± 10
Himoya qatlam qalinligi bo‘yicha	± 3
Butun quvurga yon sirtlarning qiyshayishi ko‘pi bilan	20
Armaturaning bo‘ylama sterjenlari orasidagi masofa	± 10
Spiralning qadami	± 20

Tayanchlarni sinashdan oldin GOST 10180-90 (ST SEV 3973-83) ga muvofiq nazorat namunlarini sinash natijalariga ko‘ra betonning mustahkamligi tekshiriladi. Tayanchlarni sinash vertikal va gorizontal holatlarda amalga oshiriladi (4.6-rasm).

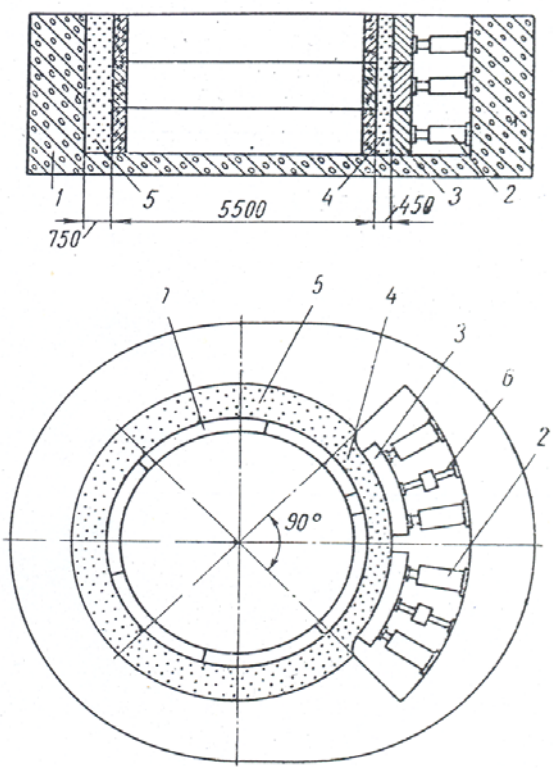


4.6-rasm. Tashqi yoritish va kontakt tarmoqlarning temir-beton tayanchlarini sinash sxemalari: *a–vertikal holatda sinash; b–gorizontal holatda sinash; 1–sinalayotgan tayanch; 2–lebedka (chig‘ir); 3–katokli ostquyma; 4–tros; 5–dina-mometr; 6–fiksa-torlar (qayd qilgichlar); 7– poydevorlar.*

Vertikal holatda sinash asosan yangi tayanch konstruksiyalarining mutahkamligini va chidamliligini aniqlash uchun, yuklanishni tajribada aniqlash uchun va hokazo amalga oshiriladi. Tayanchlarni gorizontal holatda sinash asosiy hisoblanadi va qayd qilgichi (fiksatori) bo‘lgan ikkita poydevor bilan jihozlangan maxsus stendlarda amalga oshiriladi. Tayanchlarni yuklantirish lebedkalar (chiQirlar) yordamida, yuklanish kuchini nazorat qilish dinamometrlar yordamida amalga oshiriladi. *Tyubinglarni sinash uchun stendlar.* Yer osti qurilishida tonnellarga, shaxtalarning stvollariga va hokazolarga ishlov berish (bezatish) uchun foydalaniladigan tyubinglarni sinash uchun maxsus stendlar ishlab tayyorlangan. Stendlar tyubinglardan foydalanishda ularga ta’sir etadigan tuproq bosimini ma’lum darajada o‘xshatishga imkon beruvchi domkrat qurilmalari sistemasi bilan jihozlanadi.

Metrolar yuradigan tonnellarga ishlov berish uchun mo‘ljallangan tyubinglarni sinash uchun kuchli gidravlik domkratlar bilan jihozlangan maxsus halqali stend ishlb chiqilgan. Stend (4.7-rasm) devorining qalinligi 1150 mm va balandligi 3700 mm bo‘lgan temirbeton halqa ko‘rinishida ishlangan tayanch qismidan, oltita metall taqsimlash yostiqlaridan va o‘n ikkita 200 tonnali domkratlardan tashkil topgan. Bir-birining ustiga joylashtirilgan uchta halqa sinovdan o‘tkaziladi, bu halqalarning har biri oltita asosiy va bitta qulf blokidan yig‘iladi.

Stendning tayanch konstruksiyasi va bezaklarning xalqalari orasidagi bo‘shliq butun balandligi bo‘yicha qum bilan to‘ldiriladi. Halqaning yuklash sektorida zo‘riqishlarni bir tekis taqsimlash uchun halqalarning har bir qatori qarshisiga ikkitadan taqsimlash yostiqlari joylashtiriladi. Har bir yostiq ikkita domkratdan keladigan zo‘riqishni qabul qiladi va uni oraliqdagi qum qatlami orqali bezak halqasiga uzatadi.



4.7-rasm. Doiraviy stendning sxemasi:
1–stendning tayanch konstruksiyasi; 2–to‘g‘ri yuruvchi gidravlik domkratlar; 3–taqsimlash yostiqlari; 4, 5–qum to‘ldirilgan faza; 6–qaytuvchi domkratlar; 7–qoplash (ishlab chiqish) halqasi.

Tyubinglarni sinashda, tonnellarni qurishda va foydalanishda obdelkaga ta’sir etuvchi bosimni o‘lchash dinamometrik ballonlar (maxsus tayyorlangan tyubinglar) yoki boshqa qurilmalar yordamida amalga oshiriladi.

O‘lchash uchun tayyorlangan bloklarning miqdori tog‘ bosimning yoki tuproq bosimining notekisligiga, baholash aniqligiga va boshqa omillarga bog‘liq holda belgilanadi.

4.3. Sinovlarni o‘tkazish va olingan natijalarni baholash

Konstruksiyalarni sinash havo temperaturasi musbat bo‘lganda, konstruksiya betonlangan kuni aynan bir xil beton aralashmasidan tayyorlangan, 15x15x15 sm o‘lchamli standart namunalar sinalgandan so‘ng o‘tkaziladi.

Yirikgabaritli konstruksiyalarni betonlashda namunalarni tanlab olish konstruksiyaning oralig‘ining o‘rta qismiga va tayanch uchastkalariga quyilayotgan beton aralashmasidan o‘tkazilishi kerak. Konstruksiya sinaladigan kuni betonning mustahkamligini mexanik ta’sir ko‘rsatuvchi asboblar bilan, ultratovushli yoki radiometrik usullar bilan buzmasdan aniqlash tavsiya etiladi.

Sinashdan oldin hamma o‘lchov asboblari o‘rnatiladi, sinovlar jurnaliga esa ularning konstruksiyada joylashishi sxemasi o‘rnatilish nuqtalarini boQlagan holda sxemasi chiziladi.

Yoriqlarni yanada aniqroq qayd etish uchun sxemada sinalayotgan konstruksiyaning pastki va yon yoqlariga konstruksiyaning o‘lchamlariga bog‘liq holda uyachalarining o‘lchami 20 dan 30 sm gacha bo‘lgan to‘r chiziladi.

Konstruksiyani yuklantirishdan oldin katokli tayanchlar panadan bo‘shatib olinadi va tayanch maydonchalari katoklarning erkin harakatlanishi masalasida tekshiriladi.

Konstruksiyani yuklantirish donabay yuklar bilan, richagli moslamalar bilan va domkratlar bilan bosqichma bosqich, mustahkamlikni tekshirish bo‘yicha nazorat yuklanishini 10% oshmaydigan va buyum bikrlanishidan 20% oshmaydigan bosqichlarda amalga oshiriladi. Barcha hollarda konstruksiyaga yuklanish asta-sekin, siljishlarsiz va konstruksiyaning bo‘yi bo‘yicha simmetrik orta borishi kerak.

Konstruksiyani donabay yuklar bilan yuklantirishda, ularni taxtlash uni sinashda konstruksiya deformatsiyalarining erkin paydo bo‘lishini ta’minlovchi vertikal oraliqlar bilan o‘tkazilishini kuzatish kerak. O‘lchov asboblarining to‘g‘ri o‘rnatilganligi (tegib turish zichligi, o‘lik yurishni istisno etish va h.k.) quyidagi tarzda tekshiriladi: ikki bosqichli yuklanishdan so‘ng konstruksiya birinchi bosqichgacha yuksizlantiriladi va asboblarning ko‘rsatishlari sinchiklab tekshiriladi. Asboblarning ko‘rsatishlarida og‘ishlar aniqlanganda bu asboblar yechib olinishi rostlanishli va boshqatdan o‘rnatilishi kerak.

Har bir bosqichda yuklantirgandan so‘ng asboblar bo‘yicha ko‘rsatishlar sanaladi va konstruksiya yuklanish ostida kamida 10 min tutib turiladi.

Yuklanish ostida tutib turilganda konstruksiya ko‘zdan kechiriladi va asboblar ko‘rsatish vedomostga yoziladi, shuningdek bu payt yoriqlarning paydo bo‘lishi va ularning o‘sishi kuzatib boriladi. Yoriqlar konstruksiyalarning sirtida qalam bilan qayd etiladi va sinovlar jurnaliga yuklanish bosqichini ko‘rsatgan holda tartib raqamlari bilan yozib qo‘yiladi. Bundan tashqari, konstruksiyaning sirtida har bir bosqichdan so‘ng yoriqning ko‘rinadigan uchini ko‘ndalang chiziqcha tortib belgilab va yuklatish bosqichi raqamini ko‘rsatish kerak. Tutib turish oxirida, keyingi yuklanish bosqichi oldidan asboblarning ko‘rsatishi yana yozib olinadi.

Yoriqlarga yo‘l qo‘yib bo‘lmaydigan konstruksiyalarni sinashda, 90% nazorat yuklanishi qo‘yilgandan so‘ng birinchi yoriqlar paydo bo‘lguncha yuklanishning keyingi bosqichi kattaligini nazorat yuklanishining 5% ga teng deb qabul qilinadi, yoriqlar paydo bo‘lgandan keyin esa yuklanishning qabul qilingan teng bosqichlari bilan qabul qilinadi.

Agar konstruksiyaga yuklanish me’yordagi kattalikka yetsa, uni yuklash to‘xtatiladi va shu yuklanishda kamida 30 minut tutib turiladi. Keyin konstruksiya qabul qilingan bosqichlar bilan buzilguncha yuklantiriladi.

Konstruksiya buzilishidan biroz avval nazariya kattalikning 80% ga teng yuklanishda konstruksiyada o‘rnatilgan barcha o‘lchov asboblari yechib olinadi. Siqilgan hududda va tayanchlar yaqinida armaturaning uzilishi va betonning buzilishi yuz berganda buzilish kuzatish yo‘li bilan, shuningdek asboblar bo‘yicha, yoriqlarning ochilishi kengligi (1,5 mm dan ortiq) bo‘yicha va oxirgi yuklanish bosqichidan so‘ng avvalgi beshta yuklanish bosqichlarining egilishlari yig‘indisiga teng yoki undan katta bo‘ladigan egilish kattaligi bo‘yicha aniqlanishi mumkin. Konstruksiyaning buzilishi oralig‘ining 1/50 uzunligidan ortiq bo‘lgan egilish bilan tavsiflanadi. So‘ngra

$\frac{\sum P_{буз}}{\sum P_{хис}}$ nisbat aniqlanadi va S kattalik bilan taqqoslanadi, bunda

$\sum P_{буз}$ — xususiy og‘irligini hisobga olgan holdagi buzuvchi yuklanish yig‘indisi;

$\sum P_{хис}$ — xususiy og‘irligini hisobga olgan holdagi hisobiy yuklanish yig‘indisi.

GOST 8829-94 ga muvofiq S kattalik konstruksiyaning buzilishi tavsifiga bog‘liq holda og‘ir va yengil betonlar uchun statik sinovda kamida quyidagicha bo‘lishi kerak: bo‘ylama cho‘zilgan armaturaning oquvchanligida va siqilgan hududdagi betonning maydalanishida bo‘ylama cho‘zilgan armaturaning oquvchanligi bilan bir vaqtda — 1,4; bo‘ylama armatura uzilganda, siqilgan hududdagi beton maydalanganda yoki uning qiya yoriqlar bo‘yicha buzilishida, shuningdek armatura tortib olinganda va betonning chetlari yorilganda — 1,6.

Bikrlik sinalayotgan konstruksiyani me’yordagi yuklaish bilan yuklantirishda uning oralig‘i o‘rtasida paydo bo‘ladigan egilishi kattaligi bilan tavsiflanadi. Agar konstruksiya me’yordagi yuklanish bilan yuklantirilganda haqiqiy egilish kattaligi nazariy egilish kattaligidan 10% dan ko‘proqqa ortiq bo‘lmasa, u holda konstruksiya bikrlik talablariga javob beradi.

Agar konstruksiyada dastlabki yoriqlarning paydo bo‘lishi hisobdagi yoki me’yordagi yuklanishlardan ortadigan (yorilishga bardoshlikning birinchi va ikkinchi toifasi uchun) yuklanishlarda yuz bersa, va me’yordagi yuklanishda yoriqlarning ochilishi 0,1–0,2 mm dan ortiq bo‘lmasa, (yorilishga bardoshlikning uchinchi toifasidagi konstruksiyalar uchun), u holda konstruksiya yorilishga bardoshlik bo‘yicha sinovdan o‘tgan deb hisoblanadi.

Konstruksiya sinalgandan so‘ng konstruksiyaning buzilgan qismlari, shuningdek o‘ziga xos yoriqlar paydo bo‘lgan uchastkalar, fotosuratga olinadi, tajriba ma’lumotlari ishlovdan o‘tkaziladi va sinovlar to‘g‘risida hisobot tuziladi.

Hisobotda konstruksiyaning nazariy hisob-kitobi amalga oshiriladi, sinash uslubini tanlash asoslanadi, shuningdek konstruksiyaning mustahkamligini, bikrligini va yorilishga bardoshligini baholab xulosalar chiqariladi.

4.4. Tajriba ma’lumotlariga ishlov berish

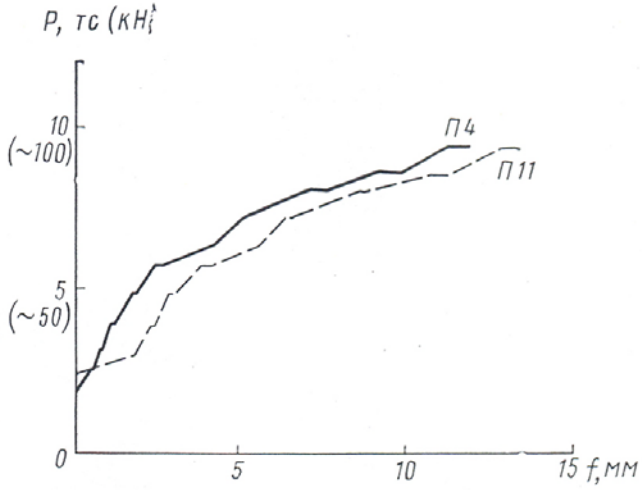
Sinov materiallari: asboblarning ko‘rsatishlari, yoriqlarning rasmini chizish va yoriqlarni o‘lchash, mahalliy buzilishlar, materiallarning va konstruksiyaning o‘zining mustahkamlik va deformatsion tavsiflariga ishlov berish natijalarni olish va sistemalashtrish uchun amalga oshiriladi, ulardan foydalanib, sinovlarni o‘tkazish jarayonining butun davri jarayonida konstruksiyaning yuklanish ostidagi ishini tahlil qilish mumkin bo‘ldi.

Sinov natijalariga ishlov berish dala sharoitlarida konstruksiyalar sinaladigan joyda (qisman ishlov berish) va maxsus xonalarda (kameral ishlov berish) amalga oshiriladi. Tajriba ma’lumotlariga grafik ishlov berish konstruksiyaning sinovning ayrim bosqichlari konstruksiyaning holatini tahlil qilish imkonini beradi.

Tajriba ma’lumotlarini sinov natijlari bo‘yicha grafik yasash konstruksiya egilishining grafiklari va epyuralarini; deformatsiyalarni yuklanishga bog‘liqligi grafiklari; kuch ekssentrisitetlari grafiklarini; yuklanishdan deformatsiyalarning taqsimlanishi epyuralari; sinalayotgan konstruksiya kesimlarining burilish burchaklari grafiklari; po‘lat uchun «zo‘riqish-deformatsiya» diagrammalari; beton deformatsiyalarining zo‘riqishlarga bog‘liqligi grafiklari va prizmatik beton namunalari bo‘yicha betonning elastiklik modulining ortishi grafiklarini o‘z ichiga oladi. Tajriba natijalariga ishlov berishga, shuningdek o‘ziga xos yoriqlarni ochib berish jadvali berilgan yoriq hosil bo‘lishi sxemalarini tuzish va asboblarni joylashtirgan holda konstruksiyani sinashning ijrochi sxemalarini tuzish; armaturaning joylashuvi bilan konstruksiyaning haqiqiy kesimlarini chizish; beton va po‘latning nazorat namunalarini sinash bayonnomalarini tuzish; sinov natijalarini yig‘ma jadvalini tuzish kiradi.

Sinash vaqtida konstruksiyaning siljishlari bo‘yicha ma’lumotlar sinovlar vedomostlariga kiritiladi va ishlov beriladi.

Vedomostlarda yozilgan va ishlov berilgan, asboblarning ko‘rsatishlarga ko‘ra kameral ishlov berilgan materiallar maxsus formatkalarda (standart varaq o‘lchamida bo‘lishi maqsadga muofiq) grafiklar, epyuralar va diagrammalar ko‘rinishida rasmiylashtiriladi.



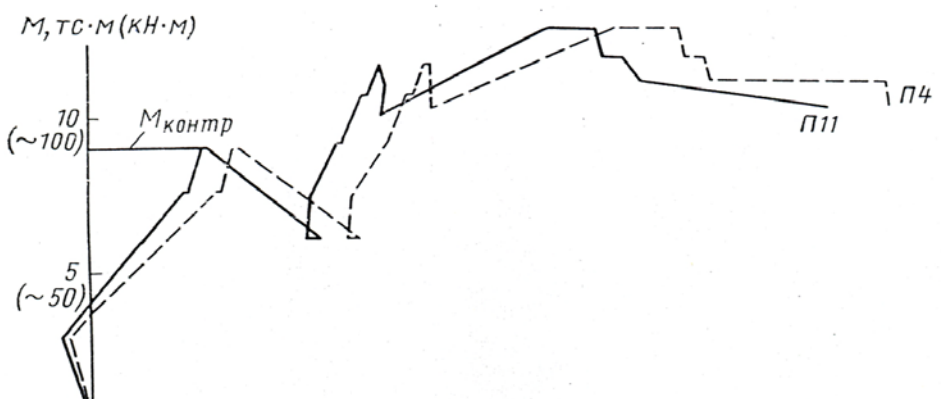
4.8-rasm. Konstruktsiyalarning yuklanishdan egilishlarining bog‘lanish grafigi.

Masalan, P-4 va P-11 progibomer (egilish o‘lchagich) larning ishlash grafigi egilishlar kattaliklari *f* ning yuklanish *R* ga bog‘liqligi ko‘rinishida (4.8-rasm) yoki egilishning taqsimlanishi va ortishi epyurasining yuklanishga bog‘liqligi (4.9-rasm) ko‘rinishida ko‘rsatilgan. Egilishlar grafiklari bo‘yicha cho‘zilgan betonda yoriqlar vujudga kelishi va uning cho‘zilishga

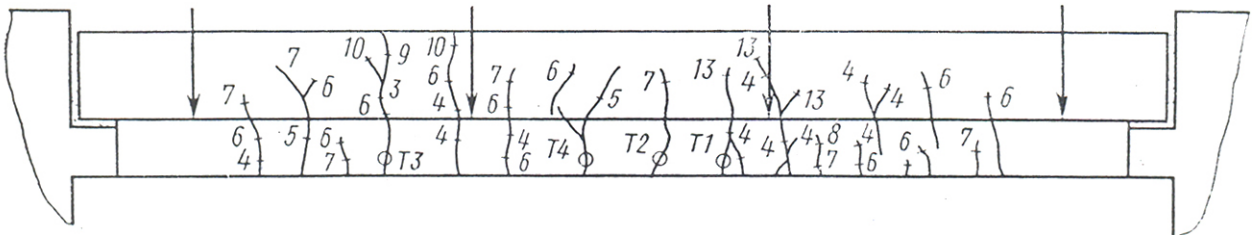
ishlashdan chiqib ketishi to‘g‘risida ko‘pincha dalolat beruvchi temirbeton konstruksiya-larning egilishi ortib boruvchi egri chiziqlardagi sinishlar to‘g‘risida hukm qilish oson. Yuklanish oshirilganda konstruk-siyalarning egilishlari yoki boshqa deformatsiyalarning ortib borishi armaturaning oquvchanlik jarayoni boshlangani to‘g‘risida xabar beradi.

Egilishlar grafiklarini yasashda tayanchlarning cho‘kishini hisobga olish zarur. Tayanchlarning cho‘kish kattaligi egilishlar kattaligidan ayirilishi kerak.

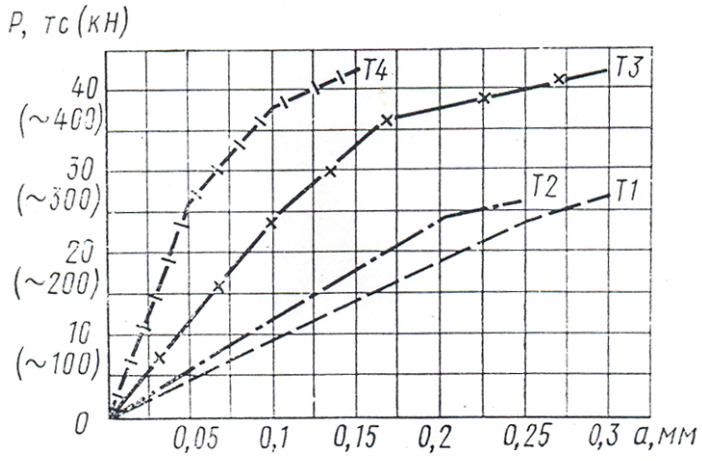
Tenzometr, bazadagi indikator yoki qarshilik datchigi *D* ning (tenzorezistorning) ko‘rsatishlari grafiklari deformatsiyalar ε ning yuklanish *R* ga bog‘liqligi egri chiziqlari yoki deformatsiyalarning taqsimlanishi va orta borishi epyurasining yuklanishiga bog‘liqligi ko‘rinishida quriladi (4.10-rasm). Yoriq hosil bo‘lish va yoriqlar ochilishining orta borishi tavsifining manzarasi 4.11 va 4.12-rasmlarda taqdim etilgan ko‘rinishda grafik tarzda rasmiylashtirilishi mumkin.



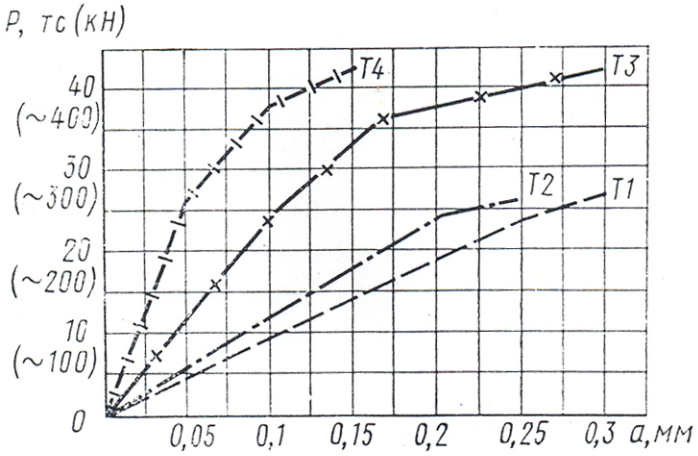
4.9-rasm. Konstruktsiyaning yuklanishdan egilishlarining taqsimlanishi va ortishi epyurasi: *P–progibomer; M–messuralar.*



4.10-rasm. Yuklanishdan deformatsiyalarning bog‘liqlik grafigi.



4.11-rasm. Konstruksiyani sinashda yoriq hosil bo‘lishi va yoriqlarning ochilishi xarakteri.



4.12-rasm. Yuklanishdan yoriqning ochilishi kengligining ortishi grafigi.

Yoruq hosil bo‘lish grafiklari va ularga ilova qilingan jadvallar bo‘yicha yuklanish qanday bo‘lganda yoriqlarning ochilishi kengligi yo‘l qo‘yilgan kattalikdan ortib ketganini kuzatish va yoriqlarning keskin ochilib ketish paytida aniqlash mumkin, bu armaturaning beton bilan ilashishi buzilganligi to‘g‘risida dalolat beradi, binobarin, konstruksiyaning bikrligi kamaygani yoki yoriqbardoshlik bo‘yicha me’yoriy qiymatlardan ortgani to‘g‘risida dalolat beradi. 4.11-rasmda yoriqlarning paydo bo‘lishi va o‘sishi kuzatilgan yuklanishlar sonlar bilan belgilangan. Yoriq hosil bo‘lishning xarakterini qayd qilish jarayonida konstruksiyada T1, T2, T3, T4 nuqtalar tanlab oliib, ularda yoriqlarning ochilishi kengligi o‘lchanadi (4.2-jadval). Tajriba ma’lumotlariga grafik ishlov berish sinash natijalarini tahlil qilish jarayonida katta ahamiyatga ega.

4.2-jadval

Me’yordagi yuklanishda yoriqlarning ochilish kengligi, mm

Bosqich №	Nuqtalar nomuri				**Bosqich №**	Nuqtalar nomuri			
	T 1	T 2	T 3	T 4		T 1	T 2	T 3	T 4
2	0,2	0,15	—	—	13	0,3	0,25	0,1	0,05
3	0,2	0,2	—	—	15	—	—	0,1	0,05
4	0,25	0,2	—	—	17	—	—	0,1	0,1
5	0,25	0,2	—	—	19	—	—	0,2	0,1
8	0,25	0,2	—	—	21	—	—	0,3	0,15
12	0,25	0,2	0,1	—					

KONSTRUKSIYALARNI STATIK VA DINAMIK YUKLANISHLAR BILAN NATURA SINOVLARI

V BOB. KONSTRUKSIYALAR, BINO VA INSHOOTLARNI DINAMIK YUKLANISH BILAN SINASH

5.1. Materiallar xossalarining dinamik ko‘rsatkichlari

Ma’lumki, qurilish materiallarining turli xil mexanik ta’sirlariga qarshiligi bir xil bo‘lmay, qo‘yilgan yuklanishning turiga va xarakteriga bog‘liq bo‘ladi. Materialni statik yuklantirishda inersiya kuchlari ishtirok etmaydi va bu material mustahkamligining natijalariga ta’sir ko‘rsatmaydi. Dinamik yuklanishlarda materialda turli xil to‘lqin jarayonlari vujudga keladi va inersiya kuchlari mustahkamlik natijalariga ta’sir qiladi. Shunday qilib, bir xil mexanik xossalarga ega bo‘lgan aynan bir xil materiallar yuklantirishning statik va dinamik usullarida mustahkamlikning turli ko‘rsatkichlarini beradi.

Bu masala alohida e’tiborni talab etadi, chunki amalda qurilish materiallari asosan statik yuklanishlar bilan sinaladi. Biroq ayrim hollarda (avtoyo‘llar va aerodromlar qoplamalarida, seysmik ta’sirlarda va h.k.) qurilish materiallari dinamik yuklanishlarni qabul qiladi. Bundan materiallar xossalarining dinamik ko‘rsatkichlarini aniqlash va statik sinovlarda olingan ko‘rsatkichlar bilan korrelyatsion aloqasini o‘rnatish zarurligi paydo bo‘ladi.

Qurilish materiallari xossalarining asosiy dinamik ko‘rsatkichlari dinamik - qattiqligi, elastiklik moduli, Puassan koeffitsiyenti, siljish moduli, buzilishining dinamik solishtirma energiya sig‘imi, akustik bikrlik va elastik to‘lqinlarning o‘tish tezligi hisoblanadi. Materilning dinamik qattiqligi Shor asbobi yordamida boyoqning orqaga sapchish balandligi bo‘yicha aniqlanadi.

Dinamik elastiklik moduli elastik to‘lqinlarning tarqalish tezligi bilan ifodalanadi:

$$E_g = c^2 \rho$$

bu yerda: s — to‘lqinning tezligi, sm/sek,

ρ — materialning zichligi, kg/sm^2.

Puassonning dinamik koeffitsiyenti bo‘ylama va ko‘ndalang to‘lqinlarning tarqalish tezlishi bilan ifodalanadi

$$\mu = \frac{0,5 - R^2}{1 - R^2}$$

bu yerda: R — ko‘ndalang to‘lqin tezligining bo‘ylama to‘lqin tezligiga nisbati.

Siljishning dinamik moduli ko‘ndalang to‘lqin tezligining material zichligiga ko‘paytmasi sifatida aniqlanadi.

Material buzilishining dinamik solishtirma energiya sig‘imi namunning vertikal koperda tushayotgan yukning zarbiga qarshilik ko‘rsatishi bilan ifodalanadi va quyidagi:

$$A_{сол} = \frac{P(n+1)n}{2V}$$

formula bo‘yicha aniqlanadi, bu yerda: R — yukning og‘irlgi, kg;

n — namuna buzilgan zarblar miqdori; V — namunaning hajmi, sm^3.

Akustik bikrlik elastik to‘lqinning tarqalishiga materialni qarshilik qiluvchanligi bilan ifodalanadi va material zichligining bo‘ylama to‘lqin tezligiga ko‘paytmasi sifatida aniqlanadi. Elastik to‘lqinlarning (bo‘ylama va ko‘ndalang) o‘tish tezligiga ko‘ra materialning tizimi va strukturasi, yuklanish ostidgi kuchlanishlar va uning dinamik hamda elastik xossalari to‘g‘risida fikr yuritiladi.

Dinamik yuklanishlar va tebranuvchi jarayonlar. Qurilish konstruksiyalari ulardan foydalanishda statik yuklanishlar ta’siri bilan birga juda ko‘p hollarda dinamik ta’sirlarga duch keladi. Dinamik yuklanishlrni vujudga keltiruvchi manbalar texnologik, yuk ko‘taruvchi va transport qurilmasi, shamol yuklanishi, seysmik ta’sirlar va h.k.lar hisoblanadi.

Dinamik yuklanishlar konstruksiyaga uzluksiz va davriy ravishda ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Dinamik yuklanish statik yuklanishdan farqli o‘laroq juda tez o‘zgaradi va harakatdagi massalarning ancha katta inersiya kuchlari bilan birga, shuningdek tebranish jarayonlari bilan birga kechadi.

Tebranuvchi jarayonlarning asosiy tavsifsi quyidagilardir: tebranishlar amplitudasi, u tebranayotgan massaning o‘rtacha yoki nol xolatidan eng katta og‘ishi kattaligi bilan ifodalanadi, va tebranishlar davri — sistemaning ikkita ketma-ket bir xil holatlari orasidagi vaqt oralig‘i. Amalda tebranishlar davri o‘rniga ko‘pincha tebranishlar chastotasi deb ataluvchi teskari kattalikdan foydalaniladi.

Tebranishlarning eng oddiy va keng tarqalgan ko‘rinishi garmonik tebrnishlar bo‘lib, u $X = a\sin(\omega t + \varepsilon)$ formula bilan ifodlanadi,

bu yerda: *a* — tebranishlar amplitudasi; $\omega t + \varepsilon$ — tebranishlar fazasi; ε— tebranishlarning boshlang‘ich fazasi.

Bir sekunddagi tebranishlar chastotasi $n = \omega/2\pi$, tebranishlar davri $t = 2\pi/\omega$ sek ga teng.

Tebranishlar so‘nuvchi va so‘nmaydigan bo‘ladi. Agar tebranishlar amplitudasi doimo o‘zgarmas bo‘lib qolsa, bunday tebranishlar so‘nmaydigan tebranishlar deyiladi. Agar tebranishlar amplitudasi vaqt o‘tishi bilan o‘zgarsa, ya’ni kamaysa yoki ortsa, ular so‘nuvchi tebranishlar deyiladi.

Har bir elastik jismga yoki konstruksiyaga ma’lum tebranishlar davri va chastotasi xos bo‘lib, ular xususiy tebranishlar deyiladi. Muvozanat holtidan chiqarilgan elastik jismning xususiy tebranishlari, agar bu tebranishlarni qo‘llab-quvvatlab turadigan tashqi kuchlar bo‘lmasa, asta sekin so‘nadi. Agar shunday kuchlar mavjud bo‘lsa, davriy ravishda o‘zgarib tursa, u holda uning ta’sirida elastik jism tebranadi. Bunday tebranishlar majburiy tebranishlar deyiladi, uni vujudga keltiruvchi kuch esa g‘alayonlovchi kuch deyiladi.

Agar g‘alayonlovchi kuch chastotasi xususiy tebranishlar chastotasi bilan mos tushsa, elastik jism tebrnishining amplitudasi orta boshlaydi. Amplitudaning bunday uzluksiz ortishi rezonans deyiladi.

Rezonans konstruksiyalar va inshootlar uchun xavflidir, chunki tebranishlar amplitudasining ortishi bilan kuchlanishlar va deformatsiyalar ortadi, bu konstruksiyaning buzilishiga olib kelishi mumkin. Shu munosabat bilan dinamik yuklanish ta’sir ko‘rsatuvchi konstruksiyalar shunday hisob-kitob qilinadiki, bunda ularning xususiy tebranishlari chastotasi g‘alayonlantiruvchi kuch, masalan, seysmik, shamol, turli xil texnologik qurilma va boshqalar vujudga keltiruvchi majburiy tebranishlar chastotasi bilan mos tushmasin.

5.2. Konstruksilar va inshootlarni dinamik yuklanish bilan sinashning maqsadlari va vazifalari

Konstruksiya va inshootlarni dinamik yuklanish bilan sinashning asosiy vazifalari quyidagilardir:

1) konstruksiyaning dinamik tavsiflarini — xususiy tebranishlar chastotasini, so‘nish davri va koeffitsiyentini aniqlash;

2) dinamik ekspluatatsion yuklanishlar tavsiflarini — ularning qiymatlarini, yo‘nalishlarini, chastotalarini aniqlash;

3) konstruksiyaning ekspluatatsion yuklanishlrda ishlashida asosiy tavsiflarni, tebranishlar amplitudasini, chastotasini, tezlanishini, majburiy tebranish shaklini va dinamik koeffitsiyentini aniqlash;

4) dinamik yuklanishning konstruksiyaning mustahkamligiga, bikrligiga va yorilishga bardoshligiga ta’siri;

5) konstruksiyaga dinamik yuklanishli agregatlarni o‘rnatish mumkinligi;

6) dinamik yuklanishning inshootlarning me’yordagi ekspluatatsion sharoitlariga ta’siri.

Bu vazifalar konstruksiyalar va inshootlarni sinash amaliyotida uchraydigan masalalarning hammasini o‘z ichiga olmaydi. Shunga qaramay bu ro‘yxat sinovlar jarayonida hal qilinadigan masalalar to‘g‘risida umumiy tushuncha beradi.

5.3. Dinamik yuklanishlarning asosiy turlari

Kattaligi yoki qo‘yilish nuqtasi o‘zgarib turadigan yuklanishlar dinamik yuklanishlar deyiladi. Dinamik yuklanishlrning uchta asosiy turi farq qilinadi:

1) kattaligiga ko‘ra o‘zgaruvchi va ma’lum nuqtada ta’sir ko‘rsatuvchi qo‘zg‘almas vibratsion yuklanish. Bunday yuklanish muvozanatga keltirilmagan massali turli mexanizmlarning ishlashi natijasida paydo bo‘ladi (tikuvchilik va tokarlik stanoklari, vibrostendlar va boshqalar);

2) zarbaviy yuklanish, u inshootlarning ma’lum bir nuqtasida davriy ravishda zarbalarni uzatadi. Bu turdagi yuklanishlar turli jismlarning tushishida, kopyorning ishlashida, quvvatli molotlarning ishlashida va hokazolarda paydo bo‘lshi mumkin;

3) harakatlanuvchi vibrodinamik yuklanish; u yuqorida keltirilgan va bir paytda qo‘yilish nuqtasini o‘zgartiruvchi ikki turdagi dinamik yuklanishlrning kombinatsiyasini ifodalaydi;

4) bo‘lishi mumkin bo‘ladigan yer qimirlashlrning spektral-vaqt tavsiflariga bog‘liq seysmik yuklanish.

Konstruksiyalarni va inshootlarni vibratsion yuklanish bilan sinash haqiqiy ekspluatatsion sharoitlarda ularning aslida bajargan ishini aniqlash imkonini beradi. Ammo bunday sinovlarni o‘tkazish bilan, ayniqsa ekspluatatsion harakatlanuvchi yuklanishlar bilan, har doim ham hamma dinamik tavsiflarni (tavsiflarni) olish imkoniyati bo‘lavermaydi. Shuning uchun, qo‘shimcha zarbaviy sinovlarni o‘tkazishga to‘g‘ri keladi.

Zarbaviy sinovlar yordamida so‘nuvchi tebranishlarning vibrogrammalari yoziladi, bu bilan tebranishlar chastotasi va davri, so‘nish koeffitsiyenti, sinalayotgan ob’yektning keltirilgan massasi va boshqa tavsiflar aniqlanadi.

5.4. Yuklanishlarning dinamik ta’sirini amalga oshirish usullari

Inshootga dinamik ta’sirlarni haqiqiy va sun’iy yuklanishlar bilan amalga oshirish mumkin, ularni to‘g‘ri tanlash olinayotgan natijalar to‘g‘riligining kafolatidir.

Ko‘p miqdordgi haqiqiy (natura) yuklanishlar mavjud. Ularni ikki guruhga ajratish mumkin: 1) qo‘zg‘almas yuklanishlar (ularning inshootdagi joylashgan o‘rni nazarda tutiladi); 2) qo‘zg‘aluvchan yuklanishlar. Yuklanishlarning birinchi guruhiga u yoki bu turdagi texnologik qurilmalar kiradi: stanoklar, dvigatellar, turli xil vazifani bajaruvchi mexanizmlar va boshqalar; ikkinchi guruhga — asosan transport turlari — elektrovozlar va paravozlar, avtomobillar, traktorlar va zavod ichida harakatlanuvchi transport (ko‘prikli kranlar, transportyorlar, konveyerlar va boshqalar) kiradi.

Baholash juda ham qiyin bo‘lgan yuklanish seysmik yuklanish hisoblanadi.

Seysmik hududlarda qurilish ishlari inshootlar yer qimirlashlari vaqtida sezadigan ta’sirlarni hisobga olgan holda olib borilishi kerak. Yer qimirlashi — tabiiy hodisadir. Uning vujudga kelishi sabablari va yer qobig‘ida tebranishlrning tarqalishi qonuniyatlarini o‘rganish bilan seysmologiya fani shug‘ullanadi.

Yerning vayron qiluvchi seysmik tebranishlariga qarshilik ko‘rsata oladigan inshooatlarni qurish, yer qimirlashlarning ko‘pchiligining oqibatlrini yo‘qqa chiqarish — bu masalalar bilan binolar va inshootlarning zilzilabardoshligi to‘g‘risidagi fan shug‘ullanadi.

Binolarning va inshootlarning zilzilabardoshligi ularga odatdagi holatda va eng ko‘p seysmik yuklanishda ta’sir ko‘rsatuvchi yuklanishlarning eng noqulay yig‘indisiga qarab hisoblanadi. Hisobdagi seysmik yuklanishning kattaligi qanday aniqlanadi? U berilgan massa (bino va inshoot yoki ularning qismlari)ning qo‘yilish nuqtasining tezlanishiga bog‘liq.

XX asrning birinchi choragida zilzila bardoshlikning statik nazariyasi deb nomlanuvchi nazariya hukmronlik qilar edi. Bu nazariyaga muofiq o‘z og‘irligi bo‘lmagan konstruksiyaga mahkamlangan har bir massaga inshootning asosiga uzatilganidek seysmik tezlanish beriladi. Zilzilabardoshlikning statik nazariyasi seysmik kuchlarning taxminiy, ba’zan esa noto‘g‘ri qiymtalarini berar edi. Bu qiymat bo‘yicha inshootning balandlik bo‘yicha barcha nuqtalarining tezlanishini bir xil qilib qabul qilinar edi, ya’ni konstruksiya vertikal holatini saqlagan holda ko‘chgan, uning barcha nuqtalari esa aynan bir xil gorizontal harakatni bajargan. Bunday yondashuv gorizontal tebranishlrning bikr konstruksiyaga ta’sirini uning fazoviy deformatsiyalari va erkin tebranishlari to‘liq bo‘lmagan holda ifodalar edi. Keyinroq deformatsiyalarning dinamik koeffitsiyenti vositasida ta’sirini hisobga olish egiluvchan inshoot deformatsiyasi bilan majburiy tebranishlarda uning nuqtalari tezlanishi orasidagi bog‘lanishni ifodaladi, biroq majburiy tebranishlarga yana erkin (xususiy) tebranishlar ham qo‘shilishini hisobga olmagan.

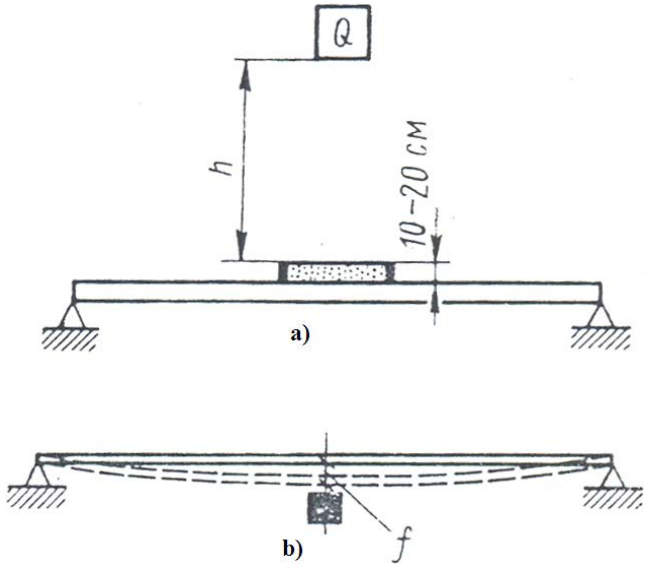
Jiddiy tebranishlar nazariyasining o‘rgatishicha, muvoznat holatidan chiqarilgan elastik sistema murakkab harakat qiladi, uni majburiy va erkin tebranishlarga ajratish mumkin. Majburiy tebranishlar uzluksiz qo‘yilgan seysmik ta’sirlarni qo‘llab quvvatlaydi, erkin tebranishlar esa vaqt o‘tishi bilan ichki qarshliklar natijasida asta sekin so‘ndi. Ular to‘liq so‘ngandan so‘ng faqat majburiy tebranishlar qoldi. Uzoq vaqt tebranishlar nazariyasi faqat majburiy tebranishlar bilangina hisoblashar edi. Buning sababi shundaki, u faqat mashinalarning aylanuvchi elementlarining muvozanatlanmagan qismlarining ta’sirini sinovchi sanoat konstruksiyalari uchun qo‘llanilar edi. Bu - ta’sirning intensivligi (jadalligi) asta-sekin orta borar va konstruksiya erkin tebranishlari so‘ngndan keyingina hisobdagi ta’sir olar edi, shuning uchun ham ular hisobga olinmas edi. Zilzilabardoshliknng statik nazariyasini yaratuvchilari ham shu nuqtai nazardan yondashishdi. Biroq yer qimirlashlar tajribasi ularning vayron qiluvchi ta’siri darhol namoyon bo‘lishini ko‘rsatdi, demak, uning kattagina qismi erkin tebranishlar bilan bog‘liq bo‘lib, ularni

hisobga olmaslik mumkin emas. Konstruksiyaning majburiy va erkin tebranishlarining birgalikdgi ta’sirini hisobga oluvchi zilzilabardoshlik nazariyasi dinamik nazariya nomini oldi.

Seysmik hududlarda bino va inshootlarni loyihalashda asosiy vazifa ularning xususiy dinamik tavsiflarining (erkin tebranishlarning davrlari va chastotalari, so‘nishining logarifmik dekrementi) sodir bo‘lishi mumkin bo‘ladigan yer qimirlashlarning chastotaviy tavsiflarning mos kelmasligini ta’minlash hisoblanadi. Aks holda rezonans xolatining vujudga kelishi binolarning tebranishlar amplitudasining keskin ortishiga va dinamik yuklanishning o‘sishiga olib kelishi mumkin. Binolar va inshootlarni zilzilabardoshlikka sinash vazifasiga ularning tebranishlarini instrumental tadqiq etish, ularning xususiy dinamik tavsiflarini aniqlash va ularni belgilab beruvchi turli omillrni (konstruktiv sistema, qo‘llanilayotgan materiallar, grunt sharoitlari va boshqalar) aniqlab topish kiradi. Bunda murakkab vazifalardan biri haqiqiy binolarning tebranishini keltirib chiqarishga qodir bo‘lgan dinamik ta’sirlarni amalga oshirish hisoblanadi. Bu konstruksiyalar ishiga turli xil texnologik qurilmalarning ta’sirini o‘rganishga ham taalluqlidir. Quyida binolarga, inshootlarga va ularning konstruktiv elementlariga dinamik ta’sirni amalga oshirish usullarini ko‘rib chiqamiz.

Zarbiy yuklanishlar. Zarbiy yuklanishlarni amalga oshirish uchun turli xil sxemalar qo‘llaniladi. Zarbiy yuklanishni yukning tushishi bilan ham vujudga keltirish mumkin (5.1-*a* rasm). Vertikal zarbiy yuklanishni amalga oshirish uchun yukning erkin tushishidan foydalanish mumkin. Bu maqsadda koperli qurilma qo‘llaniladi. Kopyorning og‘irligini sinalayotgan konstruksiya og‘irligining taxminan 1% miqdorida qabul qilinadi, yukning tushish balandligini esa 2÷2,5 m qilib qabul qilinadi. Konstruksiyani yuk tushayotganda mexanik shikastlanishdan saqlash uchun zarb tushadigan joyga qumdan balandligi 10–20 sm bo‘lgan yostiq tayyorlanadi.

Zarbiy yuklanishni amalga oshirishning bu sxemasi bo‘yicha yuk konstruksiyaga kelib tushgandan so‘ng yuk bilan konstruksiya tebranma xarakatga keladi va konstruksiyaning xususiy tebranishlari chastotasiga ta’sir etadi. Zarbiy yuklanishni amalga oshirishning ikkinchi sistemasi bu kamchilikdan holidir (5.1-*b* rasm). Bu sxema bo‘yicha zarbiy yuklanishni vujudga keltirish uchun konstruksiyaga pastki tomondan yuk osilib, u kerakli paytda darhol olib tashlanadi. Yuklanish olib tashlangan konstruksiya erkin tebrana boshlaydi. Bu, sxema avvalgisiga nisbatan



5.1-rasm. Vertikal yo‘nalishda zarbiy yuklanishni amalga oshirish uchun qurilma.

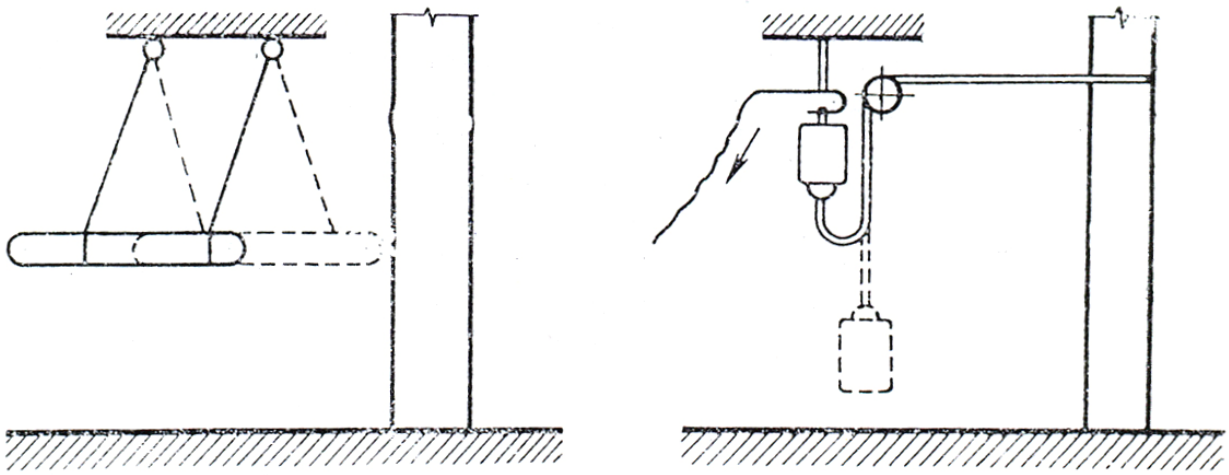
shunday afzallikka egaki, konstruksiyaning tebranishi vaqtida unda yuk ishtirok etmaydi, ammo boshqa tomondan, u yuk og‘irligining orttirilishini talab etadi.

Konstruksiya va inshootni sinash amaliyotida zarbiy yuklanishni gorizontal yo‘nalishda amalga oshirish talab etiladi. Bu maqsadda 5.2-rasmda ko‘rsatilgan sxemalar foydalanilishi mumkin.

Ulardan birinchisi — taran (5.2-*a* rasm), bu sxemaga ko‘ra qurilmaning asosiy qismi qo‘zg‘almas jismga arqonda osilgan, uzunligi 2,5–3 m, diametri 20–25 sm bo‘lgan to‘rt qirrali yoQoch to‘sin hisoblanadi. Zarbani amalga oshirish uchun to‘sin chetga ma’lum masofada tortiladi, so‘ngra qo‘yib yuborilib, inshootga uriladi. Zarbdan so‘ng to‘sin tebranuvchi elementni ajratish uchun chetga olinadi.

Ikkinchi sxemaga ko‘ra (5.2-*b* rasm) gorizontal zarbiy yuklanish yukning quyidagi tarzda yuqoridan tushishi vujudga keltiriladi: po‘lat trosning bir uchi konstruksiyaning zarba kelib tushadigan nuqtasiga mahkamlangan; tros blok orqali o‘tkazilib, ikkinchi uchiga yuk osilgan. Sinovdan oldin yuk sinalayotgan konstruksiya bilan bog‘liq bo‘lmagan biror qo‘zg‘almas jismga osiladi. Keyin osilgan yuk bo‘shatib (qo‘yib) yuboriladi va uning tushishi natijasida paydo bo‘ladigan kuch sinalayotgan konstruksiyaga uzatiladi.

Gorizontal zarbiy kuchlanishni vujudga keltirish uchun uncha katta kuchga ega bo‘lmagan zaradning portlatishni ham qo‘llash mumkin.



5.2-rasm. Gorizontal yo‘nalishda zarbiy yuklanishni amalga oshirish uchun qurilma:
a – teran yordamida; b – tushayotgan yuk yordamida.

Vibratsion yuklanish. Konstruksiyaga yo‘nalishi, chastotasi va amplitudasi bo‘yicha turli xil majburiy tebranishlarni uzatish uchun, shuningdek o‘zgaruvchan kattalik va yo‘nalishdagi momentni vujudga keltirish uchun maxsus qurilma — vibromashina qo‘llaniladi, uning ishlash sxemasi 5.3-rasmda ko‘rsatilgan.

Vibromashina turli tomonga aylanadigan ko‘zguli-simmetrik joylashgan muvozanatlanmagan massali juft sondagi (2, 4, 6) disklardan iborat. Disklar soni mashinaning quvvatiga qarab tanlanadi. Disklar elektromotordan harakatga keltiriladi, uning aylanishlari soni va shu bilan bog‘liq holda konstruksiyalarning majburiy tebranishlari chastotasi keng oraliqlarda o‘zgaradi. Disklarning aylanishida markazdan qochma kuchlar vujudga kelib, juft disklar uchun ularning kattaligi quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$2P = 2\frac{4\pi^2 mr}{t^2} = 2\omega^2 mr$$

bu yerda: m — muvozanatlanmagan yukning massasi;

r — muvozanatlanmagan massaning aylnish radiusi;

ω — burchak tezlik, u $2\pi/t$ ga teng;

τ — diskning to‘la aylanishiga mos keluvchi vaqt.

Markaziy qochma kuch R ni vertikal va gorizontal tashkil etuvchilarga ajratish mumkin.

Ikkala diskning markazdan qochma kuchlari gorizontal tashkil etuvchilari istagan paytda qarama-qarshi tomonga yo‘naltirilgan va o‘zaro muvozanatlanadi.

Vertikal tashkil etuvchilar qo‘shiladi va pulsatsiyalanuvchi kuchni tashkil etadi, uning kattaligi sinus qonuniga ko‘ra o‘zgaradi:

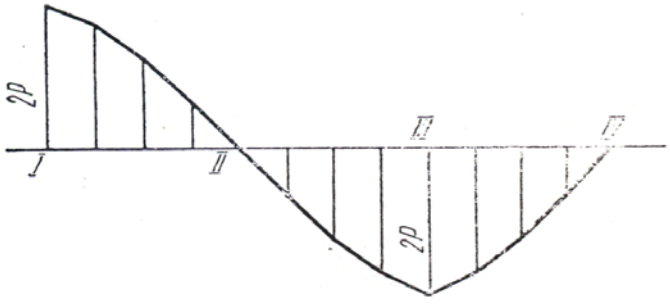
$$Q=2P \sin \omega t,$$

bu yerda: Q — natijalovchi kuch; R — markazdan qochma kuch;

ω — siklik doiraviy chastota; t — vaqt.

Bunday konstruksiyadagi vibro-mashina intensivligi noldan R gacha bo‘lgan yuklanishlrni vujudga keltirishi mumkin. 5.3-rasmda ekssentriklarning to‘rtta turli xil holati ko‘rsatilgan: I holatda natijalovchi kuch yuqoriga yo‘nalgan; II holatda u 0 ga teng; III holatda u pastga qarab ta’sir qiladi; IV holatda u yana 0 ga teng bo‘ldi. Kuchning o‘zgarishidagi bunday qonuniyat disklarning har bir to‘la aylanib chiqishida takrorlanib turadi. Gorizontal yo‘lanishidagi vibratsion yukla-nishni vujudga keltirish uchun mashina 90° ga buriladi. 5.4-rasmda disklarning bir marta aylanishida natijalovchi kuchning o‘zgarishi grafiki ko‘rsatilgan. I, II, III va IV holatlar ekssentriklarning yuqorida ko‘rib chiqilgan holatlriga mos keladi.

Agar disklrni bir tomonga aylanishga majbur qilinsa (5.5-rasm), u holda pulsatsiyalanuvchi ishorasi o‘zgaruvchi momentni hosil qilish mumkin, uning kattaligi, avvalgi holdagi kabi, sinus qonuniga ko‘ra o‘zgaradi. 5.5-rasmdan ko‘rinishicha, I va III holatlarda ekssentrik aylanuvchi massalar vujudga keltirilayotgan markazdan qochma kuchlar bir-birini muvozanatlaydi. Bu holda vibromashina o‘rnatilgan konstruksiyaga ta’sir bo‘lmaydi. I va IV holatlardgi markazdan qochma kuchlar qarama-qarshi tomonga ta’sir qiladi; biroq bu kuchlarning ta’sir chizig‘i disklar mahkamlangan nuqtalar (ularning markazlari) orqali o‘tmaydi, buning natijasida momentni vujudga keltiruvchi kuchlar jufti hosil bo‘ladi. Bu momentning ishorasi juftning yo‘nalishiga, ya’ni ekssentriklarning qanday joylashishiga bog‘liq.



5.4-rasm. Muvozanatlanmagan massaning turli holatlarida mashina hosil qiladigan yuklanishning o‘zgarishi sxemasi.

Mashina vujudga keltiradigan vibratsion kuchlarning kattaligini tartibga solish muvozanatlanmagan massa m ning va radius r ning (ekssentrisiteta) o‘zgarishi

hisobiga amalga oshiriladi. Burchak tezlikning o‘zgarishi bilan markazdan qochma kuchlarning chastotasi o‘zgaradi, bu esa ta’sir etuvchi kuchlar chastotasining o‘zgarishida konstruksiyaning holatini o‘rganish imkonini beradi. Muvozanatlanmagan massalarning miqdori, ularning og‘irligi va boshqa parametrlarga bog‘liq holda turli quvvatli va gabarit o‘lchovli vibromashinalar, kichik o‘lchamli laboratoriya mashinalaridan boshlab to temiryo‘l ko‘priklari, binolar va inshootlargacha sinash uchun mashinalar mavjud. Bunday mashinalar muvozanatlanmagan massali sakkiztagacha bo‘lgan disklarga ega va 5T gacha markazdan qochma kuchni hosil qiladi.

Turli xil bino va inshotlarning vibratsion sinovlari V.A.Kucherenko nomidagi SNIISK va turar joylar SNIIEP turar-joy institutlari (Moskva shahr), Zilzilabardosh qurilish instituti (Ashgabad shahri) tomonidan o‘tkazilgan.

Bizning respublikamizda M.T.O‘rozboyev nomidagi mexanika va inshootlarning zilzilabardoshligi instituti, X.Asomov nomidagi O‘zLITTI (sobiq ToshZNIIZP), TAQI tomonidan o‘tkazilgan turli xil konstruktiv sistemadagi (baland yirik panelli, sinchli-panelli va boshqalar) binolar va inshootlarni tebranishini naturada instrumental tadqiq etishda katta tajriba orttirilgan. Bunday tadqiqotlarning ko‘pchiligi professor K.S. Abdurashidov rahbarligi ostida o‘tkazilgan. K.S.Abdurashidov respublikamizda birinchi bo‘lib turli quvvatga ega vibromashinalardan foydalanib binolarning tebranishlarini keng ko‘lamda o‘rganishni tashkil etdi.

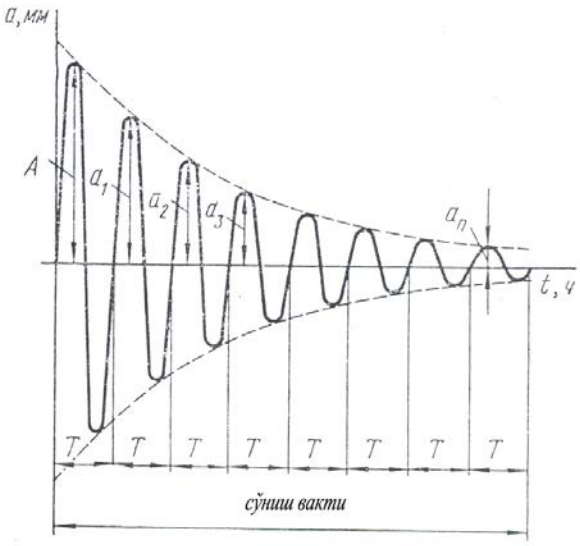
5.5. Tebranishlarning asosiy turlari va ulrning tavsiflari

Tebranishlarning ikki asosiy turi farq qilinadi: erkin (xususiy) va majburiy.

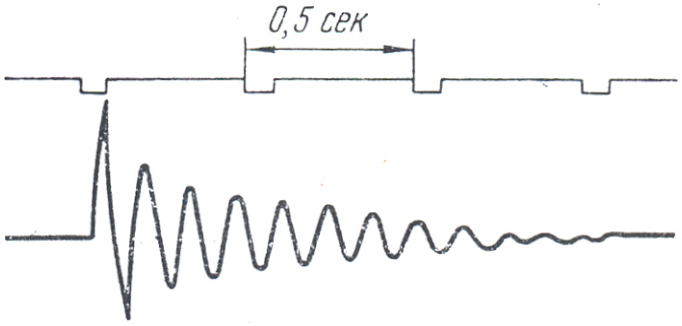
Erkin tebranishlar deb, konstruksiya yoki uning elementi muvozanat holatidan chiqarilgandan va o‘z holiga qo‘yilgandan so‘ng amalga oshiradigan tebranishlrga aytiladi. Tebranishning bunday turiga o‘zgarmas chastota (davr) mos bo‘lib, uning kattaligi asosan konstruksiyaning turiga, geometrik tavsiflariga va materialiga bog‘liq bo‘ladi. Konstruksiyaning tebranma harakati jrayoni maxsus asboblar — dinamik progibomerlar (egilishni o‘lchagich), ossillograf va h.k. tomonidan yozib olinadi.

Bu yozuv vibrogramma (ossillogramma) deyiladi.

5.6-rasmda zarbiy yuklanish hosil qilgan erkin so‘nuvchi tebranishlarning vibrogrammasi ko‘rsatilgan. Bunday vibrogramma yordamida tebranma harakatning quyidagi tavsiflari aniqlanadi: maksimal amplituda A; keyingi amplitudalar — *a1*, *a2*, *a3*, ..., *an*; T — tebranish davri (ikkita yarim to‘lqinga mos keluvchi vaqt, u erkin tebranishlar uchun o‘zgarmas kattalik hisoblanadi va amplitudaning kattaligiga bog‘liq bo‘lmaydi): *f* — tebranishlar chastotasi (bir sekunddagi tebranishlar soni), u davrga teskari bo‘lgn kattalikdir (*f* =1/T); Tn — tebranishning so‘nishi vaqti, ya’ni tebranishlar to‘la so‘nadigan vaqt oraligi. Ko‘pincha maxsus moslama yordamida vibrogrammaga ishlov berish qulay bo‘lishi uchun vaqt belgilari qo‘yib chiqiladi (5.7-rasm).

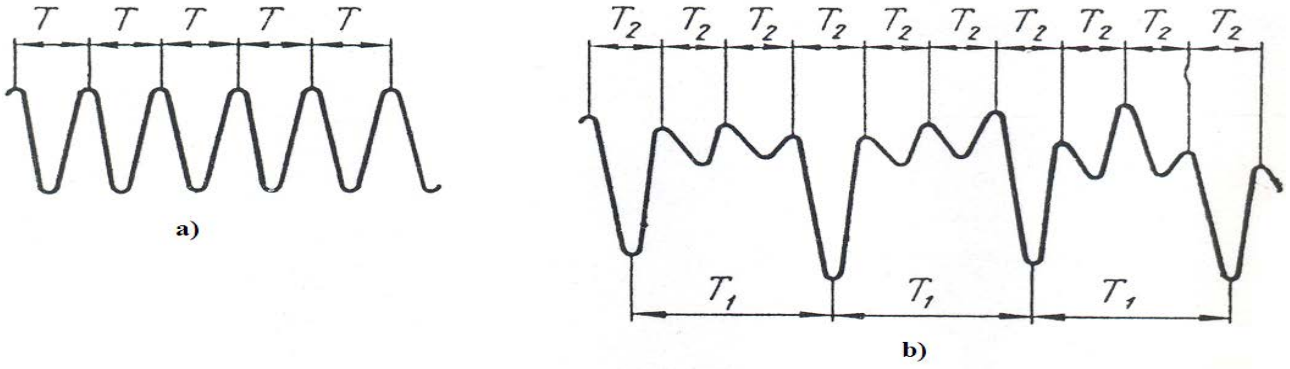


5.6-rasm. Erkin so‘nuvchi tebranish vibrogrammasi.



5.7-rasm. Vaqt belgili erkin so‘nuvchi tebranish vibrogrammasi.

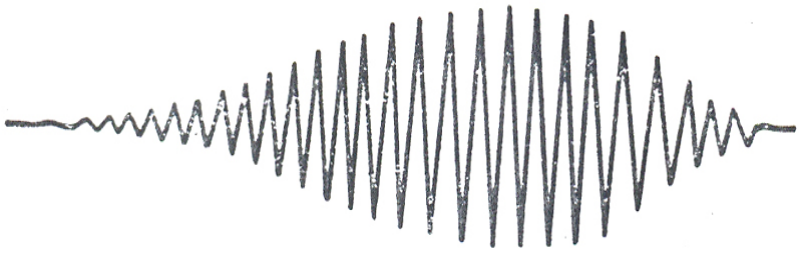
Majburiy tebranishlar dinamik yuklanish ta’siri natijasidir. O‘zgarmas kattalik va chastotadagi bitta kuchda tebranishlar vibrogrammasi o‘zgarmas amplituda bilan nisbatan oddiy (5.8-*a* rasm) hosil bo‘ladi. Bunday tebranishlar oddiy (bir turdagi) tebranishlar deyiladi.



5.8-rasm. Majburiy tebranishlar vibrogrammasi: a–oddiy; b–murakkab.

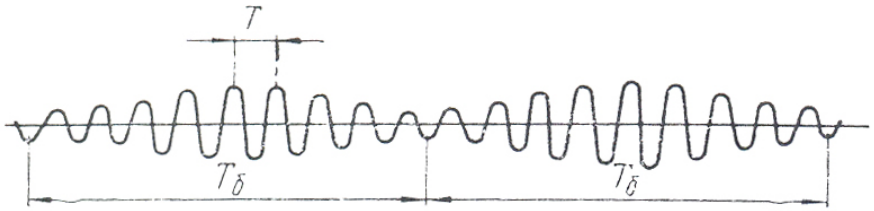
Majburiy tebranishlar bir necha uyg‘otuvchi kuchlarning ta’siri natijasi bo‘lishi mumkin. Bunday hollarda vibrogramma ancha murakkab hosil bo‘lib, ayrim kuchlarning ta’siri natijasida vujudga kelgan bir necha oddiy tebranish jarayonlarining geometrik yig‘indisidan iborat bo‘ladi. 5.8-*b* rasmdagi ikki kuch ta’siri natijasida hosil bo‘lgan vibrogramma keltirilgan. Bu kuchlarning chastotasi har xil, shuning uchun vibrogrammada tebranishlarning ikkita aniq ifodalangan davri ko‘rinib turibdi.

Agar uyg‘otuvchi kuchning chastotasi konstruksiyaning xususiy tebranishlari chastotasi bilan mos tushsa, u holda rezonans yuz beradi, bunda amplituda keskin ortib ketadi (5.9-rasm). Agar uyg‘otuvchi kuchning chastotasi vaqt o‘tishi bilan o‘zgarsa, u holda ayrim paytda u konstruksiyaning xususiy tebranishlari bilan mos tushishi mumkin, bu rezonansga olib keladi. Uyg‘otuvchi kuch chastotasining bundan keyin ham ortib borishida konstruksiya rezonans holatidan chiqadi va tebranishlar amplitudasi asta-sekin kamaya boradi (5.9-rasm). Uyg‘otuvchi kuchning chastotasi konstruksiyaning xususiy tebranishlari chastotasiga teng bo‘lmay, unga karrali bo‘lgan hollarda ham rezonans yuzaga kelishi mumkin. Bunday holda rezonans oldingi holatlardagidan ancha kuchsiz namoyon bo‘ladi.



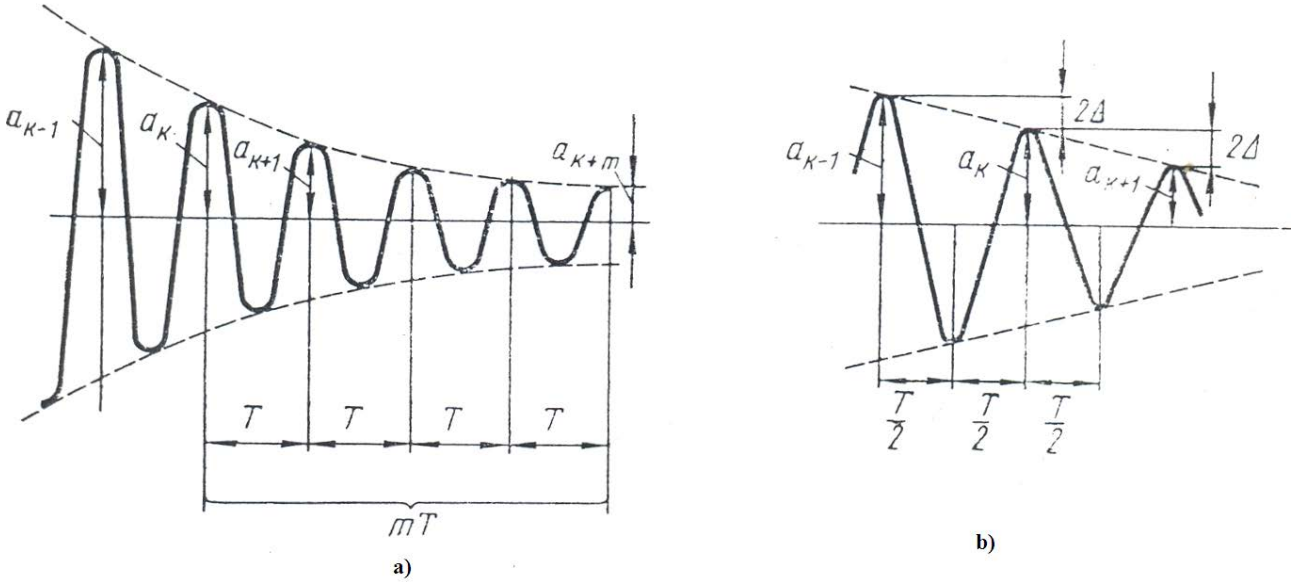
5.9-rasm. Rezonans vibrogrammasi.

Agar konstruksiyaga chastotalari bir biriga yaqin bo‘lgan ikkita yoki bir nechta kuch ta’sir qilsa, urilishlar (5.10-rasm) yuzaga kelib, ular tebranishlar amplitudasining asta-sekin orta borishi, ma’lum maksimumga yetishi va so‘ngra asta-sekin kamayishi bilan ifodalanadi. Maksimal amplituda *g‘ujlik*, minimal amplituda — *bel* deyiladi. Amplituda kattaligining o‘zgarishi ma’lum vaqt mobaynida yuz beradi. Ikkita g‘ujlik yoki bel orasidagi vaqt urilishlar davri Tb deyiladi (5.10-rasm). Bundan keyin bu jarayon takrorlanadi.



5.10-rasm. Urilish vibrogrammasi.

Tebranishning so‘nishi. Agar sinalayotgan konstruksiya yuklanish ta’sirida muvozanatdan chiqarilsa, keyin yuklanish ta’siri to‘xtatilsa (masalan zarba), u holda yuzaga kelgan tebranishlar so‘na boshlaydi (5.11-rasm). So‘nuvchi tebranishning o‘ziga xos bo‘lgan xossasi shundan iboratki, uning amplitudasi asta-sekin kamaya boradi $a_{k-1} > a_k > a_{k+1}$ (5.11-*a* rasm).



5.11-rasm. So‘nuvchi tebranishlar vibrogrammasi:

a–materiallarning ichki ishqalanishi bilan; b–tutashtirishlardagi ishqalanish bilan.

Tebranishning so‘nishi sababi, tebranma xarakat energiyasining ichki ishqalanishga yoyilishi, konstruksiya elementlari birikmalaridagi qarshilikni yengishga va hokazolarga ajralishi hisoblanadi.

5.6. Tebranishlarning asosiy tavsiflarini aniqlash uchun asboblar

Tebranma jarayonni o‘rganish uchun quyidagi asosiy parametrlarni qayd etish va o‘lchash talab qilinadi: chastotalar, amplitudalar, tezliklar va tezlanishlar.

Bu parametrlarni aniqlovchi asboblar parametrlarga bundan keyingi ishlov berishda zarur parametrlarni aniqlash uchun yo sanoqlarni shkalaga ko‘ra olish imkoniyatini, yoki tebranishlar jarayonini yozib olish imkoniyatini ta’minlashi kerak.

Tebranma harakatni qayd etish uchun qo‘llaniladigan barcha asboblarni ikki guruhga bo‘lish mumkin: asosiy asboblar va yordamchi asboblar. Sinalayotgan ob’yekt bilan amalga oshirilayotgan aloqa turiga bog‘liq holda asboblar o‘z navbatida yana ikki guruhga bo‘linadi: kontaktli asboblar va distansion masofadan turib ishlatiladigan asboblar. Kontaktli asboblardan foydalanishda tekshirilayotgan konstruksiyaga asbobning o‘zi yoki uning chiqarilgan elementi — datchik o‘rnatiladi. Zamonaviy vibroo‘lchash asboblari aynan oxirgi tamoyil bo‘yicha ishlab chiqariladi.

Vibroo‘lchov asboblarida asosiy sezgir (qabul qiluvchi) element inersion massa bo‘lib, u tekshirilayotgan ob’yekt bilan prujina bilan bog‘langan. Bu asboblarda vibratsiya parametrlarini aniqlash tekshirilayotgan ob’yektning tebranishlarini qo‘zg‘almas inersion massaga nisbatan o‘lchash yo‘li bilan amalga oshiriladi.

Tebranish jarayonlarini qayd etish uchun mo‘ljallangan asboblar *vibrograflrga* — tebranayotgan buyumlarning chiziqli ko‘chishlarini o‘lchovli va yozib oluvchi asboblarga; *seysmograflarga* — asosan gruntning yer qimirlashi yoki portlashdan tebranishlarini yozib olish uchun qo‘llaniladigan asboblarga bo‘linadi. Bu turdagi asboblar vibrograflarga qaraganda ko‘p kattalashtirishi va aniqligi bilan ajralib turadi; *torsiograflar* — buralma tebranishlarni o‘lchovchi asboblar; *velosiograflar* — tebrnuvchi jismlarning tezligini o‘lchovchi va yozib oluvchi asboblar; *akselerograflar* — tebranuvchi jismlarning tezlanishlarini o‘lchovchi va yozib oluvchi asboblar.

Masofadan turib o‘lchaydigan vibroo‘lchov asboblariga maxsus kinosuratga olish kameralari — fotosoyali va fotoelektron asboblar, shuningdek o‘zaro induksiya va uyurmali oqimlar usullariga asoslangan asboblar kiradi.

Navbatdagi asboblar guruhi — yordamchi asboblar, ularga ossillograflar, turli xil analizatorlar (tahlillagichlar) va vibrostendlar kiradi. Bu asboblar yordamida tekshirilayotgan ob’yektlarning tebranma harakatini tasvirlovchi egri chiziqlar kuzatiladi, qayd etiladi va tahlil qilinadi.

Ossillograf yozib olgan murakkab tebranma harakat ossillogrammasi tebranish jarayonining vaqtning funksiyasi sifatidagi grafik talqinini ifodalaydi. Tebranma harakatlar egri chiziqlariga ishlov berish uchun mexanik, optik va elektron analizatorlar (tahlillagichlar)dan foydalaniladi.

Vibratsion stend va vibratsion stol yordamida etalon tebranishlarni yaratish mumkin bo‘lib, ular o‘lchov asboblarini kalibrlashda zarurdir.

Agar yuqori aniqlik talab etilmasa amplitudalarni o‘lchash uchun juda oddiy asbolardan foydalanish mumkin, ularni sinov o‘tkazuvchining o‘zi tayyorlashi mumkin, masalan, vibromarkalar. Barqaror tebranish amplitudasini soat turidagi indikator bilan taqribiy o‘lchash xam mumkin. Gorizontal va vertikal yo‘nlishlardagi tebranishlar amplitudalarini o‘lchash uchun turli xil konstruksiyadagi maxsus moyatnilar ishlab chiqilgan edi. A.M.Yemelyanov va V.F.Smirnov amplitudomeri foydalanishda qulay hisoblanadi. Chastotani o‘lchash uchun ko‘p tilli Fram chastotomeridan foydalaniladi, u umumiy taglikka mahkamlangan, uchlarida yukchalari bo‘lgan plastinkalar to‘plamidan iborat. Plastinkalrning uzunliklari turlicha. Plastinkalarning o‘lchamlariga va yukchalarning og‘irligiga bog‘liq holda ularning har biri ma’lum xususiy tebranishlar chastotasiga ega. Bu chastotalar shunday tanlanganki, ular ma’lum diapazonni qamrab turadi.

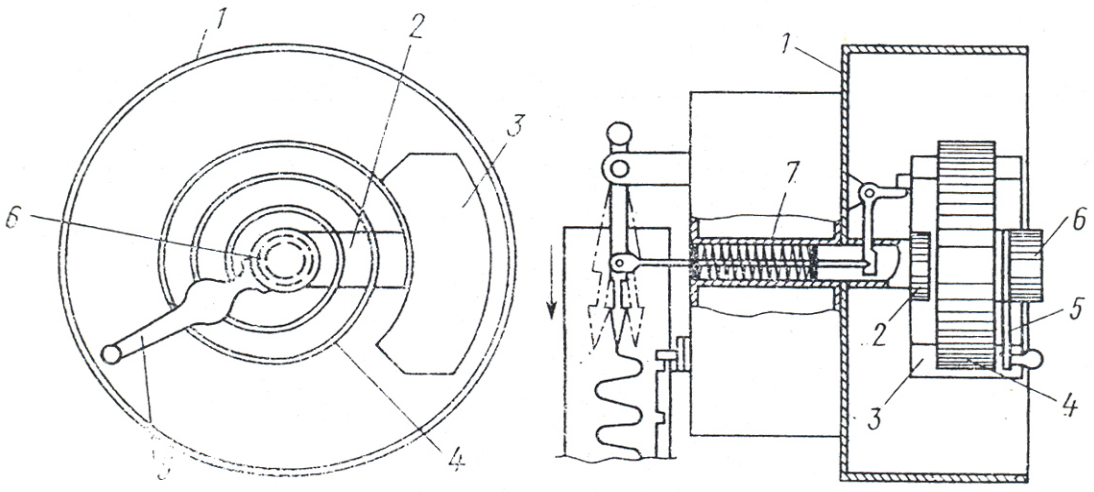
Tekshirilayotgan konstruksiyaning chastotasini aniqlash uchun chastotomerni unga shunday o‘rnatiladiki, bunda tebranishning yo‘nalishi plastinkalarga perpendikular bo‘lsin. Konstruksiya tebranganda u bilan birga chastotomer ham tebranadi va agar konstruksiyaning tebranishlar chastotasi, asbobning o‘lchash diapazonida (oraliQida) yotsa, plastinkalardan birortasi rezonans holatiga tushadi. Uning amplitudasi boshqalardan sezilarli darajada farq qiladi. Plastinkalarning har birida uning xususiy chastotasi markalangan bo‘ladi. Konstruksiyaning tebranishlar chastotasi bunga javob bergan o‘sha plastinkaning xususiy chastotasiga teng bo‘ladi.

5.6.1. Vibrogrammalarni yozib olish uchun asboblar

Ko‘rib chiqilgan oddiy asboblar (amplitudometrlar va chastotomerlar) bilan faqat tebranishlarning asplitulari va chastotalari aniqlanadi. Yanada murakka asboblar mavjud bo‘lib, ularning butun tebranish jarayonini — vibrogrammani yozib olishi mumkin, unga ishlov berishda tebranma harakatning deyarli barcha tavsiflari aniqlanadi. Bunday asboblar qatoriga dinamik progibomerlar, vibrograflar, ossilloglaflar va boshqlar kiradi.

Vibrometrlar va vibrograflar tebrnayotgan jismning ko‘chishlarnii o‘lchash yoki yozib olish uchun mo‘ljallangan. Agar amplituda va chastotaning kattaliklari asbobning bevosita shkalasi bo‘yicha hisoblanadigan bo‘lsa, u holda bunday asboblar vibrometrlar deyiladi. Agar tebranish jarayoni asbob tomonidan qog‘ozga, fotoplyonkaga va shu kabilarga yozi olinadigan bo‘lsa, u holda bunday asbob vibrograf deb ataladi. Vibrograflarda odatda vaqt belgilarini yozish uchun moslama mavjud, bu vaqt belgilari kelgusi ishlov berish uchun kerak bo‘ladi. Vibrograflarning bir qancha turlari mavjud, shu jumladan Geyger vibrografi va VR-1 dastaki vibrograf.

Geyger vibrografi bevosita konstruksiyaga ham o‘rnatilishi mumkin. Buning uchun unga Qovak silindr korpus 1; uning ichida spiral prujina 4 ga osilgan inersion massa 3 joylashtirilgan maxsus moslama (5.12-rasm) mahkamlanadi. Dastak 5 yordamida inersion massa 3 ning holatini o‘zgartirish mumkin. Inersion massa planka 2 yordamida vtulka 6 bilan tutashtirilgan, vtulka nay (trubka) 7 ga kiydiriladi. Shunday qilib, inersion massa nay 7 ga nisbatan tebranma harakat qilishi mumkin. Tirsakli richag planka 2 bilan tutashtiriladi.



5.12-rasm. Geyger vibrografi sxemasi.

Agar asbobni tebranayotgan konstruksiyaga mahkamlansa, inersion massa qo‘zg‘almas bo‘ladi, korpusni tebranishlari esa richaglar sistemasi orqali strelkaga uzatiladi.

Asbobning tasma tortish mexanizmi tasmani tortishning turli tezliklarini (0,2 dan 10 m/s gacha) ta’minlaydi; tezliklarni tekshirilayotgan jarayonning takrorlanishiga bog‘liq holda tanlab olinadi.

Vaqt ko‘lamini aniqlash uchun asbobda maxsus vaqt belgilagichi mavjud bo‘lib, u tasma tortish mexanizmi prujinasidan yoki tashqi generatordan uzatilayotgan elektr impulslardan harakatga keltiriladi. Geyger vibrografining umumiy ko‘rinishi 5.12-rasmda ko‘rsatilgan.

VR-1 dastaki vibrografni vibrogramma yozayotganda sinovchi (tadqiqotchi) bevosita qo‘lida ushlab turadi. Bu holda inersion massa vazifasini asbobning o‘z massasi bajaradi.

Vaqt belgilagich tasma tortish mexanizmi yuritmasidan ham, tashqi generatordan uzatilayotgan elektr impulslardan ham ishlab ketishi mumkin.

Vibrograf bilan 0,05 dan 6 mm gacha oraliqda bo‘lgan amplituda tebranishlari 6:1; 2:1; 1:1 masshtabda o‘lchanishi mumkin. U tebranishlar chastotasi 5 dan 100 Gs gacha bo‘lgan oraliqlarda bo‘lganda ishlashi mumkin.

Datchiklar — o‘zgartkichlarning signallarini yozib olish uchun ossillograflardan foydalaniladi. Yorug‘lik nurli va elektron (elektron-nur) ossillograflari qo‘llaniladi. Qurilish konstruksiyalarini tekshirish uchun ayniqsa yorug‘lik nurli ossillograflar keng tarqalgan, ular tebranishlar yozuvini tekshirilayotgan konstruksiyaning bir vaqtda bir necha nuqtasida (24 tagacha) bevosita olishga imkon beradi. Bu ossillograflarning chastota diapazoni 2 dan 3 kgs gacha bo‘lgan oraliq bilan chegaralangan.

Elektron ossillograflar amaliy jihatdan inersionsizdir, ular tekshirilayotgan chastotasi 2–3 kGs dan oshgan (masalan, portlash yuklanishlari) hollarda qo‘llaniladi. Elektron ossillograf ekranidan tekshirilayotgan jarayonni turli xil fotoo‘tqazmalar va boshqa qo‘shimcha moslamalar yordamida fotosuratini olish mumkin. Agar dinamik yuklanishlarda konstruksiyada vujudga keladigan deformatsiyalarni tadqiq etish zarur bo‘lsa, odatda statik sinovlardagidek, tenzorezistorlardan foydalaniladi.

N-102 turidagi ossillograf (ko‘chirma) bir paytda sekkizta vibrogrammani vizul kuzatish va yozib olish uchun mo‘ljallangan.

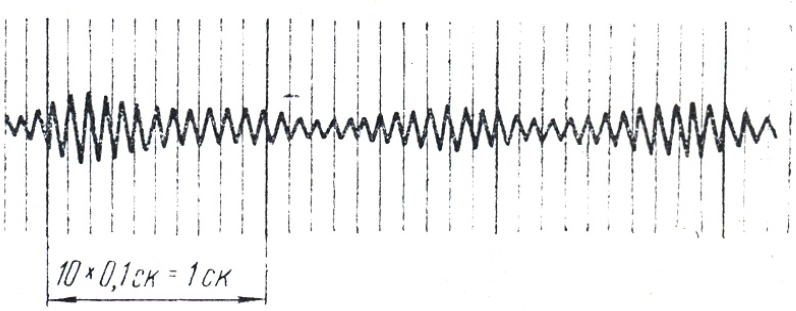
Ossillograf quyidagi modifikatsiyalarda tayyorlanadi: havo harorati +10 dan –35°S gacha, nisbiy namlik 80% gacha bo‘lganda ishlash uchun va havo harorati +10 dan –35°S gacha va nisbiy namlik 98% gacha bo‘lganda (N-102T) ishlash uchun.

Zarblarni yoki ayrim impulslarni qayd etish uchun ossillografdan foydalanishda uni zarb yuz bermasdan biroz oldinroq ishga tushirish zarur, aks holda plyonka zarur tezlikkacha harakat ololmay qolishi va kadrning dastlabki qismi yo‘qotilishi mumkin. Ossillograf konstruksiyasi vaqti belgilanadigan ishga tushirishni ilgarilashni ko‘zda tutadi.

N-700 ossillografi (o‘n to‘rt kanalli) chastotasi 0 dan 2000 Gs gacha bo‘lgan elektr jarayonlarni qayd etish uchun mo‘ljallangan. Konstruksiyasining oddiyligi, ixchamligi va massasining uncha katta emasligi uning laboratoriya sinovlarida ham haqiqiy sinovlarda ham qo‘llanilishining samaradorligi shartidir. Ossillograf yo 27 v kuchlanishli akkumulyatorlardan, yoki tarmoqdan maxsus o‘zgartkich orqali ta’minlanadi.

Vaqt belgilari tasmaga maxsus belgilagich yordamida 0,1 yoki 0,05 s oraliq bilan ingichka ko‘ndalang chiziqlar ko‘rinishida (5.13-rasm) 1% aniqlikda chiziladi. Chastotasi 10 dan 20 Gs gacha vaqt belgilarini hosil qilish uchun galvanometrlrdan biridan foydalanish ham mumkin, u maxsus generatorga ulanadi. Bu holda plyonkaga yurish davri ma’lum bo‘lgan impulslar yoziladi.

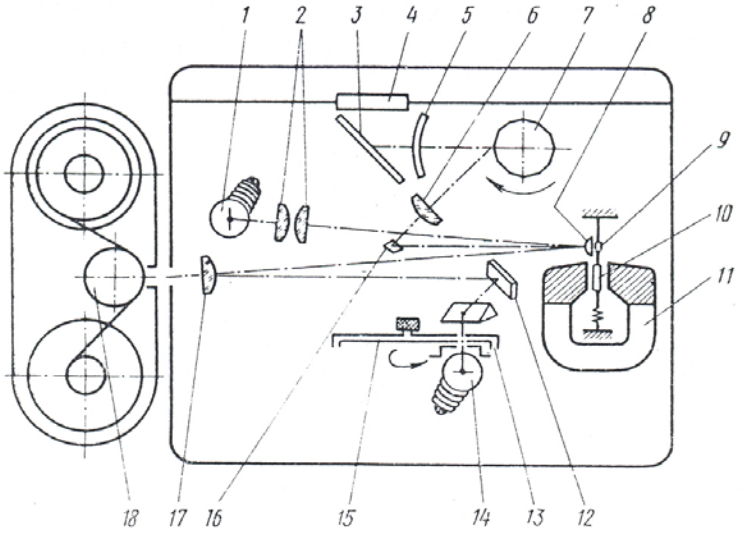
Tebranma jarayonlarni vizual kuzatish uchun ossillografda kengaytiruvchi moslamali maxsus ekran mavjud.



5.13-rasm. N-700 ossillografida yozilgan, vaqt belgili vibrogramma.

5.14-rasmda ossillografning optik sxemasi ko‘rsatilgan. Yupqa to‘g‘ri spiralli ossillograf lampasi 1 dan tushayotgan yorug‘lik ikki silindrik linzadan iborat bo‘lgan kondensator 2 orqali o‘tadi va gorizontal yo‘l ko‘rinishida doimiy magnit 11 li umumiy blokka yig‘ilgan barcha 14 ta golvanometrlarning (shartli ravishda faqat bitta galvanometr ko‘rsatilgan) darchasiga tushadi.

Galvanometrning darchasiga o‘rnatilgan sferik linza 8 orqali o‘tib va ramka 10 ga mahkamlangan galvanometr ko‘zgusi 9 dan qaytgan nur vertikal tekislikda fokuslangan holda chiqadi va ko‘zgu 16 bilan teng ikkiga bo‘linadi. Yorug‘lik nurining bir qismi silindrik linza 17 orqali o‘tadi va kassetaning yetakchi valikni 18 sirtida nuqtaga fokuslanadi. Ramka tebranganda galvanometr ko‘zgusidan qaytgan yorug‘lik nuri gorizontal tekislikda siljiydi va o‘zgarmas tezlikda o‘ralayotgan fotoqog‘ozga tadqiq etilayotgan jarayonning egri chizig‘ini yozib boradi. Bo‘lingan nurning ikkinchi qismi ko‘zgu 16 dan qaytadi, silindrik linza 6 orqali o‘tadi va yorug‘lik nuqtasi tarzida yig‘ilib, aylanayotgan ko‘zgusimon baraban 7 ning qirrasidan akslanadi va silindrik xira ekran 5 da tekshirilayotgan egri chiziqning tasvirini beradi, bu tasvir ko‘zgu 3 da akslanadi. Himoya oynasi 4 orqali ko‘zguda tadqiq etilayotgan jarayonning yoyiq egri chizig‘i kuzatiladi. Vaqt belgilagichining lampasi 14 qo‘zg‘almas tirqishli diafragma 15 ni yoritadi. Ma’lum vaqt oraliqlaridan so‘ng aylanayotgan disklardagi tirqishlar qo‘zg‘almas tirqishli diafragma 13 bilan ustma-ust tushadi. Ular orqali yorug‘lik dastasi o‘tadi, u ko‘zgu 12 dan qaytib, silindrik linza 17 ga kelib tushadi va fotoqog‘ozga yorqin ingichka gorizontal chiziq ko‘rinishida fokuslanadi.



5.14-rasm. N-700 ostsillografining optik sxemasi.

Bu ossillografning N-102 ossillografdan prinsipial farqi shundan iboratki, birinchisida ichki avtonom magnitli galvanometrlar (shleyflar) qo‘llaniladi. Bu galvanometrlar katta gabaritlarga, nisbatan katta massaga ega bo‘lib, juda ehtiyotkorlik bilan muomala qilinishini talab etadi. Ikkinchisida ossillografga montaj qilingan bitta umumiy magnit blokidan foydalaniladi. Xususan galvanometr diametri 5,5 mm bo‘lgan germetik berk aluminiy naychasidan iborat bo‘lib, uning ichida ko‘zguli ramka joylashgan. Bu galvanometr N-102 ossillograf galvanometriga aniq o‘xshash holda ishlaydi, biroq uning konstruksiyasi ancha ishonchli.

Elektron ossillograflar. Hozirgi vaqtda dinamik jarayonlarni tadqiq etish uchun elektron ossillograflar qo‘llanilmoqda, ularda jarayonni vizualizatsiyalash (ko‘rish) elektron-nur trubkasi yordamida amalga oshiriladi. Uning ishlash prinsipi ayrim moddalarning (masalan, oltingugurtli rux) elektron bombardimonlash ta’sirida yorishish qobiliyatiga ega bo‘lishiga asoslangan. Nayda ingichka elektron nur hosil qilinib, u ekranga tushib, uni yorishishga majbur qiladi. Ossillografda mavjud bo‘lgan yoyilma generatori nurni ekran bo‘ylab chapdan o‘ngga ko‘chishga majbur qiladi. Yoyish chastotasi 10 Gs dan ortiq bo‘lganda biz gorizontal yorishgan chiziqni ko‘ramiz. Tadqiq etilayotgan signal tegishlicha kuchaytirilgandan so‘ng nurning vertikal bo‘yicha og‘ishini vujudga keltiradi. Shu tarzda signalning ko‘rinadigan tasviri paydo bo‘ladi. Konstruksiyasiga ko‘ra ham, vazifasiga ko‘ra ham farq qiluvchi elektron ossillograflarning turli xillari mavjud. Hozirgi vaqtda kompyuter texnologiyalarining rivojlanishi va datchiklarning kompyuterlarga ulanish imkoniyatlari paydo bo‘lishi munosabati bilan dinamik sinovlar ma’lumotlarini maxsus dasturlar bo‘yicha qayd etish va ishlov berishning imkoniyatlari ancha kengaydi.

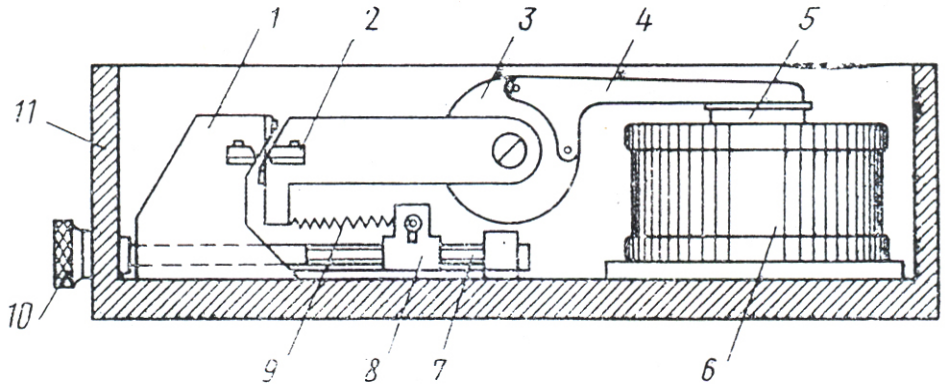
5.6.2. Vibrodatchiklar

O‘lchanayotgan mexanik kattalikni elektrik kattalikka aylantiruvchi moslama (qurilma) datchik deb ataladi. Zamonaviy vibroo‘lchov asboblarida mexanik tebranish elektr tebranishga aylantiriladi va ossillograf yordamida yozib olinad. Datchik bilan qayd etuvchi apparatura o‘rtasidagi aloqa masofadan turib amalga oshirilishi mumkin.

Vibroo‘lchov texnikasida generatorli va parametrik vibrodatchiklar juda keng tarqaldi. Noelektrik kattaliklarni o‘lchashda elektr yurituvchi kuchni vujudga keltiradigan vibrodatchiklar generatorli (energetik) vibrodatchiklar deyiladi. Generatorli datchiklar induksion (magnitoelektrik), pyezoelektrik, fotoelektrik va termoelektrik datchiklarga bo‘linadi.

O‘lchanayotgan noelektrik kattalikni elektrik parametrlarni, ya’ni qarshilik, induktivlik, sig‘im va h.k. kabilarni o‘lchashga aylantiruvchi datchiklar parametrik datchiklar deyiladi. Parametrik datchiklar qatoriga differensial induktiv vibrodatchik VD-3, sig‘im datchigi VR-1 va boshqalar kiradi.

Zamonaviy vibrodatchiklarning mexanik o‘zi-yozar asboblarga nisbatan massasi kichikligi va ixchamligi ularni yetish qiyin bo‘lgan joylarga o‘rnatishga imkon beradi. Ko‘pchilik induksion vibrodatchiklarning ishlash prinsipi VEGIK vibrodatchikning (5.15-rasm) konstruktiv sxemasida namoyish qilish oson. Bu vibrodatchik amplitudalari 0,0001 dan 2 mm gacha, davrlari 0,01 dan 1 s gacha (chastotasi 1 dan 100 Gs gacha bo‘lgan tebranishlarni almashtirish uchun mo‘ljallangan. Asbobning ishlash prinsipi quyidagidan iborat: asbobning korpusi tekshirilayotgan ob’yektga o‘rnatiladi va u bilan birga tebranadi, mayatnik esa inersiya tufayli qo‘zg‘almasdan qoladi; shunday qilib, moyatnikning uchiga mahkamlangan induksion G‘altak 5 ning va korpusga mahkamlangan doimiy magnit 6 ning nisbiy harakati yuzaga keltiriladi (5.15-rasm). Induksion G‘altakda uyg‘otilgan elektr yurituvchi kuch tegishli simlar bo‘yicha ossillografga keladi va plenkaga yoziladi.



5.15-rasm. VEGIKning konstruktiv sxemasi.

Asbob quyidagi asosiy qismlardan tashkil topgan (5.15-rasm): ustun 1 da lyuftsiz sharnir 2 yordamida korpus 11 da mahkamlangan silindrik massa ko‘rinishidagi vibrodatchik 3 mayatniki. Vertikal tebranishlarni qayd etish uchun mayatnikning aylanish o‘qi gorizontal qilib mo‘ljallangan, gorizontal tebranishlarni qayd etish uchun esa vertikal qilib mo‘ljallangan. Mayatnikning og‘irligi prujina 9 bilan muvozanatga keltirilgan. Mayatnikning xususiy tebranishlari chastotasining o‘zgarishi vint 7 yordamida amalga oshiriladi. Bu vint buralganda prujina 9 mahkamlangan gayka 8 siljiydi va prujinaning taranglanish kuchi o‘zgaradi. Vint korpusdan tashqariga chiqarilgan va unga dasta 10 o‘tqazilgan. Mayatnikda aluminiy richag 4 mahkamlangan bo‘lib, unga organik shishadan tayyorlangan silindrik karkas 5 osilgan. Karkasga ingichka simdan G‘altak o‘ralgan.

Bu G‘altakning uchlari ikki qisqichga to‘g‘rilab chiqarilgan. Induksion G‘altak doimiy magnit 6 ning maydonida joylashgan.

Datchik korpusi tebranganda inersion massa bilan ulangan G‘altak qo‘zg‘almas bo‘ladi, korpusga mahkamlangan magnit esa u bilan birgalikda tekshirilayotgan konstruksiyaning tebranishlarini takrorlaydi. Natijada G‘altakning chiqishida elektr yurituvchi kuch hosil bo‘lib, u vaqt o‘tishi bilan tekshirilayotgan konstruksiyaning ko‘chishlari qonuni bo‘yicha o‘zgaradi. Gorizontal tebranishlarni qayd etish uchun o‘ralgan prujina olib tashlanadi, asbob 90°ga buriladi va o‘rnatish vinti 3 ga qo‘yiladi. Vibradatchik mexanizmi qalpog‘i organik shishadan qilingan metall korpusga joylashtirilgan, bu esa mayatnikning holatini ko‘rishga imkon beradi.

Tebranishlar davri va chastotasini aniqlash uchun vibrogrammada vaqt belgisiga ega bo‘lish zarur. Ayrim asboblarda vaqtni belgilash maxsus moslama bilan amalga oshiriladi, bu moslama asbobning ajralmas qismini tashkil etsa, ba’zi asboblarda bunday moslama bo‘lmaydi. Bu holda vaqt belgisini olish uchun maxsus asbob talab etiladi. Bunday asbob vaqtni belgilovchi deb ataladi. Aslida sekundning yuzdan bir ulushlaridan boshlab to minutlargacha, ayrim hollarda soatlargacha bo‘lgan vaqtni belgilovchi belgilagichlardan foydalaniladi. Vaqtni belgilagichlarning konstruktiv yechimlarining katta miqdori mavjud bo‘lib, ular turli xil prinsiplarga asoslab yasalgan va turli xil aniqlik ko‘rsatkichlari bilan ifodalanadi.

5.6.3. Akselerometrlar

Akselerometrlar tadqiq etilayotgan ob’yekt notekis tezlik bilan harakatlanganda tebranishning tezlanishini o‘lchash va yozib olish uchun mo‘ljllangan. Bu asboblarni yasashning asosiy prinsipi bo‘yicha ular tebranishlarining xususiy chastotasi majburiy tebranishning chastotasiga nisbatan ancha katta bo‘lishi kerak.

Mexanik va elektromexanik akselerometrlar farq qilinadi. Mexanik akselerometrlarda kinematik zanjir asbobning tezlnishi qabul qilib oluvchi qismlarini asbobning qayd etuvchi qismlari bilan bog‘laydi. Elektromexanik akselerometrlarda asbob qismlarining o‘zaro ta’sirlashuvi elektr aloqa bilan amalga oshiriladi.

Mexanik akselerometrning asosiy qismlari bikr prujinalar hisoblanib, ular tadqiq etilayotgan ob’yektda ko‘chadi. Prujinaning yuqori uchida yuk o‘rnatilgan, asbob yonida tadqiq etilayotgan ob’yektdan izolatsiyalangan taglikda (doimiy nuqta)

vertikal o‘q atrofida aylanuvchi baraban joylashtirilgan bo‘lib, unda qog‘oz tortilgan. Yuk bilan baroban o‘rtasidagi aloqa chap uchi vibrogramma chizuvchi pero orqali o‘rnatilgan. Shu qog‘ozning o‘zida elektromagnit yordamida pero bilan vaqt masshtabi yoziladi. Tadqiq etilayotgan elementning tezlanishi

$$\ddot{x} = \frac{4\pi^2 a}{T^2} = 4\pi^2 a f^2$$

formula bo‘yicha aniqlanadi, bu yerda:

a – eng katta amplituda;

T – asbob qog‘ozida (barabanida) yozilgan tebranishlar davri;

f – tebranishlar chastotasi.

5.7. Dinamik sinovlarni o‘tkazish va natijalarga ishlov berish

5.7.1. Konstruksiyani sinash uchun tayyorlash va sinovni o‘tkazish

Dinamik sinovlarni tashkil etish statik sinovlarni tashkil etishdan juda kam farq qiladi va sinash yuklanishining xususiyatlari hamda qo‘llanilayotgan asboblarning o‘ziga xosligi bilan bog‘liq bo‘lgan faqat sinovlarning ayrim qo‘shimcha bosqichlrini o‘tkazishni talab etadi. Statik sinovlarda ham, dinamik sinovlarda ham avval sinalayotgan konstruksiyani mufassal ko‘zdan kechirish va barcha o‘ziga xos nuqsonlarni kiritib uning eskizini tuzish zarur.

Masalan, kran osti konstruksiyalarini dinamik yuklanish bilan sinashda kran yo‘lining profili olinishi kerak. Bu profilda relslar choklarining joylashishi o‘rni va ularning holati chizib ko‘rsatilishi kerak. Sinash ishlari rejasi tuzimida harakatdagi yuklanishning tezliklari, shuningdek harakatdagi yuklanishni tormozlashni amalga oshirish imkoniyatlari tanlab olinishi va asoslanishi kerak. Buning uchun birinchi navbatda tormoz sistemalarini tekshirish va ularni to‘la tartibga keltirish zarur.

Agar tekshirilayotgan konstruksiyaga turli xildagi dinamik yuklanishlar ta’sir etayotgan bo‘lsa, u holda ularning ham statik, ham dinamik tavsiflarini aniqlash zarur. Zarbiy yuklanishlar bilan sinashda ularni qo‘yish nuqtalarini aniqlash va bu yuklanishlrni amalga oshirish uchun tegishli sxemalarni tanlab olish talab etiladi.

Olingan sinash natijalarining aniqligini ta’minlash uchun o‘lchov apparaturasini va asboblarini to‘g‘ri tanlash katta ahamiyatga ega. Seysmik yuklanishlarga o‘xshash dinamik yuklanishlar ta’sirida tebranishlarni va binolar hamda inshootlarning holatini o‘rganishda taxmin qilingan eng bo‘sh uzellarning va

h.k. larning hisob-kitob sxemasini hisobga olib vertikal va gorizontal bo‘yicha turli darajada asboblarni (vibrodatchiklarni, akselerometrlarni va boshqalarni) to‘g‘ri joylashtirish katta ahamiyatga ega. Dinamik sinovlarni o‘tkazish statik sinovlarni o‘tkazishdan ko‘ra yanada sinchiklab tayyorgarlik ko‘rishni talab etadi. Buning sababi ancha murakkab apparaturaning qo‘llanilishi, shuningdek dinamik sinovlarning statik sinovlarga nisbatan ancha tezroq o‘tishidadir va bu yerda: sinov jarayoniga tuzatishlar kiritish qiyin. Statik sinovlardagi kabi, dinamik sinovlarda ham sinov natijalarini ikki bosqichda ishlab tayyorlash tavsiya etiladi: birinchisi — dastlabki (yo‘l-yo‘lakay) va ikkinchisi — yakuniy.

Natijalarni dastlabki ishlash asosiy sinash jarayoni bilan parallel ravishda amalga oshriladi. Bu ishdan asosiy maqsad asboblarning to‘g‘ri ishlashini nazorat qilishdir. Sinov natijalarini yakuniy ishlash sinash jarayoni tugagandan so‘ng o‘tkaziladi va tebranma harakatning asosiy tavsiflarini aniqlashni nazarda tutadi: amplitudalar, chastotalar (davr), tezlanish, kuchlanishlarni aniqlash va boshqalar.

5.7.2. Dinamik sinov natijalarga ishlov berish

Dinamik sinov natijalarini ishlashning mazmuni qo‘yilgan vazifalarga bog‘liq. Biroq shunday masalalar guruhi ham borki, ularni hal etish ko‘pchilik hollarda majburiydir. Quyida ana shunday masalalar ko‘rib chiqilgan.

Vibrogrammalarni tahlil qilish va tebranishlarning asosiy tavsiflarini aniqlash. Vibrogramma tebranma harakatning vaqt o‘tishi bilan yoyilgan manzarasini ifodalaydi. Ma’lumki, vaqt ko‘lamini qayd etishga bog‘liq holda vibrogrammalar vaqti belgilanmagan va vaqti belgilngan bo‘ladi.

Vaqti belgilanmagan vibrogrammalar holida ulrni ishlash natijasini tebranishlar amplitudasi aniqlanadi; ikkinchi holda (vaqti belgilangan vibrogrammalar) – qo‘shimcha ravishda tebranishlar chastotasi (davri) aniqlanadi. Tebranishlarning turiga bog‘liq holda. (5.16-rasm): oddiy, birtonli vibrogramma; murakkab – ikki va uch tonli vibrogramma; zarbiy (impuls) yuklanishdan hosil bo‘lgan murakkab; bir necha tanli murakkab vibrogrammalar farqlanadi. 5.16-*ye* rasmda rezonans hodisasi, 5.16-j rasmda urilish hodisasi ko‘rsatilgan.

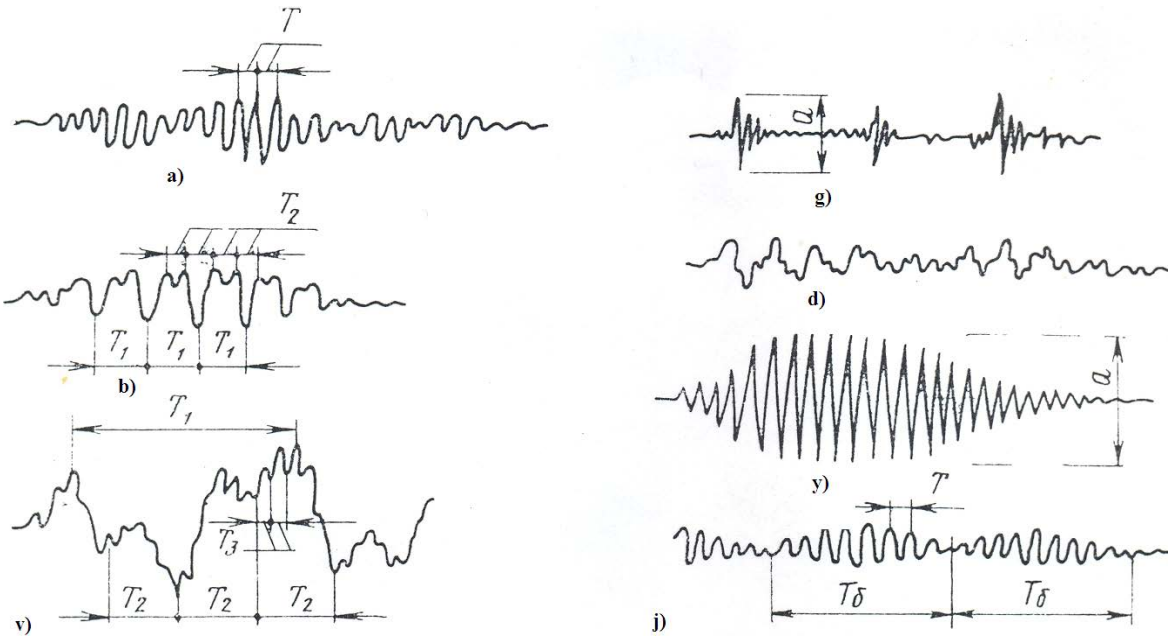
Bir tonli oddiy tebranishda konstruksiya bitta uyg‘otuvchi kuch ta’sirini sezadi (xususiy tebranishning ta’siri juda kam va vibrogrammada ko‘rinmaydi).

Murakkab tebranish (bir necha tonli) ham yo bitta kuch ta’sirida (agar bu kuch ta’sirida turli chastotali davriy impulslar yuzaga kelgan holda), yoki turli chastotalar bilan ta’sir etuvchi bir necha kuchni qo‘shish natijasida yuzaga kelishi mumkin.

Shunday qilib, murakkab tebranishni turli xil chastotaga ega bo‘lgan bir nechta oddiy tebranishlar yig‘indisi sifatida ko‘rib chiqish mumkin.

Yozib olingan vibrogrammalar bo‘yicha dinamik tavsiflarni aniqlash uchun ularning shifrini ochish (o‘qish) kerak bo‘ladi. Buning uchun bir holda yozib olngan vibrogrammalar bo‘yicha keng ko‘lamli o‘lchamlar bilan cheklaniladi, boshqa holda — yozuvni o‘qishning yanada aniqroq analitik usullari qo‘llaniladi.

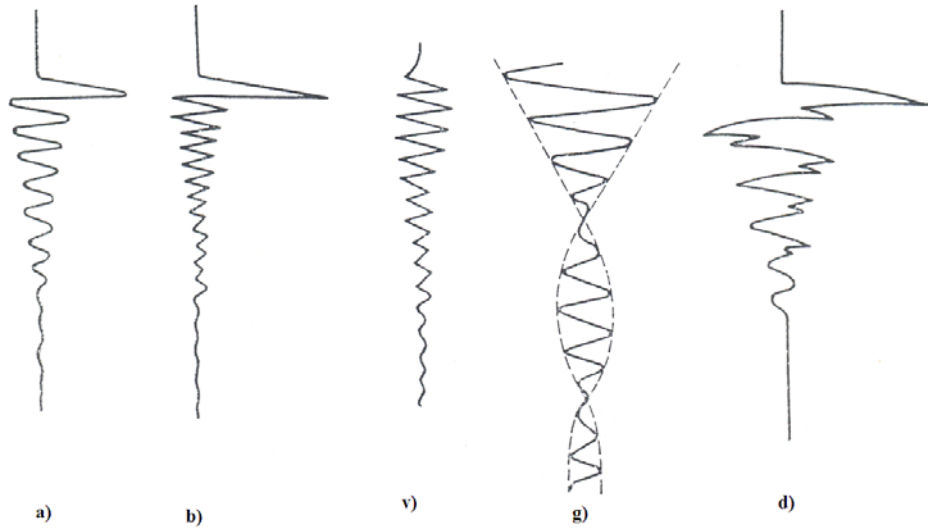
Tashqi ko‘rinishga ko‘ra vibrogrammalarni konstruksiyani yuklantirishda kechadigan jarayon deb taxminan tasavvur qilish mumkin. Mana, masalan, tebranishlar amplitudasi keskin o‘zgarganda (5.16-*g* rasm) bu zarbiy xarakterga ega kuchlar ta’sir etayotganini ko‘rsatadi. Amplituda qiymatining juda kam o‘zgarishi va uning o‘zgarishi qonuniyatlarining noaniq ifodalnishi (5.16-*d* rasm) dinamik yuklanish intensivligi (jadalligi)ning barqarorligini ko‘rsatadi. Rezonans hodisasi amplitudaning keskin o‘zgarib, ma’lum vaqtda uning maksimal qiymati saqlanib turishi bilan ifodalanadi (5.16-*y* rasm).



5.16-rasm. Vibrogrammalarning asosiy turlari:
a–oddiy bir tonli; b–murakkab ikki tonli va v–uch tonli; g–zarbiy yuklanishdan; d–murakkab keskin zarbalarsiz; ye–rezonans: j–urilish.

Konstruksiyani zarbiy yuklanishlar bilan sinashga nisbatan ham xuddi shularni aytish mumkin. Zarbiy yuklanish ta’siri natijasini olingan vibrogrammaning ko‘rinishi yuklanishning tavsifini ham, materialning ba’zi tavsiflarini ham aniqlshga imkon beradi. Amplitudaning o‘zgarishi qonuniyatlari va vibrogrammaning ayrim detallari konstruksiyaning materialiga va konstruksiya zarbiy yuklanishni uzatish sharoitlariga bog‘liq. Masalan, po‘lat konstruksiyanng tebranishlar vibrogrammasi (5.17-*a* rasm) temirbeton konstruksiya vibrogrammasidan (5.17 -*b* rasm) asosan vibrogramma uchlarining ko‘rinishi bo‘yicha farq qiladi.

Vibrogrammaning ko‘rinishi shuningdek zarba berish nuqtalarining o‘zaro joylashishiga va tebranishlarni yozib olish asbobi o‘rnatilgan nuqtaga bog‘liq. 5.17-*v* rasmda oralikning o‘rtasida zarba sezuvchi konstrukutsiyaning chorak oralig‘ida yotuvchi nuqtaning tebranishlari vibrogrammasi ko‘rsatilgan.



5.17-rasm. Zarbiy yuklanishlarning ta’sirini vibrogrammalari:
a–po‘lat konstruksiyalar uchun xos va b–temirbeton konstruksilar uchun xos; v–eng katta amplitudasi kechkoluvchi; g–so‘nuvchi urilish; d–ikki tonli zarban i so‘nuvchi tebranishini.

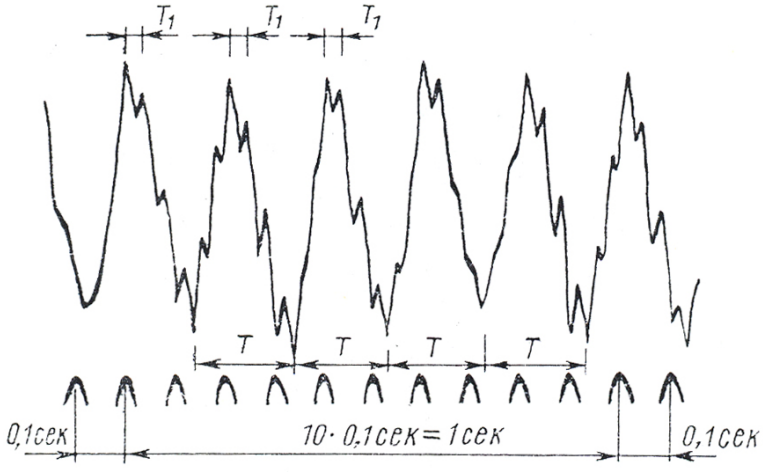
5.17-*g* rasmda chastotalari bo‘yicha bir-biriga yaqin ikki so‘nuvchi tebranishlarni qo‘shib hosil qilingan so‘nuvchi urilish ko‘rinishidagi zarbadan hosil bo‘lgan so‘nuvchi tebranishlar vibrogrammasi ko‘rsatilgan. Nihoyat, 5.17-*d* rasmda ikki tonli so‘nuvchi tebranishning vibrogrammasi ko‘rsatilgan bo‘lib, unda asosiy turdagi tebrnishdan tashqari, yuqori tondagi (garmonika) tebranishlari mavjud.

Tebranishlar chastotasi va davrini aniqlash. Tebranishlar jarayonini tahlil qilishda asosiy vazifa tebranishning chastotasini va davrini aniqlash hisoblanadi. Bu masalani hal qilish uchun vaqt belgili vibrogramma talab etiladi.

Vaqt belgilari qanchalik aniq bajarilgan va ular orasidagi oraliq qanchalik kichik bo‘lsa, natijalarni tahlil qilish aniqligi shunchalik katta bo‘ladi. Qo‘yilgan masalani yechishda vibrogrammaning uncha katta bo‘lmagan qismini ko‘rib chiqish yetarli. Sanash natijalarining aniqligini orttirish uchun vaqt belgilarini takrorlash maqsadga muvofiqdir. Vibrogrammalarni tahlil qilishning birinchi vazifasi vibrogramma yozilgan plyonkaning (qog‘ozning) harakati tezligini aniqlash hisoblanadi. Bu tezlikni mm/s hisobida: $\upsilon = l / t$ formula bo‘yicha aniqlanadi, bu yerda: l – vaqt oraligi t ga mos keluvchi vaqt oraliqlari orasidagi masofa, mm.

Agar davrga mos keluvchi yozuv uzunligini λ orqali belgilasak, u holda: $\lambda = L / n$, bo‘ladi, bunda L – to‘la p ta davr joylashtirilgan yozuv uzunligi, *ye* hisobida: $T = \lambda / \upsilon$, Gs hisobidagi chastota esa, $f = 1/t = \upsilon / \lambda$.

Shu masalaning o‘zi quyidagi tarzda ham yechilishi mumkin (5.18-rasm). Vibrogramma bo‘yicha vaqt belgisi birligi chegarasida joylashadigan to‘lqinlar soni yoki bir nechta to‘lqinga mos keluvchi vaqt sanaladi. Agar shu vaqt to‘lqinlar soniga bo‘linsa, u holda tebrnishlar davrini hosil qilamiz. Mana, masalan, 5.18-rasmda ko‘rsatilgan murakkab tebranishli vibrogramma uchun 1 s da bir chastotadagi to‘lqinlarning 5.08 davri va boshqa chastotadagi to‘lqinlarning 3,12 davri joylashadi.



5.18-rasm. Vaqt belgili vibrogramma.

Birinchi chastotadagi tebranishlar davri

$$T = 1/ n_1 = 1/ 5.08 = 0,197c.$$

Ikkinchi chastotaning tebranishlar davri

$$T_1 = \frac{0,1}{n_2} = \frac{0,1}{3,12} = 0,032\,c.$$

Birinchi chastotasi $f = 1/T = 1/0,197 = 5,08 Гц$

ikkinchi chastota $f_1 = 1/T_1 = 1/0,032 = 31,2 Гц$

Tebranishlar amplitudasini aniqlash. Vibrogrammada (ossillogrammada) tebranishlar amplitudasini aniqlash yarim to‘lqinlarning ikki qo‘shni uchlari orasidagi masofani o‘lchash talab etiladi. Shu masofaning yarmi amplitudaga tengdir. Bir qator hollarda amplitudani shunday usulda aniqlash ayrim xatoliklarga sabab bo‘ladi, bu xatoliklar vibrogramma uchlari orasidagi masofani o‘lchash aniqligi bilan bog‘liq. Bu masofani aniqlashtirish uchun vibrogramma chiziqlarining qalinligini hisobga olish zarur, buning uchun vibrogramma chizig‘i qalinligining o‘rtasidan o‘tuvchi chiziqlar orasidagi masofa o‘lchanadi.

Amplitudani aniqlash aniqligi uchun vibrogrammani yozish masshtabi katta ahamiyatga ega, shuning uchun asbobning imkoni boricha maksimal kattalashtirishdan foydalanish tavsiya etiladi.

Konstruksiyaning xususiy tebranishlari chastotasini tajribada aniqlash. Xususiy tebranishlar chastotasi konstruksiyalarning mazkur sharoitlarda foydalanish uchun yaroqliligi to‘g‘risidagi masalani hal qilish uchun muhim ahamiyatga ega. Xususiy tebranishlar chastotasiga bog‘liq ravishda konstruksiyaning rezonans hodisalarni hisobga olgan holda u yoki bu yuklanish ostida ishlashi mumkinligi to‘g‘risidagi masalani yechish mumkin.

Konstruksiyalar xususiy tebranishlari chastotasini aniqlshning ikki usuli mavjud: yuklanishni oniy qo‘yish usuli va rezonans usuli.

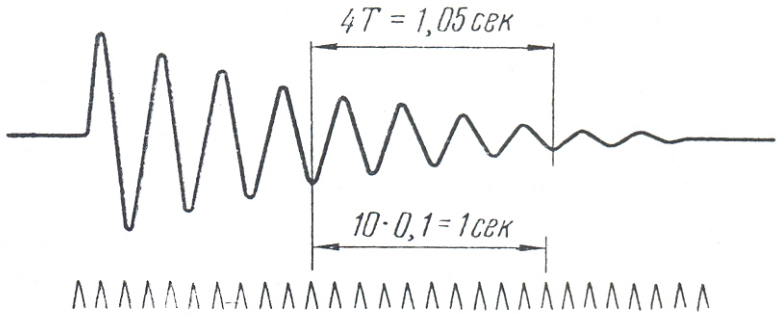
Tadqiq etilayotgan konstruksiyaning birinchi usul bo‘yicha xususiy tebranishlari chastotasini aniqlash uchun unga zarbaviy yuklanish qo‘yiladi, bu so‘nuvchi tebranishlarni hosil qiladi. Olingan vibrogrammani ishlash natijasida xususiy tebranishlrning chastotasi va davri oson aniqlanadi.

Tebranishlar davrini aniqlash uchun vibrogrammaning dastlabki ikkita yarim to‘lqinlari e’tiborga olinmaydi, chunki ularga turlicha o‘tuvchi jarayonlar ta’sir ko‘rsatadi. Vibrogrammaning qolgan qismi umumiy qonuniyatga bo‘ysinadi va unga ko‘ra tebranish davrini aniqlash mumkin. 5.19-rasmda ko‘rsatilgan vibrogrammada konstruksiyaning xususiy tebranishlari davri quyidagiga teng:

$$4T=1,05\ c,\ T=1,05/4=0,262\ c,$$

bu yerda: 1,05 *s* – vibrogrammaning to‘rtta to‘lqiniga mos keluvchi vaqt bo‘lagi.

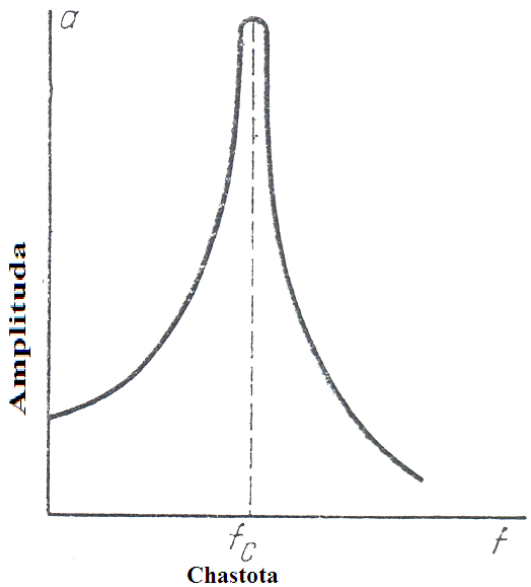
f=1/T=1/0,262=3,81 *Gs*.



5.19-rasm. Xususiy tebranishlar chastotasini yuklanishni oniy qo‘yish bilan aniqlash.

Ikkinchi usul tebranishlar chastotalarini keng diapazonda o‘zgartirish imkonini beradigan qurilmadan (masalan, vibromashinadan) foydalanish ko‘zda tutadi. Bu usul quyidagi qoidaga asoslangan: uyg‘otuvchi kuchning chastotasi konstruksiyaning xususiy tebranishlari chastotasiga yaqinlashganda tebranishlar amplitudasi asta-sekin orta boradi va rezonans yuz beradigan paytda maksimumga yetadi (5.20-rasm).

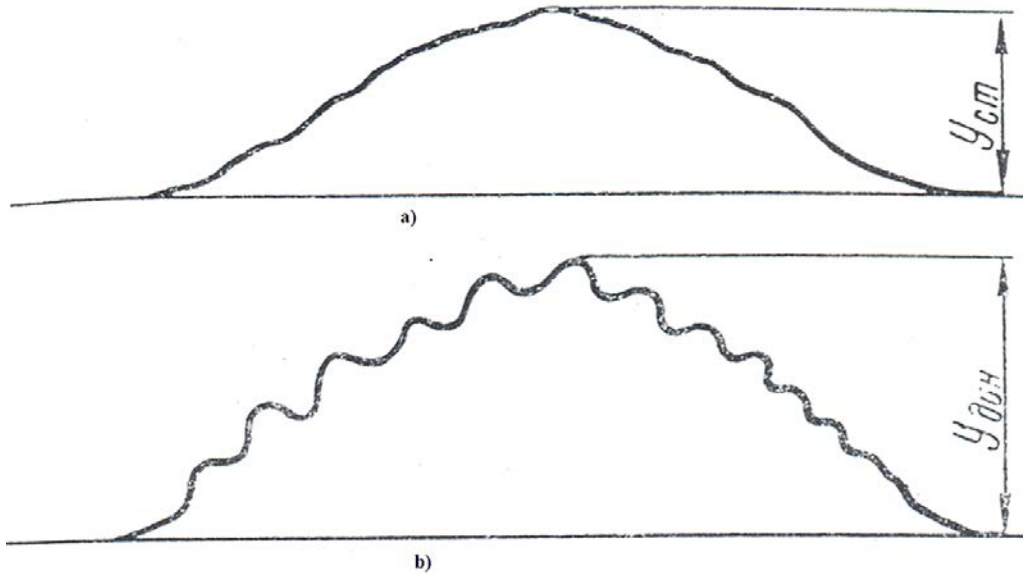
Tebranishlarni uyg‘otuvchi qurilma tadqiq etilayotgan konstruksiya ustiga qo‘yiladi va unga o‘zgaruvchan chastotali kuch bilan ta’sir qilinadi. Rezonans yuz bergan paytda uyg‘otuvchi kuchning chastotasi aniqlanadi. Ana shu xususiy tebranishlar chastotasi bo‘ladi. 5.20-rasmda «chastota-amplituda» egri chizig‘i ko‘rsatilgan. Gorizontal o‘qda uyg‘otuvchi kuchning chastotasi qo‘yilgan, vertikal o‘qda esa amplituda qo‘yilgan. Amplitudaning maksimumi *amax* ga mos keluvchi chastota konstruksiyaning xususiy tebranishlari chastotasi f_C dir.



5.20-rasm. «Tebranishlar chastotasi – amplituda» grafigi.

Dinamik koeffitstentni aniqlash. Dinamik koeffitsiyentni dinamik yuklanishga ishlovchi konstruksiyalar (kranosti to‘sinlari, ko‘prikli kranlar, ko‘priklar va boshqalar) uchun aniqlnadi.

Qo‘zg‘aluvchan yuklanishlarda dinamik koeffitsiyent tajribada quyidgi tarzda aniqlanadi. Tadqiq etilayotgan konstruksiya bo‘yicha mazkur turdagi yuklanish uchun minimal tezlikda harakatdagi tarkib o‘tkaziladi va deformatsiya egri chizig‘i yoziladi (5.21-*a* rasm). Yuklanish tezligi kichik bo‘lgani uchun hosil qilingan deformatsiyalarni statik yuklanishdagi deformatsiya sifatida taqriban ko‘rib chiqish mumkin. Egri chiziqning eng katta ordinatasini Ust uchun qabul qilinadi. Keyin o‘sha xarakatdagi tarkibni konstruksiya bo‘ylab uning ekspluatatsiya rejimiga mos tezlikda o‘tkaziladi va tegishli deformatsiya egri chizig‘i yana yozib olinadi.



5.21-rasm. Xarakatlanuvchi yukning xar xil tezliklaridagi deformatsiyalari:
a-minimal; b—maksimal.

Olingan deformatsiyaning eng katta ordinata *Udin* yuklanishning dinamik ta’siriga mos keladi. Dinamik koeffitsiyenti *Kdin=Udin/Ust* formula bo‘yicha hisoblanadi.

Dinamik yuklanish ta’sir etganda konstruksiyalarning elementlaridagi kuchlanishlarni aniqlash. Dinamik yuklanish ta’siri natijasida yuzaga kelgan kuchlanishni ikkita kuchlanishning (materialning charchashini hisobga olmaganda) yig‘indisi sifatida tasavvur qilish mumkin: $\sigma = \sigma_{ст} + \sigma_{дин}$

bu yerda: σ_{st} – xususiy og‘irlikni hisobga olgan holda statik yuklanish vujudga keltirgan kuchlanish;

σ_{din} – dinamik ta’sir etuvchi yuklanishdan hosil bo‘lgan kuchlanish.

Odatda kuchlanishlarni aniqlashda uning maksimal qiymati qiziqish uyg‘otadi, shuning uchun dinamik yuklanishdan hosil bo‘ladigan shunday kuchlanishlar hisobga olinadiki, bunda ularning ishorasi statik yuklanishdan hosil bo‘ladigan kuchlanishning ishorasi bilan bir xil bo‘lsin. σ_{st} hammaga ma’lum bo‘lgan usullar bilan, σ_{din} esa, $Qi = m\ddot{x}$, ga teng bo‘lgan inersion kuch Q_u ni hisoblash bilan aniqlanadi, bunda m – tadqiq etilayotgan elementning massasi, $\ddot{x}$ esa uning tezlanishi.

Tezlanish yoki akselerometrlar bilan o‘lchanadi, yoki quyidagi tarzda hisoblab topiladi: konstruksiyaning tebranish davri

$$T = 2\pi\sqrt{a / \ddot{x}}$$

bundan

$$\ddot{x} = 4\pi^2 a / T^2 = 4\pi^2 a f^2$$

bu yerda: a – eng katta amplituda; f – elementning tebranish chastotasi.

Tebranishlar amplitudasi a va tebranishlar davri (chastotasi) tajribada – tegishli vibrogrammalarni ishlab tayyorlash yo‘li bilan aniqlanadi.

Misol uchun, elementga bo‘ylama cho‘zuvchi kuch N – ta’sir etadigan holni qarab chiqamiz, u holda

$$\sigma_{st} = N/Fnetto \; ; \; \sigma_{din} = Qi/Fnetto = m\ddot{x}/Fnetto \; .$$

To‘la kuchlanish kattalik

$$\sigma = \sigma_{st} + \sigma_{din} = N/Fnetto + m\ddot{x}/Fnetto \; ,$$

bunda, $Fnetto$ – element ko‘ndalang kesimi yuzi netto; – $\ddot{x}$ elementning tezlanishi; m – elementning keltirilgan massasi.

Yuklanishning dinamik ta’siridagi kuchlanishlarni aniqlashning bu usuli konstruksiyani yuklantrishning nisbatan oddiy sxemalari uchun qo‘llaniladi. Konstruksiyani yuklantirish sxemasi murakkab bo‘lgan holda (oralik chegarasida bir tekis taqsimlanmagan va to‘plangan yuklanishlarda), konstruksiyaning keltirilgan massasini aniqlash murakkablashadi. Bunday hollarda soddalashtirish uchun kuchlanishlarni aniqlashning quyidagi usuli qo‘llaniladi: konstruksiya va unga ta’sir qiluvchi yuklanishlar bir nechta uchastkaga bo‘linadi va bu uchastkalarning m_1, m_2, ... , m_n massalari hisoblab topiladi. Har bir uchastkaning markazida asboblar o‘rnatiladi va tebranishlarning tavsiflari (tavsiflari) aniqlanadi, shu jumladan tezlanishlar

$\ddot{X}_1, \ddot{X}_2, \ldots \ddot{X}_n,$ ham aniqlanadi, shundan so‘ng har bir uchastka uchun inersion kuchlar (Q_{u1}, Q_{u2}, ... , Q_{un}) hisoblab topiladi.

Shu usulda aniqlangan inersion kuchlar har bir uchastkaning markaziga qo‘yiladi va so‘ngra ular yuzaga keltirgan kuch omillari va kuchlanishlar aniqlanadi.

σ_{din} ni yanada oddiy uchul bilan ham aniqlash mumkin, xususan: kuchlnish aniqlanadigan nuqtaga tenzorezistorlar o‘rnatiladi, ular yordamida nisbiy deformatsiyalar aniqlanadi. Keyin dinamik kuchlanishlar hisoblab topiladi ($\sigma_{din} = \varepsilon E$). To‘la kuchlanishni hosil qilish uchun σ_{stga} σ_{din} qo‘shiladi.

5.7.3. Konstruksiyaning holatini dinamik sinovlar natijalariga ko‘ra baholash

Konstruksiyaning holatini dinamik sinovlar natijalariga ko‘ra baholash birinchi navbatda konstruksiyani sinash bilan hal qilinishi kerak bo‘lgan masalalarga bog‘liq. Shuni ta’kidlab o‘tish lozimki, konstruksichning holatini dinamik sinovlar natijalariga ko‘ra baholash statik sinov natijalariga ko‘ra baholashdan ancha murakkabdir.

Konstruksiyalarning holatini baholashda asosiy massalardan biri konstruksiyaning mustahkamligini tekshrish hisoblanadi. Bu masalani hal etish uchun konstruksiyalarning elementlarida ta’sir qiluvchi kuchlanishlarni aniqlash talab etiladi, ular statik va dinamik kuchlanishlardir. Bu kuchlanishlar quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi: $\sigma = \sigma_{ст} + \alpha\sigma_{дин}$

bu yerda: σ_{st} – berilgan yuklanish (uni statik deb hisoblab) ta’siridagi kuchlanish;

σ_{din} – inersion kuchlar yuzaga keltirgan kuchlanish;

ɑ – konstruksiya materialining charchash koeffitsiyenti, u metall uchun – 2, yog‘och va temirbeton uchun – 3 deb qabul qilinadi.

Agar yig‘indi kuchlanish σ konstruksiya materialining hisobdagi qarshiligi R dan ortiq bo‘lmasa, u holda mustahkamlik sharti qoniqtiriladi.

Inshoot va uning elementlarining me’yorida ishlashi uchun mustahkamlik va bikrlikdan tashqari rezonans yo‘qligi tekshirilishi kerak, buning uchun xususiy va majburiy tebranishlarning chastotalari aniqlnadi hamda ular o‘zaro taqqoslanadi. Ular bir-biridan kamida 20% farq qilishi kerak.

Agar bu shart bajarilmasa, u holda konstruksiyaning ishlashida mazkur konstruksiya uchun kritik kuchlanishlardan katta bo‘ladigan kuchlanishlar vujudga kelishi mumkin. Konstruksiya mustahkamlik shartlarini qanoatlantirmagan yoki rezonans bergan holda tegishli chora tadbirlarni ko‘rish zarur, ularni – har bir holda texnik va iqtisodiy samaradorlikka bog‘liq holda tanlab olinadi, xususan: a) konstruksiya bikrligining o‘zgarishi; b) konstruksiyadagi agregat holatining o‘zgarishi; v) qurilmaning vibroizolatsiyasi; g) agregat aylanishlari sonining o‘zgarishi va h.k.

UCHINCHI BO‘LIM

MATERIALLAR VA KONSTRUKSIYALARNI BUZMAYDIGAN USULLAR BILAN SINASH

VI BOB. BETONNI MEXANIK TA’SIR ETUVCHI ASBOBLAR BILAN SINASH

Bevosita konstruksiyalarda betonning mustahkamligini aniqlash uchun mexanik ta’sir etuvchi asboblar keng qo‘llanilmoqda. Bunday asboblardan foydalanish beton mustahkamligini faqat har bir partiyasida emas, balki har buyum bo‘yicha alohida ham uning turli qismlarida aniqlashga imkon beradi. Bundan tashqari, bu asboblardan tashqari betonning turlicha temperatura- namlik sharoitlarida qotishida uning mustahkamligi ortib borishini kuzatish, beton ishlayotgan muhitning ahamiyatini hisobga olish mumkin va h.k.

Yig‘ma temirbeton zavodlarida bu asboblardan mahsulotni iste’molchiga jo‘natishda betonning chiqish mustahkamligini nazorat qilish uchun, armaturaning teranligini bo‘shatishdan oldin betonni nazorat qilish uchun foydalanishi mumkin.

Qurilish maydonlarida bu asboblarning qo‘llanilishi monolit (yaxlitquyma) konstruksiyalarni qolipdan ajratish va yuklantirish muddatlarini o‘rnatishga, yig‘ma va yig‘ma monolit konstruksiyalarning choklarida betonning mustahkamligini aniqlashga imkon beradi va h.k. Bu asboblar betonning mustahkamligini aniqlash, konstruksiyalar va inshootlarning ishonchliligi hamda chidamliligini baholash maqsadida temirbeton konstruksiyalarini foydalanish sharoitida ham tekshirishda keng qo‘llanilmoqda.

Keyingi yillarda mamlakatimizda iqtisodiy islohotlarni chuqurlashtirish jarayonida katta miqdordagi jamoat va sanoat binolaridan foydalanish yo‘nalishlari o‘zgarmoqda. Bu ularni qayta qurish va yangi vazifasiga moslashtirishni talab etadi. Binolar va inshootlarni qayta qurishning muhim bosqichi ularning texnik holatini baholash hisoblanadi. Bunda konstruksiyalar va ularning elementlarini sinashning va birinchi navbatda mexanik ta’sir ko‘rsatish asbolaridan foydalanib sinashning buzmaydigan usullarining ahamiyatiga ortiqcha baho berish qiyin.

Mexanik ta’sir ko‘rsatish asboblari bir necha guruhga bo‘linadi: betonga botirish va plastik deformatsiya kattaligini olish prinsipiga, shuningdek, beton

sirtidan elastik qaytish va elastik deformatsiya kattaligini olish prinsipiga asoslangan asboblar va boshqalar (6.1 - jadval).

6.1- jadval

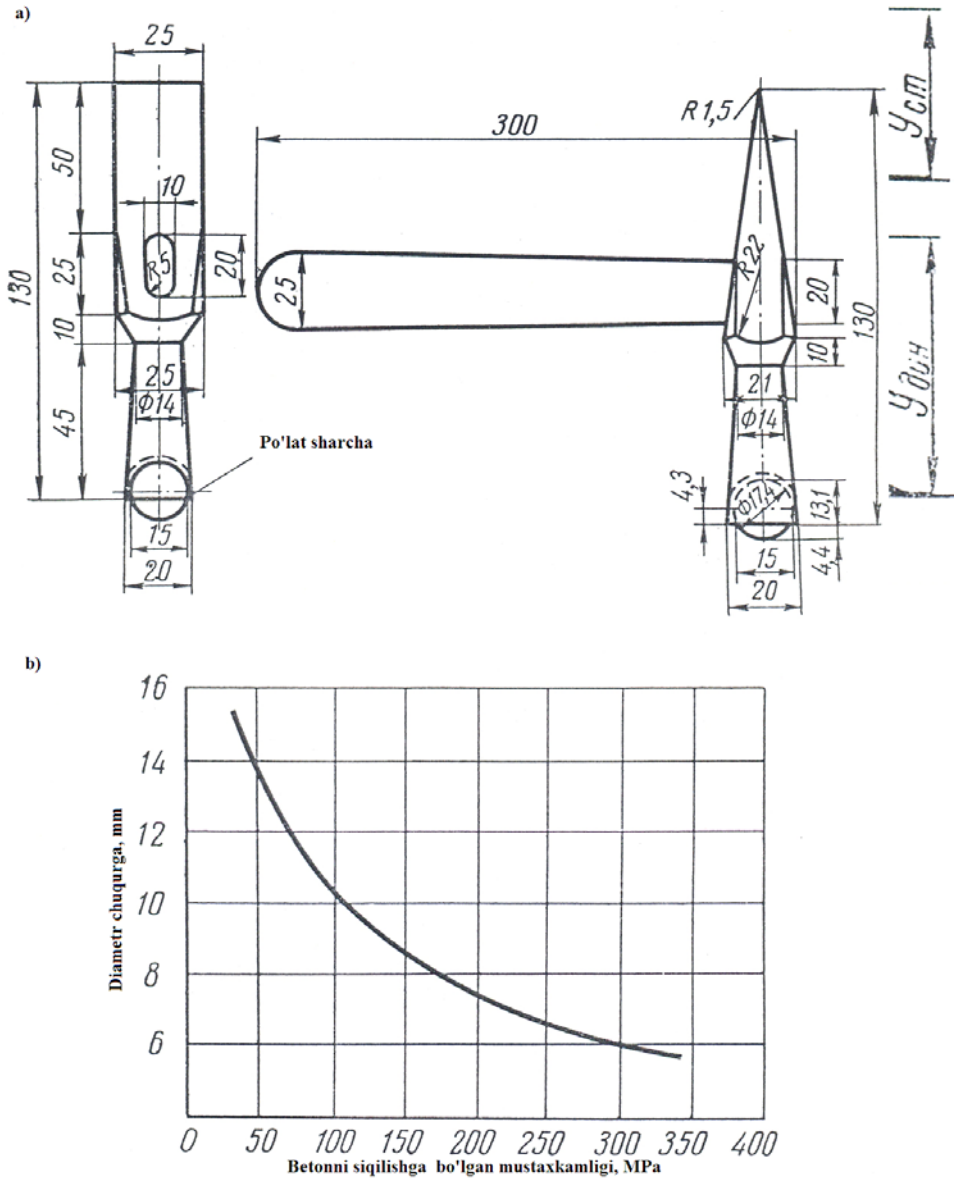
Betonning mustahkamligini aniqlashning mexanik usullari

Usulning nomi	**Beton mustahkamligining chegaraviy qiymatlari, MPa**
Elastik qaytish va plastik deformatsiya	5 – 50
Zarbaviy impuls	10 – 70
Uzish (otrov)	5 – 60
Yorilish (skalechvaniye)	10 – 40
Yorilish bilan uzish	5 - 100

6.1. Sirt mustahkamligini aniqlash uchun asboblar

Metallarning mustahkamligini sinash uchun keng qo‘llaniladigan qurilish materiallariga nisbatan nomunosib ravishda kam tadqiq etilgan Brinel usuli betonni sinash uchun borgan sari ko‘p foydalanilmoqda. Yig‘ma temirbeton sanoatida turli shakldagi boyok yoki sharchani ma’lum kuch ta’sirida beton sirtiga botirishga va hosil bo‘lgan chuqurchaning diametrini yoki chuqurligini o‘lchashga asoslangan asboblar keng tarqaldi.

Kostruktiv ijroda bu asboblar dinamik va statik turlarga bo‘linadi. Dinamik asboblarda sharchaga beriladigan yuklanish bolg‘a yordamida jamlangan zarb ko‘rinishida yoki ishchi tariflangan prujina zarbasi ko‘rinishida uzatiladi. Statik asboblarda sharcha yoki boyokka yuklanish asta-sekin ortib boruvchi zo‘riqish bilan (press yuklanishga o‘xshash) bir tekis uzatiladi.

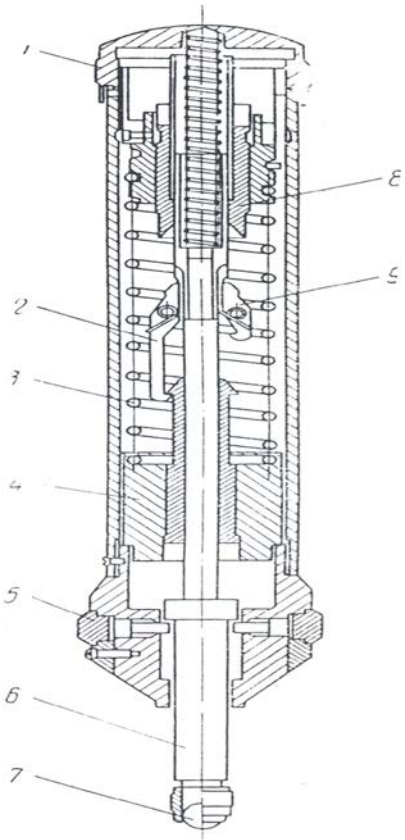


6.1 – rasm I.A. Fizdelning sharchali bog‘lasi: a–asbob konstruksiyasi:
b – tarirovka egri chizig‘i.

Dinamik ta’sirga asoslangan asboblar. Kostruktiv ijroda va sinash uslubi bo‘yicha eng soddasi I.A. Fizdel sistemasidagi bolg‘acha hisoblanadi. Bu og‘irligi 250 g li bolg‘a bo‘lib, uning zarba beruvchi qismi diametri 17,483 mm bo‘lgan po‘lat sharcha bilan tugaydi. (6.1.- rasm). Sinashdan avval eng silliq va toza sirt tanlanadi, unda zarba berish nuqtalari belgilanadi. Shundan so‘ng 6-10 marta tirsakli zarbalar beriladi, ular o‘zidan keyin iz - chuqurcha qoldiradi, ularning diametriga qarab betonning mustahkamligi to‘g‘risida fikr yuritiladi. Biroq, sharchali bolg‘a yordamida olinadigan beton mustahkamligi taqribiy bo‘ladi, chunki izning diametri bog‘liq bo‘ladigan bir xil kuchdagi zarbaga erishish juda qiyin.

Ammo shu bilan birga Fizdel bolg‘achasi yordamida sinovlar o‘tkazishda yetarlicha tajribaga ega bo‘lgan holda to‘la qoniqarli natijalar olish mumkin.

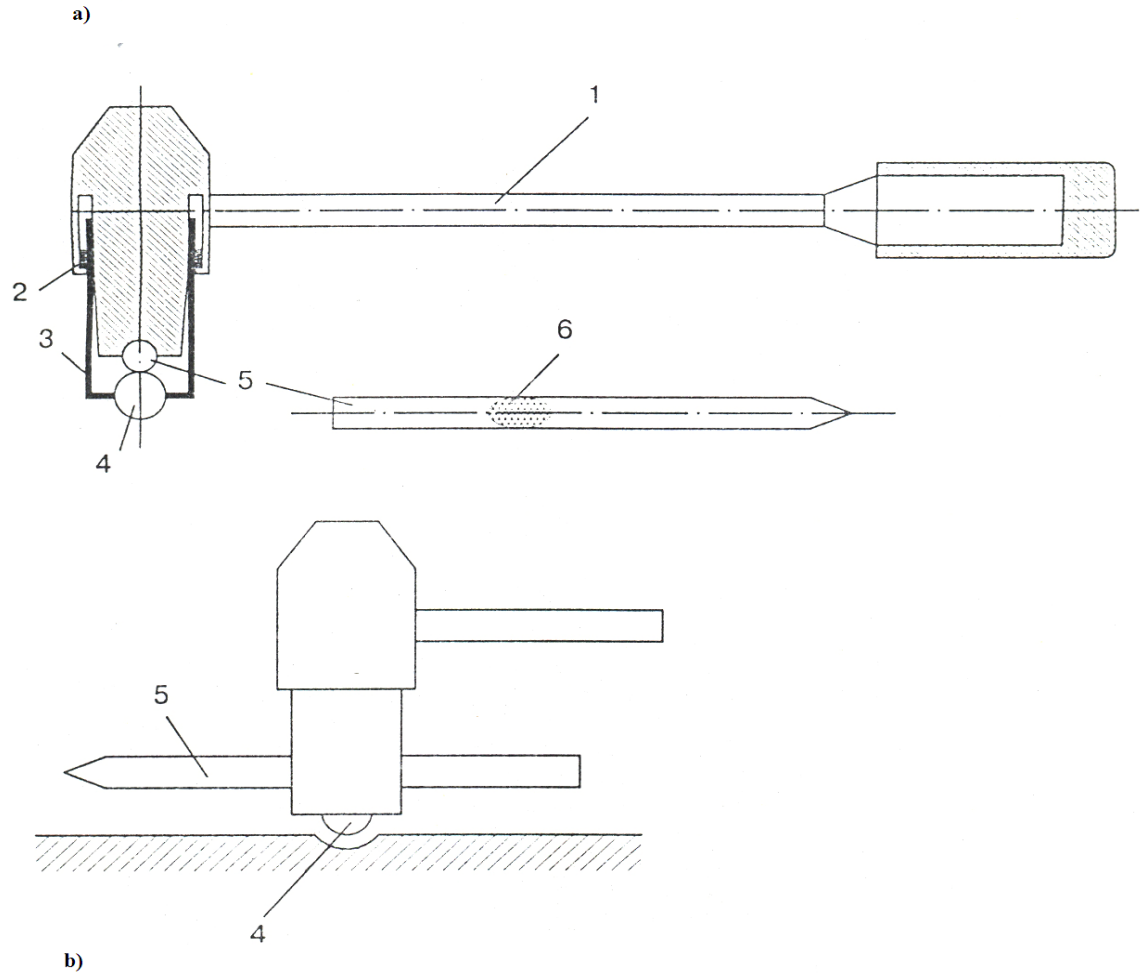
XPS standart DIN – 4240 turidagi asbob Germaniyada ishlab chiqilgan (6.2-rasm). U silindrik tarkibiy korpusdan iborat bo‘lib, uning ichida d-10 mm sharchali gardish, ikkita bosma prujina, lo‘kidonlarni tutqich, boyok, ikkita vstulka va konussimon gilza bilan tugovchi xarakatlanuvchi zarb beruvchi sterjen joylashtirilgan.



6.2-rasm. DIN-4240 standarti XPS turidagi asbob:
1-korpus; 2-uzun lo’kidon; 3-bosuvchi prujina; 4-boek; 5-ulovchi segment; 6-zarba beruvchi sterjen; 7-sharcha; 8-konussimon gilza; 9-qisqa lo’kidon.

Asbobni sinalayotgan sirtga nisbatan vertikal o‘rnatiladi va zarb beruvchi sterjen asbob korpusiga surilish uchun qo‘l bilan korpus qopqog‘iga bosiladi. Zarb beruvchi sterjen siljib, o‘zi bilan lo‘kidonli tutqichni tortadi va shu bilan bir vaqtda prujina siqadi. Lo‘kidon konussimon gilzaga yetguncha siljish davom etadi, u yerda esa ular boyekni bo‘shatib, ajratiladi, boyek esa prujina ta’sirida zarb beruvchi sterjenga zarba beradi. Zarb ta’sirida sterjen sharchasi beton sirtiga botiriladi. Zarb ishini prujina tartibga soladi. To‘liq zarbada u 50 kG/sm, yarim zarbada esa u 12,5 kG/sm ni tashkil etadi. Chuqurchalar 10 marta kattalashtiruvchi lupa yordamida ikkita o‘zaro perpendikular yo‘nalishda o‘lchanadi. O‘rtachadan 2/3 ga farq qiluvchi shag‘alning doni bo‘yicha zarb berish oqibatida olinadigan kichik izlar hisobga olinmaydi. Sinovlar quruq sirtida o‘tkaziladi. Asbob betoning mustahkamligini 5,0 dan 60 MPa bo‘lgan chegaralarda aniqlashga imkon beradi.

K. P. Kashkarov bolg‘asi (6.3 a-rasm) kallagi buriluvchi korpus, dastak, sharcha va po‘lat sterjen uchun teshiklari bo‘lgan stakandan, shuningdek, sharchani sterjenga siqib turiuvchi prujinadan iborat.



6.3 – rasm. K.P.Kashkarov bolg‘asi: a- umumiy ko‘rinishi; b - tarirovka grafigi.
1-dastak; 2- prujina; 3- stakan; 4- sharcha; 5- sterjen; 6- sterjendagi iz.

Kashkarov bolg‘asining Fizdel bolg‘asidan farq qiladigan jihati shundan iboratki, metall bolg‘a bilan zarb beruvchi sharcha o‘rtasida teshik bor bo‘lib, unga nazorat metall sterjeni kiritiladi. Bolg‘a bilan konstruksiya sirtiga urilganda ikkita iz hosil qilinadi: biri material sirtida db diametr bilan va ikkinchisi nazorat (etalon) sterjenda de diametr bilan. Olinayotgan izlar diametrining nisbati tekshirilayotgan materialning va etalon sterjenning mustahkamligiga bog‘liq va amalda bolg‘a bilan urilayotgan zarbaning tezligiga va zarba kuchiga bog‘liq bo‘lmaydi. db / de kattalikning o‘rtacha qiymatiga ko‘ra tarirovka grafigidan (6.3.b-rasm) materialning mustahkamligi aniqlanadi.

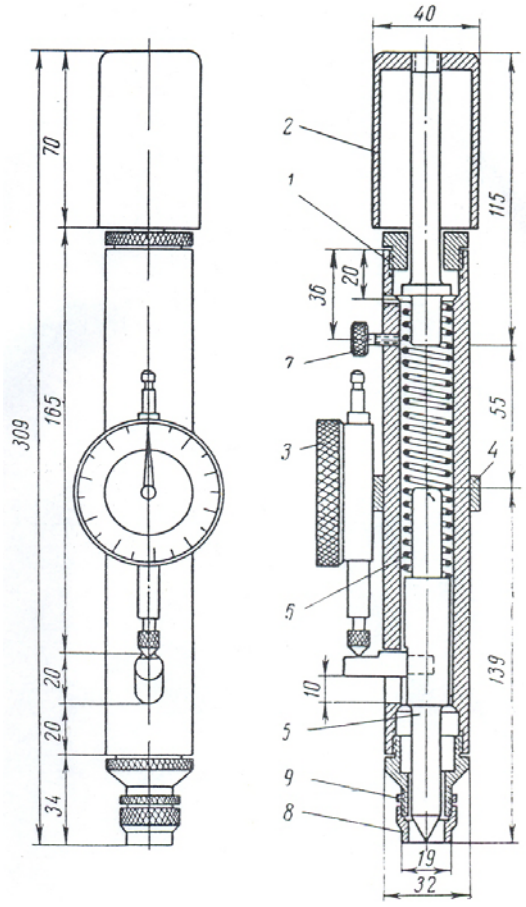
Sinash uchastkasida betondagi izlar orasida masofa kamida 30 mm, metalda kamida bita belgi qo‘yilishi kerak.

Statik ta’sir ko‘rsatish asboblari. M.A. Novgorodskiy sisitemasidagi asbob beton va temirbeton buyumlarning, qurilish qorishmalarining, gipsli, silikatli va

boshqa buyumlarning, shuningdek yumshoq tog‘ jinslari toshlarining mustahkamligini aniqlash uchun mo‘ljallangan.

Asbob (6.4-rasm) quvursimon korpus, bosiluvchi stakan, korpusga halqa yordamida mahkamlangan indikator, bosiluvchi stakanning ko‘chishini qayd qiluvchi vintdan iborat bo‘lib, bosiluvchi stakan prujinalarni materialning kattiqligiga qarab 5 va 10 kG kuch bilan siqadi. Sterjening uchi VK2 guruhidagi metallkeramika qotishmasidan tayyorlangan. Qotishmaning taxminiy tarkibi kirishmalarni hisobga olmaganda – 98% karbid volfram va 2% kobaltdan iborat. Egilishda mustahkamlik chegarasi kamida 100 kG/mm^2, Rekvell bo‘yicha mustahkamlik kamida 90. Uchlikni charxlash burchagi 60^0 qilib qabul qilingan.

Sinovlardan oldin tekis sirt tanlanadi, zarur bo‘lganda qum qog‘oz bilan tozalanadi, asbob sinalayotgan sirtga tik qilib o‘rnatiladi va stakan bosiladi, u tirak vintgacha siljib, prujinani 10 kG kuch bilan siqadi. Prujina kuchi uchi tekshirilayotgan materialning sirtiga botadigan sterjenga uzatiladi. Uchlikning botishini indikator 0,01 mm gacha aniqlikda qayd etadi. Sterjenning botish chuqurligi bir nechta aniqlashlar natijalariga ko‘ra o‘rtacha arifmetik miqdori belgilanadi.



6.4-rasm. **M.A. Novgorodskiy sistemasidagi asbob:**
1- korpus; 2- bosiluvchi stakan; 3- indikator; 4- indikatorni mahkamlash uchun halqa; b- mustahkam qotishmadan qilinga uchlikli sterjen; 6- prujina; 7- prujina bosim kuchi 5 va 10kG bo‘lganda bosiluvchi stakaning siljishini qayd etuvchi vint; 8- asbobning tayanch halqasi; 9- kontrgayka.

Asbob natijalarni indikator bo‘yicha bevosita sinash paytida olish imkonini beradi, bu sinashlar muddatini ancha qisqartiradi va sanoq kattaligini olishni soddalashtiradi. Bunda izlarning kattaligini o‘lchashlarda qo‘shimcha o‘lchash moslamalari (shtangensirkul, lupa, mikroskop va h.k.) va ular bilan bog‘liq uchrashi mumkin bo‘ladigan hatoliklar bo‘lmasligi hisobiga o‘lchash aniqligi ortadi.

Mustahkamlikni aniqlash har qanday tekislikda tezda amalga oshiriladi. Qo‘yma choklarning mustahkamligi terilgan g‘ishtlarning choklarida, suvoqli tekisliklarning mustahkamligi esa binoning bevosita devorlarida va to‘siqlarida aniqlanishi mumkin. Asbob betonlarda va qorishmalarda ularning qotishida mustahkamlikning ortishini aniqlash uchun foydalanishi ham mumkin.

6.2. Elastik sapchish pritsipiga asoslangan asboblar

Betonning mustahkamligini elastik sapchish usuli bilan aniqlash bunda betonning elastikligi bilan uning siqishga mustahkamligi o‘rtasida ma’lum bir bog‘lanish o‘rnatilishida asoslangan.

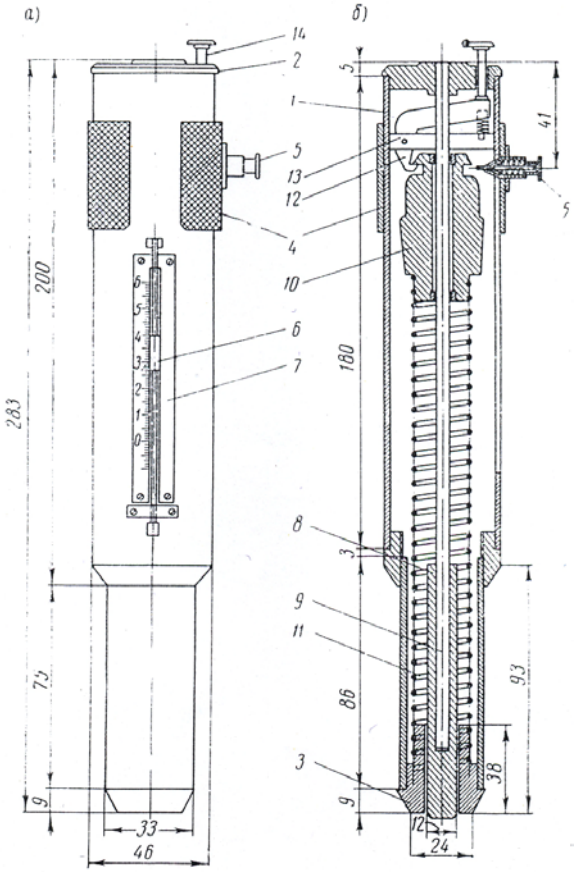
Shmidt bolg‘asi. Xorijda Shmidt bolg‘asi keng tarqalgan bo‘lib, unda mustahkamlikni o‘lchash metall boyekning tekshirilayotgan beton sirtidan elastik sapchishi prinsipiga asoslangan. Prujinaga mahkamlangan va yo‘naltiruvchi sterjen bo‘ylab erkin xarakatlanuvchi boyok bo‘shagandan so‘ng zarba beradi va ma’lum masofaga sapchiydi. Bu masofa asbob korpusiga mahkamlangan shkalada qayd qilinib, betonning mustahkamligi ko‘rsatkichi bo‘lib hisoblanadi.

Asbob zarbalovchisi bilan birga 345 mm uzunlikka va 1030g og‘irlikka ega. Sinovlar vaqtida bolg‘a sinalayotgan sirtga perpendikular holatda o‘rnatiladi va korpusga zarblagich ko‘rinmay qolguncha va boyekni lo‘kidondan bo‘shatmaguncha bosib boriladi; boyek prujina ta’sirida zarblagichga zarba beradi va teskari yo‘nalishda shkalada strelka yordamida qayd etiluvchi kattalikka sapchiydi. Sapchish kattalikning (% hisobida) boyokning zarba berishida yo‘l kattaligiga nisbati betonning mustahkamligini ifodalaydi.

KISI (Kiyev) sistemasidagi asbob (6.5-rasm) – korpus, ishga tushirish tugmachasi bo‘lgan qopqoq, vtulkadan iborat bo‘lib, cho‘zilgan prujinaning ta’siri ostida yo‘naltiruvchi sterjen bo‘ylab sirpanuvchi boyekning zarbasini qabul qilib oluvchi zarb bergich joylashgan.

Asbobning korpusida halqa bo‘lib, unga ishga tushiruvchi tugmacha, ko‘rsatkich shkalasi bo‘lgan darajalangan shkala mahkamlangan.

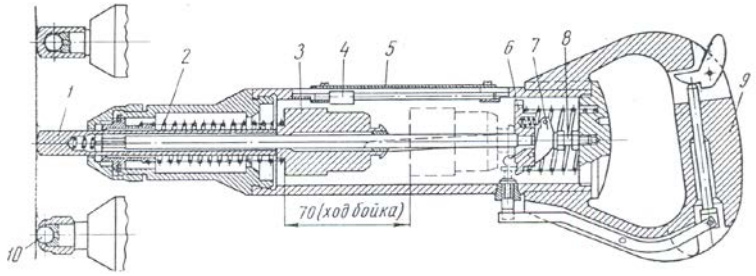
Sinashdan avval ishga tushirishi tugmachasi oxirigacha bosiladi va uni shu vaziyatda tutib turib, boyekni eng yuqori chetki holatiga suriladi, bu holat boyekni ishga tushirish holatida tutib turuvchi stoporlovchi skoba yordamida amalga oshiriladi. Shundan so‘ng sinalayotgan betoning eng silliq qismi tanlab olinadi, unga asbob o‘rnatiladi va ishga tushirish tugmachasi bosiladi. Boyek cho‘zilgan prujina ta’sirida zarblagichga uriladi va ko‘rsatkich strelkani shkala bo‘yicha yuqoriga siljitib, undan sapchib qaytadi. Shkaladagi ko‘rsatkich strelka bilan qayd etiladigan sapchish kattaligi (mm hisobida) betonning mustahkamligi ko‘rsatkichi bo‘lib xizmat qiladi.



6.5-rasm. KISI sistemasidagi asbob: *1- korpus; 2- qopqoq; 3- tayanch vtulka; 4- halqa; 5-tepki tugmasi; 6 – strelka; 7-shkala; 8-zarblagich; 9-yo‘naltiruvchi sterjen; 10-boyek; 11-prujina; 12-stoporlovchi (to‘xtatuvchi) skoba; 13-skoba shaybasi; 14-ishga tushirish tugmasi.*

KM turidagi SNIISK asbobi- (6.6-rasm) oldindan belgilangan zarba energiyasiga ega bo‘lgan zarb bilan ta’sir ko‘rsatuvchi prujinali yarim avtomatdan iborat. Zarblagichning korpus ichiga harakatlanishda zarb prujinasining cho‘zilishi oqibatida zarur potensial energiya to‘planadi. Asbob dastakli metall korpusdan iborat bo‘lib, uning ichida zarblagich (udarnik), zarba beruvchi prujina va boyek joylashgan. Sinash o‘tkazishda asbob silaladigan yuzaga perpendikular holatda o‘rnatiladi. Uning dastasidan tutgan holda zarblagich bosiladi. Bunda boyek zarb beruvchi prujinani cho‘zib, ko‘tariladi. Lo‘kidonli tutqich tirak boltiga tiralib,boyekni tutqichdan bo‘shatadi va u zarba beruvchi prujina ta’sirida udarnikni uradi va undan qaytadi. Ko‘rsatkich boyekning qaytishi (sapchish) kattaligini qayd etadi, bu kattalik betonning mustahkamligini ifodalaydi.

Agar asbob zarblovchisi sharchali uchlikka ega bo‘lsa, u holda hosil bo‘lgan diametriga ko‘ra betoning ikkinchi bevosita ko‘rsatkichini ham aniqlash mumkin. Sharchali uchlikka ega asbobdan foydalanishda udarnikning uchiga toblangan po‘latdan qilingan qalpoqcha burab kiritilishi kerak.



6.6-rasm. Sterjenli zarblovchisi bo‘lgan KM turidagi asbob: *1- zarblovchi; 2- zarba beruvchi prujina; 3- boyek; 4- ko‘rsatkich; 5- shkala; 6- tutqich; 7- lo‘kidon; 8- tirak bolti; 9- dastak; 10- sharchali uchlik.*

Sinovlarni o‘tkazish uchun eng silliq sirtga ega, ko‘rinadigan nuqsonlari bo‘lmagan beton uchastkasi tanlab olinadi va ketma-ket zarbalar seriyasi beriladi. Sinalishi kerak bo‘ladigan uchastkalar miqdori va ularning joylashishi o‘rinlari sinalayotgan konstruksiyalarning turiga bog‘liq holda qabul qilinadi. Betonni sinashda uning sirtiga zarbalar buyum chetidan kamida 50 mm yaqinlashmasdan beriladi, bunda aynan bir joyga tushmaslikka xarakat qilinadi.

6.3. Betonni gidravlik nasos bilan sinashning kompleks usuli

Betonni sinashning kompleks usuli shundan iboratki, betonning siqishdagi mustahkamlik chegarasi ikkita fizik-mexanik tavsiflar – birgalikdagi uzib olishga va yorilishga mustahkamlik hamda sirtiy qatlamning statik mustahkamligi bo‘yicha aniqlanadi. Birgalikdagi uzib olishiga va yorib olishga betoning mustahkamligi ochiluvchi konus yoki sterjen sug‘urib uzib olish uchun zarur kuch bilan ifodalanadi, sirtiy qatlamning statik qattiqligi esa beton sirtiga po‘lat sharchani botirishdan hosil bo‘lgan izning diametri bilan ifodalanadi.

Sinov ixcham gidravlik press- nasos yordamida amalga oshiriladi. Asbob (6.7-rasm) ishchi silindrli traversa ko‘rinishida ishlangan korpusdan iborat bo‘lib, unda shtokka ulangan porshen joylashtirilgan. Korpusda chiqariluvchi oyoqlarni, nasosni va monometrni burab kiritish uchun o‘yachalar mavjud. Ishchi silindr qopqoq bilan zich yopiladi. Nasos silindrdan, yuqori qopqoqdan vintli shtokli porshendan va dastakdan iborat.

Nasos o‘zining pastki qismi bilan asbob korpusidagi uyaga burab kiritiladi. Asbobning oyoqlari sferik chuqurliklar bilan tugallanib, ularda maxsus uchliklar bilan tutib turiluvchi po‘lat sharchalar joylashgan. Asbob kompleksiga ochiluvchi konus va sug‘urib olinuvchi sterjenlar kiradi, ular asbobni sinashda u bilan maxsus o‘tuvchi gaykalar yordamida biriktiriladi.

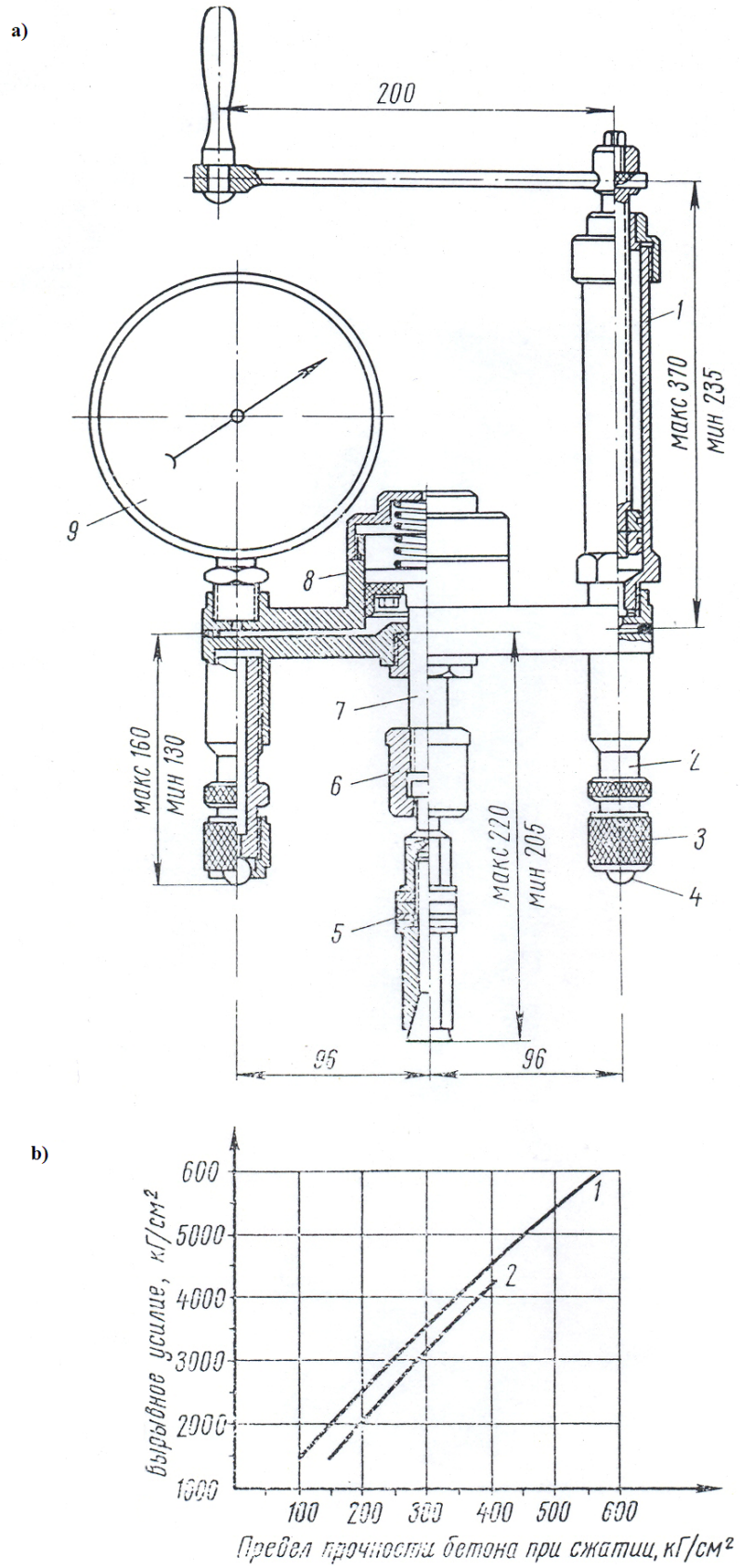
Sug‘urib olinuvchi sterjening bir uchi kesik ko‘rinishdagi yo‘g‘onlashgan bo‘lsa, ikkinchi uchiga vintli yo‘llar kesilgan bo‘lib, uning yordamida sterjen asbob tortqisi bilan biriktiriladi. Sinovlarni o‘tkazishdan avval sug‘urib olinadigan sterjenlarni qoliplarning bortiga mahkamlash bo‘yicha tayyorgarlik tadbirlari amalga oshiriladi. Taxta qolipda (opalubkada) diametri 20 mm bo‘lgan teshik parmalanib, unga ichki tomondan sug‘urib olinadigan sterjenlar qo‘yiladi. Tashqi tomondan taxta qolipning turiga bog‘liq ravishda sug‘urib olinuvchi sterjenlar metall opalubkada “mayaq” qopqog‘i yordamida va yog‘och opalubkada vintli tutqich yordamida mahkamlanadi.

Mahkamlovchi moslamalar konstruksiya betonlangandan so‘ng 24 soatdan keyin olinadi yoki konstruksiyaning taxta qoliplarini olib tashlashdan oldin, bug‘latgandan so‘ng darhol olib tashlanadi, shundan so‘ng sug‘urib olishga tayyor bo‘ladi. Sug‘urib olinadigan sterjenlar ko‘zda tutilmagan, foydalanilayotgan konstruksiyalarni sinashda shpurlar parmalanadi yoki qoqib kiritilib, ularga keyin ochiluvchi konuslar qo‘yiladi.

Shpurga o‘rnatilgan ochiluvchi konus mufta-tortqilarni burab kiritishda segment yuzlari surilishi hisobiga betonda mustahkam mahkamlanib qoladi. Keyin asbob o‘rnatiladi va gayka – shtok yordamida sug‘urib olinuvchi sterjen yoki ochiluvchi konus bilan biriktiriladi.

Asbobning har bir oyog‘i ostiga iz hosil qilish uchun oq qog‘oz varag‘i, uning ustiga nusxa ko‘chiruvchi qog‘oz qo‘yiladi. Nasos vintini bir tekis sekin aylantirish bilan 1000 kG zo‘riqishni ta’minlovchi bosim hosil qilinadi, shundan so‘ng nasos dastasini qarama – qarshi tomonga burish bilan bosim olib tashlanadi va asbob oyoqlari ostidan iz tushirilgan qog‘oz varaqlari olinadi.

Shundan so‘ng nasos dastasini takroran aylantirish bilan bosim sterjenni yoki ochiluvchi konusni sug‘urib olish uchun zarur kattalikkacha orttiriladi. Bu bosimning kattaligi monometrning ko‘rsatishlari bo‘yicha qayd etiladi va sinovlar jurnaliga kiritiladi.



6.7- rasm. Betonni kompleks usulda sinash uchun GPNV – 5 gidravlik press- nasosi:
a- umumiy ko‘rinishi; 1-nasos; 2-chiqaruvchi tayoqcha; 3-uchlik; 4-sharcha; 5-ochiluvchi konus; 6-osma mufta; 7-shtok; 8–ishchi silindr; 9-manometr; b-siqishda mustahkamlik chegarasining sug‘urib olish zo‘riqishiga bog‘lanish grafigi; 1-ochiluvchi konus uchun; 2-sug‘urib olinuvchi sterjen uchun.

Tushirilgan izlarning diametri 0,5 mm oralatib chizilgan konsentrik aylanali shaffof plastinka yordamida o‘lchanadi. Izlarning kattaligi ikkita o‘zaro perpendikular diometrlarni o‘lchash natijalarining o‘rtacha qiymati sifatida o‘rnatiladi. O‘zaro perpendikular diametrlari 15% dan ortiq farq qiladigan oval va noto‘g‘ri shakldagi izlar tashlab yuboriladi (hisobga olinmaydi).

6.4. Asboblarni tarirovka qilish

Har bir asbobni alohida ishlab chiqarishda ma’suliyatli bosqich uni tarirlash hisoblanadi. Asbobni to‘g‘ri tarirlashga uning xatoligi kattaligi va konstruksiyalarda betonning mustahkamligini buzishlarsiz aniqlash aniqligi bog‘liqdir. Shu munosabat bilan tarirlash sinchiklab va juda ko‘p miqdordagi namunalarda amalga oshirilishi kerak. Agar betonning mustahkamligini sinov natijalari bo‘yicha aniqlash uchun to‘qqizta namuna, ba’zan esa uchta namuna ham yetarli bo‘lsa, u holda tarirovka egri chizig‘ida betonning mustahkamligini ifodalovchi o‘rtacha nuqtani hosil qilish uchun 70 dan 100 tagacha sinovlar o‘tkazish zarur (9 dan 15 tagacha namunani 6 martadan sinash). Shunday qilib, botirish prinsipiga ham, elastik sapchish (qaytish) prinsipiga ham, asoslangan asboblar uchun tarirovka egri chizig‘ini yasash uchun 700 dan 1000 tagacha sinov o‘tkazish zarur.

Ishqalanuvchi detallari soni ko‘p bo‘lgan, elastik sapchish prinsipiga asoslangan asboblarda terirovkani bu detallarni sinchiklab moslashtirgandan so‘ng, ularni keyin pardozlab amalga oshirish lozim.

Asbob bilan uzoq vaqt ishlashda, shuningdek, sinovlarning katta seriyasidan avval asboblar davriy ravishda tekshiriladi, bu ish zarba beruvchi mexanizmning, sharchali uchlikning, prujinaning va h.k.ning holatini ko‘zdan kechirish bilan amalga oshiriladi, shuningdek etolonlar yordamida asbobning zarbaviy energiyasi tekshiriladi. Agar asboblar elastik sapchish prinsipiga asoslangan tekshiruvdan o‘tkazilgandan so‘ng etalan yordamida yo‘l qo‘yiladigan kattalikdan ortuvchi og‘ishlar aniqlansa, u holda tarirovka egri chizig‘i tuzatilishi kerak.

Sinovlar o‘tkazish joyini tanlash. Turli qalinlikdagi (balandlikdagi) mahsulotlarni sinashda mahsulot yuqori va quyi qismlarida betonning mustahkamligi bir xil bo‘lmasligi aniqlandi. Mahsulotning balandligi ortishi bilan bu farq asosan mahsulotning quyi qismlarida betonning mustahkamligi ortishi hisobiga ortadi.

Agar buyum (mahsulot) larning balandligi 100 mm bo‘lganda bu farq bor yo‘g‘i 5% ni tashkil etsa, u holda balandligi 300 mm bo‘lgan vibromaydonchada zichlashtiriladigan plastik beton qorishmalari uchun bu farq 18% gacha ortadi, buyum (mahsulot) balandligi yana ortirila borilsa, bu farq yanada ko‘proq ortadi.

Uzun o‘lchovli temirbeton buyumlarni sinashda shu narsa aniqlandiki, ularning mustahkamligi uzunligi bo‘yicha bir xil bo‘lmay, ayrim hollarda 30% gacha o‘zgarar ekan. Bu hol ko‘pincha monolit (yaxlit) buyularda, beton qorishmasini chuqurlik vibratori yordamida yetarli darajada bir tekis zichlashtirilmaganda, va buyum uzunligi bo‘yicha turli uchastkalarda vibratsiyalash davomiyligi bir xil bo‘lmaganda kuzatiladi. Sinovlar o‘tkaziladigan joyni tanlashda opolubkada choklar hosil qilgan uchastkalardan qochish kerak.

Sinovlarni konstruksiyaning vertikal sirtida o‘tkazish kerak. Aks holda gorizantal sirtdagi yuqorigi sementli–qumli plyonka to‘liq olib tashlanish va bu qism karborund disk yordamida tozalanish kerak.

Barcha hollarda sinovlar o‘tkaziladigan uchastkalar asbobni torirovkalash uchun qo‘llaniladigan nazorat sirtlari kabi sirtga ega bo‘lishini nazorat qilish zarur.

Temirbeton konstruksiyalarni mexanik ta’sir ko‘rsatish asboblari bilan sinovdan o‘tkazish joylarini tanlash bo‘yicha ma’lumotlar 6.2-jadvalda keltirilgan.

6.2-jadval

Mexanik ta’sir ko‘rsatuvchi asboblar bilan sinovlar o‘tkaziladigan joylarni tanlash

Konstruksiya turi	**Sinovlar o‘tkaziladigan joy**
Armaturalanmagan beton (poydevor bloklari, yon chekka toshlari va h.k.)	Buyumning bir yog‘i
Uzun o‘lchovli temirbeton buyumlar (ustunlar, qoziqlar, tayachlar va h.k)	Uzunlikning xar bir poganli meteri
Kassetalarda yoki vertikal qoliplarda (panellar, plitalar) tayyorlanadigan buyumlar	Yuqori va quyi hududlarda
Gorizantal qoliplarda (panellar, yupqa plitalar va tom to‘sinlari va h.k.) tayyorlanadigan buyumlar	Har bir tomonda buyumning perimetri bo‘yicha
Oraligi 6 m gacha bo‘lgan, to‘sinlar, rigellar	Konstruksiyaning siqilgan hududi
Oraligi 6 m dan 18 m gacha bo‘lgan to‘sinlar, rigellar	Siqilgan hudud va tayanch oldi kesimlari
Oraligi 24 m bo‘lgan fermalar	Har bir belbog‘ining uch joyida va siqilgan tayanch tirgaklarda

Shuni ham ta’kidlab o‘tish kerakki, asboblarning ko‘rsatishiga u yoki bu darajada quyidagilar ta’sir ko‘rsatadi: betonning namligi, to‘ldirgichning yirikligi, sinovlar o‘tkaziladigan joy (konstruksiyalar va buyumlarning yuqori yoki quyi qismida). Bu omillarni materialning mustahkamligini aniqlash aniqligini oshirish uchun hisobga olish zarur.

Yuqorida keltirilgan omillarni hisobga olishdan tashqari, mexanik ta’sir ko‘rsatuvchi asboblar yordamida sinovlar aniqligini orttirish uchun quyidagilar zarur:

asboblarni har bir turdagi betonlar uchun tarirlash;

chuqurlashtirishga asoslangan asboblar bilan sinashda chuqurcha chuqurligini o‘lchash o‘rniga diametrini o‘lchash:

asbobni sinalayotgan sirtga nisbatan qat’iyan vertikal o‘rnatish, zarb bilan ta’sir qiladigan asboblarda zarba kuchi asbobning vertikal o‘qi bilan ustma-ust tushishini nazorat qilish;

asboblardan elastik sapchish (qaytish) prinsipida ham, chuqurlashtirirish prinsipida ham kompleks foydalanishda sinovlar o‘tkazish.

6.5. Mexanik ta’sir ko‘rsatuvchi yangi avlod asboblari

So‘nggi yillarda elektronika va kompyuter texnologiyalarining taraqqiy etishi bir qator yangi avlod asboblarining yuzaga kelishiga zamin yaratdiki, ular o‘z analoglaridan ixchamligi, ergonomik xususiyatlari, gabaritlari va massasining kichikligi bilan ancha farq qiladi. Foydalanishning osonligi, ma’lumotlarni qayd etish va ishlashning avtomatlashtirilgani, xotirada saqlash imkoniyatlari, shaxsiy kompyuter bilan bog‘liqligi bu asboblarning asosiy afzalliklarini tashkil etadi.

“Oniks 2.5” zarbli-impulsli mustaxkamlik o‘lchagichi. Texnologik nazorat paytida betonning (GOST 22690) mustahkamligi va bir jinsliligini operativ nazorat qilish, binolar va inshootlarni tekshirish, shuningdek g‘isht, yengil betonlar, kompozitsion materiallar, qorishma choklari, suvoqlar va boshqalarning mustahkamligini nazorat qilish ushbu asbobning asosiy vazifalarini tashkil etadi.

Asbob vositasida birinchi marta mustahkamlikni aniqlashning bir paytning o‘zida zarbli-impuls va elastik urilib qaytish bo‘yicha ikki parametrli usuli amalga oshirilgan bo‘lib, bu usul o‘lchovlarning aniqligini ancha oshiradi. Xulosaviy natijalarga erishish uchun seriya tarkibidagi buyumning nazorat uchastkasida 15 tagacha zarb berilib, 30 tagacha dastlabki natijalar (zarbli impuls va urilib qaytish bo‘yicha) olinganidan keyin, ularning elektron blokda intellektual tahlili amalga oshiriladi hamda variatsiya koeffitsiyenti hisoblanadi (6.8-rasm).



6.8-rasm. “Oniks-2.5” asbobining tashqi ko‘rinishi: *1 – elektron blok” 2 – ochish tugmachasi; 3 – vzvod tugmachasi; 4 – koronka.*

Bir qator asosiy opsiyalar ko‘zda tutilgan:

-12 ta bazaviy graduirovkalovchi bog‘liqliklar, bunda ularni sindirib ko‘chirib olish usuli bilan sinash natijalari bo‘yicha operativ aniqlash imkoniyati mavjud;

-foydalanuvchi tomonidan o‘z graduirovkalari va nomlarini operativ o‘rnatish, shu jumladan 12 ta yangi material turlari uchun;

-betonning yoshi, tarkibini, qotish va karbonlashish shart-sharoitlarini hisobga olish;

-seriyalarning natijalari va tarkibi, variatsiya koeffitsiyenti, material turi, buyum, o‘lchash vaqti va sanasini xotirada qayd etish;

-seriyalarning sanalari va raqamlari bo‘yicha arxivdan natijalarni tezkor qidirish funksiyasi, bunda ularni raqamli shaklda va yoritilgan displeydagi diagrammalar ko‘rinishida ko‘rib chiqish imkoniyati ham mavjud;

-shaxsiy kompyuter bilan bog‘liklik va servisli kompyuter dasturi.

Dastur o‘lchashlar natijalarini kompyuterga ko‘chirish, ularni saqlash, ko‘rib chiqish va hosil bo‘lgan massivdan tanlab olish, shuningdek tanlab olingan natijalarni jadvallar ko‘rinishida bosib chiqarish uchun mo‘ljallangan bo‘lib, bunda o‘lchashlar

o‘tkazilgan vaqt va sana, material turi, mustahkamlik qiymatlari variatsiya koeffitsiyenti va og‘ish chegaralari bilan birga ko‘rsatiladi.

Datchik-sklerometrning o‘ziga xos konstruksiyasi foydalanuvchiga bitta qo‘lda ishlash va yetib borish qiyin bo‘lgan joylarda zarblarni yuqori intensivlikda va aniq bergan holda o‘lchashlarni amalga oshirish imkonini beradi. Datchik gabaritlarining kichikligi va korpusining zamonaviy materialdan bajarilganligi xatto past temperaturalarda ham ishonchli va qulay ish sharoitini ta’minlaydi.

Asbob atrof muhit temperaturasi -10 dan +40˚S gacha bo‘lganda (asbob bilan birga yetkazib beriladigan ishchi ekvivalent mustahkamlik o‘lchovi uchun ishchi temperaturalar diapazoni 20±10˚S ga teng) va maksimal namlik +25˚S temperaturada 90%ni tashkil qilganda ishlash uchun mo‘ljallangan.

Asbob tarkibiga quyidagilar kiradi:

-sklerometr;

-elektron blok;

-ishchi ekvivalent mustahkamlik o‘lchovi;

-kompyuter bilan bog‘lanish bloki.

Asbobning asosiy texnik tavsiflari quyidagicha:

-mustahkamlikni o‘lchash diapazonlari, MPa.....05-100

-mustahkamlikni o‘lchashning yo‘l qo‘yiladigan

asosiy nisbiy xato chegaralari, %.....±8,0

-ishchi diapazon chegaralarida har bir 10˚S uchun atrof muhit temperaturasining normal sohadan og‘ishida mustahkamlikni o‘lchashning yo‘l qo‘yiladigan qo‘shimcha xato chegaralari, %.....±1,5

-ishchi ekvivalent mustahkamlik o‘lchovining nominal qiymati, ...MPa24,5±2,5

-ishchi ekvivalent mustahkamlik o‘lchovi qiymatining yo‘l qo‘yiladigan nisbiy xato chegaralari, %.....±4,0

-doimiy tok manbaidan ta’minlash, V (batareya razradlarining indikatsiyasi bilan) ……..2,5±0,5

-iste’mol qilinayotgan quvvat, Vt, ko‘pi bilan.....0,1

-uzluksiz ish davomiyligi, soat, ko‘pi bilan.....25

-asbobning yig‘ilgan holdagi massasi, kg, ko‘pi bilan.....0,9

-gabarit o‘lchovlari, mm:

elektron blokniki.....151x81x32

sklerometrniki.....Ø25x160

ishchi o‘lchovniki.....120x60x35

kompyuter bilan bog‘lanish blokiniki (KBB).....55x82x21

-o‘rtacha xizmat muddati, yil, kamida.....10

Asbobda zarbli impuls parametrlari nazorat qilinayotgan materialning elastik-plastik xususiyatlariga korrelyatsion bog‘liqlikda bo‘ladi. Asbobning ishlash prinsipi ham aynan shunga asoslangan.

O‘lchashlarni bajarish uchun o‘lchanayotgan sirtga sklerometr indentori bilan zarb berish lozim. Zarb paytida qayta o‘zgartirgich (preobrazovatel) o‘lchash ob’yektining sirtqi qattiqligiga proporsional bo‘lgan signal ishlab chiqaradi, bu signal elektron blok tomonidan qayd etiladi va quyidagi formulalar bo‘yicha mustahkamlikka o‘zgartiriladi:

$$B=U\cdot a_k \qquad \text{va} \qquad R=(A_0+A_1\cdot B+A_2\cdot B^2),$$

bu yerda: B – materialning shartli qattiqligi, MPa;

U – elektr parametr ekvivalenti;

R – mustahkamlik, MPa;

a_k – kalibrlash koeffitsiyenti;

A_0, A_1 , A2·- approksimatsiyalovchi polinom koeffitsiyentlari.

Asbob elektron blok va sklerometrdan iborat (6.8-rasm). Elektron blok 1 korpusining old tomonidagi panelida klaviatura va grafik displey darchasi joylashgan. Korpusning yuqorigi tores qismida sklerometrni ulash uchun razyom hamda natijalarni uzatish va ishlash uchun kompyuter bilan infraqizil aloqa kanali mavjud. Korpusning orqa panelida batareya bo‘linmasining qopqog‘i o‘rnatilgan.

Sklerometr zarb beruvchi prujinali mexanizmga ega bo‘lgan silindr korpusda bajarilgan. Sklerometrning yonbosh sirtida vzvod tugmachasi 3 va ochish tugmachasi 2 joylashgan. Koronka 4 datchikni o‘lchash ob’yektiga o‘rnatish uchun mo‘ljallangan.

Komplektga ilova qilinadigan ishchi o‘lchov organik shishadan ishlangan plastina shakliga ega. U ishlatish jarayonida asbobni vaqti-vaqti bilan rostlab turishga xizmat qiladi. Zarblarni sirtning bitta yeriga urishga yo‘l qo‘yilmaydi. Zarblar tadqiq etilayotgan sirtning bir-biridan 1 sm dan kam bo‘lmagan masofada joylashgan turli yerlariga uriladi.

Bunda sirt begona ifloslikdardan tozalangan bo‘lishi va yoriqlar, sezilarli notekisliklar, beton sirtiga chiqib qolgan shag‘al bo‘rtiqlariga ega bo‘lmasligi lozim.

Asbob bilan 5000 zarb urilganidan so‘ng, ammo har 3 oyda 1 martadan kam bo‘lmagan holda, uni ishchi o‘lchovda kalibrlash tavsiya etiladi. Ishchi o‘lchov qattiq asosda, izolondan ishlangan gilamchada o‘rnatilgan bo‘lishi kerak. Bu turli ko‘rinishdagi xatolarning o‘rnini bosish imkonini beradi.

“Oniks-2.5” asbobi Davlat metrologik xizmati organlari tomonidan yoki tekshirish huquqiga ega boshqa vakolatli organlar va tashkilotlar tomonidan tekshiriladi. Asbob bir nechta ko‘rinishda ishlab chiqariladi.

“Oniks-2.51” ikki parametrli mustahkamlikni aniqlash usuliga (zarb+urilib qaytish) va servis funksiyalarining to‘liq to‘plamiga ega.

“Oniks2.52” bir parametrli mustahkamlikni aniqlash usuliga (faqat zarb) va servis funksiyalarining to‘liq to‘plamiga ega.

“Oniks-2.53” ikki parametrli mustahkamlikni aniqlash usuliga (zarb+urilib qaytish) va soddalashtirilgan servisga ega (bunda kompyuter bilan aloqa funksiyasi yo‘q, beton yoshi, soat, kalendar ham o‘rnatilmagan, yozuv daftarchasida esa natijalar o‘lchash vaqti ko‘rsatilmagan holda saqlanadi).

“Oniks-2.54” bir parametrli mustahkamlikni aniqlash usuliga (faqat zarb) va soddalashtirilgan servis funksiyalarining to‘liq to‘plamiga ega (bunda kompyuter bilan aloqa funksiyasi, beton yoshi qurilmasi, soat, kalendar yo‘q, yozuv daftarchasida natijalar o‘lchash vaqti ko‘rsatilmagan holda saqlanadi).

“Oniks 2.6” zarbli-impulsli mustaxkamlik o‘lchagichi. Uning vazifasi texnologik nazorat paytida, turli ob’yektlarni tekshirishda beton va boshqa qurilish materiallarining mustahkamligi, zichligi, bir jinsliligini aniqlash, ilmiy-tadqiqot ishlarini bajarishda materiallar xususiyatlarini tadqiq etishdan iborat.

“Oniks-2.5” asboblar seriyasidan asosiy farqlari quyidagicha:

-o‘lchashlarning yuqori darajadagi aniqligi;

-signallarning vizual va qo‘shimcha ishlovi, shu jumladan adaptiv filtratsiyasi;

-axborotliligi 3 barobar oshiq bo‘lgan grafik displeyning mavjudligi;

-grafik shakldagi signallarning, o‘lchashlar natijalari va shart-sharoitlarining arxivda saqlanishi;

-24 ta bazaviy graduirovkalovchi tavsiflar;

-USB interfeys va analitik kompyuter dasturi;

-kompyuter dasturi yordamida asbob xotirasiga materiallar va nazorat ob’yektlari shaxsiy nomlarining yozilishi.

Asbob bajarilgan variantlar:

-“Oniks-2.61” –signallar shakllarini qo‘llanish sohasi bilan “Oniks-2.5” kabi vizuallashtirmaydigan ikki parametrli asbob;

-“Oniks-2.62” –signallarni vizuallashtiradigan va tahlil qiladigan bu asbob tadqiqot maqsadlari uchun mo‘ljallangan bo‘lib, amplituda, vaqt va integral parametrlarni olish imkonini beradi; signallarni etalon reaksiyasi bilan solishtirish yo‘li bilan buyumlarni defektoskopiya qilishga, shuningdek yangi materiallarning xususiyatlarini tadqiq etishga mo‘ljallangan;

-“Oniks-2.63” – materiallarning dinamik zichlik o‘lchagichi, unda graduirovkalash tavsiflari foydalanuvchi tomonidan polinom ko‘rinishida beriladi, bunda polinom zichlikni ob’yektning zarbga va temperaturaga bo‘lgan reaksiyasi signallarining parametrlari bilan bog‘laydi. Asbob qo‘shimcha ravishda kam inersiyali termodatchiklar bilan to‘ldiriladi.

Kompyuter dasturining imkoniyatlari:

-asbobdan axborotning butun massivini – signallar, natijalar, o‘lchashlar shartlari, tavsiflarni o‘qib oladi;

-asbobni boshqa turdagi materiallar va ob’yektlarga hamda yangi graduirovkalovchi bog‘liqliklarga qayta yo‘naltiradi;

-axborot va signallarning analitik ishlovini, shu jumladan spektral tahlil, filtratsiyani amalga oshiradi;

-hisobot hujjatlarini shakllantiradi.

Texnik tavsiflari quyidagi ko‘rsatkichlar bilan belgilanadi;

-mustahkamlikni o‘lchash diapazonlari, MPa 05-100

-asosiy nisbiy o‘lchash xatosi, % .....±7,0

-zarb energiyasi, Dj .....0,07...0,12

-xotira, seriyalar × natijalar 2040x15

-gabarit o‘lchovlari, mm: elektron blok/datchikniki 150x75x27/25x160

-elektron blok massasi, kg 0,14

-datchik massasi, kg 0,16

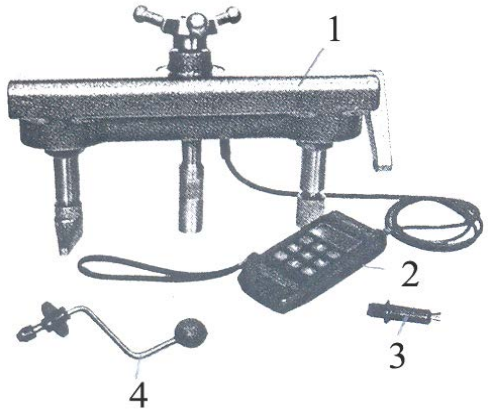
Sindirib ko‘chirib oluvchi “Oniks-OS” beton mustahkamiligi o‘lchagichi (6.9-rasm). Asbob sindirib ko‘chirib olish va po‘lat disklarni ko‘chirib olish usuli bilan nazorat olib borish uchun mo‘ljallangan (GOST 22690).

Qo‘llanish sohalari:

-qurilish ob’yektlarida beton mustahkamligini nazorat qilish va binolar, inshootlar, konstruksiyalarni tadqiq etishda;

-zarbli-impulsli va ultratovush asboblarining graduirovkalash koeffitsiyentlarini aniqlashda.

O‘z analoglaridan farqli o‘laroq, asbob ikki silindrli portativ gidropress ko‘rinishida bajarilgan bo‘lib, bunda o‘yib olish o‘qi o‘z-o‘zidan o‘rnatiladi hamda shpurdagi anker halqasimon fiksatsiya qilinadiki, bu sirg‘alib o‘tib ketishning oldini oladi. Bularning hammasi asbobning metrologik va qo‘llash tavsiflarini sezilarli darajada yaxshilash imkonini beradi.



***6.9-rasm.* “Oniks-OS” asbobining umumiy ko‘rinishi**:
1 – gidropress; 2 – elektron blok; 3 – yo‘nish qurilmasi; 4 – anker.

Anker beton bilan mahkam birikishi uchun shpurda berilgan chuqurlikda maxsus yo‘nadigan asbob (rastochnoye ustroystvo) bilan halqasimon o‘yiq yo‘niladi, anker segmentlarining uchida esa bo‘rtiqlar qilinadi. Ko‘chirib olish paytida uchi o‘yiq bo‘ylab shakllangan beton fragmentining stabil (barqaror) konusi hosil bo‘ladi, bu esa o‘lchashlarning ishonchliligini ancha oshiradi.

Asbob quyidagilarning amalga oshirilishini ta’minlaydi:

-tavsiya etiladigan va faktik yuklantirish tezliklarining yoritiladigan grafik displeyda raqamli va grafik shakllardagi indikatsiyasi;

-qo‘yilayotgan zo‘riqish indikatsiyasi va o‘yib olish zo‘riqishining avtomatik fiksatsiyasi;

-beton turi, qotish usuli, anker turi va o‘lchamlarini hisobga olgan holda beton mustahkamligini hisoblash;

-konstruksiyaning 1 dan 5 tagacha uchastkasini sinash asosida natijalarni shakllantirish;

-sinov natijalari va shartlarini real vaqtda arxivlash (450 seriyada 5 tadan o‘lchov), ularni sanalar va raqamlar bo‘yicha tezkor ko‘rib chiqish;

-yangi materiallarni sinash uchun individual graduirovkalovchi bog‘liqliklarni o‘rnatish;

-optointerfeys bo‘yicha shaxsiy kompyuter bilan aloqa o‘rnatish va ixtisoslashtirilgan kompyuter dasturi yordamida axborotni qo‘shimcha ishlash.

Qo‘shimcha moslamalarni qo‘llash orqali asbobdan tog‘ jinslari namunalari, sement to‘sinchalari, qorishma kubiklarini sinash plitka adgeziyasini aniqlash uchun foydalanish mumkin.

Texnik tavsiflari:

-mustahkamlikni o‘lchash diapazoni, MPa.....5..100

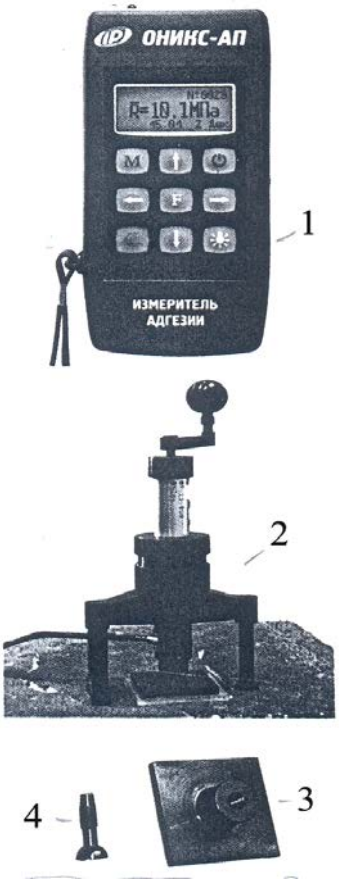
-ankerni o‘yib olishning chegaraviy zo‘riqishi, kN.....55

-kuch o‘lchovi nisbiy xatosining chegarasi, %.....2

-gidropressning gabarit o‘lchamlari, mm……...300x70x85

-gidropress massasi, kg.....3,7

“Oniks-AP” qoplamalar adgeziyasi o‘lchagichi suvoq, faktura qoplamalari, sopol plitka, turli himoya qoplamalarining asos bilan GOST 28089, 28574, bo‘yicha po‘lat disklar yoki plastinalarni ko‘chirib olish usulida birikish mustahkamligini o‘lchash, shuningdek likopchasimon dubellar, anker boltlari va boshqalarning sug‘irib olish zo‘riqishlarini o‘lchash uchun mo‘ljallangan (6.10-rasm).



6.10-rasm. “ONIKS-AP” asbobining umumiy ko‘rinishi: *1 – elektron blok; 2 – gidropress; 3 – po‘lat disk; 4 – po‘lat plastina.*

Qo‘llanish sohalari. Qurilish ob’yektlarida pardozlash ishlari va himoya qoplamalarini sifatini baholashda, qurilish industriyasi korxonalari va qurilish laboratoriyalarida turli inshootlarni tekshirish va rekonstruksiya qilishda, mebel, lak-bo‘yoq va yog‘ochsozlik sanoatida qo‘llanadi.

Asbob quyidagilarning amalga oshirilishini ta’minlaydi:

-yuklantirish zo‘riqishini o‘zgartirish tezligining indikatsiyasi;

-ustqoplov yoki himoya qoplamasi fragmentini ko‘chirib olish zo‘riqishining avtomatik fiksatsiyasi;

-birikish mustahkamligini avtomatik hisoblash;

-variatsiyalar koeffitsiyentini hisoblagan holda qoplamalarning 1 dan 5 tagacha ko‘chirib olish seriyasidan natijani shakllantirish;

-natijalarni (450 ta seriya 5 tadan o‘lchash) va real vaqtdagi o‘lchashlar shartlarini qayd etish, ularni sanalar va raqamlar bo‘yicha ko‘rib chiqish;

-sinovlar ob’yekti, yopishtirilayotgan plastina geometriyasini tanlash hamda uning o‘lchamlarini o‘rnatish;

-ko‘chirib olinayotgan plastina qalinligi bo‘yicha yurishni rostlash (zarurat tug‘ilganda);

-yoritiladigan grafik displeyda matniy, raqamli va grafik shakllarda axborotni to‘liq taqdim etish;

-optointerfeys bo‘yicha shaxsiy kompyuter bilan aloqa o‘rnatish va ixtisoslashtirilgan kompyuter dasturi yordamida axborotni qo‘shimcha ishlash va hisobot hujjatlarini rasmiylashtirish.

Afzalliklari:

-ikki tayanchli ergonomik, qulay gidropress mavjud bo‘lib, ularning biri qiya sirtda barqarorlikni oshiradigan “boshmoq” ko‘rinishida bajarilgan;

-sinovlar paytida tez va qulay montaj amalga oshiriladi;

-asbob portativ ko‘rinishda bo‘lib, minimal massa va gabarit ko‘rsatkichlariga ega.

Asboblar komplektida fasad plitkasi, tomyopma, turli mastikalar va yelimli birikmalar, anker boltlari va dyubellarni sinash uchun nasadkalar ham bo‘lishi mumkin.

Texnik tavsiflari:

-ulanish mustahkamligini o‘lchash diapazoni, MPa.....0,1...40

-ko‘chirib olish kuchini o‘lchash diapazoni, kN.....0 – 100

-yuklantirish tezligi, N/s.....30 – 80

-kuch o‘lchashning nisbiy xato chegarasi, %.....2

-elektron blok/pressning gabaritlari, mm 150x75x27/120x50x210

-elektron blok/press massasi, kg.....0,14/1.

VII BOB. MATERIALLARNI VA KONSTRUKSIYALARNI SINASHNING ELEKTRON – AKUSTIK USLUBLARI

7.1. Sinash usullarining nazariy asoslari

Elastik to‘lqin turlari. Qattiq jismlarda kuzatiladigan elastik to‘lqinlar bir necha guruhga bo‘linishi mumkin. Bo‘ylama to‘lqinlar yoki siqish va cho‘zish to‘lqinlari, ko‘ndalang to‘lqinlar yoki siljish to‘lqinlari va sirt to‘lqinlari yoki moslashuvchi deformatsiyalar natijasida vjudga keladigan Reley to‘lqinlari.

Bo‘ylama elastik to‘lqinlar bu muhit zarrachalarining xarakati to‘lqinning xarakat yo‘nalishida amalda oshiriladigan to‘lqinlardir.

Bu to‘lqinlar eng katta tezlikda tarqaladi. Cheksiz qattiq jismda ularning tarqalish tezligi:

$$\upsilon_{пр} = \sqrt{\frac{E(1-\mu)}{\rho(1+\mu)(1-2\mu)}}$$

tenglamadan aniqlanadi, bunda,

E – elastiklik moduli;

μ –Puasson koeffitsiyenti;

ρ – muxitning zichligi

Ko‘pchilik qattiq jismlar uchun Puassan koeffitsiyenti 0,16 – 0,25 chegaralarda o‘zgargani uchun; tenglama quyidagi sodda ko‘rinishni oladi.

$$\upsilon_{пр} = \sqrt{1{,}11\frac{E}{\rho}} = 1{,}05\sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

Olingan tenglama, agar ultratovush tezligi ma’lum bo‘lsa, materialning elastiklik modulini hisoblash uchun ham foydalanishi mumkin:

$$E = 1{,}11\upsilon_{пр}^{2}\rho$$

Ko‘ndalang to‘lqinlar yoki siljish to‘lqinlari – bu shunday to‘lqinlarki, bunda materialdagi zarrachalarning harakati yo‘nalishi to‘lqinning tarqalish yo‘nalishiga perpendikular holda tarqaladi. Ko‘ndalang to‘lqinlarning tezligidan taxminan ikki marta kam va quyidagi:

$$\upsilon_{поп} = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$$

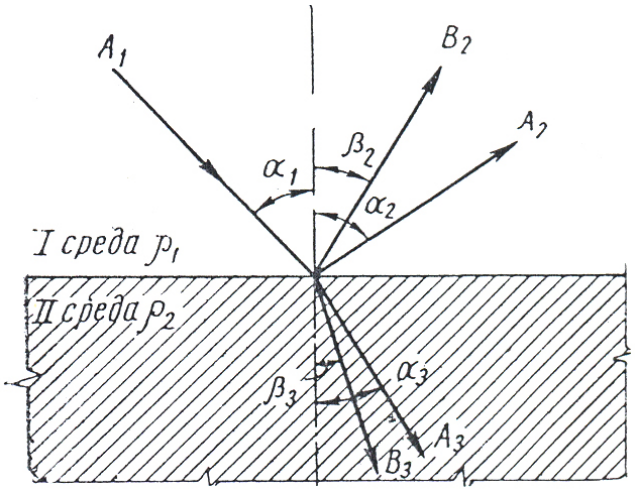
formuladan aniqlanadi, bu yerda: G- siljish moduli.

Elastiklik moduli *Y*, siljish moduli *G* va Puasson koeffitsiyenti quyidagi munosabat bilan bog‘langan:

$$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{E}{1+\mu}.$$

Bundan Puasson koeffitsiyenti ma’lum bo‘lganda va elastiklik moduli *Y* topilganda siljish moduli *G* ni doim aniqlash mumkin. Sirtiy to‘lqinlar yoki Releу to‘lqinlari suv sirtida vjudga keladigan to‘lqinlarga o‘xshab, to‘lqinning tarqalish tekisligida zarrachalarning ham bo‘ylama, ham ko‘ndalang ko‘chishlari bilan ifodalanadi. Bu to‘lqinlar tez so‘nadi va material ichiga birozgina kiradi. Qattiq jismlarda sirtiy to‘lqinlarning tarqalish tezligi ko‘ndalang to‘lqinlarning tarqalish tezligining taxminan 0,9 qismini tashkil etadi. Qattiq jismlarda yana ko‘ndalang sirtiy to‘lqinlar yoki Lyav to‘lqinlari kuzatilishi ham mumkin. Bunday to‘qinlar qattiq jism o‘zining fizik-mexanik xossalari bo‘yicha bir –biriga tegib turuvchi qatlamalar ko‘rinishdagi ikkita turli muhitdan iborat bo‘lgan holda vjudga keladi. Bu to‘lqinlar Releу sirt to‘lqinlariga qaraganda ancha katta tezlikda tarqaladi.

Elastik to‘lqinlarning qaytishi va sinishi. Elastik to‘qinlar qattiq jismning sirtida tarqalayotganda ular yorug‘lik nurlariga o‘xshab qaytadi va sinadi. Qaytganda energiyaning asosiy qismi qaytgan to‘lqinda to‘planadi, chunki qattiq jismning okustik qarshiligi havoning akustik qarshiligidan ancha katta. Agar akustik to‘lqin (bo‘ylama yoki ko‘ndalang) qattiq jismning sirtiga perpendikular tushsa, u holda ham qaytgan, ham o‘tuvchi (singan) to‘lqinlar tushayotgan to‘lqinga o‘xshash turda bo‘ladi. Elastik bo‘ylama to‘lqin ikki muhit chegarasiga burchak ostida tushayotganda yangi to‘rtta to‘lqin: ikkita qaytgan - bo‘ylama va ko‘ndalang va ikkita o‘tuvchi singan to‘lqinlar – bo‘ylama va ko‘ndalang to‘lqin hosil bo‘lib, to‘lqinlarning parchalanishi yuz beradi (7.1-rasm). Bunda tushuvchi va qaytgan bo‘ylama va ko‘ndalang to‘lqinlar uchun tushish burchagi qaytish burchagiga teng.



7.1- rasm. Ikki muhit chegarasida bo‘ylama to‘lqinning sinish va qaytish sxemasi:
A1-elastik bo‘ylama to‘lqin; A2V2 – qaytgan bo‘ylama va ko‘ndalang to‘lqin; A3V3 –singan o‘tuvchi bo‘ylama va ko‘ndalang to‘lqinlar.

Elastik to‘lqinlarning burchak ostida tushayotganda to‘lqinlarning sinishi va tushish hamda qaytish burchaklari hamda tezliklari orasidagi munosabatlar ushbu formula bilan ifodalanadi:

$$\frac{\sin\alpha}{c_1}=\frac{\sin\alpha_2}{c_2}=\frac{\sin\alpha_3}{c_{1,2}}=\frac{\sin\beta_2}{c_2}=\frac{\sin\beta_3^5}{c_{2,2}},$$

bu yerda: α_1 - bo‘ylama to‘lqinning tushish burchagi;

α_2 - bo‘ylama to‘lqinning qaytish burchagi;

α_3 - bo‘ylama to‘lqinning sinish burchagi;

β_2 - ko‘ndalang to‘lqinning qaytish burchagi;

β_3 - ko‘ndalang to‘lqinning sinish burchagi

s_1 - birinchi muhitda bo‘ylama to‘lqinning tezligi;

s_2 – birinchi muhitda ko‘ndalang to‘lqinning tezligi;

$s_{1,2}$ ikkinchi muhitda bo‘ylama to‘lqinlarning tezligi;

$s_{2,2}$ – ikkinchi muhitda ko‘ndalang to‘lqinlarning tezligi,

bunda $s_1 > s_2 > s_{1,2} > s_{2,2}$.

Elastik to‘lqin ikki muhitni ajratish chegarasiga tushganda uning energiyasi bu muhitlarning xossalari va akustik qarshiligiga bog‘liq holda qaytgan va singan to‘lqinlar orasida taqsimlanadi.

Muhitning akustik qarshiligi material zichligining elastik to‘lqinlarning bu materilda tarqalish tezligiga ko‘paytmasi bilan ifodalanadi.

A.S.Durasov va N.A.Krilovning bergan ma’lumotlariga ko‘ra beton tarkibiga kiruvchi asosiy materiallarning akustik qarshiliklari qiymatlari 7.1-jadvalda keltirilgan.

7.1-jadval

Material	**Akustik qarshilik**	
	ρs_1	**ρs_2**
Havo	4,1	-
Suv	$1{,}5\cdot10^5$	-
Granit	$7{,}5\cdot10^5$	$4\cdot10^5$
Kvars	$14{,}5\cdot10^5$	$8\cdot10^5$
Po‘lat	$39\cdot10^5$	$20\cdot10^5$
Sement tosh	$4\cdot10^5$	$2{,}4\cdot10^5$

Elastik to‘lqinlarning qattiq jismda tarqalish tavsifiga to‘lqinlar difraksiyasi ham, ya’ni to‘lqinlar to‘g‘ri chiziqligining uchrayotgan to‘siqlarni aylanib o‘tishi natijasida bo‘zilishi va to‘lqinlar energiyasining tarqalishi bilan bog‘liq boshqa hodisalar ham ta’sir ko‘rsatadi. Elastik to‘lqinlar dispersiyasi - elastik to‘lqinlar fazali tezligining (vaqt bo‘yicha cheksiz davom etadigan o‘zgarmas amplitudali alohida sinusoidal to‘lqin tezligining) ularning uzunligiga va tarqalish sharoitlariga bog‘liq holda o‘zgarishi hodisasi. Agar uzun to‘lqinli tebranishlar qisqa to‘lqinli tebranishlardan tezroq tarqalsa, u holda dispersiya me’yorida yoki geometrik bo‘ladi, agar qisqa to‘lqinli tebranishlar tezligi uzun to‘lqinli tebranishlarning tezligidan katta bo‘lsa, u holda anomal dispersiya bo‘ladi. Anomal dispersiya elastik tebranishlar elastik - qovushqoq-plastik muhitda (bunday muhitga beton ham kiradi) tarqalganda kuzatiladi. Betonda (tuzilishi bir jinsli bo‘lmagan materialda) elastik to‘lqinlarning tarqalishi yuqorida aytib o‘tilgan to‘lqinlarning qaytishi, sinishi, difraksiyasi va dispersiyasi jarayonlarining barchasida bir vaqtda kechadi, bu esa ular energiyasining ancha tarqalib ketishiga sababchi bo‘ladi.

Shuningdek, shuni ham ta’kidlab o‘tish lozimki, ultratovush to‘lqinlari qattiq jismlarda tarqalar ekan, ularda hech qanday o‘zgarishlarni vjudga keltirmaydi, chunki ularning o‘tishi bilan bog‘liq zichlanishlar juda kichik miqdorini tashkil etadi.

7.2. Ultrotovushli difektoskopiyaning asosiy usullari

Ultratovushli to‘lqinlar – bu chastotalari eshitilish chegarasidan ortuvchi (20 KGs dan yuqori) va to‘lqin uzunligi juda kichik moddiy muhitning elastik tebranishlaridir. Bu to‘lqinlar pyezoelektrik va magnitostriksion effektlardan foydalanish yo‘li bilan, shuningdek mexanik va termik usullar bilan hosil qilinadi.

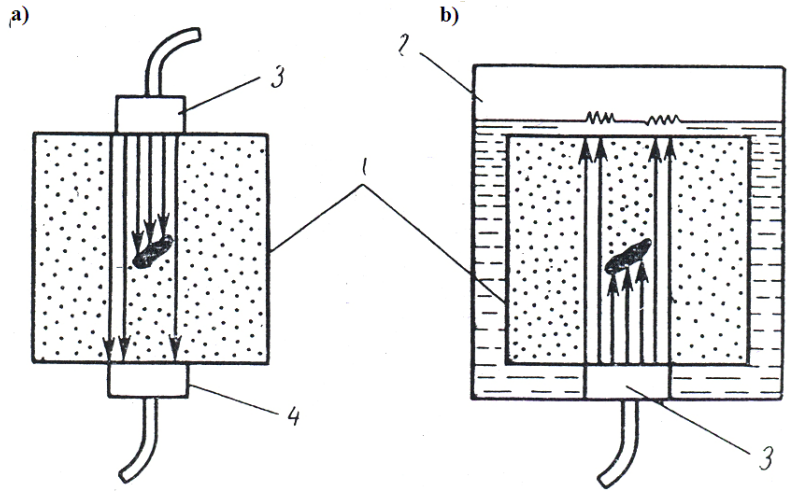
Ultratovushli defektoskopiyada pyezoelektrik va magnitostriksion effektlardan foydalaniladi.

Ultratovushli apparaturaning qayd qiluvchi parametrlariga bog‘liq holda bir qancha asosiy nazorat usullari farq qilinadi.

Bevosita *jaranglatish usuli* - boshqalardan ko‘ra ilgariroq ishlab chiqarilgan soyali usul bo‘lib, apparaturasining oddiyligi bilan farq qiladi va sanoatda materiallar va buyumlardagi ichki nuqsonlarni aniqlash uchun foydalaniladi. Usulning mohiyati shundan iboratki, bunda ultratovushli to‘lqinlar ichki nuqsoni mavjud bo‘lgan

sinalayotgan namuna orqali o‘tishda tarqalish, qaytishi va uchragan nuqsondan soya hosil qilishi mumkin.

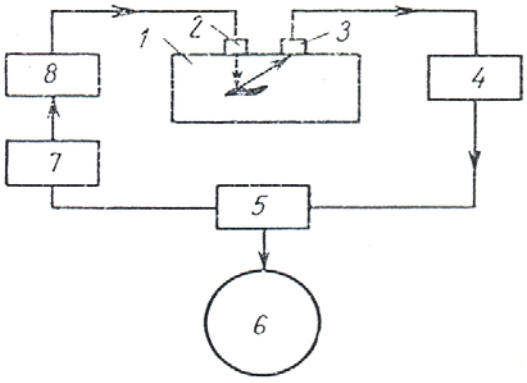
Nuqsonning soyasi namunaning qarama-qarshi tomonidan qabul qiluvchi shup tomonidan tutib olinadi va elektronnurli trubkada ravshanlikning o‘zgarishi bilan qayd qilinadi yoki moy sirti holati bo‘yicha ko‘zda ko‘rib qayd etiladi (7.2-rasm) Namunaning nuqsonli qismi o‘zidan to‘lqinlarni o‘tkazmaydi va namunaning qarama-qarshi tomonidan moyning tebranishni vujudga keltirmaydi.



7.2-rasm. Soya usuli bilan nuqsonlarni aniqlash sxemasi*: a- shup yordamida; b- moy yordamida;1- namuna; 2- moy solingan idish; 3- shup nurlagich; 4- qabul qiluvchi shup.*

Tebranishlar bevosita o‘tadigan soyali usulga asoslangan ultratovushli asboblar sinalayotgan namuna orqali uning strukturasi o‘zgarishiga yoki unda nuqsonlar mavjud bo‘lishiga bog‘liq holda o‘tgan tebranishlarning intensivligi amplituda o‘zgarishlarini qayd etadi.

Tebranishlarni qaytarish uslubi - exo – usul (aks – sado usuli) qurilish materiallari va mahsulotlarini nazorat qilish uchun juda keng foydalaniladi, soyali usulga qaraganda ancha katta sezgirlikka ega. Bu usul elastik to‘lqinlarning sinalayotgan buyumning nuqson joyidan qaytishga asoslangan va ikki parametrni – qaytgan signalning amplitudasini va bu signalning nuqsondan namunaning sirtigacha o‘tish yo‘li vaqtini bir vaqtda o‘lchashni ko‘zda tutadi (7.3.- rasm). Signalning o‘tish vaqti impulsli chastota-modullashgan va rezonans sistemalari yordamida o‘lchanishi mumkin. Defektoskopiyada impulsli sistemalar eng ko‘p tarqaldi.



7.3-rasm. Ultratovushli exo-defetoskopning blok sxemasi*:*
1-nazorat qilinayotgan buyum; 2-ultratovush nurlatgichi; 3-ultratovush qabul qilgichi; 4-kuchaytirgich; 5-vaqtni qayd qiluvchi qurilma; 6-elektronnurli trubka; 7-xronizator; 8-yuqori chastotali generator.

Rezonans usuli. Buyumlarning qalinligi ularga bir tomondan kirish mumkin bo‘lganda nazorat qilish uchun, shuningdek, materiallarda va buyumlarda korroziya yoki sovuq ta’sirida qatlamlarga ajralish va kuchsizlangan qismlar ko‘rinishidagi turli xil nuqsonlarni aniqlash uchun ultratovushli rezonans usuli keng foydalaniladi. Bu usulning mohiyati shundan iboratki, sinalayotgan buyumning chastotasi, to‘lqin uzunligi, qalinligi bilan to‘lqinning tarqalish tezligi o‘rtasida:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{2h}{n}$$

formula bilan ifodalanadigan ma’lum bir bog‘lanish mavjud,

bunda: λ - to‘lqin uzunligi;

c – to‘lqinning tarqalish tezligi;

f – chastota;

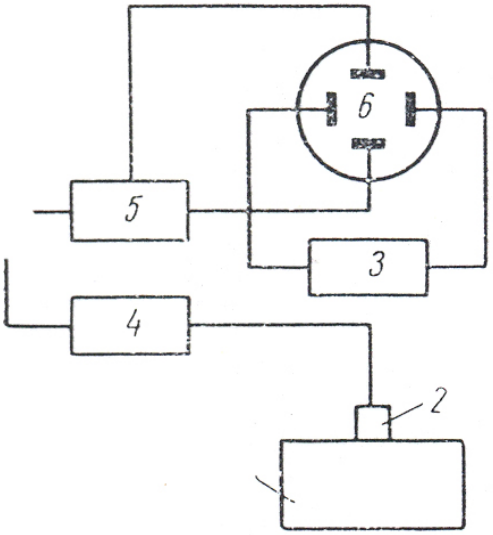
h – buyumning qalinligi;

n – butun son.

Ultratovush tebranishlari muhitning bo‘linish chegarasiga yetgandan so‘ng undan qaytadi va yana o‘zgartkichga tushadi (7.4-rasm). Agar ultratovushli tebranishlar chastotasi sinalayotgan buyumning xususiy chastotasi bilan bir xil bo‘lib qolganda rezonans yuz beradi, uning tavsifiga ko‘ra nuqsoning mavjudligi to‘g‘risida fikr yuritiladi. Nuqson mavjud bo‘lganda rezonans buyumning xususiy chastotasi bo‘yicha yuz beradi.

Erkin tebranishlar usuli erkin tebranishlarni amalga oshiruvchi qattiq jismning xossalaridan foydalanishga asoslangan. Tebranayotgan jismning tebranishlar davri va chastotasi so‘nish koeffitsiyenti kabi asosiy tavsiflari jismning parametrlariga, massasiga va boshqa fizik-mexanik xossalariga bog‘liq.

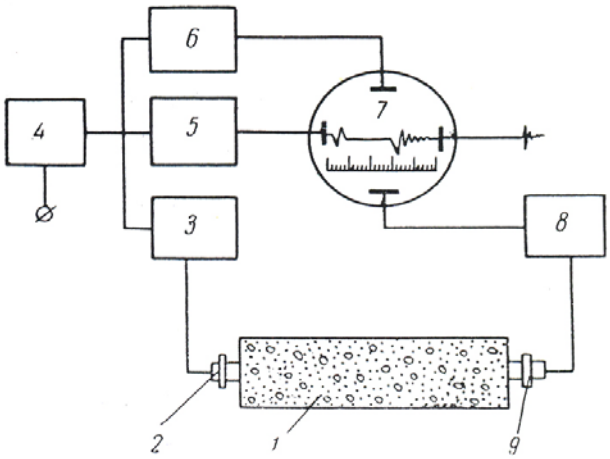
Nuqsoni bo‘lmagan buyum ma’lum tebranish parmetrlariga ega sistema sifatida qaraladi. Buyum materialning bir jinsliligini o‘zgartiruvchi nuqson mavjud bo‘lganda tebranish sistemasining parametrlari ham o‘zgaradi, ya’ni erkin tebranishlarning chastotasi va so‘nish koeffitsiyenti o‘zgaradi. Erkin tebranishlar usuli yelimlangan birikmalarni nazorat qilish uchun, shuningdek betonni sinashda foydalaniladi.



7.4-rasm. Ultratovushli rezonansli defetosokopning blok sxemasi: *1 nazorat qilinuvchi buyum; 2-ultratovush nurlatgichi; 3-yoyilmaning generatori; 4-chastotaviy modulyatsiyali avtogenerator; 5-kuchaytirgich; 6-elektronnurli trubka.*

7.3. Betonni sinashning impulsultratovushli usullari.

Impuls sinov asboblari betondagi strukturaviy o‘zgarishlarini va uning mustahkamligi bog‘liq bo‘lgan materialning boshqa xossalarini aniqlash uchun qo‘llaniladi. Ular betoning qotish jarayonini nazorat qilish uchun, betondagi va payvand choklardagi nuqsonlarni (yoriqlarni), yig‘ma konstruksiyalarni yaxlitlashtirishda (monolitlashda) choklar sifatini aniqlash uchun foydalanishi mumkin va h.k.



7.5-rasm Ultratovushli impulsli asbobning blok sxemasi: *1- beton elementi; 2-nurlatgich; 3- impulslar generatori; 4- ish boshlovchi generator; 5- kutuvchi yoyilma; 6-vaqt belgilari generatori; 7- elektorn nur trubka; 8- kuchaytirgich; 9- qabul qilgich.*

Beton sifatini nazorat qilishning usullari elastik to‘lqinlarning tarqalish tezligini va ularning yutilishi tavsiflarini aniqlashga asoslangan. Ultartovushli asbobning ishlash prinsipi (7.5-rasm) quyidagilardan iborat. Yuqori chastotali generator tomonidan uyg‘otiladigan ultartovushli impulslar davriy ravishda nurlatgichga uzatiladi, u yerda bu impulslar mexanik tabranishlarga aylantiriladi. Mexanik tebranishlar qalin beton orqali o‘tib, qabul qilgich (priyomnik)ka tushadi, unda elektr impulslarga aylantiriladi. Elektr impulslar kuchaytirgich orqali elektronnur trubkaga uzatiladi.

Impulsni beton elementining bir tomonidan uzatish va impulsni ikkinchi tomonidan qabul qilib olish paytlari ekranda sinusoidal ko‘rinishidagi signallar ekranda qayd etiladi. Ultratovushli to‘lqinlarning tarqalish jarayonini modellash maxsus elektron qurilma yordamida amalga oshiriladi.

Asbobda shuningdek vaqtni belgilovchi generator ham mavjud, uning yordamida elektronnurli trubka ekranida ma’lum vaqt oraliqlaridan so‘ng vaqt belgilarining vaqtincha shkalasi chiziladi. Vaqt belgilari miqdori bo‘yicha yoki impuls chetini kelgan signal bilan ustma-ust tushirish usuli bilan ultartovushning beton elementi orqali o‘tish vaqti (mikrosekund hisobida) aniqlanadi. Vaqt kattaligini va beton elementining o‘lchamlarini bilgani holda tezlikni: $c = \frac{l}{t}$ formula bo‘yicha aniqlanadi, bunda l - o‘lchash bazasi, mm; t - vaqt, mk sek.

Biroq, ultratovush tezligi kattaligi, agar dastlabki materiallarning xossalari oldindan ma’lum bo‘lganda va buyumlarni ishlab chiqarish texnologiyasi o‘zgarishsiz qolgan holdagina betonning sifatini tavsiflashi mumkin bo‘ladi.

Yanada aniqroq natijalar olish uchun va dastlabki materiallarning noma’lum xossalarida ultratovush to‘lqinlarining tezligidan tashqari ularning beton tomonidan tarqalish va yutilishi tavsiflarini aniqlash zarur.

Kompleksli ultratovushli impuls qurilmasi yordamida beton elementining uchta xarakteristikasini (tavsifini) aniqlash mumkin: elastik – ultratovushning tarqalishi tezligi bo‘yicha; noelastik – so‘nish koeffitsiyenti bo‘yicha va betonning strukturaviy bir jinsli emasligi darajasi bo‘yicha. Bu qurilmaning va boshqa ayrim ultravushli asboblarning tavsiflari 7.2- jadvalda keltirilgan.

«Impuls -1» ultratovush asbobi boshqa asboblardan shunisi bilan farq qiladiki, unda lampalar soni juda kam bo‘lib, 0,1 mksek oralatib dekadali, diskret tutilishdan foydalaniladi. Asbob ikki xil variantda ishlangan – elektron lampalarda va tranzistorda ishlovchi.

DUK – 20 ultratovushli asbobi shu turdagi asboblarning eng universali hisoblanadi, u betonni va boshqa qurilish materiallarini tebranishlar yuborish chastotasi va amplitudasi bo‘yicha katta oraliqda o‘zgaruvchi impulslar yordamida sinashga imkon beradi. Asbobda diskret tutilishi, shuningdek tebranishlarning so‘nishi o‘lchash qurilmasi mavjud.

7.2 jadval

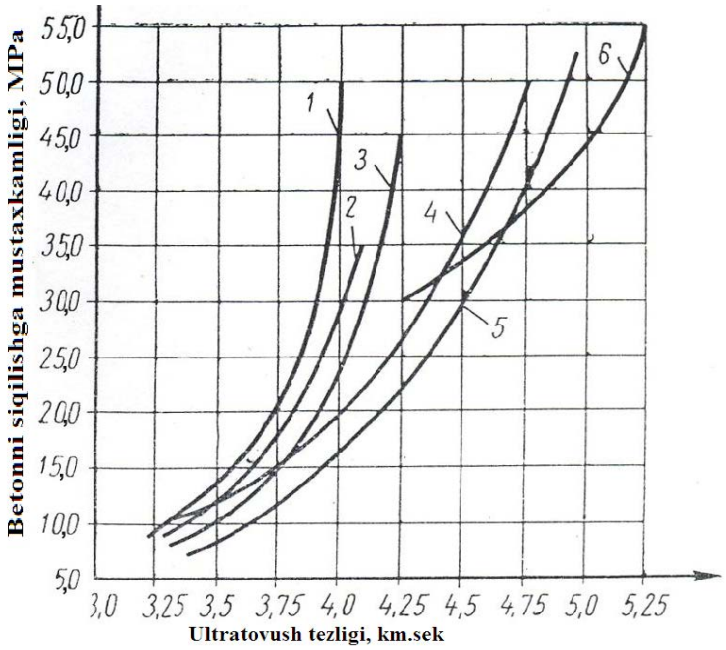
Ultratovushli asboblarning texnik tavsiflari

Asosiy ko‘rsatkichlar	**Asbob turi**				
	“Beton” NIIJB	**UKB-2**	**UP-4 NIISK**	**Impuls-1**	**DUK - 20**
Tovushning o‘tkaziladigan betonning qalinligi, m	0,1- 5	0,1 -12	0,1 - 12	0,6 - 10	0,05-6
Impulslar chastotasi, kgs	20-200	1-260	20-500	5-300	1-500
Impulslar amplitudasi, mm	150	250-500	300	400	250va500
Qabul qilingan signalni kuchaytirgich koeffitsiyenti	10^6	$1,2 \cdot 10^6$	10^6	$1,5 \cdot 10^6$	10^6
Asosiy vaqt belgilari, mksek	2	2	2-50	10	1
Qisqa vaqt belgilari	10 va 50	10,50,200	10,50,250	0,1;1,0	0,1;0,1;1,0
Iste’mol quvvati, vt	200	150	170	180	500
O‘lchamlari, sm	22x35x56	34x38x57 23x17x30	24x38x53	545-271x395	560x550x565
Massasi, kg	16,5	28 va 8	26,7	24,0	450

Ultratovush tezligiga ta’sir ko‘rsatuvchi omillar. Betonni ultratovushli impulsli usullar bilan sinashda ultartovushning tezligi va betonning mustaxkamligi orasidagi bog‘lanishga ta’sir ko‘rsatuvchi bir qator omillarni hisobga olish zarur. Dastavval bu bog‘lanishga: yirik to‘ldirgichning turi, uning yirikligi, g‘ovakliligi va tekshirilayotgan xajmi birligidagi mavjud foiz miqdori ta’sir ko‘rsatishni ta’kidlab

o‘tishi zarur. Ko‘psonli tadqiqotlar natijasida yirik to‘ldirgich miqdorining ortishi bilan ultratovushning tezligi ham ortishi aniqlangan.

Yirik to‘ldirgich turi ultratovush tezligiga katta ta’sir ko‘rsatadi (7.6-rasm). Shu munosabat bilan noma’lum shag‘alda tayyorlangan betonni sinash katta xatoliklarga olib keladi. Ultartovush tezligiga shuningdek to‘ldirgichlar sarfining sement sarfiga nisbati ham, shuningdek sementning turi va uning aktivligi ta’sir ko‘rsatadi. Temirbeton elementlarni tayyorlashning qabul qilingan texnologiyasi tezlik – mustahkamlik bog‘lanishiga katta ta’sir ko‘rsatadi. Bu bog‘lanish beton qorishmasini tayyorlash va zichlashtirish usullariga, qabul qilingan qotish rejimiga, betonning namligiga va betonning qotish jaryoni bilan bog‘liq boshqa omillarga qarab o‘zgarishi mumkin.



7.6-rasm. Shag‘al turining ultratovush tezligiga ta’siri; *1-qumlik; 2-ohaktosh; 3-granit; 4-dolomit; 5-afonit ohaktosh; 6-mustahkam dolomit.*

Betonning namligi ultratovushli tebranishlar natijalariga doimo anchagina ta’sir ko‘rsatadi, chunki ultratovushning suvda tarqalish tezligi havodagi tarqalish tezligidan ancha katta. Betonning aynan bir xil mustahkamligida suvda saqlanayotgan betonda ultartovushning tezligi havoda saqlanayotgan betondagidan ancha katta bo‘ladi. Ultartovushli sinovlar ko‘rsatkichiga sinalayotgan konstruksiyada armaturaning mavjudligi ham ta’sir ko‘rsatadi, chunki ultratovushning metalldagi tezligi betondagidan ancha katta bo‘ladi.

Shu munosabat bilan konstruksiyalarda sinovlarni armaturaning joylashishiga parallel yo‘nalishda o‘tkazish taqiqlanadi.

Temirbeton elementlarni ko‘ndalang yo‘nalishda sinashda esa ultratovushli impulslarning o‘tish yo‘lida joylashgan armaturaning mavjudligini hisobga olish kerak. Ultratovushli impulslar tezligiga tekshirilayotgan betonning isish temperaturasi ham ta’sir ko‘rsatish mumkin.

7.4.Betonni sinashning rezonans usullari

Rezonans usullari beton qorishmasining yaxshi zichlashtirilmaganligi, armaturaning beton bilan yaxshi ishlolmaganligi natijasida vujudga keladigan farron yoriqlar, nuqsonlarni nazorat qilishga imkon beradi, shuningdek temirbeton buyumlarning deformatsiyalanishini va yuk ko‘tarish qobiliyatini nazorat qilish uchun foydalanishi mumkin. Bu sinash usullari temirbeton elementining faqat sifati to‘g‘risida tasasavvur beribgina qolmay, balki ularning umuman konstruktiv tavsifini baholashga imkon beradi.

Temirbeton konstruksiyalarining nazorat qilishning rezonans usullari xususiy tebranishlar chastotasini o‘lchashga va ularning so‘nish xarakteristika (tavsif)larini aniqlashga asoslangan.

Statik va dinamik yuklanishlar ta’siri sharoitida ishlovchi temirbeton elementlar (to‘sinlar, progonlar, ustunlar, panellar va boshq.)da xususiy tebranishlar chastotasini va ularning so‘nish tavsiflarini aniqlash uchun egiluvchi tebranishlardan foydalaniladi. Egiluvchi tebranishlar chastotasi quyidagi:

$$f = 0{,}159\frac{\lambda^2}{l^2}\sqrt{\frac{EI}{mT_1}}\ \text{Gs},$$

formula bo‘yicha aniqlanishi mumkin, bunda: λ - tebranishlar tonini va tayanish tavsifini hisobga oluvchi koeffitsiyent; l - elementning uzunligi, sm; EI - keltirilgan bikrlik; m - pogonli massa; T_1 kesim balandligining oraliqqa nisbatiga va Puasson koeffitsiyentiga bog‘liq bo‘lgan tuzatish koeffitsiyenti, $T_1 \approx 1{,}02$.

Buyumning asosiy fizik–mexanik xossalarini ifodalovchi xususiy tebranishlar chastotasiga elastiklik moduli, inergiya momenti, buyumning pogon massasi, shuningdek, elementdagi armaturaning miqdori va joylanishi ta’sir ko‘rsatadi.

So‘nish tavsifiga ko‘ra (so‘nishning logarifmik dekrementi) beton namligining o‘zgarishini, mikroyoriqlarning mavjudligini, armaturaning beton bilan ilashishining buzilishini, shuningdek, betonni zichlashtirish va qotish rejimining buzilishi bilan yuzaga kelgan betondagi nuqsonlarni aniqlash mumkin. So‘nishning logarifmik dekrementi so‘nuvchi tebranishlar amplitudasining kattaligi bo‘yicha quyidagi:

$$\delta = \frac{1}{n} 1n \frac{A_i}{A_{i+n}} ,$$

formuladan aniqlanishi mumkin,

bu yerda: n- sikllar orasidagi davrlar soni; Ai, $Ai+n$ - tebranish amplitudalari bo‘lib, u amplituda rezonons cho‘qqisining eniga ko‘ra aniqlanadi:

$$\delta = \frac{\pi}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_1 - f_2}{f_0} ,$$

bu yerda: f_0 - tebranishlar rezonons chastotasi;

f_1 - rezonons chastotadan, katta chastota;

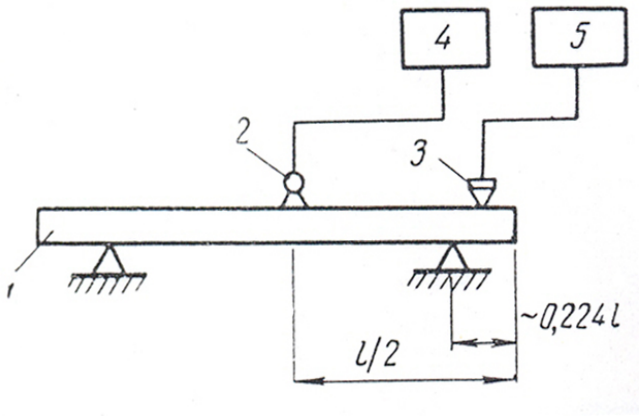
f_2 - rezonons chastotadan kichik chastota.

So‘nishning logarifmik dekrementi betonning yutilishi koeffitsiyentiga bog‘liq va $\delta = \frac{\psi}{2}$ bog‘lanish bilan ifodalanadi,

bunda: Ψ - yutilish koeffitsiyenti; me’yoridagi namlikka ega sifatli buyumlar uchun Ψ ni beton buyumlarga 0,25 ga teng qilib va temirbeton buyumlar uchun 0,35 – 04 ga teng qilib qabul qilinadi.

Har bir sinovdan oldin buyum sinchiklab o‘lchanadi, uning massasi va boshqa tavsiflari aniqlanadi. Buyum (mahsulot) uchlaridan oraliqning 0,224 ga teng kattalikka uzoqlashgan, kesimlari 10x10 sm bo‘lgan yog‘och ostqo‘ymalar ustiga erkin joylashtiriladi. Egiluvchi tebranishlarni uyg‘otish usuliga bog‘liq holda nazorat rezonons usuli bilan va so‘nuvchi tebranishlar usuli bilan amalga oshirilishi mumkin.

Nazorat qilishning rezonons usuli shundan iboratki, buyum oraligining o‘rtasiga o‘rnatilgan elektrodinamik uyg‘otgich yordamida so‘nmas tebranishlar uyg‘otadi (7.7-rasm).

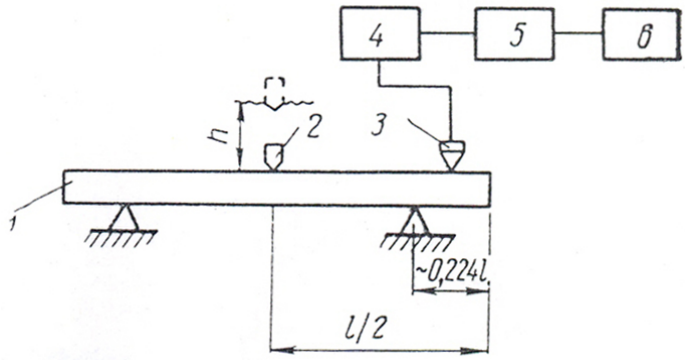


7.7-rasm. Rezonans usul bilan sinash sxemalari:
1-beton namuna; 2-tebranishlarni uyg‘otgich; 3-tebranishlarni qabul qilgich; 4-o‘lchov generatori; 5-tebranishlar rezonansi indikatori.

Tebranishlar uyg‘otgichidan ma’lum bir masofada qabul qilgich o‘rnatilgan bo‘lib, u buyumning tebranishlarini elektr signaliga aylantiradi, bu signal rezonons indikatoriga kelib tushadi.

Rezonons indikatori yordamida so‘nishning logarifmik dekrementi aniqlanadi, o‘lchash generatorining shkalasi bo‘yicha esa tebranishlar chastotasi aniqlanadi.

So‘nuvchi tebranishlar usuli (7.8-rasm) shundan iboratki, zarb beruvchi bolg‘a yoki moslama yordamida buyum oralig‘ining o‘rtasida zarba berib, bu bilan so‘nuvchi tebranishlar uyg‘otiladi. Bu tebranishlar avval qabul qilgichga, keyin tutilish bloki bo‘lgan shakllantiruvchi qurilmaga keladi. Shakllantiruvchi qurilmadan impulslar standart chastota generatoriga keladi va elektron o‘lchagich bilan o‘lchanadi.



7.8-rasm. So‘nuvchi tebranishlar usuli bilan sinash sxemasi:
1-beton namuna; 2-zarba beruvchi; 3-tebranishlarni qabul qilgich; 4-impulslarni shakllantiruvchi qurilma;5-standart chastota generatori; 6-elektorn chastota o‘lchagich.

Tebranishlar chastotasi: $f = \frac{N}{tn}$, formulaga ko‘ra aniqlanadi,

bunda, N – o‘lchanadigan tebranishlar davrlari soni;

t - standart chastota impulsi davrining davomiyligi;

n – standart chastota impulslari soni.

Nazorat qilishning rezonons usullari laboratoriya sinovlari uchun va ilmiy – tadqiqot ishlarini bajarishda keng qo‘llaniladi.

Rezonons sinovlari uchun apparatura sifatida amplitudaviy so‘nish o‘lchagich IAZ, ICHZ asbobi va boshqalardan foydalanish mumkin.

IAZ asbobi o‘lchash blokidan va kabel liniyali chiqarish elementlaridan iborat. Asbobning ishlash prinsipi quyidagidan iborat. Sinalayotgan elementda vibrator yordamida tebranishlar uyg‘otiladi, ular tovush qabul qilgich tomonidan tutib olinadi va elektr signallariga aylantirilib, ossillografning elektronnur trubkasida qayd qilinadi. Keyin uyg‘otuvchi tebranishlar chastotasining o‘zgarishiga ko‘ra sinalayotgan elementning rezonons chastotasi o‘rnatiladi. So‘nuvchi tebranishlar elektronnurli trubka ekranida oksillogramma ko‘rinishida qayd etiladi. So‘nish dekrementining qiymati amplitudalar nisbatining logarifmiga ko‘ra aniqlanadi.

7.5. Materialdagi turli xil nuqsonlarni aniqlash

Impulsli ultratovushli sinov usuli beton strukturasi (tuzilishi) va mustahkamlgining vaqt o‘tishi bilan va tashqi muhit ta’siriga bog‘liq ravishda o‘zgarishini uzoq muddatli kuzatishlardan keng foydalanilishi mumkin. Bu holda ko‘rsatishlarning tarqoqligi namunalarni sinashda olinadigan ko‘rsatishlarning tarqoqligidan ancha kam bo‘ladi, bundan tashqari ko‘p miqdordagi namunalarni uzoq vaqt saqlab turish amaliy jihatdan imkoni yo‘qdir.

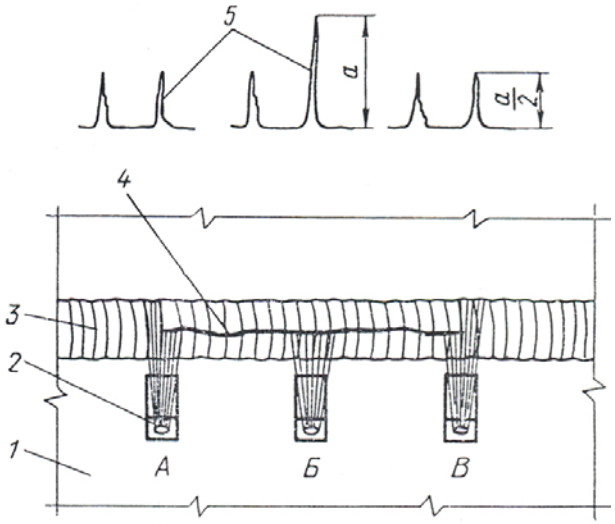
Temir beton konstruksiyalarda, yo‘l qoplamalarida va h.k. larda *yoriqlarning chuqurligini aniqlash uchun* ultratovush usulidan foydalanish mumkin. Sirtki yoriqlarning chuqurligi quyidagi: $h = \sqrt{\left(\frac{ct}{2}\right)^2 - l^2}$,formula bo‘yicha aniqlanadi,

bunda, c – tezlik; t – vaqt; l - o‘zggartkich va yoriq cheti orasidagi masofa.

Bunga o‘xshash sinashlar etalon namunalarni tayyorlash bilan birga olib borilib, ularda berilgan o‘lchamdagi yoriqlar o‘xshatib yasaladi.

Payvand choklarida nuqsonlarning o‘lchamlarini aniqlash. Aniqlangan nuqsonlar payvand chokida uzunligiga, yopish chuqurligiga va joylashish tavsifiga qarab tekshiriladi.

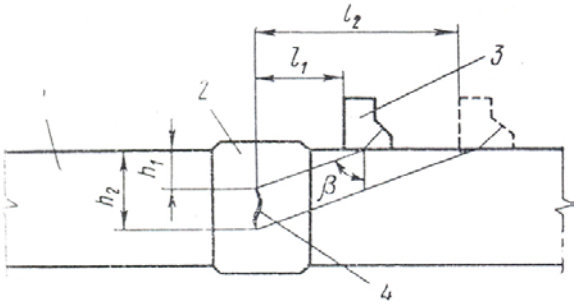
Yoriqlarning va yaxshi payvadlanmagan joylarning uzunligi quyidagi tarzda aniqlanadi (7.9-rasm). Chokka perpendikular ravishda turli xil holatlarda prizmatik shup o‘rnatiladi va uni chok bo‘ylab surib, bir vaqtda uni ikkala tomonga aylantirib, elektronnurli trubka ekrani kuzatiladi. Ekranda eng kata amplitudali signal paydo bo‘lganda shupni yana chok bo‘ylab to ekrandagi maksimal signal taxminan ikki marta kichraygan holat qayd qilinguncha o‘nga va chapga surib turiladi, shu joylarda yoriqning chegaralari belgilanadi. Agar aniqlangan nuqson notekis kesimga ega bo‘lsa yoki mayda gaz pufakchalaridan yoki shlakli kirishmalardan iborat bo‘lsa, u holda barcha nuqson to‘plamlarning umumiy o‘lchovi aniqlanadi.



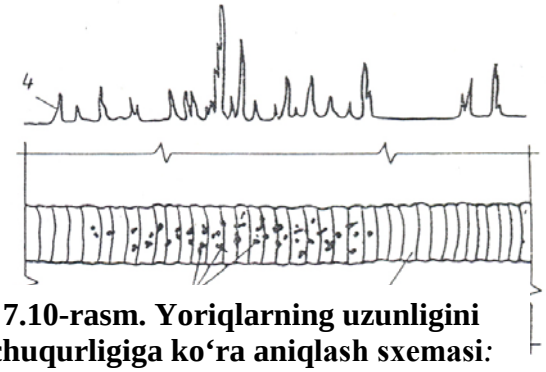
7.9-rasm. Payvand chokda yoriqlarning uzunligini yoki yaxshi payvandlanmagan joylarni aniqlash sxemasi:
1-buyum; 2-shup; 3-payvand choki;4-yoriq; 5-ekranda nuqsondan kelgan signal; A,B,V–shupning turlicha joylashtirish; a- amplituda.

Yoriqlarning joylashishi chuqurligini shuplarni chetki holatlarida, elektronnurli trubkadagi signat amplitudasi maksimal qiymatining yarmiga teng bo‘lgandagi ikkita o‘lchamlari farqiga ko‘ra aniqlanadi. Shup o‘rnatilgan chetki nuqtalar va chokdagi nuqsonlar o‘qi orasidagi masofani bilgan holda nuqsonning chokda joylashishi chuqurligi: $h = h_2 - h_1 = (l_2 - l_1)ctg\beta$ tenglamasidan topamiz.

Yoriqlar va yaxshi payvadlanmagan joylar ko‘rinishidagi nuqsonlar shup nuqsonga nisbatan to‘g‘ri burchak ostida joylashganda yanada aniqroq ko‘rinadi. Bu holda elektronnurli trubka zkranida ultratovushli nurning maksimal aksi hosil bo‘ladi. Shupning o‘rnatilishi va nuqson orasida burchak kamaytirilganda qabul qilinayotgan energiyaning miqdori kamayadi va elektronnurli trubka ekranidagi signal keskin tushib ketadi. Shupni o‘rnatilishining turli holatlarida ekranda gaz bo‘shliqlaridan shlakli kirishmalar ko‘rinishidagi nuqsonlar va dumaloq chegarali boshqa nuqsonlar ko‘rinadi. Agar chokdagi bo‘shliqlari va shlakli va shlakli kirishmalar to‘plamlar ko‘rinishida uchrasa, defektoskop ekranida bir nechta signal paydo bo‘ladi (7.10 - 7.11-rasm).



7.11-rasm. G‘ovakli chok sxemasi va uning ostsillogrammasi:
1-buyum; 2-payvand choki; 3-gaz g‘ovaklari va shlak kirishmalari;4-chok ostsillogrammasi.



7.10-rasm. Yoriqlarning uzunligini chuqurligiga ko‘ra aniqlash sxemasi*:*
1-buyum; 2-payvand choki; 3-shup; 4-yoriq; h–yoriqning chuqurligi; L- yoriq o‘qidan shupgacha masofa.



7.12-rasm. Mustahkamlikni nazorat qilish “Pulsar-1.1” ultratovushli asbob:
1 – elektron blok; 2 – adapter” 3 – protektorlar.

7.6. Yangi avlod ultratovush asboblari

Mustahkamlikni tekshirish uchun “Pulsar-1.1” ultratovushli asbob qurilish ob’yektlarida beton, g‘isht va boshqa materiallarning (GOST 17624, GOST 24332) mustahkamligi va zichligini nazorat qilishda, texnologik nazorat paytida, binolar va inshootlarni tekshirishda ultratovush tezligining anomal pasayishi bo‘yicha defektlarni aniqlash uchun mo‘ljallangan (7.12-rasm). Asbobning asosiy qo‘llanish sohalari:

-texnologik nazorat paytida beton mustahkamligini GOST 17624-87 “Betonlar.

Mustahkamlikni aniqlashning ultratovushli usuli” bo‘yicha, silikat g‘isht va toshlarning mustahkamligini GOST 24332 “Silikat g‘isht va toshlar. Siqilish paytida mustahkamlikni aniqlashning ultratovushli usuli” bo‘yicha aniqlashda, shuningdek binolar va inshootlarni tekshirishda, shu jumladan boshqa usullar bilan (zarbli-impulsli, sindirib ko‘chirib olish) qo‘shib olib borilgan tekshirishda;

-beton inshootlarida tezlikning anomal pasayishi bo‘yicha defektlarni qidirishda;

-sirt bo‘ylab tovush yordamida darzlar

huqurligini aniqlashda;

-kompozit materiallarning g‘ovakliligi, darzliligi va anizotropiyasini baholashda;

-elastiklik modulini va zichlikni aniqlashda;

-yo‘l qoplamalari sifatini nazorat qilishda.

Asbob menusiga kiritilgan nazoratlanadigan materiallarning asosiy turlari: beton (og‘ir va yengil), g‘isht, abrazivlar va foydalanuvchi tomonidan talab qilingan materiallar. Asbob o‘rtacha namunalarga yaqinlashtirilgan rostlash bilan ishlab chiqariladi va foydalanuvchi sharoitiga moslashtirib graduirovka-lashtirishni (mustahkamlik, zichlik, elastiklik modulini o‘lchashda) talab qiladi. Bundan tashqari, asbob graduirovkalashni o‘tkazish imkoni bo‘lmagan noma’lum tarkibli betonlarning mustahkamligini baholash uchun mos keladigan qat’iy berilgan tavsiflarga ega.

Datchik konstruksiyasi asbobning 120 mm li fiksatsiya qilingan bazada quruq kontakt (titan uchliklar) bilan ishlashini, ixtiyoriy bazada qurilish materialining sirti bo‘ylab, burchak bo‘yicha va orasidan o‘tgan tovush bilan tekshirishda quruq kontakt (titan uchliklar yoki poliuritan protektorlar) bilan ishlashini ta’minlaydi.

“Pulsar-1.0” asbobidan farqli o‘laroq, yangi asbob qo‘shimcha servis funksiyalarini bajaradi (darzlar chuqurligini aniqlash, noma’lum tarkibli beton mustahkamligini tekshirish), asbobda qo‘llanadigan katta grafik displey (160 * 160 nuqta) foydalanuvchiga yo‘l-yo‘riq ko‘rsatish tizimiga ega bo‘lgan yanada qulay menuni ishga solish imkonini beradi. Bundan tashqari, “Pulsar-1.1”ning gabaritlari va massasi ham kamroq. Yangi asbobda kompyuter va maxsus dasturlar yordamida materiallar nomlarini menuga dasturlash imkoniyati mavjud.

Asbob atrof muhit temperaturasi –10 dan +40^{0}S gacha bo‘lganda, maksimal namlik 25?S da namlik kondensatsiyasisiz 80% ni va undan past qiymatni ko‘rsatganda va atmosfera bosimi 86...106kPa ni tashkil qilganda ishlash uchun mo‘ljallangan.

Texnik tavsiflari:

-vaqtni o‘lchash diapazoni, mks.....5...9999

-tezlikni o‘lchash diapazoni, m/s.....1000...9999

-vaqtni o‘lchash diskretliligi, mks.....0,1

-vaqtni o‘lchashda yo‘l qo‘yiladigan absolut xato chegarasi,

bu yerda: t – ultratovushning tarqalish vaqti, mks.....$\Delta = \pm(0{,}01t+0{,}1)$

-sirt tomondan tovush bilan tekshirishda fiksatsiya qilingan

o‘lchashlar bazasi, mm.....120±2%

-o‘lchashlar bazasining berilgan diapazoni, mm.....20...9999

-qo‘zg‘alishning kuchlanishi, V:

-standart kuchlanishi.....450

-ko‘paytirish mumkin.....600 gacha

-ishchi tebranish chastotasi, kGs.....60 – 100

-natijalar xotirasi seriyalar,.....400x15

-iste’mol qilishi, mA:

-o‘lchashlar rejimida.....120

-yoritilgan holda.....200 gacha

-akkumulyatorlarni qo‘shimcha zaradlamay turib,

ishning davomiyligi, soat.....15 gacha

-elektron blokning gabarit o‘lchovlari, mm.....160x120x30

-qayta o‘zgartirgichlar (preobrazovatellar)ning gabarit

o‘lchovlari, mm.....Ø36x62

-elektron blok massasi, g.....320

-datchik massasi, g.....540

Asbobning asosiy funksiyalari:

-tovush bilan tekshirish usullari: orasidan o‘tib, sirt bo‘yicha;

-akustik kontakt turlari: konussimon uchlikka ega quruq kontakt; poliuretan protektorlarga ega quruq kontakt; kontakt surtma bilan;

-o‘lchash bazasi: ixtiyoriy, bunda asbobga bazaning qiymati kiritiladi (orasidan o‘tgan tovush bilan tekshirishda); o‘zgartirish imkoniyatiga ega fiksatsiya qilingan baza (sirt bo‘ylab tovush bilan tekshirish uchun);

o‘lchanadigan parametrlar: mustahkamlik, zichlik, elastiklik moduli, abrazivlarning tovush indeksi;

materiallarning asosiy turlari: beton (og‘ir, yengil), g‘isht (sopol, silikat), abrazivlar;

-asbob tarkibida yoritiladigan katta grafik displey bo‘lib, u matniy va grafik tasvirlarni shakllantiradi;

-foydalanuvchi asbob bilan menu tizimi orqali ishlaydi.

Kompyuterda ishlov berish dasturi o‘lchovlar natijalarini kompyuterga olib o‘tish, ularni saqlash, ko‘rib chiqish hamda hosil bo‘lgan massivdan keragini tanlab olish uchun mo‘ljallangan. Shuningdek bu dastur tanlab olingan materiallarni jadvallar va grafiklar ko‘rinishida ularning sanasi, ultratovush tezligi, beshta parametri (mustahkamlik, zichlik, g‘ovaklilik, ultratovush indeksi, darz chuqurligi) uchun variatsiya koeffitsiyenti ko‘rsatilgan holda bosib chiqarish imkonini beradi. Kopyuter dasturi yordamida foydalanuvchining o‘zi mustaqil ravishda kompyuter orqali asbob menusiga materiallarning nomlarini va ularning kalibrovkalovchi koeffitsiyentlarini berishi mumkin.

“Pulsar-1.2” ultratovush defektoskopi buyumlar va konstruksiyalarning defektoskopiyasini amalga oshirish, beton, g‘isht va boshqa materiallarning (GOST 17624, GOST 24322) mustahkamligini nazorat qilish uchun mo‘ljallangan. Bu asbob buyumlarni razbrakovka qilishda, ularning zichligi, g‘ovakliligi, darzliligi , anizatropiyasini baholashda qo‘llanishi mumkin. U konstruksiyani ishlab chiqarish va ishlatish jarayonida ularda defektlarning mavjudligi haqida axborot olish imkonini beradi. Asbob bajaradigan asosiy funksiyalar quyidagilardan iborat:

-displeyda A-signallarni olish va ularni ossillograf rejimida ishlashda tahlil etadi, shu jumladan ultratovush signalining dastlabki kirib kelish vaqti belgisini qo‘lda urnatish imkoniyati mavjud;

-ultratovush signalining dastlabki kirib kelish amplitudasi bo‘yicha vaqt belgisini avtomatik tarzda stabillashtiradi;

-avtomatik rejimda hamda A-signal bo‘yicha vaqtni korrektirovka qilish orqali sirt bo‘ylab va orasidan o‘tgan tovush bilan tekshirishda ultratovushning tarqalish vaqti va tezligini o‘lchaydi;

-“stop-kadr” rejimini amalga oshiradi;

-raqamli va analogli qurilma filtrlariga ega;

-avvaldan o‘rnatib olingan graduirovkalovchi modul bog‘liqliklari bo‘yicha materialning mustahkamligi, zichligi va elastiklik modulini, shuningdek abrazivlarning tovush indeksini o‘lchaydi;

-sirt bo‘ylab tovush bilan tekshirishda darzlar chuqurligini aniqlaydi;

-noma’lum tarkibli betonlarning mustahkamligini baholaydi;

-qabul qilinayotgan signallarni kompyuter xotirasiga yozadi va ularni vaqt lupasi rejimida ko‘rib chiqish imkonini beradi;

-30 ta turdagi material uchun individual graduirovkalarni o‘rnatish imkonini beradi;

-A-signali, o‘lchovlar natijalari, barcha ish parametrlari, vaqt va sana ko‘rsatilgan 400 ta nazorat protokoliga ega.

Asbob bir qator afzalliklarga ega bo‘lib, ularning asosiylari quyidagicha:

-qabul qilinayotgan signallarning vizuallashtirilishi;

-signallarni avtomatik tarzda va qo‘lda rostlash imkoniyatining mavjudligi;

-qabul qilinayotgan signallarning samarali filtratsiyasi;

-katta bazalarda sirt bo‘ylab va materialni teshib o‘tgan tovush bilan tekshirish imkoniyatining mavjudligi;

-zondlovchi impulslar qo‘zg‘alishida yuqori kuchlanish;

-o‘lchashlar natijalarini qo‘shimcha ishlash, arxivlash va hujjatlashtirish uchun USB-interfeysining va kompyuter dasturining mavjudligi.

Asbobning texnik tavsiflari:

-vaqtni o‘lchash diapazoni, mks.....5,0...$2\cdot10^4$

-vaqt o‘lchovining asosiy absolut xato chegarasi,

%, ko‘pi bilan…….....±(0,01t+0,1)

-qo‘zg‘alish kuchlanishi, V.....600 gacha

-ishchi tebranish chastotasi, kGs.....50...100

-elektron blok gabaritlari, mm.....160x120x30

-elektron bolk/datchik massasi, kg.....0,3/0,54

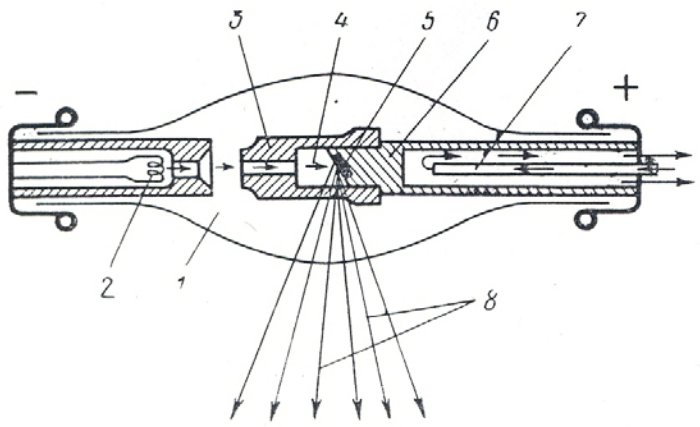
VIII BOB. RENTGEN VA RADIOMETRIK SINASH USULLARI

8.1. Rentgen va γ- nurlari to‘g‘risida umumiy tasavvurlar

Rentgen nurlari elektromagnit nurlanishlarning bir ko‘rinishidir. Rentgen nurlari va ularga yaqin bo‘lgan γ-nurlar ko‘rinadigan yorug‘likdan shu bilan farqlanadiki, ular ko‘rinadigan yorug‘lik kvantlarni energiyasiga qaraganda yuz ming marotaba katta kvant energiyasiga ega. Bu nurlar kvantlarning yuqori energiyasi tufayli sanoat defektoskopiyasida juda qimmatli hisoblangan xossalarga-optik noshaffof bo‘lgan ancha qalin materiallardan o‘ta olish xossasiga ega bo‘ladilar.

Rentgen nurlari to‘g‘ri chiziq bo‘ylab $3 \cdot 10^{10}$ sm/sek tezlikda tarqaladi.
Yuqori singib o‘tish qobiliyatiga ega bo‘lib, bu nurlar metal va nometall buyumlar orqali bemalol o‘tadi, fotoplostinkaga ta’sir ko‘rsatadi va ba’zi moddalarning yorishishiga sababchi bo‘ladi.

Rentgen nurlarining manbai rentgen trubkasi bo‘lib, u ichidan havosi so‘rib olingan shisha ballondan iborat (8.1- rasm). Ballonga ikkita elektrod – katod va anod kavsharlangan. Katod sifatida fokuslovchi idishga mahkamlangan yupqa volorom spiral qabul qilingan; anod sifatida valfrom plastina xizmat qilib, u trubka o‘qiga nisbatan 45^0 burchak ostida joylashgan va sovutuvchi suyuqlikni keltirish uchun ichida kanali bo‘lgan ichi bo‘sh mis strejenga mahkamlangan.



8.1-rasm. Rentgen trubkasining sxemasi: *1-shisha ballon; 2-katod-volfram spiral; 3-anodli g‘ilof; 4-elektornlar oqimi; 5-volfram plastinka; 6-anod; 7-sovutuvchi suyuqlikni keltirshiuchun quvur; 8-rentgen nurlari dastasi.*

Katod spirali ta’minlash manbaiga ulanadi. Elektr toki o‘tganda katod spirali qiziydi va erkin elektronlar chiqara boshlaydi (termoelektron emissiya hodisasi). Bu vaqtda trubka elektrodlariga yuqori kuchlanish uzatiladi, uning ta’sirida erkin elektronlar musbat zaradlangan anod tomon xarakatlanadi. Katoddan tez uchib chiqayotgan elektronlar anod materiallari bilan to‘qnashadi va keskin tormozlanish natijasida ularning kinetik energiyalarining bir qismi rentgen nurlanishiga aylanadi.

Anod atrofida elektronlarning tormozlanishi bir xilda ro‘y bermaydi. Elektronlarning katta miqdori tormozlanishda o‘z kinetik energiyasini to‘la issiqlik energiyasiga aylantiradi, va butun elektronlar oqimidan energiyaning faqat kichik qismi rentgen nurlanish energiyasiga aylanadi.

Trubka elektrodlaridagi kuchlanish qanchalik yuqori bo‘lsa, elektronlarning harakatlanish tezligi va ularning kinetik energiyasi shunchalik katta bo‘ladi. Rentgen nurlarining intensivligi vaqt birligi ichida anod atrofida tormozlanuvchi elektronlar miqdori bilan belgilanadi. Anod materialining atom og‘irligi qancha yuqori bo‘lsa va trubkadagi kuchlanish qanchalik yuqori bo‘lsa, u xolda rentgen nurlari generatsiyasining samaradorligi shuncha yuqori bo‘ladi. Rentgen nurlanishining minimal to‘lqin uzunligi kvantning maksimal energiyasiga mos keladi.

Qisqa to‘lqinli yaxlit spektrning rentgen nurlanishlari – bikr, uzun to‘lqinli rentgen nurlanishlari esa – yumshoq deyiladi. Katodda spiralning cho‘g‘lanishini va trubkaninig elektrodlaridagi kuchlanishni tartibga solish yo‘li bilan turli initensivlikdagi va bikrlikdagi rentgen nurlanishlari hosil qilinadi.

Radioaktiv nurlanishlarning turlari. Ayrim kimyoviy elementlar yadrolarining yemirilishida hosil bo‘ladigan barcha radiaktiv nurlanishlar zaradlangan yadro zarrachalarini, elektromagnit va elektr neytral nurlanishlarini ifodalaydi.

Zaradlangan yadroviy zarrachalarga elektronlar, pozitronlar, deytronlar, α - zarrachalar, protonlar va boshqa, elektromagnit nurlanishlariga esa γ- kvantlar kiradi.

α – nurlanishlar materiallarda juda kam singib o‘tish qobiliyatiga ega.

β – nurlanishlar radioaktiv yemirilishda yuzaga keladi va atom yadrosining yorig‘lik tezligiga yetadigan juda katta tezlikda chiqarayotgan elektronlardan iboratdir. β – zarrachalar modda bilan to‘qnashganda modda atomining yadrolari va elektronlari bilan o‘zaro ta’sirlashadi. β – zarrachalarining atomdagi elektronlar bilan to‘qnashishi bu zarrachalar energiyasining modda atomlarini ionlashtirishga yo‘qotilishini yuzaga keltirsa. β – zarrachalarning yadrolar bilan to‘qnashishida esa tormozlovchi rentgen nurlanishi vjudga keladi.

γ – nurlanish elementlarning radioaktiv yemirilishida atom yadrosi chiqaradigan kvont nurlanishdan iboratdir. O‘nlab million elektron - valtga yetadigan juda katta energiyasi tufayli γ - nurlar juda katta singib o‘tish qobiliyatiga ega, bu esa ularni sanoatning turli tarmoqlarida materiallarning fiziko–mexanik xossalarini

tekshirish uchun foydalanishga imkon beradi. γ – nurlar o‘z tabiatiga ko‘ra rentgen nurlariga o‘xshaydi, ular na elektr, na magnit maydonda og‘maydi.

γ – nurlanishlar manbalari. Qurilishda qo‘llaniladigan radioaktiv manbalar γ - nurlanishlar energiyasiga bog‘liq holda uch guruxga bo‘linadi: energiyasi 1 Mev atrofida bo‘lgan bikr nurlanishli manbalar, energiyasi 0,3- 0,7 Mev bo‘lgan o‘rtacha bikrlikdagi manbalar va energiyasi 0,3 Mev dan kam bo‘lgan yumshoq nurlanishli manbalar.

Ayrim radioaktiv izotoplarning asosiy tavsiflari 8.1.- jadvalda berilgan.

8.1– jadval

Element	**Izotop**	**Yarim yemirilish davri**	**β-zarrachalarning maksimal energiyasi, Mev**	**γ-kvontlar energiyasi, Mev**
Kobalt	So60	5,3 y.	0,39	2,168
Seziy	SS137	33 y.	1,17	0,661
Iridiy	Iz^{192}	74,3 kun	0,673	1,06
Tuliy	Tu^{170}	130 kun	0,97	0,084
Yevropiy	Eu^{152}	12,7 y.	1,49	1,405

Radioaktiv nurlanishlar manbalarining asosiy xarakteristikalari tavsiflari **zarrachalar** energiyasi, yarim yemirilishi davri va faollik hisoblanadi. Yadro zarrachalari elektromangit nurlanish va kvanitlari energiyasi elektron – voltlarda (ev) o‘lchanadi. Elektron – volt – elektronlarning 1 v ga teng patensiallar ayirmasidan o‘tishi natijasida olgan energiyasidir.

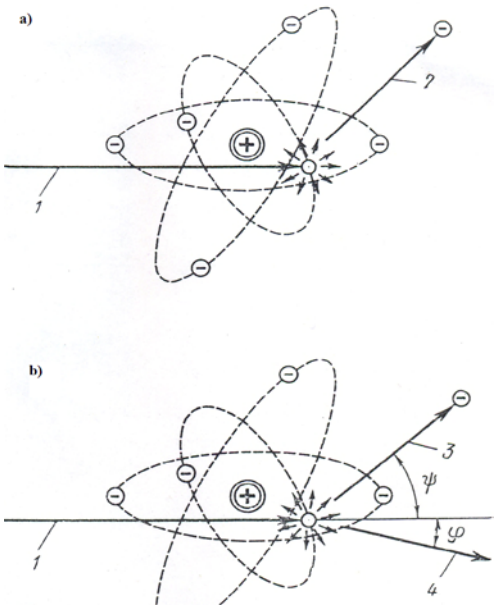
Nurlanish oqimi zichligi vaqt birligi ichida birlik yuza orqali o‘tuvchi elektromagnit nurlanishlarining zaradlangan zarrachalari yoki kvantlari soni ifodalanadi va α / sek m^2 yoki γ /sek. m^2 da o‘lchanadi. Nurlanish intensivligi nurlanish yo‘nalishiga perpendikular joylashgan yuza birligiga 1 sekund ichida nurlanishda hosil bo‘ladigan energiya bilan ifodalanadi va vt/m^2 da o‘lchanadi.

Rentgen va γ- nurlarining modda bilan o‘zaro ta’siri. Ionlashuvchi nurlanishlarning biror muhitdan o‘tishida ularning kvantlari muhit moddasi bilan o‘zaro ta’sirlashadi, buning natijasida energiya va ular xarakatining yo‘nalishi

o‘zgaradi, ya’ni ular sochilishi, yutilishi va modda bilan o‘zaro ta’sirlanishining boshqa jarayonlari bilan birga ketishi mumkin.

γ - kvantlarning 5 Mev dan ortmaydigan energiyasida ikki asosiy jarayon fotoelektrik yutilishi va kompton sochilishi (Komptonning sochilish nazariyasiga muvofik, 8.2. - rasm) o‘rinlidir.

Fotoelektrik yutilishi shunday bir jarayoni ifodalaydiki, bunda γ – kvantning butun energiyasi atomning elektron qobig‘idan elektronni urib chikarishida sarflanadi. Bunday hodisa, agar γ – kvant energiyasi elektronning atom elektron qobig‘idagi bog‘lanishi egergiyasidan ortiq bo‘ladigan sharoitda kuzatilishi mumkin. Urib chiqarilgan elektron atomning elektron qobig‘idan γ – kvant va elektronnning atomdagi bog‘lanish energiyasi orasidagi farqiga teng energiya bilan uchib chiqadi, bo‘shagan qobiq esa eng yaqin turgan tashqi elektron bilan to‘ldiriladi.



8.2-rasm. γ -kvantlarning modda bilan o‘zaro ta’sir jarayonlari sxemasi:
a-fotoelektrik yutilish; b-komton sochilish; 1- γ - kvant; 2-urib chiqarilgan elektorn; 3-komton elektorni (qaytarish elektorni; 4-sochilgan γ -kvant.

γ – kvantlarning o‘zaro ta’siri ko‘p jihatdan yadroga yaqin qobiqdagi elektronlar bilan yuz beradi va fotoelektrik yutilishning chiziqqli koeffitsiyenti orqali ifodalanadi: $\tau = cz^m\lambda^n$, bu yerda: S – γ – kvantning tezligi; z – elementning tartib raqami;

λ – to‘lqin uzunligi; m,n – nurlanish energiyasini hisobiga olgan holda aniqlanilgan koeffitsiyentlar.

γ - nurlarning Kompton sochilishi elastik sharlarning to‘qnashishiga o‘xshash γ - kvantlarning modda atomlari elektronlari bilan elastik to‘qnashishi kabi qarab chiqiladi. γ - kvant juda katta tezlikda atom elektroniga o‘riladi, energiyasining bir qismini yo‘qatadi va urilishi natijasida dastlabki yo‘nalishdan og‘adi. Bunday γ - kvant endi sochilgan γ - kvant deyiladi.

γ - kvant energiyasining ma’lum bir qismini olgan elektron atomlar uchib chiqadi va kompton yoki qaytarish elektroni deb ataladi.

γ - kvantlarning muhit bilan o‘zaro ta’sirlanuvchi energiyaning va xarakat miqdorini saqlanish qonunlariga rioya qilingan xolda yuz beradi.

γ - kvantlar dastlabki yo‘nalishlarga nisbatan 0 dan 180^0 gacha istalgan burchakka tarqalgan bo‘lishi mumkin. Sochilish burchagining ortishi bilan sochilgan kvant energiyasi kamayadi va aksincha. Sochilgan γ - kvant energiyasi quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$E_p = h\nu \frac{h\nu_0}{1 + \frac{h\nu_0}{m_0 c^2}(1 - \cos\varphi)},$$

bunda, $h\nu$ – sochilgan γ - kvant energiyasi;

$h\nu_0$ – γ - kvantning boshlang‘ich energiyasi;

φ – γ - kvantning sochilish burchagi;

m_0c – elektronning tinchlik energiyasi u 0,51 Mev ga teng.

Sochilgan γ - kvant ikkinchi marta boshqa bir elektron bilan to‘qnashishi mumkin, bunday xolda u o‘z energiyasining yana bir qismini yo‘qotadi va o‘z yo‘nalishini yana o‘zgartiradi, va h.k.

γ - kvantlar urib chiqarayotgan kompton elektronlari deyarli to‘g‘ri burchak ostida otilib chiqadi va uncha katta bo‘lmagan energiyaga ega. γ - kvantlarning modda bilan o‘zaro ta’sirlashuvi boshqa turli xil jarayonlar, masalan, «elektron - pozitron» juftlarining hosil bo‘lishi bilan birga kechadi.

8.2. Nurlanishlarni qayd etish usullari

Ionlovchi nurlanishlarni qayd etish uchun nurlanishlar nurlantirilayotgan muxit bilan o‘zaro ta’sirlashuvida birga kechadigan ionizatsion, issiqlik, fotokimyoviy va boshqa o‘zaro ta’sirlarga asoslangan bir qancha usullar mavjud.

Nurlanishlarni qayd etishning radiografik va ssintillyatsion usllari eng keng tarqaladi.

Nurlanishlarni qayd etishning radiografik usuli ionlovchi nurlanishlarning fotokimyoviy ta’siriga asoslangan. Agar nurlanishlar fotografik plyonkaga yo‘naltirilsa, u holda ular uning emulsiyasiga yorug‘lik kabi ta’sir qiladi. Plyonka emulsiyasidan o‘tib, ular bromli kumush molekulalarni ionlaydi va plyonkaning yorig‘lik sezgir qatlamida fotoelektronlarni va qaytarish elektronlarini xosil qiladi.

Fotoelektronlar bromli kumush donalari bilan o‘zaro ta’sirlashib kumush atomlarini hosil qiladilar, ular plyonkani ochiltirilish jarayonida ko‘rinmas ta’svirning kuchaytirilishiga imkon beradi. Ochiltirilgandan so‘ng plyonkada qorayishi zichlanishi nurlanish intensivligi va nurlanishlarning plyonkaga ta’sir qilishi vaqtiga proporsional bo‘lgan qoraygan joylar hosil bo‘ladi.

Nurlanishlarni qayd etishning ionizatsion usuli. Nurlanishlarning oldindan ma’lum modda orqali o‘tishida ular hosil qiladigan ionlarni qayd etishga asoslangan. Bunday modda sifatida gazdan foydalanilib, u bilan cheklangan berk xajm – nurlanish detektori to‘ldiriladi. Tuzilishi, vazifasi va ishlash tartibiga ko‘ra ionizatsion gaz detektorlari ionizatsion kamera, proporsional yoki gazrazrad schotchiklari (hisoblagichlari) ko‘rinishda bo‘lishi mumkin (Geyger – Myuller hisoblagichi).

Gazrazrad hisoblagichi past bosimda argon yoki ikki atomli va ko‘p atomli gazlar aralashmasi bilan to‘ldirilgan shisha yoki metall ballondan iborat (8.3 - rasm). Hisoblagichda anod vazifasini uning balloni o‘qi bo‘ylab tortilgan ingichka volfram tola bajaradi. Katod sifatida hisoblagichning alyuminli, misli yoki po‘lat silindrik ballondan (korpus) foydalaniladi.

Shisha ballonli hisoblagichlarda ballonning ichki tomoni o‘tkazuvchi mis yoki volfrom qatlami bilan qoplanadi yoki yupqa metal silindr o‘rnatiladi. Hisoblagichning ishga tayyorlash shundan iboratki, uning elektrodlariga gazni ionlashtirish jarayonini quvvatlab turish uchun zarur elektr maydonini yaratilishni ta’minlashi mumkin bo‘lgan potensiallar ayirmasi beriladi. γ - nurlarning hisoblagich katodiga tushishi natijasida undan elektron elektrmaydon ta’sirida tezlanish oladi va gaz zarrachalari bilan to‘qnashib, uni ionlashtiradi. Hisoblagichda razrad yuz beradi. Tok razradi o‘tkanda kuchlanish impulsi qayd etiladi.

Hisoblagich elektrodlaridagi potensiallar ayirmasi yanada oshirila borganda hisoblagich hajmi ichidagi gaz ionizatsiyasi ancha ortadi, chunki katoddan urib chiqarilgan barcha xamma elektronlar hisoblagichdagi gazning butun xajmini ionlashtiradi. Bu xolda hisoblagich ishlagandagi tok impulslari maksimal bo‘ladi, ish sohasi esa hisoblagichning plato sohasi deb ataladi.

Gazrazrad hisoblagichlar vazifasiga, tuzilishiga, qayd etish usuliga va gaz bilan to‘ldirilish turiga ko‘ra tasniflanishi mumkin.

Nurlanishlarni qayd etishning ssintillyatsion usullari lyuminesssensiya hodisasiga, ya’ni ayrim moddalarning ionizatsion nurlanishlar energiyasini ko‘rinadigan yorug‘likka aylantirish hossasiga asoslangan.

Ssintillyatsion hisoblagich ssintillyator (biror lyuminiforning kristali)dan va fotoelektron ko‘paytgich (FEK) dan iborat bo‘lib, ssintilyatorda nurlanishlarning kinetik energiyasi turlicha intensivlikdagi yorug‘lik kvontlariga aylanadi. FEK yorug‘lik chaqnashlarini elektr impulslariga aylantiradi, bu impulslar keyin bir necha million marta kuchaytiriladi.

Elektr impuls ampitudasi yutilgan ionlovchi zarracha yoki ionlovchi nurlanish kvanti energiyasiga proporsional. Rentgen yoki γ - nurlanishini bevosita almashtirish uchun ustiga fluoressilovchi modda – lyuminofar qatlami qoplangan yo‘g‘on qo‘rg‘onishli shishadan tayyorlangan fluoressirlovchi ekranlar qo‘llaniladi. Rentgen va γ - nurlanishning fotografik ta’sirini kuchaytirish uchun kuchaytiruvchi fluoressirlovchi ekranlardan foydalaniladi, ular ionlovchi nurlanish kvantlarini ko‘rinadigan yoki ultrobinofsha yorug‘lik kvantlariga aylantiradi.

Kuchaytiruvchi ekranlar yupqa plastmassa assosdan iborat bo‘lib, unga yupqa lyuminafor qatlami qoplanadi. Kuchaytiruvchi ekranlar radiografiyada qo‘llaniladi, chunki materiallarini yoritishda ekspozitsiya vaqtini qisqartirishga imkon beradi.

8.3. Radiotsion defektoskopiya usullari

Radiotsion defektoskopiyaning asosiy turlariga rentgenodefektoskopiya, γ - defektoskopiya, neytron defektoskopiya va radiotsion qalinlik o‘lchash kiradi.

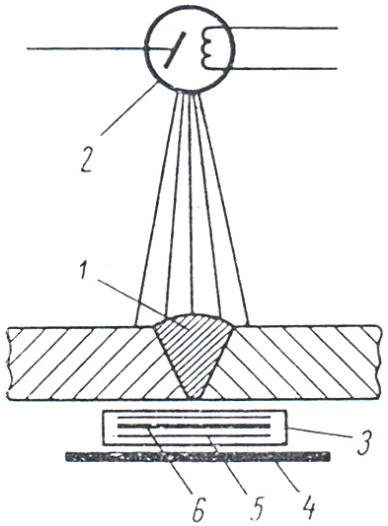
Rentgeno - va γ-defektoskopiya ionlovchi nurlanishlar sinovini o‘tkazishning va qayd etish usullarining umumiy uslubiyotiga ega va bir biridan ionlovchi nurlanishlarning faqat foydalanilayotgan manbalari bo‘yicha farqlanadi.

Rentgeno–defektoskopiya – qurilish materiallari va buyumlarida ularni rentgen nurlanishlarini qayd etish usullariga bog‘liq holda rentgeno defektoskopiyaning bir nechta usullari ajratiladi; rentgennografik, kserografik, rentgenoskopik va radiometrik.

Rentgenografik usul - nuqsonini rentgen plyonkasi yordamida aniqlashga asoslangan. Fotosuratni olish uchun tekshirilayotgan materialning bir tomoniga

rentgen nurlari manbai joylashtiriladi (8.4.- rasm), ikkinchi tomoniga rentgen fotonplyonkasi bo‘lgan kasseta qo‘yiladi.

Rentgen nurlari material ichidan singib o‘tib, fotoplyonkaga ta’sir ko‘rsatadi, bunda bu ta’sir materialning zichligiga bog‘liq holda turlicha bo‘ladi. Nuqsonli joylarda (bo‘shliqlar, yoriqlar va h.k.) nurlarning sinib o‘tish qobiliyati materialning nuqsonsiz qismlariga qaraganda yuqori bo‘ladi, binobarin, plyonkada qorayish darajasi bir xil bo‘lmagan joylar paydo bo‘ladi. Qoraygan joylarning mavjudligi va qorayish darajasiga ko‘ra aniqlangan nuqsonlarning tavsifi va o‘lchamlari to‘g‘risida fikr yuritiladi.



8.4-rasm. Payvand chokni fotoplyonkaga fotosuratga olib rentgan nurlari bilan yoritish sxemasi:
1- payvand chok; 2- rentgen trubkasi; 3- kasseta; 4- himoya qiluvchi qo‘rg‘oshin plastinka; 5- kuchaytuvchi ekran; 6- fotoplyonka.

Qorayish darajasi maxsus asboblar – mikrofotometrlar yordamida optik zichlik birliklarida aniqlanadi:

$$D = \lg \frac{S_0}{S}$$

bunda, S_0 – plyonkaning yoritilmagan joyidan o‘tuvchi, mikrofotometr tomonidan qayd etilgan, yorug‘lik miqdori;

S – plyonkaning qoraygan joyidan o‘tuvchi, mikrofotometr tomonidan qayd etilgan, yorug‘lik miqdori.

Fotosuratga olish usulida nurli nuqsonlarni aniqlashga fotosuratlarning sezgirligi yorug‘lik nuri o‘tkazilayotgan materialning turiga va qalinligiga, yoritilish

sxemasiga va nurlanish bikrligiga va ta’sir qilish darajasiga va boshqa omillarga bog‘liq.

Rentgenografik sinash usuli sezgirligi yuqoriligi va sinashlar uslubi oddiyligi bilan ajralib turadi, ammo uning unumdorligi ancha past.

Kserografik usul, ya’ni «quruq fotografiya» usuli rentgen tasvirini qayd etishning eng istiqbolli usullaridan biridir. Bu usul yarim o‘tkazgichlarning zaradlangan qatlami nurlantirilganda ularning sirtida yashirin elektrostatik tasvir paydo bo‘lishiga asoslangan. Bu tasvir biror elektrlangan kukun bilan ochiltiriladi. Kserografik nazorat usulining asosiy elementlari kserografik plastinka va ochiltiruvchi kukun hisoblanadi. Kserografik qatlamlar olish uchun plastinkalarda qarshiligi kamida 10^{12} om/sm bo‘lgan fotoyarimutkazgichlar – selen, ruh oksidi, oltingugurt, qadmiy sulfidi va boshqalardan foydalaniladi.

Selen va ruh oksidi eng ko‘p tarqalgan. Metall plastinkaga selen qoplash vakumida bo‘g‘lantirish bilan amalga oshiriladi. Kserografik plastinada rentgen tasvirini hosil qilish uchta operatsiyadan iborat: fotosezgir qatlamni zaradlash, eksponirlash va tasvirini ochiltirish.

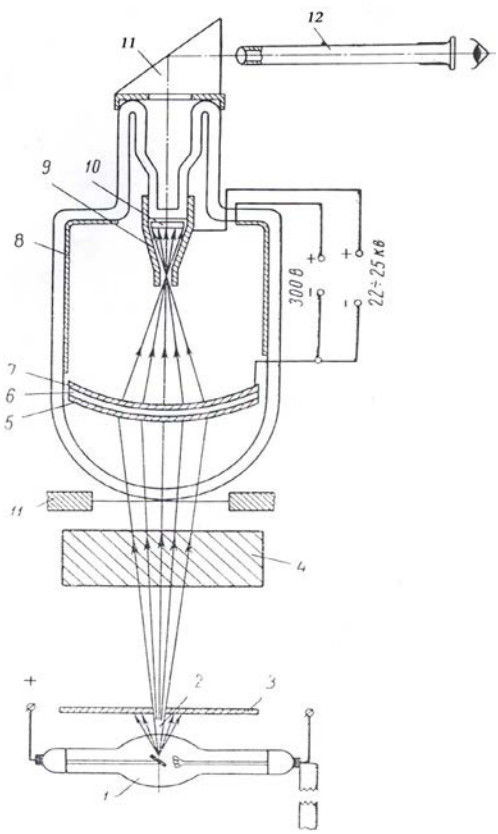
Kserografik plyonkani zaradlash yuqori manbaidan toj (koronnыy) razradi bilan amalga oshiriladi. Shundan so‘ng kserografik plastinka kassetaga joylashtiriladi va rentgen fotosuratlarini olish uchun fotoplyonkali kasseta kabi eksponirlanadi. So‘ng kserografik plastinkada yashirin elektrostatik tasvir hosil bo‘ladi, uni ochiltirish uchun mayda elektronlangan kkundan foydalaniladi, bu kukun plastinkaning sirtiga sepiladi. Kukun sifatida bo‘r, talk, rux oksidi va maydalanganlik darajasi 1 dan 5 mk gacha bo‘lgan boshqa pigment – bo‘yovchilardan foydalaniladi.

Plastinka sirtiga sepilgan kukun uning ayrim uchastkalari zaradiga proporsional ravishda taqsimlanadi va yoritilgan materialning tasviri chiziladi. Hosil bo‘lgan tasvirlarni fotosuratga olish, maxsus yoki yopishqoq qog‘ozga va xatto oddiy yozuv qog‘oziga o‘tkazish mumkin.

Rentgenoskopik (fluoroskopik) usulida sinalayotgan materialda nuqsonlarni aniqlash ko‘z bilan ko‘rib, ekrandagi tasvir bo‘yicha amalga oshiriladi. Rentgen nurlari sinalayotgan material orqali o‘tib, lyuminessirlovchi ekranning yoritishini yuzaga keltiradi. Uchastkalarning yoritishi ravshanligi darajasiga bog‘liq holda materialdagi nuqsonlar to‘g‘risida fikr yuritiladi.

Rentgan suratlaridagi qora dog‘lardan farqli ravishda barcha nuqsonlar ekranda och nuqtalar, dog‘lar va kamarsimon ko‘rinishida namoyon bo‘ladi, chunki ular qo‘shni uchastkalarga qaraganda ko‘proq miqdordagi nurlarni o‘tkaziladi. Asosan tanlab nazorat qilishda foydalaniladigan rentgenografik usulga nisbatan vizual usul nazoratining uzluksizligini ta’minlashi mumkin va yoritilayotgan materialning lyuminessinlovchi ekrandagi tasvirini kuzatib borishga imkon beradi.

Rentgen tasvirining ravshanligini oshirish uchun maxsus asbob – rentgen elektron-optik o‘zgartkichdan foydalaniladi. Bu asbob rentgen tasvirini yorug‘lik optik tasvirga, keyin elektron tasvirga, shundan keyin yana yorug‘lik tasviriga aylantiradi. Asbob (8.5 -rasm) rentgen trubkasidan, elektron – optik o‘zgartkichdan va binokulyar mikroskopdan iborat. Rentgen trubkasi nurlantirayotgan rentgen nurlari qo‘rg‘onshin diofragma orqali nazorat qilinayotgan buyumga tushadi. Rentgen nurlari buyumdan o‘tgandan keyin elektron – optik o‘zgartkichning lyuminessiyalovchi ekraniga tushadi va uning yoritishini vujudga keltiradi. Yorug‘lik tasviri ta’siri ostida lyuminessiyalovchi ekran bilan optik kontaktda bo‘lgan fotokatod elektronlarni imitatsiyalaydi, ularning soni mazkur uchastkada tushayotgan yorug‘likning intensivligiga proporsional. Fotokatoddan ozod bo‘lgan elektronlar qo‘shimcha kuchlanish bilan tezlashtiriladi va alohida fokuslanadi va ikkinchi chiquvchi lyuminessiyalovchi ekranga yo‘nalib, uning yoritishini yuzaga keltiradi. Chiquvchi ekranda hosil bo‘luvchi tasvir uch yoqli prizma orqali binokulyar mikroskopda ko‘rib chiqiladi.



8.5-rasm. Elektoron – optik o‘zgartkichdan foydalanib rentgen yoritish sxemasi. *1-rentgen trubka; 2-rentgen nurlari; 3-qo‘rg‘oshin diafragma; 4-buyum; 5-aluminiy elektord; 6-lyuminetsiyalovchi ekran; 7-fotokatod; 8,9-alohida shakldagi eletrodlar: 10-chiquvchi lyuminessiyalovchi ekran; 11-uch yoqli prizma; 12-binokulyar mikroskop.*

γ- defetoskopiya – materiallar va buyumlardagi nuqsonlarni ularni γ - nurlar bilan yoritilib topish usuli. γ - nurlanishlarni qayd etish usullariga bog‘liq rengeno-defektoskopiya uslubiga o‘xshash γ - defetoskopiyaning uchta usuli farqlanadi: γ - garfiya, radiometrik usul va fluoroskopik (vizual) usul.

γ - grafiya usuli shundan iboratki, sinalayotgan materialdagi ichki nuqsonlarni aniqlash rentgen plyonkasi yordamida amalga oshiriladi. Buning uchun, radioaktiv manba tanlanadi va materialning zichligiga, yoritilayotgan qatlamning qalinligiga va boshqa ma’lumotlarga bog‘liq holda nomogrammalar quriladi, ularga ko‘ra mazkur materialni yoritish uchun zarur bo‘lgan vaqt aniqlanadi.

γ - grafik usul rentgonografik usuldan sezgirligi pastligi bilan farq qiladi,biroq rentgenografik usuldan foydalanish mumkin bo‘lmaganda keng qo‘llaniladi.

Nazorat qilishning radiometrik (ionazatsion) usuli shundan iboratki, tekshirilayotgan material nazorat qilishning rentgenografik va rentgenoskopik usullaridan farqli ravishda (bunda nazorat qilinayotgan buyum γ - nurlanishning keng dastasi bilan yoritiladi) γ - nurlanishning tor dastasi bilan yoritiladi. Tor nurlanishlar dastasini nazorat qilinayotgan buyum bo‘yicha siljita borib, uning barcha alohida qismlari yoritiladi. Material orqali o‘tgan nurlanishlar hisoblagich yordamida qayd etib boriladi va elektr signaliga aylantiriladi, uning amplitudasi γ - nurlanishlarning intensivligiga proporsional. Nazorat qilishning bu usuli yuqori sezgirlikka ega va ayniqsa kata qalinlikdagi buyumlarni nazorat qilishda yuqori unumdorlikka egadir.

Sinashning *fluoroskopik (vizual) usuli* sinalayotgan material katta faollikka ega bo‘lgan radioaktiv manba nurlari bilan yoritishiga asoslangan. Nazorat qilinayotgan buyumning tasviri fluoroskopik ekranga proyeksiyalanadi va televizion qurilma yordamida xavfsiz masofaga uzatiladi. Bu usulning sezgirligi rentgenoskopiya usulnikiga nisbatan ancha past.

Neytron- defetoskopiya – materiallar va buyumlarning sifatini neytron nurlanish yordamida aniqlash usulidir. Materiallar defetoskopiyasida radioaktiv manbalardan olinadigan neytronlardan foydalaniladi. Radioaktiv manbalar sifatida radiy, poloniy, plutoniy va boshqalardan foydalaniladi.

Berilgan parametrlik neytornlar dastalarini shakllantirish sekinlashtirgichlar va kallimatsiya sistemalari yordamida amalga oshiriladi.

Neytronlarning tezligini sekinlashtirish uchun sekinlashtirgichlar - suv, parafin, kadmiy va h. k. lardan foydalaniladi. Neytorn defetoskopiyada γ - defetoskopiyadagi kabi nazorat qilishning ikki usuli – radiografik va radiometrik usullari bo‘lishi mumkin. Biroq neytronlar oddiy rentgen plenkada qiyin tutiladi, shuning uchun neytron radiografiyada neytronlarni plyonkaning sezgirligi neytron nurlarga qaraganda ko‘proq bo‘lgan nurlanishning boshqa ko‘rinishlariga (α- nurlanish, β - nurlanish, elektromagnit va h.k.) aylantiruvchi ekran – konvertorlar (lyuminessent kuchaytiruvchi ekranlar) qo‘llaniladi.

Neytorn defetoskopiya usuli qalinligi kata bo‘lgan materiallar va buyumlarni, plastmassa buyumlarni, shuningdek turli jinsli materiallardan tayyorlangan buyumlarni yoritish uchun foydalaniladi.

8.4. Rentgen va γ - appartlar

Materiallar (payvand choklar va h.k.)ning sifatini nazorat qilish uchun turli xil *rentgen sanoat apparatlari* qo‘llaniladi. Rentgen trubkasidaga kuchlanishga bog‘liq ravishda sanoat appparatlari bir necha guruhga bo‘linadi.

120 *kv* gacha bo‘lgan past kuchlanishli appartlar yupqa devorli metall buyumlarni, plastmassa buyumlarini va shu kabilarni yoritish uchun foydalaniladi. 400 kv gacha bo‘lgan o‘rtacha kuchlanish appartlari o‘rtacha qalinlikdagi metallarni yoritish uchun qo‘llaniladi va 1-2 *Mev* yuqori kuchlanish apparatlari va betotronlar – qalin devorli po‘lat konstruksiyalarni va maxsus vazifalarni bajarish uchun mo‘ljallangan konstruksiyalarni yoritish uchun qo‘llaniladi.

Ayrim sanoat rentgen apparatlarning asosiy tavsiflari 8.2-jadvalda keltirilgan.

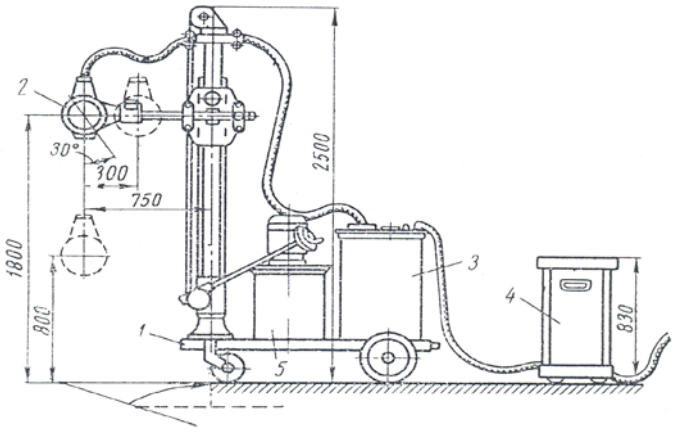
8.2-jadval

Rentgen apparatlari turlari	**Yoritishda trubkadagi kuchlanishi, *kv***	**Yoritilayotgan po‘latning qalinligi, mm**
RUP -60-20-1	10-60	4gacha
RUP-150-10-1	35-80	4gacha
RUP -200-20-5	70-140	1-20
RUP-200-20-5	90-180	2-40
RUP-200-20-5	140-200	10-60
RUP-400-5-1	250-400	10-60
RUP-1000-2-1	1000	30-100
RUP-1000-2-1	1000	60-120

RUP. 200-20-5- rentgen trubkasidagi nominal kuchlanish 200 *kv* va rentgen trubkasidagi nominal 200 *kv* va rentgen trubkasidagi nominal anod toki 5 *ma* bo‘lgan sanoat rentgen qurilmasidir.

Qurilma komplektiga quyidagilar kiradi: himoya g‘ilofi bo‘lgan EBPM – 200 turidagi rentgen trubkasi, genrator qurilmasi, uch g‘ildirakli aravachaga montaj qilingan elektrodvigatelli moy nasosi va boshqarish pulti (8.6-rasm).

Generator qurilmasi ichida rentgen apparatining yuqori voltli qismi joylashgan metall idishdan iborat. Izolator va sovutuvchi muhit sifatida transformator moyidan foydalaniladi, bu moy idishning ichiga quyiladi.



8.6-rasm. RUP 200-20-5 rentgen apparatining sxemasi:
1-*uch g‘ildirakli aravacha; 2-himoyalovchi g‘ilofi bo‘lgan rentgen trubkasi; 3-generator qurilmasi; 4-boshqarish pulti; 5-elektrodvigatelli moy nasosi.*

Suvli va moyli to‘siqqa ega bo‘lgan moy nasosi moy quvuri (nayi) bo‘ylab moyni bakdan rentgen trubkasining anodiga uzatadi. Moyni sovutish burama nay yordamida amalga oshiriladi, burama nay bo‘ylab sovuq vodoprovod suv aylanib yuradi. Shtativ rentgen trubkasini yoritish uchun zarur holatga ko‘chirish va mahkamlashni ta’minlaydi. Boshqarish pulti nay ko‘rinishida montaj qilingan bo‘lib, uning ichida past voltli elementlar mavjud, uning qopqog‘ida esa barcha o‘lchov asboblari va boshqarish organlarining dastaklari joylashtirilgan. Siljitish qulay bo‘lishi uchun boshqarish pulti buriluvchi roliklarda o‘rnatiladi.

Betatronlar – Radiatsion defektoskopiya usullarni qo‘llanish imkoniyatlarini kengaytirish, ularning unumdorligini oshirish uchun hamda katta qalinlikdagi buyumlarni tadqiq etishda betatronlardan foydalaniladi. Betatron elektromagnitdan va elektromagnit qutblari orasiga joylashgan toroidal vakuum kamerasidan iborat. U magnit maydoni ta’sirida doiraviy orbita bo‘yicha xarakatlanuvchi elektronlarni tezlashtirish uchun mo‘ljallangan.

Elektornlarni tezlashtirish uyurmali elektr maydonida yuz beradi, bu maydon tezlatkich kamerada o‘zgaruvchan magnit maydoni bilan induksiyalanadi. Tezlashtirilgan elektronlar tormozlanganda nishonda tormozlash nurlanish kvantlari energiyasi 5 dan 30 *Mev* gacha bo‘lgan tormozlash nurlanishi yuzaga keladi.

Ayrim turdagi betonlarning asosiy tavsiflari 8.3-jadvalda keltirilgan.

8-3 jadval

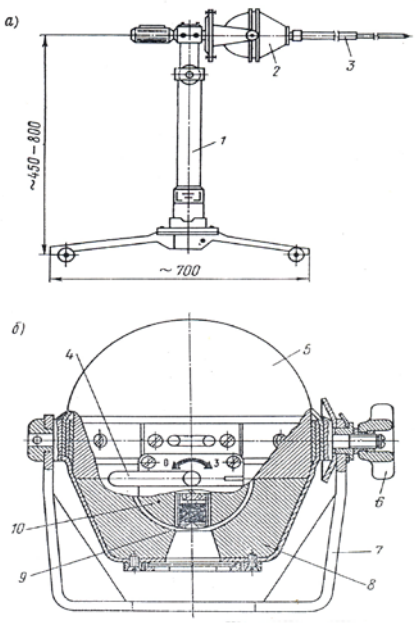
Parametr	**Betatronlar turi**							
	PMB-3	**PMB-5**	**PMB-6**	**B-9**	**B-15**	**B-25**	**B-30**	**B-35**
Maksimal energiya, *Mev*	3	5	6	9	15	25	30	35
Energiyani tartibga solish chegaralari, *Mev*	0,5-3	1-5	2-6	2-9	2-15	3-25	3-30	3-35
Nishondan1m masofada doza quvvati, *rad/min*	0,05	0,1	0,3	4	8	10	150-200	250
Iste’mol qilinadigan quvvat, *kvt*	0,7	-	1,2	3,5	4	20	40	50
Uzluksiz ishlash davomiyligi, *soat*	0,25	0,25	0,25	16	8	8	16	16
Tekshirilayotgan materialning (temirning) qalinligi, *mm*	-	-	-	-	100-500	100-500	100-500	-

Materialning sifatini nazorat qilish uchun betatron turini tanlash materialning zichligiga, yoritilayotgan qatlamning qalinligiga, nuqsonlarga nisbatan talab etilayotgan sezgirlikka, usulning unumdorligiga va boshqa omillarga bog‘liq holda amalga oshiriladi. γ - apparatlar materiallar va buyumlarning sifatini ularni γ - nurlari yoritish yo‘li bilan nazorat qilish uchun qo‘llaniladi. γ - apparatlarning buyumlarni yoritish uchun asosiy tavsiflari 8.4 –jadvalda keltirilgan.

8.4- jadval

γ - apparatlar turi	**Nurlanish manbai**	**Radiyning maksimal aktivligi, *2-ekv.rad***	**Manba aktiv qismining diametri, *mm***	**Yoritish, qalinlik, *mm***
RK -2	Tm^{170} $9e^{75}$ Ir^{192} Cs^{137}	0,7 2,0 5,0 2,0	9,0 5,0 2,0 ,5,0	Po‘lat 40 Po‘lat -50 Po‘lat -10-60 Po‘lat ------
UGD-3	Tm^{170} $9e^{75}$ Ir^{137} Cs^{192}	0,5 2,0 2,0 5,0	9,0 5,0 5,0 2,0	Po‘lat- 1-20 Po‘lat -2-40 Po‘lat -30-100 Po‘lat -10-60
RID-21	Tm^{170} $9e^{75}$ Ir^{192} Cs^{137}	0,5 2,0 5,0 2,0	9,0 5,0 2,0 5,0	Po‘lat- 1-20 Po‘lat- 20-40 Po‘lat- 10-60 Po‘lat- 30-100
RID -22 “Neva”	Cs^{137} Cs^{137}	20,0 20	10x11 plastinalar	Po‘lat- 80 gacha Po‘lat- 70 gacha
“Beton”	Tm^{170} Ir^{192} Cs^{137}	0,5 5,0 2	9,0 2,0 5,0	Beton- 300gacha G‘isht -400gacha Yog‘och- 500gacha Po‘lat- 60gacha
GUP –Tt-0,5-3	Co^{60} Cs^{137}	0,5 20,0	5x5 10x11	Po‘lat-10-40
GUP-Jr-5-2	Co^{60}	5,0	5x5	Po‘lat- 110gacha

γ - appat himoyalovchi konteyneri (radiatsion kallak), boshqarish mexanizmi va shtativdan iborat. Himoyalovchi konteyner radioaktiv manbani joylashtirish uchun mo‘ljallanadi; uni γ - nurlanishni yaxshi yutadigan masalan, volfram, qo‘rg‘oshin va shu kabi zich materiallardan tayyorlanadi. Nurlanish manbani “yoritish” (“prosvechivaniye”) holatiga surish va uni“saqlagich” (“xranilishe”) holatiga qaytarish boshqarish mexanizmining mexanik manipulyatori yordamida amalga oshiriladi. γ - apparatlarni boshqarish shuningdek masofan turib ham amalga oshirilishi mumkin. GUP – Tt-0,5-3, GUP-Jr-5-2, RID -21 va boshqa γ - apparatlar



ko‘chma apparatlar bo‘lib, ular dala va laboratoriya sharoitlarida payvand choklarni va boshqa buyumlarni shuningdek borish qiyin bo‘lgan joylardagi buyumlarni yoritish uchun mo‘ljallanadi.

8.7-rasm. Gup – Tg-3 γ - apparati*:*
a-umumiy ko‘rinishi; b-himoyalovchi konteyner sxemasi; 1-shtativ; 2–himoyalovchi g‘ilof; 3-sentrator; 4-qulfni ochish uchun dastak; 5-korpus; 6-to‘xtatuvchi dasta; 7-ost qo‘yma; 8-qo‘rg‘oshin himoya; 9-manbali tutqich; 10-qulf.

Buyumlarni barqaror sharoit-larda (sanoat sexlarida, labora-toriyalarda va h.k.) nazorat qilishda ko‘chma γ - apparatlardan foydala-niladi, buyumlarni dala sharoitida va borish qiyin bo‘lgan joylarda nazorat qilishda ko‘chiriluvchi (ko‘tarib yuri-ladigan) γ - apparatlardan foydalaniladi.

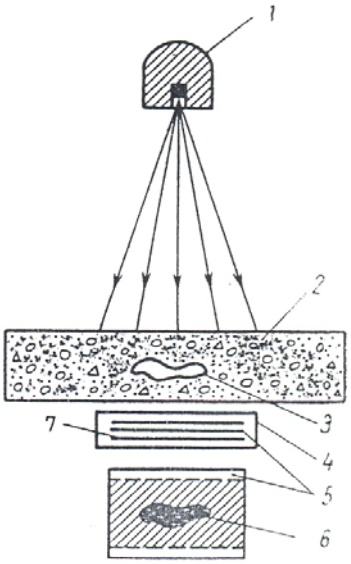
GUP-Tt-0,5-0 γ - apparati himoyalovchi konteyner, manipulyator, yig‘ma shtativ, yoritish yo‘nalishini aniqlovchi sentrator, apparatni tashish uchun aravacha va dastakdan iborat. (8.7-rasm). Buyumlarni yoritishi yoyilishi burchagi 53^0 bo‘lgan nurlanishlar dastasi bilan amalga oshiriladi.

GUP Jr-5-2 γ - apparati yoyilishi burchagi 53^0 bo‘lgan nurlanishlar dastasi bilan yoritiladi va chiqarilgan manbada va masofadan turib boshqarishda panoramali yoritishi uchun foydalaniladi.

RID – 21 γ - apparati uning foydalanish imkoniyatlarini kengaytirish va operatorlarning ishini yaxshilashni ta’minlovchi qo‘shimcha moslamalar bilan ham komplektlanadi. Bunday moslamalar komplektiga universal shtativ, ikkita kallimatsiyalovchi kallak kiradi: biri materiallarni 53^0 burchak ostida yo‘naltirilgan dasta bilan yoritishi uchun, ikkinchisi panoramali yoritish uchun. Yordamchi moslamalar tufayli γ - apparat ham dala sharoitida, ham barqaror sharoitida, ko‘tarib yuriladigan va ko‘chma universal defetoskop ko‘rinishida foydalanishi mumkin.

“Beton” γ - defetoskopi qurilish konstruksiyalarni payvandlash sifatini nazorat qilish uchun, qurilish materiallari va buyumlarining zichligini va bir jinsliligini tekshirishda, armaturaning ximoya qatlami qalinligini va uning temirbeton konstruksiyalarida joylashgan o‘rnini aniqlash uchun mo‘ljallanadi. Apparat volfram qotishmadan ishlangan magazin – konteyner (manbalarni to‘plash uchun), shtativ va boshqarish mexanizmidan iborat. Yoritishda nurlanish manbai dastaki trosli yuritma yordamida kollimatsiyalovchi kallakka ko‘chadi. Boshqarish uzatmasi 12m gacha masofada amalga oshirilishi mumkin.

8.5. Qurilish materiallari, buyumlar va konstruksiyalar sifatini nazorat qilish uchun radioaktiv izotoplarning qo‘llanilishi



8.8-rasm. Beton buyumlarni grafik usul bilan nazoratdan o‘tkazish sxemasi: *1- izotopli konteyner; 2- nazorat qilinayotgan buyum; 3- buyumdagi nuqson; 4- kasseta plyonkasi bilan; 5- fotoplyonka; 6- plyonkada nuqsoning tasviri; 7- ekran.*

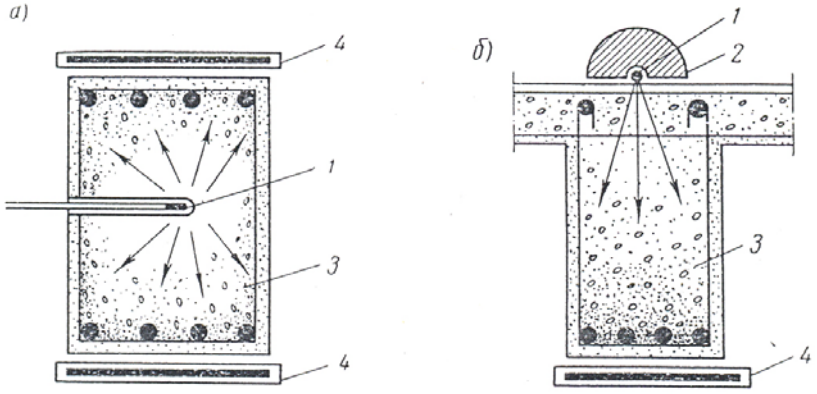
BETONDA nuqsonlarni aniqlash uchun γ - grafik usuldan foydalaniladi. Bu usulda yoritilayotgan materialning zichligi va bir jinsliligining o‘zgarishi bilan yuzaga kelgan γ - nurlarning susayishi rentgen plyonkada qayd etiladi (8.8-rasm). Buyumlarning ancha yo‘g‘on qismlarida va yanada qalinroq material bilan γ - nurlarning susayishi kattaroq bo‘ladi, binobarin, rentgen plyonkasida bu uchastkalar och bo‘lib chiqadi. Buyumning yupqa uchastkalari, nuqsonli va materialni zichligi past bo‘lgan uchastkalari plyonkasi har doim qora yoki qora dog‘lar ko‘rinishida hosil bo‘ladi. Temirbeton buyumlarda armaturaning mavjudligi γ - nurlarni ancha susaytiradi, chunki po‘latning zichligi betonning zichligidan taxminan uch marta ortiq, plyonkada armatura yorug‘ yo‘llar ko‘rinishida yoritiladi.

Radiometrik usullar temirbeton truboprovodlarning (quvurlarning) ichki sirtlari betoni korroziyasini aniqlash uchun, shuningdek po‘lat truboprovodlarning ular orqali obraziv qurilish materiallarini haydashda yeyilish kattaligini aniqlashda foydalanish mumkin.

Materialdagi korroziyaning mavjudligi sinalayotgan trubaning devori orqali o‘tgan γ - nurlarning sochilish va qaytish sharoitlarining o‘zgarishiga ko‘ra aniqlanishi mumkin.

Armaturaning joylashishini nazorat qilish. Temirbeton konstruksiyalarda armaturaning joylashishini va betoning himoya qatlami qalinligi aniqlash uchun γ - grafiya usulidan foydalaniladi, bunda tekshirilayotgan konstruksiyasining bir tomoniga radioaktiv manbali konteyner, ikkinchi tomoniga esa rentgen plyonkasi bo‘lgan kasseta joylashtiriladi.

Qalinligi 10-200 sm bo‘lgan qalin devorli temirbeton konstruksiyalarni yoritishda radioaktiv manbani ichiga joylashtirilgan ma’qul. Radioaktiv manba konstruksiya jismning ichiga joylashtirilganda (8.9.-rasm) suratlar ancha tiniq chiqishi aniqlangan, suratlarda konstruksiyaning qarama-qarshi tomonlari armaturasi bir-birining ustiga tushmaydi, shuningdek mehnat muhofazasi nuqtai nazaridan radioaktiv izotop bilan ishlashning yanada qulay sharoitlari yaratiladi.

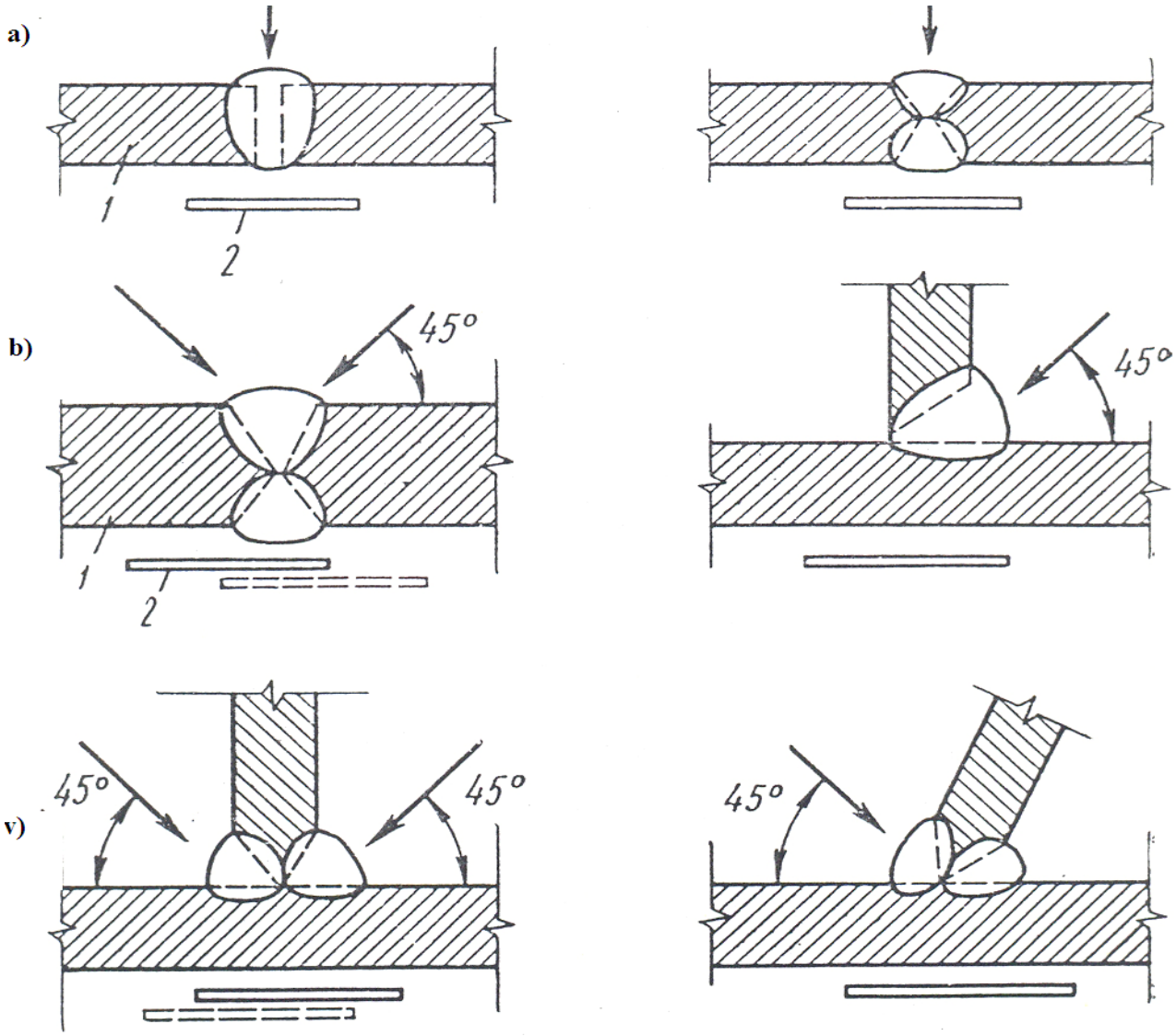


8.9-rasm. Temir-beton buyumlarda armaturaning joylashishini nazorat qilish sxemasi:
a-izotopning ichki joylashishida; b-izotopning tashqi joylashishida;1-radioaktiv izotop; 2-himoya konteyneri; 3-temirbeton konstruksiya; 4-kasseta plyonkasi bilan.

Radioaktiv manbani konstruksiyaning tanasida neytral o‘q sathida joylashtirish uchun 10mm diametrli teshik parmalab ochiladi, bu texnika maxsus sterjen yordamida radioaktiv manba kiritiladi, manba sifatida radioaktiv kobaltdan foydalaniladi.

Payvandlash sifatini nazorat qilish keng tarqalgan fotografik usul bilan amalga oshiriladi. Bunda γ - nurlanishlar manbai chok orqali o‘tadi va fotoplyonkaga yoritilayotgan joyda chok zichligiga to‘g‘ri proporsional intensivlikda ta’sir qiladi.

Chokning nuqsonli qismlari har doim γ - nurlarni ko‘proq o‘tkazadi va bu qismlar ostida fotoplyonka nuqsonsiz qismlardagiga nisbatan ko‘proq yoritiladi. Qorong‘ilashishi darajasi, qoraygan qismlarining shakli va tasviriga qarab yoriqlarni, yaxshi payvandlanmagan joylarni, gaz bo‘shliqlarini, shlakli kirishmalarni va payvand birikmalardagi boshqa nuqsonlarni aniqlash mumkin. Yoriqlarni aniqlash uchun γ - nurlarning yo‘nalishi bilan bir xil bo‘lishi, yoriqlarning ochilishi eni va ularning uzunligi ma’lum bog‘liqlikda bo‘lishi zarur va h.k. Payvand birikmalarda yaxshi payvandlanmagan joylar buyumlarni chokka perpendikular ravishda yoritishda, shuningdek, 45^0 burchak ostida yoritishda aniqlanishi mumkin (8.10-rasm).



8.10.-rasm. Payvand choklarni nazorat qilishda γ -nurlar yo‘nalishlari sxemasi:
a-chokka perpendikular markaziy nur; b,v- 45o burchak ostidagi markaziy burchak; 1-payvandlanayotgan metall; 2-fotoplyonka.

Payvand choklardagi gaz bo‘shliqlari va shlakli kirishmalar, nurlar chokka perpendikular yo‘naltirilganda aniqlanadi. Olingan suratlar taxlil qilinadi va ularga ko‘ra payvand chokdagi nuqsonlarning o‘lchamlari va miqdori aniqlanadi.

Rentgen suratlarni tahlil qilish. Payvand choklarida sirtdan turlicha chuqurlikda yashiringan ham tashqi, ham ichki nuqsonlar uchraydi. Yashirin nuqsonlarning shakli, o‘lchamlari va joylashgan chuqurligini aniqlash ancha katta qiyinchiliklar tug‘diradi. Fotoplyokani taxlil qilishda nuqsonni aniqlash aniqligini oshirishga imkon beruvchi qo‘shimcha ma’lumotlarga amal qilinadi: fotosuratga olishda rentgen nurlarining yo‘nalishi va tasvir zichligining taqsimlanishi bilan va h.k. Rentgen suratlaridagi nuqsonlarning asosiy turlari quyidagicha ko‘rinishda bo‘ladi. Gaz bo‘shliqlari yumaloq qora dog‘larga o‘xshaydi, ba’zan cho‘ziq shakldagi aniq konturli bo‘ladi. Rentgen nurlari dastasining yo‘nalishiga bog‘liq holda nuqsonga nisbatan plyonkadagi qora dog‘lar yarim soyali va to‘lqinsimon shaklda bo‘lishi mumkin.

Shlakli krishmalar plyonkada qora uchastkalar hosil qiladi va odatda notekis chegarali va chetlari uzuq – yuluq bo‘lgan noto‘g‘ri shaklga ega bo‘ladi. Ba’zan ikkita payvandlanayotgan buyumlar orasidagi masofa katta bo‘lganda plyonka yaxshi payvandlanmagan joy ikkita parallel, bir-biriga yaqin yotuvchi chiziqlar ko‘rinishida tasvirlanadi. Yoriq fotoplyonkada qora tor chiziqlar ko‘rinishida tasvirlanadi, ularning kengligi yoriqning eniga bog‘liq bo‘ladi. Rentgen nurlari dastasi yoriqning yo‘nalishi bilan mos tushganda yoriqning tasviri keskin bo‘la boradi va aksincha.

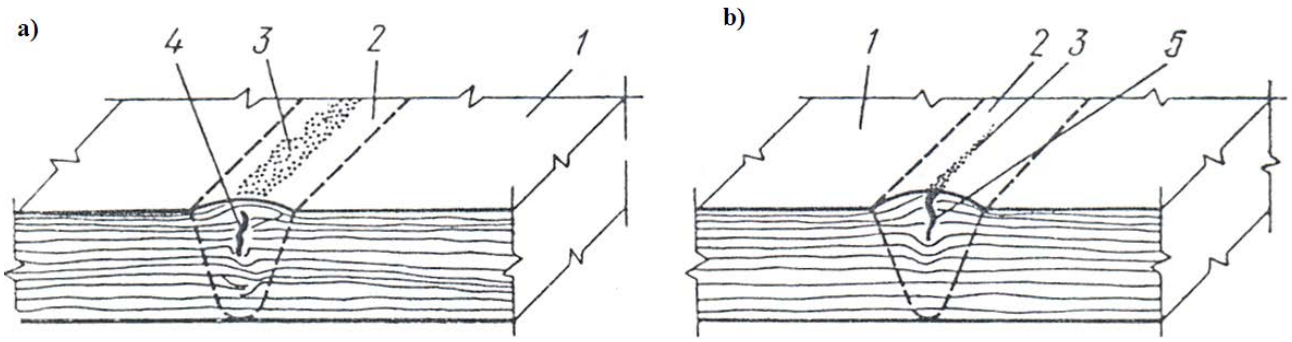
IX BOB. SINOVLARNING MAGNIT VA ELEKTROMAGNIT USULLARI

9.1. Magnit usullari

Sinovlarning magnit usulining mohiyati shundan iboratki, magnitlangan metalldagi turli xil nuqsonlar magnit kuch chiziqlarinig buzlishini vujudga keltiradi. Bunday buzilishlar metalldagi chuqurliklar, yoriqlar, bo‘shliqlar, kirishmalar va boshqa nuqsonlar ularni o‘rab turgan metallga boshqacha magnit xossalarga ega bo‘ladi. Sanoatda magnit kuch chiziqlarining (sochilish oqimining) buzilishlarini aniqlash va o‘lchash uchun bir qancha usullardan foydaniladi.

Magnitli, kukunli defetoskopiya magnitlangan metalldagi nuqsonning mavjudligi ferromagnit zarrachalarning nuqson atrofida tarqalish magnit maydon bo‘yicha aniqlanadi. Nazorat qilish usuli ikki bosqichdan iborat: sinalayotgan metallni magnitlash va magnit kukunlarini sepish. Metallni magnitlash tekshirilayotgan butun metall bo‘ylab yoki uning zarur qismi bo‘ylab elektr tokini o‘tkazish orqali, yoki sinalayotgan metallni o‘rab olgan o‘tkazgich (solenoid) orqali elektr tokini o‘tkazish yo‘li bilan, shuningdek magnitlar yordamida amalga oshirilishi mumkin. Magnit kukunlari sifatida po‘lat, magnetit, ferrit va shu kabilarning qoldiqlaridan olinadigan, yuqori magnit singdiruvchanligiga ega bo‘lgan juda mayin qilib maydalangan ferromagnit kukunlardan foydalaniladi. Kukunlar quruq holida ham, supenziyalar ko‘rinishida ham foydalaniladi. Kukunlarni sepishdan oldin sinalayotgan metall sirti iflosdan va zangdan tozalanadi.

Sirtqi nuqson hududida bir juft magnit qutbi vujudga keladi, ular kichik magnitlarga o‘xshab, nuqsoning ko‘rinadigan tasvirini hosil qilib, mavjud nuqsonning konturi bo‘yicha magnit kukunini tutib turadi. Sirtqi nuqsonlar mavjud bo‘lganda kukunli rasmlar doim zich, hosil bo‘lib, metall sirti bilan yaxshi ilashishadi va keskin chegaralarga ega bo‘ladi, Agar nuqson sirtdan ma’lum chuqurlikda joylashgan bo‘lsa, sirtlar zichligi ancha kam va nuqson konturi chegaralari uncha aniq bo‘lmaydi (9.1-rasm). Biroq rasmning ko‘rinishiga qarab nuqsonning tavsifini va uning metalldagi joylashishini belgilash mumkin. Sirtdan ma’lum bir chuqurlikda joylashgan nuqsonlarni nazorat qilishda quruq usuldan foydalaniladi, bu usul ho‘l usulga nisbatan ancha sezgirroqdir.



9.1-rasm. Magnit kukun yordamida chokdagi nuqsonlari aniqlash sxemasi:
a-sirtdan ma'lum chuqurlikdagi yoriq; b-sirtki yopriq; 1-payvandlanayotgan metall; 2-payvand chok; 3-magnit kukuni; 4-yashirin yoriq; 5-sirtqi yoriq.

Magnitli- kukunli usul bilan nazorat qilish uchun *qurilmani tanlash* magnitlovchi tokning turi, tadqiqot shartlari, tavsifi va maqsadiga, shuningdek magnit kukunlarining turi va holatiga bog‘liq holda amalga oshiriladi. Mayda po‘lat buyumlarni, qo‘yilgan detallarni va payvand birikmalarni sinashda barqaror laboratoriya jihozlaridan foydalaniladi. Murakkab konstruksiyalarning va payvand uzellarining foydalanishi sharoitlardagi sifatini tekshirish uchun ixcham kichik o‘lchamli asbob va qurilmalardan foydalaniladi.

Magnit kukuni usulida nazorat qilish uchun DMP -3 turidagi ko‘chma magnit defetoskopiyadan foydalaniladi, bu defetoskop ta’minot va magnitlash qurilmalarini boshqarish pulti, magnitlash va kukunni uzatish va purkash qurilmalari uchun moslamalardan iborat. UMDE – 10000 turidagi yanada universal magnit defetoskoplari ham mavjud. Tekshirilayotgan metallni magnitlashdan tashqari, bu defetoskop tokni avtomatik rostlashni va o‘chirishni, magnit suspenziyasini uzatish va sinovlar tugagandan so‘ng metallni magnitsizlantirishni ta’minlaydi. Shuningdek, yarim avtomat va avtomat qurilmalar ishlab chiqilgan bo‘lib, ularda sinovlarning butun jarayoni va aniqlangan nuqsonlarni qayd etish avtomatlashtirilgan. Magnit defetoskoplarning ayrim turlari 9.1-jadvalda keltirilgan.

9.1-jadval

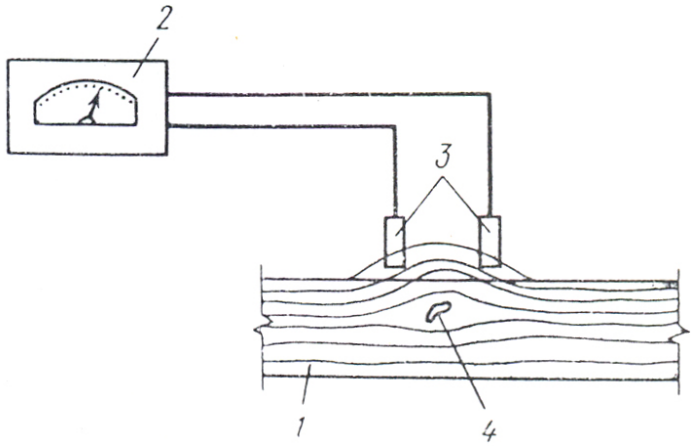
Asosiy ko‘rsatkichlar	Asbob turi		
	DMP-2	**77 PMD-3M**	**UMDE -2500**
Magnitlash	O‘zgaruvchan tok bilan sirkular	-	O‘zgarmas tok bilan bo‘ylama
Ta’minot, o‘zgaruvchan tok bilan: kuchlanish, v chastota, gs	220 50	220(24) 50	380 50
Iste’mol qilinadigan quvvat, kvA	8	0,7(0,2)	20
Gabarit o‘lchamlari, mm	720x480x910	630x330x210	1800x1500x800
Massasi, kg	220	30	-

Eslatma: Qavs ichida o‘zgarmas tok uchun kuchlanish va quvvat ko‘rsatilgan.

9.2. Elektromagnit defetoskopiya

Ferrozondlar usuli sanoatda magnitometrik o‘lchashlar, metallarda yoriqlarni va boshqa nuqsonlarni aniqlash uchun foydalaniladi. Bu usul metallni nuqson yaqinida magnitlashda yuzaga keladigan sochilish maydonlarini aniqlashga asoslangan.

Ferrozond ferromagnitli sterjeni bo‘lgan g‘altakdan iborat. Ferrozond orqali yuqori chastotali o‘zgaruvchan tok o‘tkaziladi. O‘zgarmas magnit maydoni o‘zagiga ta’sir qilinganda yo‘nalishda o‘ziga parallel ravishda siljiydi va ferrozond chiqishida e.yu.k. paydo bo‘ladi. Asbob (9.2-rasm) ikkita ferrozonddan iborat. Agar ferrozondlar g‘altaklarning ikkilamchi chulg‘amlari ketma-ket ulansa, u holda maydon kattaligi o‘lchanadi, agar chulg‘amlarni ulash bir-biriga qarama-qarshi qilib amalga oshirilsa, u holda uning gradiyenti o‘lchanadi.



9.2-rasm. Strukturadagi nuqson-larni aniqlash uchun asbob datchigida zondlar joylashish sxemasi:
1-sinalayotgan metall; 2-o‘lchov asbobi; 3-ferrozondlar; 4-nuqson.

Magnitoinduksion usul shunga asoslanganki, bunda nazorat qilinayotgan magnitlangan metallda sochilish maydonlarini aniqlash o‘zgaruvchan tokdan ta’minlanadigan va ko‘prik sxemasining elementi bo‘lib hisoblangan o‘zakli g‘altak yordamida amalga oshiriladi. G‘altak elektromagnit qutblari orasiga o‘rnatiladi. Aniqlangan nuqsondan sochilgan oqimlar elektr yurituvchi kuchni uyg‘otadi, u kuchayadi va tovush signallariga aylanadi yoki o‘zi yozar yoki oskilografik qurilmaga uzatiladi.

Magnitoinduksion usullar payvand birikmalarini nazorat qilishda yoriqlarni, yaxshi payvandlanmagan joylarni va boshqa nuqsonlarni aniqlash uchun foydalaniladi.

Magnitografik usul metalldagi payvand choklarini nazorat qilish uchun foydalaniladi. Boshqa elektromagnit usullardan farqli ravishda magnitografik usul nuqsonlar atrofida yuzaga keladigan faqat sochilish oqimlargina aniqlabgina qolmay, balki ularni ferromagnit tasma yordamida qayd etishga ham imkon beradi. Bu usul payvand choklardagi yoriqlarni, yaxshi payvandlanmagan joylarni, gaz bo‘shliqlarini, yirik shlakli kirishmalarni aniqlashga imkon beradi. Magnitografik defetoskoplar choklarning nazorat qilinayotgan qismlarini magnitlash qurilmasidan, sochilish oqimlarini yozish qurilmasidan va aniqlangan nuqsonlardan tasmaga yozilgan signallarni eshitish qurilmasidan iborat.

Magnitografik sinovlar uchun ferromagnit materiallardan tayyorlangan payvand birikmalarining sifatini sex sharoitida ham, bevosita qurilish maydonchasida ham nazorat qilish uchun mo‘ljallangan MGK -1 turidagi magnitografik defetoskopdan foydalanish mumkin. MGK – 1 asbobi magnit tasmasi sirtiga “yozilgan” magnitli potensial relyefni elektronnur trubka ekraniga ko‘chirishga imkon beradi.

9.3. Armaturaning kuchlanishlarini va himoya qatlamini nazorat qilish

Kuchlanishlarni aniqlash ferromagnit materiallarning tashqi kuchlar ta'siridagi deformatsiyalarida ularning magnit xossalari o'zgarishiga asoslangan. Sinalayotgan har bir material uchun uning magnit singdiruvchanligi va kuchlanishning o'zgarish o'rtasida bog'lanish o'rnatiladi:

$$\sigma = \pi \frac{(\mu - \mu_0)}{\mu\mu_0\lambda},$$

bu yerda: σ - kuchlanishni o'zgarishi;

$(\mu\mu_0)$ - kuchlanishlar ta'sirida magnit singdiruvchanlikning o'zgarishi;

λ-materialning magnitostriksion xossalarini magnit maydonining intensivligini bog'lovchi proporsionallik koeffitsiyenti.

Kuchlanishlarni o'lchash uchun IMP turidagi asbobdan foydalaniladi, u dastlab tarirlanadi. IMP asbobni tarirlash konsol to'sin (9.3-rasm) sxemasi bo'yicha yuklangan namunada amalga oshiriladi. Namunadan yuqorida, bo'sh uchidan 2/3 masofada pleksiglazdan yasalgan to'rtta diametral joylashtirilgan ramkali treferat o'rnatiladi, yoniga esa elektrotenzodatchik yelimlanadi yoki richakli tenzometr o'rnatiladi. Oldindan namunani yuklantirib, traferatning teshigiga magnit kallak qo'yiladi va yuklanishni orttirib, asbob bo'yicha va tenzometr bo'yicha sanash amalga oshiriladi. Tenzometr yordamida olingan deformatsiyalar bo'yicha namunadagi kuchlanish hisoblanadi. Har bir yuklatish bosqichidan so'ng asbob bo'yicha ikkita ko'rsatish olinadi: birinchisi, magnit kallak chiziqlari n_1 namuna o'qi bilan ustma-ust tushganda, ikkinchisi, magnit kallak chiziqlari n_2 namuna o'qiga perpendikular joylashganda.

Ko'rsatishlarning orttirmasi:

$$\Delta n = \frac{n_1 - n_2}{2}$$

formula bo'yicha aniqlanadi.

Olingan ma'lumotlar asosida tenzometr ko'rsatishlari bo'yicha va IMP asbobi galvonometrning ko'rsatishlari bo'yicha hisoblangan kuchlanishlar orttirmalari orasidagi bog'lanishning terirovkali grafigi yasaladi. Sinalayotgan elementning bir o'qli kuchlangan holatida ta'sir ko'rsatayotgan kuchlanishlarning kattaligi bunday ketma-ketlikda o'rnatiladi.

IMP asbobi turli o‘qli sxemaga ulanadi va magnit tekshirilayotgan konstruksiyaning qiziqtirilayotgan qismiga o‘rnatiladi. Avval ko‘rsatib o‘tilganidek, asbob bo‘yicha ikkita sanoq olinadi, Δn- ko‘rsatishlarning orttirmasi hisoblanadi va tarirovkali grafik bo‘yicha izlanayotgan kuchlanishlarning kattaligi aniqlanadi. Bosh kuchlanishlar trayektoriyalarini aniqlash uchun tekshirilayotgan konstruksiyaning berilgan uchastkasida traferet o‘rnatilib, uning teshigiga magnit kallak joylashtiriladi. Dastlab magnit kallak galvonometrda maksimal sanoq olinguncha aylantiriladi, keyin traferatning bo‘limlaridan biri magnit kallakning bo‘limi bilan mos tushguncha traferet aylantiriladi. Traferetning va magnit kallak bo‘limlarining ustma-ust tushgan yo‘nalishlari sinalayotgan namunadagi bosh kuchlanishlardan biriga mos keladi.

Armaturadagi kuchlanish o‘lchagichi “INK-2.4” avvaldan kuchlantirilgan sterjenli, simli va kanat armaturada mexanik kuchlanishlarni (GOST 22362), shuningdek vibromaydonchalar, fundamentlar va boshqalarning vibrotebranish parametrlarini chastotali usul bilan operativ nazorat qilish uchun mo‘ljallangan. Asbob konstruksiyadagi kuchlanishlarni o‘lchashi uchun ularda diametriga qarab 1,2...3 metrgacha ochiq armatura uchastkasining bo‘lishi talab qilinadi.



“INK-2.4” asbobi elektromagnit va vibratsion shovqinlarga o‘ta bardoshliligi bilan ajralib turadi. Bunga o‘lchanayotgan signallarga ko‘p faktorli intellektual ishlov berilganlik, samarali filtratsiya va datchik konstruksiyasi evaziga erishilgan (9.4-rasm).

9.4-rasm. **Armaturadagi kuchlanish o‘lchagichi “INK-2.4”:**

1 – elektron blok; 2 – datchik 3 – kuchlanishlar va vibratsiyalarning qo‘shimcha datchigi.

Asbob quyidagi asosiy funksiyalarni bajaradi:

-MPa dagi kuchlanishni, uning loyihaviy qiymatidan og‘ishini va armaturani kesish uzunligini to‘g‘rilash hisoblaydi;

-3 dan 28 metrgacha bo‘lgan qayd etilgan uzunliklarda diametri 3...36 mm bo‘lgan armaturada kuchlanishni nazorat qiladi;

-vibrotezlikni, vibrosurilishni va vibrotebranishlar chastotasini o‘lchaydi;

-1200 ta o‘lchash natijalari va o‘lchash shartlarini (nazorat ob’yektining turi va parametrlari, sana, vaqt) kompyuter xotirasida arxivlashtiradi;

-arxivdan sanalar va raqamlar bo‘yicha natijalarning qidiruvini ta’minlaydi;

-shaxsiy kompyuter bilan aloqa qilish imkoniyati va servis kompyuter dasturiga ega.

Asbob quyidagi variantlarda bajarilgan:

-“INK-2-41” – kuchlanishlar o‘lchagichining to‘liq versiyasi;

-“INK-2-42” – kuchlanishlar o‘lchagichining soddalashtirilgan versiyasi;

-“INK-2.4K” – kuchlanishlar va vibrotebranishlarning qo‘shma o‘lchagichi;

Asboblar uch turdagi mexanik kuchlanishlar datchiklari bilan komplektlanishi mumkin:

1) tagdonida magnit mahkamlagichi bo‘lgan va sezgir elementining holatini rostlab turish mumkin bo‘lgan kichik gabaritli datchik;

2) armaturaga mahkamlash imkonini beradigan magnit mahkamlagichi bo‘lgan mitti datchik;

3) surib chiqariladigan tayanchli teleskopik datchik.

Vibrodatchik mahkamlab qo‘yish uchun rezbaga, magnit platformaga yoki shpilkaga ega.

Texnik tavsiflari:

-kuchlanishlarni o‘lchash diapazoni, MPa.....50...2000

-armatura uzunliklari / diametrlarining diapazonlari...3...28m/3...36 mm

-chastotalarni o‘lchash diapazoni, Gs.....5...100

-amplitudalarni o‘lchash diapazoni, mm.....0,01...10

-vibrotezlikni o‘lchash diapazoni, mm/sek.....0,01...500

-asosiy nisbiy o‘lchash xatosining chegarasi:

kuchlanishlarniki, %.....±3

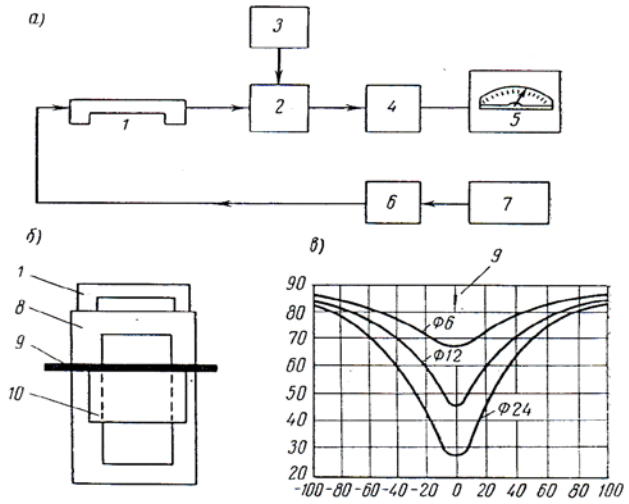
amplituda va vibrotezlikniki, %.....±5

chastotaniki, %.....±0,2

-elektron blokning gabarit o‘lchovlari, mm.....150x75x27

-elektron blok/datchikning massasi, kg.....0,14/0,14

Betonning himoya qatlamining qalinligi va betonda armaturaning joylashishini aniqlash yig‘ma va monolit temirbeton konstruksiyalarda IZS – 1 elektromagnit asbobi (9.5-rasm) yordamida amalga oshirilishi mumkin. U induktiv datchik, kuchaytirgichning ta’minlash bloki, ta’minlash bloki va indikatori bo‘lgan ikki taktli avtogeneratordan tashkil topgan.



9.5-rasm. Betoning himoya qoplami qalinligini aniqlash uchun IZS-1 asbobi: a-asbobning blok sxemasi: *b-tarirovka moslamasi: v-tarirovka grafigi: 1-datchik; 2-kuchaytirgich; 3-kuchaytirgichni ta’mishlash bloki; 4-detektor; 5-indikator; 6-ikki taktli avtogenerator; 7-avtogeneratorning ta’minlash bloki; 8-ramka; 9-armatura sterjeni; 10-ramkaning suriluvchi qismi.*

Indikator sifatida M-240-200 mka turidagi mikroampirmetr qo‘llanilgan. Asbob datchigi ikki qismdan – qo‘zg‘almas va olinuvchi qismlardan iborat. Datchikning olib chiquvchi qismi yog‘och g‘ilofga joylashtirilgan, P- simon shakldagi o‘zak ko‘rinishidagi transformator po‘lat listlaridan yig‘ilgan. Asbobning ishlash pritsipi datchik zanjirida maxsus vujudga keltirilayotgan nobalanslikni koppensatsiyalash usuliga asoslangan. Datchikning qo‘zg‘almas qismidagi g‘altaklardan biri yaqinida joylashgan sezgirlik regulatorini surib, birlamchi chulg‘amning induktiv qarshiligi o‘zgartiriladi, bu bilan nobalansning boshlang‘ich e.yu.k. yuzaga keltiriladi. Datchik qo‘zg‘almas qismining induktiv qarshiligining o‘zgarishi datchikning chiqariluvchi qismi buyum armaturasiga yaqinlashtirilganda chiqarilgan qismi induktiv qarshiligining o‘zgarishi bilan kompensatsiyalanadi.

Shunday qilib, boshlang‘ich elektr yurituvchi kuch nobalansni kompensatsiyalash kattaligini o‘zgarishi datchikning chiqariluvchi qismi va buyum armaturasi orasidagi masofaning o‘zgarishi bilan ma’lum bir bog‘lanishda bo‘ladi. Bu asbob yordamida 0dan 150mm gacha chuqurlikda bo‘lgan armaturaning joylashishini aniqlash mumkin.



9.6-rasm. Beton himoya qoplamasi o‘lchagichi “Poisk-2.5”:
1 – elektron blok; 2 – datchik; 3 – asbob ish paytida.

Beton himoya qoplamasi o‘lchagichi “Poisk-2.5” temir-beton buyumlar va konstruksiyalarning magnit usuli bilan armaturalanishini operativ nazorat qilish uchun mo‘ljallangan (GOST 22904). Korxonalar va qurilishlarda texnologik nazorat olib borishda, shuningdek binolar va inshootlarni tekshirishda qo‘llanadi (9.6-rasm).

Armatura sterjenlarining qidiruvi hamda ularning joylashuvini aniqlash asbobning ekstremal ko‘rsatkichlari bo‘yicha konstruksiya sirtini datchik bilan skanirlash yo‘li bilan amalga oshiriladi, bunda datchik o‘z o‘qi atrofida aylantirib turiladi. Asbobning ishlash rejimlari:

-armatura proyeksiyasini beton yuzida aniqlash;

-diametri ma’lum bo‘lgan armaturaning himoya qatlamini o‘lchash;

-himoya qatlami ma’lum bo‘lgan armaturaning diametrini aniqlash;

-parametrlari noma’lum bo‘lgan armaturaning diametrini va himoya qatlami qalinligini baholash;

-buyumlar sirtini skanirlash;

-armaturani chuqurlikda qidirish;

-o‘lchashlarni amalga oshirishdan oldin avtomatlashtirilgan ravishda kalibrlash;

-noma’lum markali po‘latga avtomatik rostlash;

-parallel sterjenlar ta’sirini kompensatsiya qilish.

Asbob bir qator o‘ziga xos xususiyatlarga egaki, ularning asosiylari quyidagilar bilan tavsiflanadi:

-armatura qidiruvi chiziqli va raqamli displey indikatorlarining ko‘rsatkichlari bo‘yicha, shuningdek tovushli tonal signal bo‘yicha amalga oshiriladi;

-o‘lchash natijalari va shartlari uchta xotira sohasida saqlanadi: asosiy rejim – 800, ma’lum diametr rejimi – 400, skanirlash – 200 sahifada 12 tadan natija;

-asbob GOST 22904 da ko‘zda tutilmagan armaturaning boshqa turlari va sinflariga avtomatik tarzda rostlanishi mumkin, rostlanishlar xotirasiga ham ega;

-arxivdan sanalar va raqamlar bo‘yicha natijalarning tezkor qidiruvi amalga oshiriladi;

-akkumulyatorlar va temperatura monitoringi olib boriladi;

-optointerfeys va servis kompyuter dasturi mavjud.

Asbob quyidagi variantlarda ishlab chiqariladi: “Poisk-2.51” – to‘liq versiya va “Poisk-2.52” – soddalashtirilgan versiya.

Texnik jihatdan quyidagicha tavsiflanadi:

-himoya qatlamini o‘lchash diapazoni, mm.....0...130

-nazorat qilinadigan diametrlar, mm.....3...50

-himoya qatlamining chegaraviy qiymati, mm.....175

-sezgirlik chegarasi, mm.....250

-himoya qatlami h ni o‘lchash xatosi chegaralari, mm....$\pm$(0,03h+0,5)

-elektron blok/datchik gabaritlari, mm.....150x75x27/150x32x37

-elektron blok/datchik massasi, kg.....0,14/0,20

-ishchi temperaturalar diapazoni, ^{0}S.....-10...+40

X BOB. LYUMINESSENT DEFETOSKOPIYA

Lyuminesseniya (moddaning sovuq yorug‘lanishi) ko‘pincha moddalar ko‘rinadigan yoki ultarbinafsha nurlar bilan nurlantirilganda o‘zlari nurlanish manbaiga aylanishi xodisasiga asoslangan. Rentgen, ultrabinafsha nurlar, γ -nurlar va h.k.lar uyg‘otuvchi nurlanish manbalari bo‘lishi mumkin.

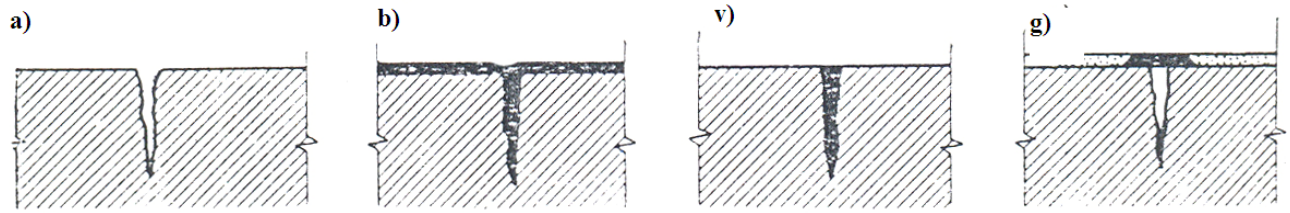
Nurlangan moddaning yorug‘lanishi davomiyligiga bog‘liq ravishda lyuminessent hodisalar fluoressensiya va fasforessensiyaga bo‘linadi. Fluoressensiya shunday xodisaki, unda nurlantirilgan moddaning yorug‘lanishi $1 \cdot 10^{-6}$ s dan kam vaqt davom etadi, ya’ni amalda nurlanish to‘xtashi bilan bir vaqtda yo‘qoladi. Fosforessensiya – ancha davom etadigan yorug‘lanish hodisasidir, u nurlanish tugagandan so‘ng ma’lum bir vaqt oraligida davom etadi.

Ultrabinavsha nurlarining manbalari. Yorug‘lanishni uyg‘otish uchun ko‘pincha ultrabinavsha nurlardan foydalaniladi, bu nurlar past va yuqori bosimli simobli va simobli kvarsli lampalardan olinadi. Past bosimli simobli lampalar to‘lqin uzunligi 2537Å bo‘lgan qisqa to‘lqinli nurlarni tarqatadi va bu nurlarni oson o‘tkazuvchi uviol shisha ballonda tayyorlanadi. Yuqori bosimli simobli-kvarsli lampalar ma’lum miqdordagi argon va simob bilan to‘ldirilgan kvars naylar ko‘rinishida tayyorlanadi; ular to‘lqin uzunligi 3663Å bo‘lgan ultrabinavsha nurlarni tarqatadi. Umumiy nurlanishlar oqimidan ultrabinavsha nurlarni ajratish uchun maxsus yorug‘lik filtridan foydalaniladi, ular spekterning ultrabinafsha qismini o‘tkazadi va ko‘rinadigan hamda infraqizilnurlarni tutib qoladi. Yorug‘lik filtrlari uviolli, silikatli yoki fasfatli shishadan kobalt va nikel oksidlari qo‘shimchalari bilan tayyorlanadi. Ultarbinavsha yorug‘likni hosil qilish uchun ultrabinavsha yoritkichlarning bir qancha turlaridan foydalaniladi: LYUM -1, LA-1, OS-65, KP-1N va boshqalar.

Lyuminessent suyuqliklari. Lyuminessiyalovchi suyuqliklar yuqori singib o‘tuvchi qobiliyatga, ultrabinavsha nurlar bilan nurlantirilganda yuqori yorug‘lanish intensivligiga, shuningdek sinalayotgan materialga nisbatan kimyoviy inertlikka ega bo‘lishlari kerak . Bunday suyuqliklar, kichik qovushoqlikka va yuqori ho‘llash qobiliyatiga ega bo‘lib, xatto juda mayda yoriqlar ichiga oson singib o‘tadi. Lyuminessent suyuqliklarni ikki asosiy guruhga bo‘lish mumkin: komponentlaridan biri o‘zi lyuminofor suyuqliklar va lyuminessiyalovchi moddalar qo‘shimcha sifatida kiritiladigan suyuqliklar.

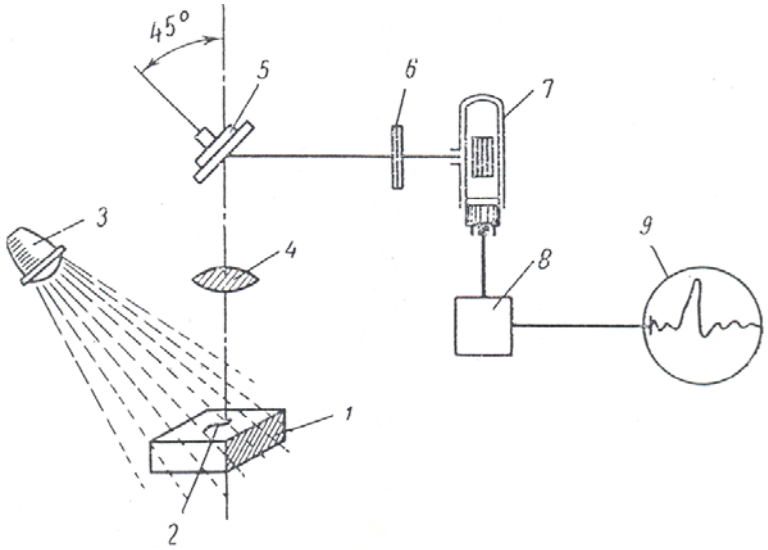
Birinchi guruxga lyuminofar bo‘lib hisoblanuvchi 15% och трансформатор moyidan, 83% kerosindan va 2% OP-7 yoki OP-10 emulgatordan iborat lyuminessent suyuqligi kiradi. Ikkinchi guruhga 50% kerosin, 25% benzin, 25% och vazelinli transformator yoki boshqa mineral moydan va 0,02-0,03% fluorensiyalovchi bo‘yovchi (yashil-tilla rangli defektol) dan iborat suyuqlik kiritilishi mumkin. Ultrabinavsha nurlar ta’sirida bu suyuqlik ravshan moviy tusli sariq-yashil rangda yoritadi.

Sinovlarni o‘tkazish. Sinovlarni o‘tkazishdan oldin sinalayotgan metallning sirti turli qotma, zang, moy va h.k.lardan yaxshilab tozalanadi. Tozalangan sirtga purkash usuli yoki vannaga botirish usuli bilan fluressensiyalovchi suyuqlik qoplanadi va havoda 10-15 minut tutib turiladi. Bu vaqt ichida eritma barcha nuqsonlar va mikroyoriqlarga singib borib yetadi. So‘ngra ortiqcha suyuqlik sirtidan yuvib tashlanadi, lekin kapillar ilashishi kuchlari tufayli yoriqlarda tutilib qoladi. Yuvilgandan so‘ng sinalayotgan detal sirti 50-60^0 gacha isitilgan havo oqimida quritiladi va juda mayda quruq kukun qatlami sepiladi. Kukun sifatida kuchli adsorbsion xossalarga ega bo‘lgan silikagel, magnit oksidi, marshallit va boshqa moddalardan foydalaniladi. Kukun sepilgan sirt yoriqlarining chuqurligi va tavsifiga bog‘liq holdan 5 dan 30 minutgacha tutib turiladi. Bu vaqt ichida kukun nuqsonli joylardan suyuqlikni tortib oladi, bu suyuqlikni shimib oladi va sirt bilan ilashadi.(10.1-rasm). Shundan so‘ng sinalayotgan namuna filtrlangan ultrabinafsha yorug‘likda ko‘zdan kechiriladi.



10.1-rasm. Yoriqlarni aniqlash bo‘yicha sinovlar o‘tkazish ketma-ketligi sxemasi:
a- tayyorlangan sirt: b- fluoressiyalovchi suyuqlikli sirt; v- suv bilan yuvilgandan keyingi sirt; g- selikagel kukunli sirt.

Yoriqlar va boshqa nuqsonlar yorishuvchi chiziqlar, dog‘lar yoki nuqtalar ko‘rinishida namoyon bo‘ladi. Nuqsonlarni avtomatik ravishda qayd etuvchi qurilmalar mavjud. Bunday qurilma simobli-kvarsli lampadan, linzadan, filtrli fotoelektron ko‘paytirgichning aylanuvchi ko‘zgusildan va ossillografdan iborat (10.2-rasm).



10.2-rasm. Nuqsonlarni avtoma-tik qayd qilish uchun fotoelektrik qurilma sxemasi:
1- tekshirilayotgan naumna; 2-aniqlangan yoriq; 3-ultra-binafsha nurlar manbai; 4-linza; 5-ko‘zgu; 6-yorug‘lik filtrlari; 7-fotoko‘paytirgich; 9-ossillograf ekrani.

Nuqsondan kelayotgan yorug‘lanish vertikal o‘qqa 45^0 burchak ostida elektrodvigatel valida o‘rnatilgan aylanuvchi ko‘zgu sirtiga linza yordamida fokuslanadi. Ko‘zguning aylanishi va ma’lum darajada tebranishi natijasida nuqsondan chiqqan yorug‘lik ketma-ket fotoko‘paytirgichga, keyin kuchaytirgich orqali ossillografning elektron nurli trubkasiga kelib tushadi, u yerda aniq ifodalangan cho‘qqi sifatida kuzatiladi.

Betondagi mikroyoriqlarni aniqlash. Nazorat qilishning magnit usullaridan farqli lyuminessent usullar nomagnitli va ayrim g‘ovak materiallar va buyumlardagi sirtki nuqsonlarni aniqlash uchun qo‘llaniladi. Jumladan, Daniyada betonli va temirbetonli buyumlarda beton sirtidagi mikroyoriqlarni aniqlash ishlab chiqilgan. Sinov quyidagi tarzda amlga oshiriladi. Chang va iflosdan oldindan tozalangan beton sirtga mayin qilib maydalangan bo‘r kukuni sepiladi. Kukun pulverizator yordamida spirtli suspenziya ko‘rinishida barcha sirtiy nuqsonlar to‘ldirilmaguncha va bir tekis yupqa bo‘r qatlami hosil bo‘lmaguncha sepiladi.

Keyin ma’lum vaqt oralig‘idan so‘ng bo‘r bilan ishlov berilgan spirtga changlantirish yo‘li bilan fluoressentlovchi suyuqlik sepiladi. Suyuqlikni purkash intensivligi va changlantirish soplasining chiqishidagi bosim beton sirtining holati va boshqa omillarga bog‘liq holda tanlab olinadi.

Fluorensensiyalovchi suyuqlik sirtki qatlamga singib o‘tadi va bo‘shliq, chuqurlik va yoriqlar mavjud bo‘lgan joylarda ko‘proq to‘planadi. Bunday to‘planishga nuqsonli uchastkalarda bo‘r kukuni ko‘proq miqdorda bo‘lishi hisobiga ularni kapillarligining yuqoriroq bo‘lishi imkon beradi. Shu tarzda tayyorlangan beton sirti to‘lqin uzunligi 3650Å bo‘lgan ultrabinafsha nurlar bilan nurlantiriladi va sinchiklab ko‘zdan kechiriladi. Agar butun sirtni kuchsiz yorug‘lantirish fonida ravshan yorug‘lantirilgan uchastkalar ajralib tursa, bu hol shu uchastkalarda sirtning nuqsonga ega ekanligini qo‘rsatadi. G‘ovakliklar, chuqurliklar alohida nuqtalar yoki nuqtalarning zich to‘plami ko‘rinishida yorug‘lanadi, mikroyoriqlar esa siniq chiziqlar yoki bu chiziqlarning to‘rsimon to‘qimasi ko‘rinishida yorug‘lanadi.

Aniqlangan mikroyoriqlar kolkaga o‘tkaziladi yoki fotosuratga olinadi. Shuni ta’kidlash lozimki, yorug‘lantiruvchi mikroyoriqlarning eni ularning haqiqiy kengligidan biroz kata bo‘ladi.

TO‘RTINCHI BO‘LIM

MATERIALLAR VA KONSTRUKSIYALARNI SINASHDA NATIJALARGA ISHLOV BERISH VA MEHNATNI MUHOFAZA QILISH

XI BOB. MATEMATIK STATISKANING ASOSIY TUSHUNCHALARI VA USULLARI

Tasodifiy kattaliklar yoki hodisalarning ommaviy sinash natijalarini ishlov berishda matematik statistikaning turli xil uslublaridan foydalanish mumkin. Matematik statistikaning u yoki bu usulini to‘g‘ri qo‘llanishi jarayonni yaxshilash to‘g‘risida qaror qabul qilish uchun hodisa yoki jarayonni yanada to‘laroq baholashga imkon beradi. Statistik uslublar aniq fanlarning klassik uslublariga – fenomenologik uslublariga qarama – qarshi qo‘yilmaydi, balki xodisalar va jarayonlarni kengroq va chuqurroq tahlil qilishga imkon beruvchi ularning qo‘shimchasi, to‘ldiruvchisi bo‘ladi. Matematik statistika foydalanadigan asosiy tushunchalar ehtimollar nazariyasida beriladi.

11.1. Ehtimollar nazariyasidan ayrim ma’lumotlar

Ehtimollar nazariyasi – bu tasodifiy kattaliklar va hodisalarning qonuniyatlarini o‘rganuvchi matematika fani.

Bir necha marta sinashda turli xilda chiqadigan qurilish materiallari xossalarining tavsiflari *tasodifiy kattaliklar* deyiladi.

Ko‘p marta qayta takrorlashda doim turlicha kechadigan texnologik operatsiyalar *tasodifiy hodisalar* deyiladi.

Yig‘ma temirbeton zavodining texnologik liniyasida tayyorlanadigan buyumlarning tasodifiy kattaligi – beton mustahkamligini qarab chiqamiz. Uni standart namuna – kubchalarni sinashda aniqlanib, ular ham o‘sha beton aralashmasidan tayyorlanadi va nazorat qilinayotgandagiga o‘xshash sharoitlarda ishlov beriladi. Buyumlarning aynan bir turini ishlab chiqarishda namunalarning mustahkamligini buyumlarning mazkur turiga xos bo‘lgan siqilishiga mustahkamlik bo‘yicha beton sinfi (markasi) aniqlanadi. Mustahkamlik tarkibiga (sement, suv va to‘ldirgichlarning sarfiga), zichlashish va qotish texnologik rejimlariga, sinash usullariga bog‘liq.

Bu omillarning barchasi doimiy emas. Sementning aktivligi va to‘ldirgichlarning tabiiy namligi o‘zgarib turadi. Dozalash qurilmalarining mukammal emasligi oqibatida beton aralashtirgichga materiallar yuklashda beton aralashmasini tashkil etuvchi materiallar sarfi o‘zgarib turadi. Nazorat namunalarini tayyorlash va qotish jarayonida texnologik rejimlar o‘zgaradi: vibrozichlanishda vibratsiya porometrlari va ta’sir qilish vaqti, issiqlik ishlov berish sharoitlari, tabiiy qotishda muhitning namligi va temperaturasi. Namunalarni siqishga sinashda yuklanishni uzatish shartlari, uni qo‘yish tezligi, namunalarning geometrik o‘lchamlari o‘zgarishi mumkin. Shuning uchun ham namunalarni sinashda mustahkamlikning turli xil, bir – biridan ko‘proq yoki kamroq farq qiladigan qiymatlari olinadi, bunda har bir o‘lchash tasodifiy kattalik bo‘ladi.

Ehtimollar nazariyasi tasodifiy kattaliklar va hodisalarning to‘plamini o‘rganadi. Aynan to‘plamda, ommaviylikda ma’lum qonuniyatlar, o‘ziga xos barqaror natijalar namoyon bo‘ladi.

Namuna kublarni sinashda betonning mustahkamligini aniqlash bilan bog‘liq misolda ayrim namunalar mustahkamligining turlicha qiymatlari olingan. Agar namunalar soni uncha katta bo‘lmasa (20-30 tagacha), u xolda mustahkamlik qiymatlari birorta ko‘rinuvchi qonuniyatsiz taqsimlanadi.

Sinalgan namunalar soni ortib borgani sari ma’lum bir qonuniyat namoyon bo‘la boshlaydi, u qancha ko‘p namuna sinalgan bo‘lsa, shunchalik aniq bo‘ladi. Mustahkamlik qiymatlari o‘rtacha mustahkamlikka mos keluvchi ma’lum bir markaziy nuqtaga nisbatan taxminan simmetrik bo‘ladi. Bu nuqtadagi qiymatlariga yaqin natijalar soni katta farq qiluvchi va chet tomonlarida joylashgan qiymatlar sonidan katta bo‘ladi. Shunday qilib, mustahkamlik qiymatlarining chastotasi markaziy nuqtadan uzoqlashganda to‘la aniq qonun bo‘yicha kamayadi. Bu qonun matematik statistikada asosiy qonunlardan biri hisoblanadi va *kattalikni taqsimlashning normal (me’yordagi) qonuni deb ataladi.*

Quyida ko‘rsatilgan kabi normal taqsimlash qonuni ikki parametr bilan tavsiflanadi: matematik kutish, ya’ni o‘rtacha arifmetik kattalik va o‘rtacha kvadratik og‘ish. Bu chegaraviy holda qolgan barchasi intiladigan hamma taqsimot qonunlaridan matematik jihatdan eng ishlangan qonundir.

Bunga o‘xshash statistik qonuniyatlar juda ko‘p tasodifiy kattaliklar yoki hodisalar o‘rinli bo‘lganda kuzatiladi. Bu statistik qonuniyatlar har bir kattalik yoki hodisaning individual xususiyatlariga amalda bog‘liq bo‘lmaydi. Ayrim xususiyatlar umumiy massada nivelirlanadi, o‘rtachalashtiriladi va tasodifiy natijalar to‘plashidagi o‘rtacha natija endi tasodifiy bo‘lmaydi.

Ehtimollar nazariyasi usullari faqat ommaviy tasodifiy kattaliklar yoki hodisalarni o‘rganish uchun yaraydi va ayrim kattalik yoki hodisani o‘lchash natijasini oldindan aytishga imkon bermaydi.

Ehtimoliy usullar qo‘llanilganda juda ko‘p tasodifiy kattaliklar yoki hodisalarni boshqaruvchi qonunlardan foydaniladi. Bu ilmiy bashoratni (prognozni) amalga oshirishga va tasodifiy hodisalarning kechishiga maqsadga yo‘naltirilgan holda ta’sir etishga, tasodiflarning ta’sir doirasini cheklashga, ya’ni jarayonning kechish tavsifini yaxshilashga imkon beradi.

Ehtimollik tushunchasini ta’riflash uchun hodisa tushunchasi kiritilgan. Hodisa deganda tajriba natijasida yuz berishi yoki yuz bermasligi mumkin bo‘lgan har qanday fakt tushuniladi. Hodisalarni ularning imkoniyat darajalariga ko‘ra miqdoriy bog‘lash uchun har bir hodisa ma’lum bir son bilan ifodalanadi, u hodisa qanchalik yuz beradigan bo‘lsa, u shuncha katta son bo‘ladi. Bunday son *hodisani ehtimolligi deb ataladi.*

Ehtimoli birga teng bo‘lgan haqiqiy hodisani albatta yuz berishi kerak bo‘lgan xodisani hisoblash lozim. Masalan, agar sement, qum, suv, shag‘aldan tashkil topgan aralashma biror qolipga joylangan bo‘lsa va uning qotishi uchun sharoitlar yaratilgan bo‘lsa, sun’iy konglomerat toshni- betonni- olish albatta yuz berishi kerak.

Haqiqiy (ishonchli) hodisaga nisbatan qarama-qarshi bo‘lgan hodisa mumkin bo‘lmaydigan hodisa bo‘lib, uning ehtimoli nolga teng. Masalan, agar materiallar aralashmasini tayyorlash uchun sement yoki suv bo‘lmasa o‘sha hodisa- betonni olish - yuz bermaydi.

Berilgan mustahkamlikdagi betonni olish xaqiqiyligi birdan kam bo‘lgan hodisa hisoblanadi; u betonni tashkil etuvchilarining miqdoriy nisbatiga, ularning sifatiga, zichlanish va qotish sharoitlariga bog‘liq.

Turli xil hodisalar turli darajadagi ehtimollikka ega. Hodisaning ehtimollik tushunchasi o‘z asosida hodisa chastotasi tushunchasi bilan bog‘liq. Har bir aniq tajribada *A hodisaning ehtimoli hodisa chastotasi R (A) yoki statik ehtimollik* bo‘lib,

u m qulay holatlar sonining (hodisa yuz berganda) hodisalarning umumiy soni n ga (hodisa yuz berish mumkin bo‘lganda) nisbatini ifodalaydi, ya’ni

$$P(A)=m/n. \quad (11.1)$$

Hodisaning ehtimoli doim 0 bilan 1 orasida topiladi, ya’ni

$$0 \le P(A) \le 1 \quad (11.2)$$

Amalda ko‘pincha eksperimental takrorlash qiyin yoki mumkin bo‘lmaydigan hodislarning ehtimolini aniqlash talab etiladi. Bu holda bevosita usullardan foydalanmasdan, balki bir hodisaning ma’lum ehtimoliklariga ko‘ra u bilan bog‘liq bo‘lgan boshqa hodisalarning extimolini aniqlashga imkon beruvchi bilvosita usullardan foydalaniladi. Masalan, konstruksiyada materialning mustahkamligi va material mustahkamligining bir jinsli (bir xil) emasligi bevosita buzmaydigan ultratovushli va sklerometrik usullar bilan aniqlanadi. Ultrotovushning tezligini yoki slerometrik asbobning sharchasi izi diometrini bilgani holda aynan shunday materialdan tayyorlangan namunalar uchun ehtimoliy statistik usullardan foydalanib yasalgan tarirovkali bog‘lanishlar bo‘yicha konstruksiyaning mastahkamligi to‘g‘risida fikr yuritiladi.

Sinovlar va tadqiqotlarning bilvosita usullarini qo‘llanib, ehtimollar nazariyasining asosiy teoremalaridan, ehtimolliklarini qo‘shish yoki ko‘paytirish teoremalaridan foydalaniladi.

Ehtimoliklarni qo‘shish teoremasida shunday deyiladi: A va V hodisalarning yig‘indisi deb, shunday S hodisaga aytiladiki, bu hodisa A hodisaning yoki V hodisaning paydo bo‘lishdan (bajarilishdan) yoki ikkilasining birga paydo bo‘lishdan iboratdir. Agar bu hodisalar mustaqil (to‘g‘ri kelmaydigan) hodisalar bo‘lsa, u holda

$$R(A+V)= R(A) + R(V) \quad (11.3.)$$

Ehtimoliklarni qo‘shish teoremasi, masalan, betondan qilingan buyumlarning mustahkamligi bir jinsli emasligini aniqlashda qo‘llaniladi, u buyumlarning sifatini ifodalaydi. Bir jinsli bo‘lmaslik asosan ikkita mustaqil hodisalarga bog‘liq. Birinchi hodisa – bu uning tarkibi, dozirovkasi va aralashtirilishga bog‘liq bo‘lgan betonning bir jinsli emasligidir. Uni buyum yasalgan o‘sha beton aralashmasidan tayyorlangan namuna – kubchalar mustahkamligining bir jinsli emasligi bo‘yicha ko‘rish mumkin. Ikkinchi hodisa bu zichlanish va qotish sharoitlarining bir jinsli emasligi bilan yuzaga kelgan buyumlardagi betonning bir jinsli emasligidir. Bu bir jinslimaslik faqat buzmaydigan usullar bilan aniqlanadi.

Bu ikki hodisa bir-biriga bog‘liq emas, va buyumlarda beton mustahkamligining bir jinsligimasligi to‘g‘risidagi umumiy hulosalar ehtimoliklarni qo‘shish teoremasidan foydalanib olinishi mumkin.

Ehtimoliklarni ko‘paytirish teoremasida shunday deyiladi: ikki A va V xodisalarning ko‘paytmasi deb, A hodisasining va V hodisaning birgalikda bajarilishdan iborat S xodisaga aytiladi. Agar xodisalar mustaqil bo‘lsa u holda

$$R(A \cdot V)=R(A) \cdot R(V). \qquad (11.4)$$

Ehtimolliklarni ko‘paytirish teoremasidan foydalanish konstruksiyalarning yuk ko‘tarish qobiliyatini ko‘rib chiqish imkonini beradi, u bir tomondan, konstruksiya materialining mustahkamlik tavsiflarining tasodifiy kattaliklari bilan, ikkinchi tomondan yuklatishlarning tasodifiy kattaliklari bilan aniqlanadi. Konstruksiyaning buzilishi extimoli material mustahkamligining minimal kattaliklarining va yuklanishlarning maksimal kattaliklarining mavjudligi bilan bog‘liq ekani, ravshan.

Agar mustahkamlik xossalari 10 % xollarda (A xodisaning ehtimoli R (A) =0,1 ni tashkil etadi) mustahkamlikning zarur minimumidan kichik, yuklanish esa 20 % hollarda (V xodisaning ehtimoli R (V) = 0,2 ni tashkil etadi) hisobda ko‘zda tutilganlardan ortiq bo‘ladi, deb faraz qilinsa, u holda bu ikki mustaqil hodisalarning birgalikda bajarilishi ular ehtimolliklarining ko‘paytmasi bilan aniqlanadi:

$$R(A \cdot V) = 0,1 \cdot 0,2 = 0,02$$

A hodisaning va V xodisaning bir vaqtda bajarilishi shunga olib keladiki, konstruksiya yoki mustahkamlik kam bo‘lganligi oqibatida, yoki hisoblangan yuklanishlar ortib ketishi sababli buzilishi mumkin va uning buzilishi ehtimoli 0,02 ni yoki 2% ni tashkil etadi.

Konstruksiyaning yuk ko‘tarish qobiliyatini ko‘rib chiqishda, konstruksiya buzilmasligini ehtimoli ehtimoliklarni qo‘shish teoremasidan foydalanib aniqlanadi. *Ikki qarama–qarshi hodisalarning yig‘indisi*, ya’ni konstruksiyaning buzilish hodisasi va konstruksiyaning buzilmasligi hodisasi doimo birga teng.

Ko‘rib chiqilgan holda konstruksiyaning buzilmasligi ehtimoli:

$$1 - R(A \cdot V) = 1\text{-}0,02 = 0,98 \text{ yoki } 98\ \% \text{ bo‘ladi.}$$

Ehtimollik odatda yo havsizlik shartlaridan kelib chiqib belgilanadi, yoki uzoq kuzatishlarda aniqlanadi.

Masalan, tuproq ostidagi suv o‘tuvchi quvrning diametrini hisoblashda 50 yilda 1 marta takrorlanuvchi maksimal yomg‘ir oqimi hisobga olinadi.

U holda maksimal yomg‘ir oqimining paydo bo‘lish ehtimoli

$$R(A) = m / n = 1/50 = 0{,}02.$$

Ko‘prikdagi teshikni hisoblashda 300 yilda 1 marta takrorlanuvchi toshqin hisobga olinadi. Bu holda maksimal suv toshqinining yuzaga kelishi ehtimoli $R(A) = 0{,}0033$, qarama – qarshi hodisaning yuzaga kelishi esa, ya’ni suv bosish miqdori hisobdagi qiymatdan ortmasligi: $R(V) = 1 - R(A) = 0{,}9967$ ga teng bo‘ladi.

Ko‘rsatib o‘tilgan barcha tasodifiy kattaliklar, tasodifiy hodisa, hodisaning ehtimolligi, ehtimolliklarining qo‘shish va ko‘paytirish tushunchalari tasodifiy kattaliklar va hodisalarni tadqiq etishning ehtimolliy usullari asosida yotadi.

11.2. Matematik statistikaning asosiy tushunchalari va qonunlari

Matematik statistika – bu ehtimollar nazariyasiga tayanuvchi fan bo‘lib, tadqiq etilayotgan hodisalarni o‘rganish va qonuniyatlarni o‘rnatish uchun tajriba natijalaridan foydalanadi.

Matematik statistikaning vazifasi ommaviy tasodifiy kattaliklar va hodisalar ustida kuzatishlar yoki tajriba natijasida olinadigan statistik eksperimental ma’lumotlarni qayd etish, tavsiflash va tahlil qilish usullarini ishlab chiqish va bunda olingan natijalarni ixcham taqdim etishdan iborat.

Statistik tahlildan maqsad kam mehnat sarflab maksimal axborot olish, shuningdek olingan natijalarning haqiqiyligini baholashdan iboratdir.

Tasodifiy kattalikni o‘rganishda bu materiallni *x* tasodifiy kattalikning butun juda katta, lekin real sondagi o‘lchashlar yig‘indisidan iborat ma’lum bir *bosh yig‘indidan* kuzatishlar uchun *tasodifiy tanlash* deb atash qabul qilingan. Statistik tahlilning vazifasi tasodifiy tanlash natijalariga ko‘ra bosh yig‘indining parametrini baholashdan iborat. Bosh yig‘indi parametrlari tanlash yig‘indisi parametrlaridan farqli ravishda qo‘shimcha “nol” indeksi bilan belgilanadi.

Matematik statistika foydalanadigan asosiy parametrlar o‘rtacha, dispersiya, o‘rtacha kvadratik og‘ish va variatsiya koeffitsiyenti hisoblanadi.

x kattalikning kuzatilayotgan qiymatlarining *o‘rtachasi* (yoki arifmetik o‘rtasi) *n* ushbu:

$$X = \frac{X_1 + X_2 + \ldots + X_n}{n} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_i . \qquad (11.5)$$

ifoda bilan aniqlanadi.

Bosh yig‘indi (to‘plam) uchun o‘rta arifmetik x_0 *matematik kutish* deyiladi.

Dispersiya – bu tasodifiy kattalikning o‘rtacha qiymatga nisbatan sochilishidir. *x* kattalikning n qiymatlari uchun dispersiyani:

$$\sigma_x^2 = \frac{\sum_{i-1}^{n} (x_i - x)^2}{n-1} \quad . \qquad (11.6)$$

ifodadan aniqlanadi.

Bu yerda: maxrajda *n-1* (n emas) turishining sababi tanlash uchun o‘rtacha arifmetik bosh yig‘indisining o‘rtacha arifmetigidan farq qiladi. Dispersiya formulasidagi *n-1* maxraj *erkinlik darajasini sonini* ifodalaydi. Erkinlik darajasi soni mustaqil o‘lchamlar soni minus materialga bundan keyin ishlov berishda bu o‘lchashlarga qo‘yilgan aloqalar soni sifatida aniqlanadi. Mustaqil o‘lchamlar bo‘yicha tanlash dispersiyasini aniqlashda *n–1* ta erkinlik darajasiga ega bo‘lamiz, chunki dispersiya tarkibiga kiruvchi o‘rta arifmetikni hisoblashda o‘lchash natijalariga (1/n)φ) $\sum_{i-1}^{n} x_i$ ko‘rinishdagi bitta aloqa qo‘yilgan edi.

O‘rtacha kvadratik og‘ish (σ_x) deb σ_x^2 dispersiya kvadrat ildizidan olingan musbat qiymatga aytiladi. Uni shuningdek *standart og‘ish*, *xatolik* yoki oddiygina standart deb ataladi:

$$\sigma_x = \sqrt{\sigma_x^2} \qquad (11.7)$$

Tasodifiy kattalikning o‘rtacha qiymatiga nisbatan foizlarda ifodalangan nisbiy kvadratik xato *variatsiya koeffitsiyentini* yoki *o‘zgaruvchanlik koeffitsiyenti* deyiladi va V_x bilan belgilanadi:

$$\upsilon_x = \frac{\sigma_x}{X} \qquad (11.8)$$

x tasodifiy kattalikni o‘rganishda dastavval uning taqsimlanishi qanday qonunga bo‘ysinishni aniqlash zarur.

Tasodifiy kattalikning taqsimot qonuni deb tasodifiy kattalikning mumkin bo‘ladigan qiymatlari bilan unga mos ehtimrlliklar orasidagi aloqani o‘rnatuvchi har qanday munosabatga aytiladi. Bu qonunning berilishning eng oddiy shakli jadval bo‘lib, unda tasodifiy kattalikning qiymatlari va ularga mos ehtimolliklar sanab o‘tilgan. Bunday jadvalni *taqsimlash qatori* deb ataladi (11.1 - jadval).

11.1- jadval

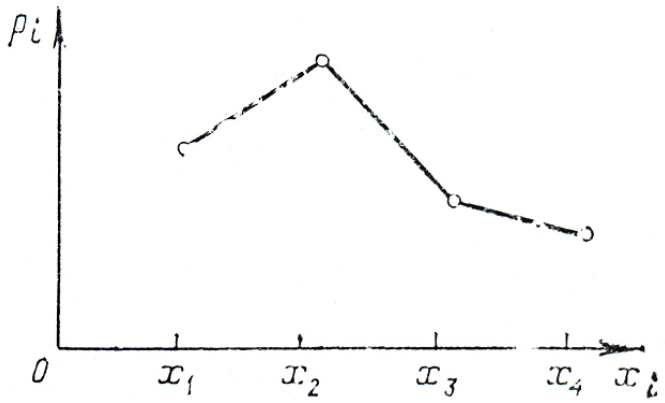
X_i	X_e	X_2	…….	X_n
P_i	P_e	P_2	……..	P_n

Geometrik jihatdan bu qator taqsimlash ko‘pburchagidan iborat (11.1 – rasm).

Taqsimlash qatori diskret (uzlukli) tasodifiy kattalik uchun taqsimlash qonuni hisoblanadi. Lekin uzluksiz kattalik uchun qator mavjud emas. Shu bilan birga tasodifiy uzluksiz kattalikning mumkin bo‘lgan qiymatlarining turli sohalari bir xil ehtimoli emas, shuning uchun uzluksiz kattalik uchun ham ehtimoliklarning taqsimoti mavjud. Uzluksiz hodisa *x* ning ehtimoli *x* dan olingan funksiyadir. Bu funksiya tasodifiy *x* kattalikning *taqsimlash funksiyasi* deyiladi va F (*x*) bilan belgilanadi. Taqsimlash funksiyasini yana kattalikni *taqsimlashning integral funksiyasi* yoki kattalikni *taqsimlashning integral qonuni* deyiladi.

$$F(x) = \int_{-\infty}^{x} \varphi(x)\,dx. \qquad (11.9)$$

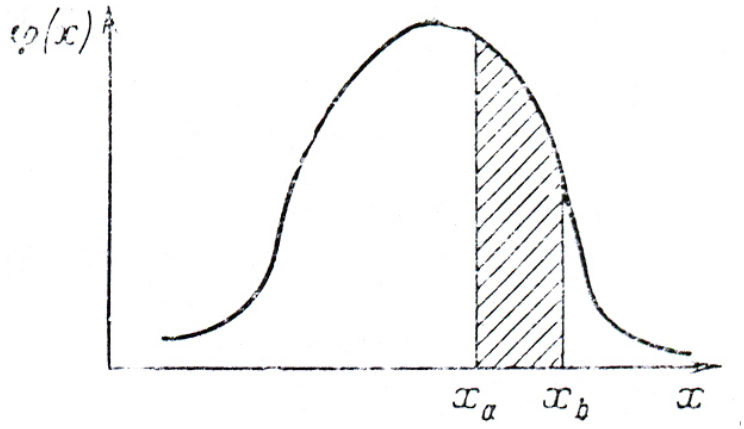
φ (*x*) funksiya F (*x*) taqsimlash funksiyasining hosilasi bo‘ladi va tasodifiy kattalikning qiymatlari taqsimlanadigan zichlikni ifodalaydi. Bu funksiya *taqsimlash zichligi* yoki ehtimollik zichligi deb ataladi. Ba’zan uni taqsimlashning differensial funksiyasi yoki tasodifiy kattalikni taqsimlashning differensial qonuni deyiladi.



11.1-rasm. Taqsimlash ko‘pburchagi.

Taqsimlashning differensial funksiyasi grafigida tasodifiy kattalikni taqsimlash zichligini ifodalovchi egri chiziqni (11.2 - rasm) *taqsimlash egri chizig‘i* deyiladi.

Differensial egri chiziq abssissalar o‘qi bilan birga teng bo‘lgan yuzani chegaralaydi. *xa* va *x* b nuqtalar orqali o‘tuvchi ordinatorlar bilan chegaralangan, shtrixlangan yuza *x* ning *xa* va *xb* orasidagi intervalga tushib qolish ehtimolini aniqlaydi. Taqsimlash funksiyasi biror abstrakt (mavhum) matematik modelni ifodalab, uning yordamida tasodifiy eksperimental kuzatiladigan kattaliklar tavsiflanadi. Materialga (tasodifiy kattalik *x* ga) statistik ishlov berish masalalaridan biri shunday bir taqsimlash funksiyasini topishdan iboratki, u tasodifiy kattalikning kuzatilayotgan qiyomatlarini yetarli darajada yaxshi tavsiflashi va statistik tahlil uchun qulay bo‘lishi kerak.



11.2-rasm. Uzluksiz tasodifiy kattalikni taqsimlashning differensial funksiyasi grafigi.

φ (*x*) taqsimlash funksiyalarining analitik ifodalari o‘z ichiga taqsimlash parametrlarini oladi. Agar tasodifiy kattalikning taqsimlash qonuni ma’lum bo‘lsa, u holda bu tasodifiy kattalik uning taqsimlash qonunining sonli qiymatlari bilan to‘la tavsiflanishi mumkin.

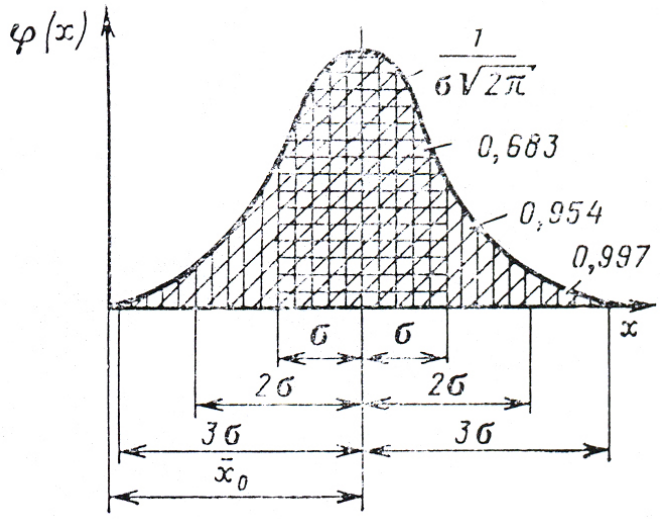
Me’yordagi (normal) taqsimlash qonuni. Ko‘pchilik hollarda *x* tasodifiy kattalikni ko‘p miqdorda o‘xshashlari (n>50) o‘rinli bo‘lganda uning taqsimlanishi Gauss qonuni deb ataluvchi normal *taqsimlash qonuniga* mos keladi. Normal qonunning bosh hususiyati shundan iboratki, u boshqa taqsimlash qonunlari yaqinlashayotgan chegaraviy qonun hisoblanadi.

Normal taqsimlash qonuni *ehtimollik zichligi* bilan tavsiflanadi:

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sigma_{x_0}\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(X_i - X_0)^2}{2\sigma_{x_0}^2} \right].$$

Normal qonun grafik jihatdan qo‘ng‘iroqsimon egri chiziq bilan tasvirlanib, (11.3 – rasm), x0 ordinatga nisbatan simmitrik bo‘ladi, x0 ± σ_{x_0} da ikkita bukilish nuqtasiga ega va asimtotik jihatdan abssissolar o‘qiga yaqinlashadi:

Abssissalar o‘qi bo‘yicha biror oraliq bilan chegaralangan yuza, masalan, σx, 2 σx yoki 3 σx tasodifiy kattalikning mazkur intervalga tushish ehtimolini ifodalaydi. O‘lchash natijalarining umumiy qismi o‘rtacha x_0 qiymat atrofida to‘planadi. $x_0+\sigma_{x_0}$ dan $x_0-\sigma_{x_0}$ uchastkada barcha o‘lchamlarning 68,3% 19 bo‘ladi (68,3% - bu taqsimlash egri chizig‘i va shu interval bilan chegaralangan yuzaning ulushi). *x0*+2σ_{x_0} dan $x_0-2\sigma_{x_0}$ gacha chegaralarda 95,4 % o‘lchamlar joylashadi, $x_0+3\sigma_{x_0}$ dan $x_0-3\sigma_{x_0}$ gacha chegaralarda 99,7% o‘lchashlar joylashadi. Shunday qilib, “uch sigmalli chegaralar” uchastkasidan barcha o‘lchashlar sonining faqat 0,3% igina chiqadi.



11.3- rasm. Chastotalarni me’yorida taqsimlash grafigi.

(11.10) normal taqsimlash qonunining parametrlari x0 va σ_{x_0} hisoblanadi. *Matematik kutish* (o‘rta arifmetik) sochilish markazi hisoblanadi va abssissolar o‘qida taqsimlash holatini ifodalaydi. x0 o‘lchamlik – bu tasodifiy x kattalikning o‘lchamligidir. σ_{x_0} porametr taqsimlash egri chizig‘ining holati emas, balki shaklini ifodalaydi. Bu sochilish xarakteristikasidir. Taqsimlash egri chizig‘ining eng katta ordinatasi σ_{x_0} ga teskari proporsional. Taqsimlash egri chizig‘ining yuzi birga teng bo‘lgani uchun, σ_{x_0} ortganda egri chiziq tekis bo‘lib qoladi, σ_{x_0} kamayganda esa yuqoriga ko‘tariladi.

Hisoblashlar qulay bo‘lishi uchun amalda *me’yorlangan taqsimlashdan* foydalaniladi, u x kattalikdan uning funksiyasiga o‘tishda hosil bo‘ladi,

$$u = \frac{X_i - X_0}{\sigma_{x0}} \qquad (11.11)$$

i ga o‘tishda funksiya ko‘rinishi quyidagicha bo‘ladi:

$$f(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{u^2}{2}\right). \qquad (11.12)$$

Bu funksiya *normal taqsimlashning me’yorlangan zichligi* deyiladi. Normal taqsimlanishning me’yorlangan integral funksiyasi.

$$\Phi(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{u} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt. \qquad (11.13)$$

ifoda bilan aniqlanadi.

F (*ip*) integral funksiya hodisaning ehtimolligini - ∞ dan *ip* gacha O dan *ip* gacha (O dan *ip* gacha) oraliqlarda ifodalaydi va 1 hamda 2- ilovalarga ko‘ra aniqlanishi mumkin.

Biror texnik xossaning barcha o‘lchash natijalari - ∞ dan + ∞ gacha oralig‘ida bo‘ladi degan hodisaning ehtimoli birga teng. Texnik xossalarni aniqlashda o‘lchash natijalari o‘rta arifmetikdan kichik yoki unga teng bo‘ladi. *xi* ≤ x0 degan hodisaning ehtimoli, ya’ni -- ∞ *ip* ≤ O da F (*ip*) = 0,5 bo‘ladi.

Ehtimolikning - ∞ dan *ip* gacha bo‘lgan ma’lum kattaligida hodisaning yoki me’yorlangan ko‘paytuvchining ehtimolini aniqlashda 1- ilovada keltirilgan jadvaldan foydalangan qulay.

Masalan, toshqinning maksimal kattaligini 0,9967 ehtimollik bilan (yuqoriga qarang) aniqlash holi uchun funksiyaning 1- ilova bo‘yicha topilgan qiymati *ip* =2,72.

Betoning texnik xossalarining olingan natijalari $x0 \pm i1\sigma$, chegaralarda bo‘lishi hodisalarining ehtimolini 2-ilovadan aniqlaymiz.

i1=1; *i1*=2 va *i1*=3 hollari uchun, ya’ni x ± 1σ_{x_0} ; xo ± 2σ_{x_0} va xo±3σ_{x_0} uchun quyidagilarga ega bo‘lamiz:

$$2\,F(i1) = 2 \cdot 0{,}3413 = 0{,}6826 \approx 0{,}683 = 68{,}3\%;$$
$$2\,F(i1) = 2 \cdot 0{,}04772 = 0{,}9544 \approx 0{,}954 = 95{,}4\%;$$
$$2\,F(i1) = 2 \cdot 0{,}49865 = 0{,}9973 \approx 0{,}997 = 99{,}7\%;$$

Judayam mas’ul o‘lchamlarni bajarishda maksimal yo‘l qo‘yilgan og‘ishlar uchun ± 3σ kattalik qabul qilinadi. U holda R=0,9973. Bu, absolut kattaligi bo‘yicha 3σ dan ortiq bo‘ladigan chetlanishlarning paydo bo‘lishi ehtimoliga yoki 0, 27% ga tenglikni anglatadi.

Agar R- hodisaning paydo bo‘lishi ehtimoli bo‘lsa, u holda 1-R=r- muhimlik (ahamiyatlilik) darajasi.

Me’yordagi taqsimlash empirik materialni eng yaxshi tarzda tavsiflagani uchungina me’yordagi taqsimlashdan foydalanibgina qolmay, balki me’yordagi taqsimlash yaxshi ishlab chiqilgan matematik model bo‘lib, undan o‘lchash natijalarini statistik tahlil qilish uchun foydalanishi qulaydir.

11.3. O‘lchash natijalariga ishlov berish

O‘lchash natijalariga ishlov berish usullari. Biror x tasodifiy kattalikni o‘rganishda aniq ma’lum bo‘lmagan taqsimlash qonuni tajribadan aniqlash talab etiladi.

Kuzatishlarning xamma katta soni oddiy statistik yig‘indi deyiladi va gistagramma tuzib statistik qatorda ishlov beriladi.

x kattalikni o‘lchashning butun diapozonini statistik qatorga ishlov berish uchun *x* kattalikning *i* xonasiga to‘g‘ri keluvchi m_i qiymatlari soni hisoblanadi. Bu soni kuzatishlarning umumiy soni *n* ga bo‘linadi va *xona chastotasi* yoki *statistik ehtimollik* topiladi:

$$P_i = \frac{m_i}{n}; \qquad (11.14)$$

Barcha xonalar chastotalari yig‘indisi birga teng, ya’ni

$$\sum_{i=1}^{i=n} P = 1 \qquad (11.15)$$

Jadval tuziladi, unda xonalar ularning abssissalar o‘qida bo‘ylab joylashishi bo‘yicha tartibda va ularga mos keluvchi chastotalari keltirilgan. Bu jadval *statistik* va *variatsion* qator deb ataladi. Xonalar sonini statistik materialning miqdoriga bog‘liq holda 7 dan 15 gacha chegaralarda tanlash maqsadga muvofiqdir.

Grafik tarzda taqdim etilgan statistik qator *gistogramma* deyiladi. Gistogrammani yasash uchun abssissalar o‘qi bo‘yicha xonalar qo‘yiladi, ordinata o‘qi bo‘yicha P_i chastotaga mos keluvchi m_i kuzatishlar soni qo‘yiladi.

Avval ortib boruvchi, keyin esa balandligi bo‘yicha kamayuvchi turli kattalikdagi to‘g‘ri to‘rtburchaklardan iborat zinapoyali grafik hosil bo‘ladi. Agar har bir to‘g‘ri to‘rtburchakning yuqori tomoni o‘rtalari chiziq bilan tutashtirilsa, u holda empirik egri chiziq hosil bo‘ladi. Bu egri chiziq bilan chegaralangan yuza birga teng. Bu *x* kattalikning taqsimlash zichligining empirik egri chizig‘idan boshqa narsa emas.

Gistogramma yasalgandan so‘ng statistik materialni yanada aniq tavsiflovchi taqsimlashning nazariy egri chizig‘i tanlab olinadi. Bunday masala statistik qatorlarni *tekislash* (silliqlash) *masalasi* deb ataladi.

Agar *x* kattalikni o‘lchashlar soni kata bo‘lsa, u holda *x* kattalik normal qonunga bo‘ysunadi va tekislash masalasi *x* va σ_{x_0} parametrlarini ratsional tanlash masalasiga o‘tadi, deb hisoblash mumkin.

Ko‘pincha tekislash *uchun momentlar* usulidan foydalaniladi. Hisoblashda foydalaniladigan momentlar miqdori nazariy egri chiziq bog‘liq bo‘lgan parametrlar soniga teng bo‘lishi kerak. Nazariy taqsimlash momentlari empirik taqsimlash momentlari bilan mos tushishi kerak. Asosiy parametrlari xo va σ_{x_0} bo‘lgan normal taqsimlash qonuni uchun ularning mos tushishi yetarlidir.

Ikkita misol ko‘rib chiqamiz.

Birinchi misol temirbeton konstruksiyaning normativ va hisobiy mustahkamligini aniqlash bilan bog‘liq:

$$R^H = R - u\sigma_R \text{ yoki } R^H = R(1-u\upsilon_R)\,. \qquad (11.16)$$

Temirbeton konstruksiyalarni hisoblashda me’yorlangan ko‘paytuvchini 2ga teng (i=2) deb qabul qilinadi. Bu holda V hodisaning tasodifiy yuklanish hisobiy yuklanishdan ortib ketmasligi ehtimolini bunday aniqlash mumkin:

$$R\,(V) = F\,(i) \text{ bunda } -\infty \le i \le 2.$$

Ehtimollik kattaligi R(V) =0,997. Bu *konstruksiyaning buzilmasligi sharti*.

Qarama-qarshi hodisaning ehtimoli, ya’ni tasodifiy yuklanish hisobiy yuklanishdan ortib ketish ehtimoli: R (A) = 1- R (V) = 1 – 0,997 = 0, 003 ni tashkil etadi. Shunday qilib, 300 ta konstruksiyaning birida hisobiy tasodifiy yuklanish me’yoriy yuklanishdan ortib ketishi mumkin. Xudi shunga o‘xshash holat yuqorida toshqinning 300 yilda taxminan 1 marta takrorlanishini aniqlashda tavsiflangan.

(11.16) formulalarga muvofiq variatsiya koeffitsiyenti υ_R betoning mustahkamlik xossalarining muhim sifat ko‘rsatkichini ifodalaydi. Agar variatsiya koeffitsiyenti kichik bo‘lsa, mustahkamlikning o‘rtacha qiymatini kamaytirish mumkin. Hozirgi vaqtda yig‘ma temirbeton zavodlari ishlab chiqarayotgan buyumlar uchun me’yoriy variatsiya koeffitsiyenti 13,5% ga teng deb qabul qilingan. Bu, mazkur holda me’yordagi mustahkamlik beton namunalarini sinashda olingan mustahkamlikning o‘rtacha kattaligiga teng demakdir. Variatsiya koeffitsiyentining kichik qiymatlarida me’yoriy mustahkamlik kattaligini R^H mos ravishda pasaytirish mumkin. Variatsiya koeffitsiyenti kattaligi $\upsilon_R >$ 13,5% bo‘lganda me’yoriy mustahkamlik kattaligi R^H ni oshirish kerak.

Betoning me’yordagi mustahkamligini pasaytirish yoki oishirishning K koeffitsiyenti kattaligini quyidagi formulalardan foydalanib aniqlash mumkin:

$$R^H = RK = R\frac{1-2\upsilon_{R_{13,5}}}{1-2\upsilon_{R_i}}$$

yoki,

$$K = \frac{1-2\upsilon_{R_{13,5}}}{1-2\upsilon_{R_i}} \qquad (11.17)$$

$\upsilon_{R_i} < \upsilon_{R_{13,5}}$, bo‘lgan holda koeffitsiyent $K < 1$, agar $\upsilon_{R_i} > \upsilon_{R_{13,5}}$ bo‘lsa, u holda $K > 1$, bo‘ladi. υ_{R_1} = 9% (yoki υ_{R_1} = 0,09) uchun va υ_{R_2} = 20% (yoki υ_{R_2} = 0,20) uchun K kattaliklarni aniqlaymiz.

(11.17) formulaga ko‘ra quyidagini hosil qilamiz.

$K1 = (1 - 2 \cdot 0{,}135)/ (1 - 2 \cdot 0{,}09) = 0{,}73/0{,}82 = 0{,}89;$

$K2 = (1 - 2 \cdot 0{,}135)/ (1 - 2 \cdot 0{,}20) = 0{,}73/0{,}60 = 1{,}22.$

Pasaytiruvchi Kpas va oshiruvchi Kosh mustahkamlik koeffitsiyent-larining qiymatlari 11.2-jadvalda ko‘rsatilgan:

11.2-jadval

υ_R	***Kpas***	υ_R	***Kpas***	υ_R	***Kosh***	υ_R	***Kosh***
6	0,83	10	0,91	14	1,02	18	1,14
7	0,85	11	0,93	15	1,05	19	1,18
8	0,87	12	0,96	16	1,07	20	1,22
9	0,89	13	0,99	17	1,10	21	1,26

Eslatma: variatsiya koeffitsiyenti $\upsilon_R >$ 13,5% bo‘lganda K=1.00.

Ikkinchi misolda betoning mustahkamlik xarakteristikalari ehtimollik zichliklarini empirik va nazariy taqsimlanish egri chiziqlari taqqoslangan. Betonning 180 ta namunasini mustahkamlikka sinash namunalari statistik qatorga keltirilgan (11.3-jadval), bunda xona chastotasi yoki statistik ehtimollik P_i (11.14) formula bo‘yicha aniqlangan. Qaralayotgan misol uchun statistik qator ham grafik tarzda gistogramma ko‘rinishida (11.4-rasm) keltirilgan.

11.3-jadval

Parametrlar	**Beton mustaxkamligi oraliqlari bo‘yicha parametrlar qiymatlari**									**Qator qiymatlari yig‘indisi**
	12,1-14,0	14,1 – 16,0	16,1 – 18,0	18,1 – 20,0	20,1 – 22,0	22,1– 24,0	24,1 – 26,0	26,1 – 28,0	28,1 – 30,0	
Har bir m_i interval sohasida mustahkamlik qiymatlari soni	3	13	30	40	41	31	16	5	1	p=180
Xona (razrad) chastotasi yoki p_i ning statis-tik extimol-ligi	0,017	0,072	0,167	0,222	0,228	0,172	0,189	0,028	0,005	1,000

Nazariy egri chiziqni yoki me’yordagi taqsimlash egri chizig‘ini yasash uchun me’yorlangan chetlanish $u = \frac{X_i - X_0}{\sigma}$ ni kiritamiz va normal me’yorlangan taqsimlashning quyidagi formulasidan foydalanamiz.

$$f(x) = \frac{nh}{\sigma_x}\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\exp\left(-\frac{u^2}{2}\right) = \frac{nh}{\sigma_x}\, f(u) \qquad (11.18)$$

Ko‘rilayotgan holda jadval shaklida hisoblash uchun qulay bo‘lgan o‘rta arifmetik xo ni va o‘rtacha kvadratik chetlanishi σ_i ni aniqlash uchun formulalardan foydalaniladi:

$$x_0 = h\frac{\Sigma m_i \varepsilon_i}{\Sigma m_i} + C; \qquad (11.19)$$

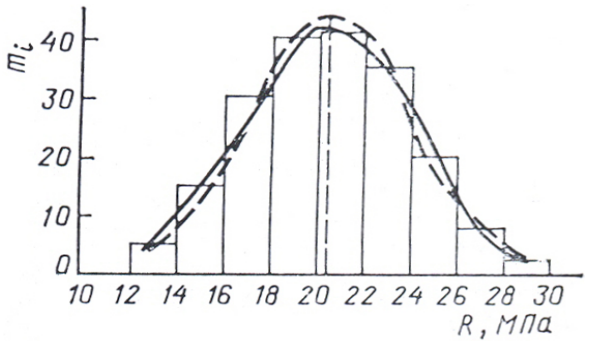
$$\sigma_x^2 = h^2\left[\frac{\Sigma m_i \varepsilon_i^2}{\Sigma m_i} - \left(\frac{\Sigma m_i \varepsilon_i}{\Sigma m_i}\right)^2\right], \qquad (11.20)$$

Bu yerda: h - mustahkamlikni aniqlash to‘plamlari bo‘lingan intervallarning o‘lchami;

$\Sigma m_i = n$ - mustahkamlikni aniqlashning umumiy soni;

ε - hisoblash uchun qulay bo‘lgan nisbiy kattalik: $\varepsilon = (x_i - C)/n$;

S - mustahkamlikni aniqlashning umummiy intervalning taxminan o‘rtasiga mos keluvchi shartli sanoq boshi (qaralayotgan hol uchun S=21).



11.4-rasm. Gistogramma: -betonning R mustahkamligini taqsimlashning esperimental egri chizig‘i; ish taqsimlashning nazariy egri chizig‘i.

Bajarilgan hisoblarning natijalarni 11.4 jadvalda to‘plangan, unga ko‘ra empirik va nazariy taqsimlash egri chiziqlarini taqqoslash qulay.

(11.19) va (11.20) formulalardan foydalanib, xo va σ_x kattaliklarni aniqlaymiz:

$$x0 = -2{,}0 \cdot 69/180 + 210 = 20{,}234 \approx 20{,}2;$$

$$\sigma_x^2 = 2{,}0^2[481/180 - (69/180)^2] = 10{,}14; \quad \sigma_x = 3{,}118 \approx 3{,}2.$$

Mustahkamlik qiymatlarining nazariy soni m_i (11.18) formulaga ko‘ra aniqlangan:

$$m_1' = f(x) = \frac{nh}{\sigma_x} f(u) = \frac{180 \cdot 2{,}0}{3{,}2} f(u)$$

Empirik m_i va nazariy m: kattaliklarni taqqoslash ular o‘zaro yaqin ekanini ko‘rsatadi.

Ko‘rib chiqilgan hol uchun beton xossalarining o‘zgaruvchanligini ifodalovchi variatsiya koeffitsiyentini aniqlaymiz:

$$\upsilon_{x_0} = (\sigma_x / x_0)100\% = (3{,}2/20{,}2)100\% = 15{,}8\%$$

Olingan kattallik 13,5% ga teng bo‘lgan me’yoriy variatsiya kattaligidan katta. Bu holda mustaxkamlikning me’yoriy qiymati o‘rtachadan 1,07 marta kata bo‘lishi kerak (11.2 jadvalga qarang).

Me’yoriy qiymatdan oshuvchi xisoblangan variatsiya koeffitsiyentini σ_x zavoda ishlab chiqarilgan buyumlarda betonning mustahkamlik xossalarining katta birjinslimasligi to‘g‘risida dalolat beradi. Bunday sharoitda yig‘ma temirbeton konstruksiyalarni tayrlovchi zavod buyumlarning betonini o‘rtacha mustahkamligini oshirishga majbur, bu esa sementning ortig‘cha sarflanishiga olib keladi. Demak, zavod ishlab chiqarish texnologiyasini shunday o‘zgartirishi kerak, buyumlarda betonning mustahkamlik xossalari yanada bir jinsli bo‘lishi, ya’ni variatsiya koeffitsiyenti me’yoridagi qiymatidan kam bo‘lsin.

11.4-jadval

Beton ning mustah kamlik inter vallari chegara lari, MPa	xi inter-valda mustax-kamlik-ning o‘rtacha qiyma-ti MPa	m_i inter valda mustax-kamlik qiymat-lari soni (empirik chastota)	statik ehti-mol-lik P_i	$E = \frac{x_i - c}{h}$	m_i *YE*	m_i *YE2*	*xi- xo*	$u = \frac{X_i - X_0}{\sigma}$	$f(u)$	m_i inter valda (nazariy chastota) mustax-kamlik qiymat-lari soni	m_i ning yaxlitlangan qiymati:
12,1-14,0	13	3	0,017	-4	-12	48	-7,2	-0,37	0,024	2,7	3
14,1-16,0	15	13	0,072	-3	-39	117	-5,2	-1,63	0,106	11,9	12
16,1-18,0	17	30	0,167	-2	-60	120	-3,2	-1,00	0,242	27,2	27
18,1-20,0	19	40	0,222	-1	-40	40	-1,2	-0,38	0,371	41,7	42
20,1-22,0	21	41	0,228	0	0	0	0,8	0,25	0,387	43,5	44
22,1-24,0	23	31	0,172	1	31	31	2,8	0,88	0,271	30,5	30
24,1-26,0	25	16	0,089	2	32	64	4,8	1,50	0,130	14,6	15
26,1-28,0	27	5	0,028	3	15	45	6,8	2,13	0,41	5,7	6
28,1-30,0	29	1	0,005	4	4	16	8,8	2,75	0,009	1,0	1
-	-	$\Sigma m_i = 180$	-	-	$\Sigma m_i\varepsilon = -69$	$\Sigma m_i\varepsilon^2 = 481$	-	-	-	-	$\Sigma m'_i=180$

11.4. Korrelyatsion tahlil. Eng kichik kvadratlar usuli

Ko‘pchilik ilmiy va amaliy masalalarda o‘rganilayotgan tasodifiy kattalik Y ning bitta yoki nechta kattaliklarga bog‘liqligini aniqlash va baholash talab etiladi. Ikkita tasodifiy kattalik funksional bog‘liqlik bilan yoki statistik bog‘liqlik bilan bog‘langan bo‘lishi mumkin. Qat’iy funksional bog‘liqlik juda kamdan-kam amalga oshiriladi, chunki ikkala tasodifiy kattalik yoki ulardan biri tasodifiy omillarning ta’sirida bo‘ladi.

Statistik bog‘liqlik deb shunday bog‘liqlikka aytiladiki, bunda kattaliklardan birini o‘zgarishi ikkinchisining taqsimlanishi o‘zgarishiga olib keladi. Xususan, statistik bog‘liqlardan biri o‘zgarganda ikkinchisining o‘rtacha qiymati o‘zgaradi; bu holda statistik bog‘liqlik *korrelyatsion* deyiladi. Korrelatsiya so‘zi latinchadan tarjima qilinganda munosabat, moslik, o‘zaro aloqa, o‘zaro bog‘lanuvchanlik ma’nolarini anglatadi.

Y ning X dan *korrelyatsion bog‘ligi* bu shartli o‘rtacha Y_x ning x ga bog‘liqligidir:

$$Y_x = f(x). \qquad (11.21)$$

11.12. tenglama Y ning X ga *regressiya tenglamasi* deyiladi, f(x) funksiya Y ning X ga regressiyasi, uning grafigi esa Y ning X ga *regressiya chizig‘i* deyiladi.

Matematik statistikada tasodifiy kattaliklar orasida o‘zaro aloqani o‘rnatish zarur bo‘lganda korrelyatsion tahlil o‘tkaziladi. Agar ikki kattalik o‘zaro bog‘langan bo‘lsa, u holda tahlilni *juft korrelatsiya* deyiladi; agar bir necha kattalik o‘zaro bog‘liq bo‘lsa, u xolda tahlilni *ko‘pchilik (to‘plamli) korrelatsiya* deyildi.

Avval *korrelatsiya maydoni* kuriladi. Buning uchun abssissalar o‘qiga x_i argumentining qiymatlari qo‘yiladi, ordinatalar o‘qiga esa fsnksiyaning y_i qiymatlari qo‘yiladi. Ular kesishgan joyda grafida nuqta qo‘yiladi. Korrelatsiya maydoni unda nuqtalarning joylashishiga qarab bog‘liqlikning turini – chiziqli yoki nochiziqliligini anglatadi. Ikkita kattalik x va y orasidagi juft chiziqli korrelyatsida bu bog‘lanishni tavsiflovchi nazariy tenglama bunday ko‘rinishda bo‘ladi:

$$\hat{u} = a + bx_i .$$

Agar eksperimental kattaliklar y_i ning xisobiy $\hat{y}$ chetlashishlar kvadratlari yig‘indisi minimal bo‘lgan holda bu tenglama eksperimental materialni yaxshi

tavsiflaydi. Eng kichik kvadratlar usuli prinsipi shundan iborat, ushbu tenglamaning xisobi shunga asoslangan: $\Sigma(y_i - y^{\wedge})^2 = \Sigma(y_i - a - bx_i)^2 = \min.$ (11.22)

a va b lar bo‘yicha yig‘indilar xususiy hosilasi topiladi va ular nolga tenglashtiriladi, yani

$$\frac{Д}{да} = 0; \quad \frac{Д}{дb} = 0;$$

$$\left.\begin{aligned} \frac{Д}{да} &= 2\sum(y_i - a - bx_i) = 0; \\ \frac{Д}{дb} &= 2\sum(y_i - a - bx_i)x_i = 0, \end{aligned}\right\}$$

ya’ni,

$$\left.\begin{aligned} \Sigma y_i &= na + b\Sigma x_i; \\ \sum x_i y_i &= a\sum x_i + b\sum x_i^2. \end{aligned}\right\} \qquad (11.13)$$

Tenglamalar sistemasini a va b ga nisbatan yechib, bu koeffitsiyentlar topiladi. Agar statistik material x va y bo‘yicha guruhlangan bo‘lsa, u holda (11.23) tenglamalar sistemasi quyidagi ko‘rishida yozilishi mumkin:

$$\left.\begin{aligned} \Sigma y_i n_i &= a\Sigma n_x + b\Sigma x_i n_x; \\ \sum y_i x_i n_{xy} &= a\sum x_i n_x + b\sum x_i^2 n_x, \end{aligned}\right\} \qquad (11.24)$$

bu yerda: $\Sigma n_x = n; \ \Sigma x_i n_x = nx; \ \Sigma y_i n_y = ny;$

$$x = \frac{\Sigma x_i n_x}{n} \ ; \quad y = \frac{\Sigma y_i n_y}{n}$$

Shunday ko‘rinishda tenglama jadval shaklida xisoblash uchun qulay.

Korelyatsion aloqaning yaqinligi tug‘risida *korrelatsiya koeffitsiyenti* kattaligi bo‘yicha xukm yuritiladi, u quyidagi formulaga ko‘ra aniqlanadi:

$$p = b\frac{\sigma_x}{\sigma_y} \ .$$

Mustaqil tasodifiy kattaliklar uchun korrelatsiya koeffitsiyenti r=0, funksional bog‘liklar uchun esa r=1.

Bog‘lik tasodifiy kattaliklar uchun r kattalik -1dan +1 gacha chegaralarda o‘zgaradi. Shuning uchun musbat va manfiy korrelatsiya atamalari qo‘llaniladi.

Musbat korrelatsiya bir kattalik ortganda boshqasi ham ortishini anglatadi. *Manfiy korrelatsiya* bir kattalik ortganda ikkinchisi kamaymshini anglatadi.

Xisoblashlar uchun ko‘pincha korrelatsiya koeffitsiyenti formulasining quyidagicha ko‘rinishidan foydalaniladi:

$$\rho = \frac{n\Sigma x_i y_i - \Sigma x_i \Sigma y_i}{\sqrt{n\Sigma x_i^2 - (\Sigma x_i)^2}\sqrt{n\Sigma y_i^2 - (\Sigma y_i)^2}} \ . \qquad (11.25)$$

Korrelatsiya koeffitsiyentining tug‘riligini me’yordagi taqsimlash shartidan yoki Styudent - Fisher taqsimotidan aniqlanadi:

$$\frac{|\rho|}{\sigma_\rho} \geq t(F); \quad \sigma_\rho = \frac{1-\rho^2}{\sqrt{n}}.$$

Misol tariqasida betonni siqishdagi mustahkamligi Rsiq va bo‘ylama ultratovushli to‘lqinlari tezligi υ orasidagi bog‘liqlikni ko‘rib chiqamiz. 187 ta beton namuna-kubcha sinalgan. Avval ularning har biri ultratovushli asbob yordamida sinaldi, ultratovush tezligi υ_t (y_i) aniqlandi, keyin esa bir o‘qli yuklanish bilan siqilishdagi mustahkamlik chegarasi $R_{сик_i}$ (*xi*) aniqlanadi.

Hisoblash qulay bo‘lishi uchun eksperimental ma’lumotlarni shartli o‘rtacha intervalni $C_\upsilon = 4100;\ C_R = 165$ va intervallar $\Delta\upsilon = 200; \Delta R = 50$ tanlab intervallar bo‘yicha guruhlaymiz. Yechimni shartli Rsiq va υ kattaliklar uchun jadval shaklida o‘tkazamiz (11.5-jadval)

(11.24) tenglamalar sistemasidan foydalanib, ushbu tenglamalar sistemasining koeffitsiyentlarini aniqlaymiz:

$$\left.\begin{aligned} 45 &= 187a + 42b; \\ 187 &= 42a + 358b, \end{aligned}\right\}$$

bunda, a = 0,148; b = 0,59.

u va *x* shartli kattaliklar uchun aloqa tenglamasi

$$u^\wedge = 0{,}148 + 0{,}59x.$$

Natural ko‘rinishdagi aloqa tenglamasi

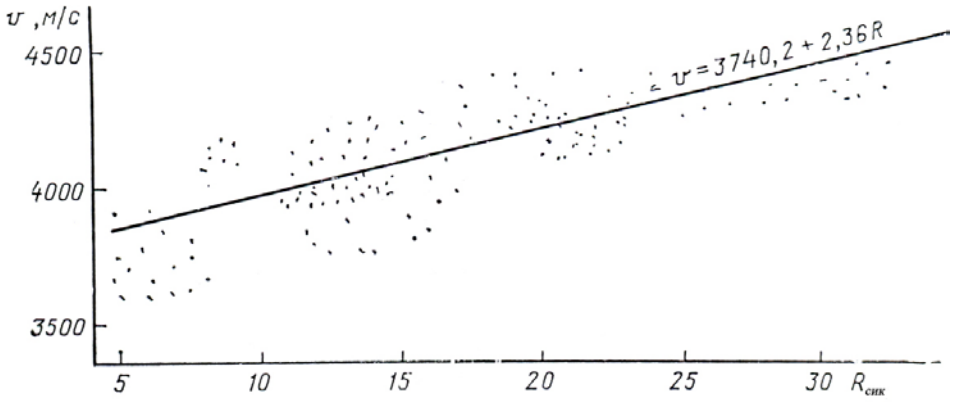
$$\frac{\upsilon - C_\upsilon}{\Delta\upsilon} = a + b\frac{R_{сик} - C_R}{\Delta R}$$

Unga ma’lum va hisoblangan kattaliklarni qo‘ygandan so‘ng hosil qilamiz:

$$(\upsilon - 4100)/200 = 0{,}148 + 0{,}59(R_{сик} - 165)/50;$$

$$\upsilon = 3740 + 2{,}36R_{сик} \;\; ; \quad R_{сик} = 0{,}4237\upsilon - 1584{,}83 .$$

Korrelyatsion tarirovkali bog‘lanish $R_{сик} - \upsilon$ 11.5-rasmda ko‘rsatilgan.



11.5- rasm. Korrelyatsion tarirovkali bog‘lanish. $R_{сик} - \upsilon$**.**

Korelyatsion koeffitsiyentining kattaligini (11.25) formula bo‘yicha topamiz:

11.5 –jadval

u -tezlik υ, m/s	**Shartli kod**	***x* - mustahkamlik intervalining qiymati Rsiq MPa**						n_y	$y_i n_y$	u2iny	$\sum x_1 n_{xy}$	$\sum y_i x_i n_{xy} = y_i \sum x_i n_{xy}$
		4,0-9,0	9,0-13,0	14,0-19,0	19,0-24,0	24,0-29,0	29,0-34,0					
		Shartli kod										
		-2	**-1**	**0**	**1**	**2**	**3**					
4400-4600 4200-4400 4000-4200 3800-4000 3600-3800 3400-3600	2 1 0 -1 -2 -3	1 - 3 6 6 2	1 7 18 14 2 1	3 16 24 9 - -	2 20 16 3 - -	7 17 1 - - -	6 8 - - - -	20 62 62 32 8 3	40 62 0 32 -16 -9	80 62 0 32 32 27	31 59 -6 -23 (-2)·6+(-1)·2=-14 (-2)·2+(-1)·1=-5	62 59 0 23 28 15
n_x	-	18	43	52	41	19	14	n=187	$\Sigma y_1 n_y = 45$	$\Sigma y_i^2 n_y = 233$	$\Sigma x_i n_{xy} = 42$	$\Sigma x_i y_i = 187$
x1nx	-	-36	-43	0	41	38	42	$\Sigma x_i n_x = 42$	-	-	-	-
x21nx	-	72	43	0	41	76	126	$\Sigma x_i^2 n_x = 358$	-	-	-	-

Eslatma: Shartli kod o‘zgaruvchan kattaliklarni o‘lchash intervallarni belgilash uchun qabul qilingan. Bu intervallar shartli o‘rtacha nolinchli intervaldan boshlab sanaladi.

$$\rho = (187 \cdot 189 - 42 \cdot 45) / \sqrt{187 \cdot 358 - 42^2}\sqrt{187 \cdot 233 - 45^2} = 0{,}69.$$

Korrelatsiya koeffitsiyentining haqiqiyligini hisoblab, bog‘lanishning qiymatini aniqlaymiz. Mazkur holda $p > 50$ bo‘lganda haqiqiylikni taqsimlashning me’yordagi sharti $\frac{|\rho|}{\sigma_P} \geq u$ dan aniqlaymiz:

$$\sigma_p = (1 - \rho^2) / \sqrt{n} = (1 - 0{,}48)\sqrt{187} = 0{,}04;$$

$$|\rho| / \sigma_p = 0{,}69 / 0{,}4 = 17{,}25.$$

Ehtimollik $R = 0{,}95$ bo‘lganda (2- ilovadan); t kattalik barobar 1,96 ga; $\rho / \sigma_P > t_p$, bo‘lgani uchun, ko‘rib chiqilgan bog‘liqlik ahamiyatlidir.

Zarur sondagi o‘lchashlar. x kattalik o‘rtacha arifmetik xo qiymatdan $\pm z$ chegaralarda bo‘lishi ehtimoli bunday yoziladi:

$$P(x_0 - z < x < x_0 + z) = 1 - p ,$$

bu yerda: z- absolut o‘lchash aniqligi.

O‘rtacha arifmetikni *o‘lchashdagi xato*

$$\sigma_{x_0} = \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}.$$

(11.26)

absolut aniqligini z- ni o‘lchashini ishonchlilik ehtimolidan bog‘liqlikda σ_x orqali ifodalash mumkin:

$$z = u\frac{\sigma_x}{\sqrt{n}},$$

(11.27)

bu yerda: i yoki t – me’yorlangan ko‘paytuvchilar bo‘lib, ular o‘lchashlarning katta sonida Laplas funksiyasining qiymatlari kabi (2-ilovaga qarang), $p < 20$ bo‘lganda esa t taqsimotga ko‘ra t- qabul qilinadi (3 ilovaga qarang).

(11.27) ifodaning ikkala qismini o‘rtacha arifmetikka bo‘lamiz. U holda

$$\frac{z}{X_0} = \frac{u\sigma_x}{X_0\sqrt{n}}.$$

$z/x_0 = q$ nisbat o‘lchashlarning nisbiy xatosini tashkil etadi(nisbiy aniqlik ko‘rsatkichi). σ_x / x_0 bu ifodada υ_x variatsiya koeffitsiyenti bo‘lgani uchun unda aylantirishdan so‘ng zarur sondagi o‘lchashlar bunday ko‘rinishda bo‘ladi:

$$\frac{z}{x_0} = \frac{u\sigma_x}{x_0\sqrt{n}}; \quad q^2 = \frac{u^2\upsilon_x^2}{n}; \quad n = \frac{u^2\upsilon_x^2}{q^2}. \qquad (11.28)$$

Turli xil R ehtimolliklar uchun me’yorlangan ko‘paytuvchi *i* ning qiymatlari 11.6 jadvalda, me’yorlangan ko‘paytuvchi *t* ning qiymatlari 11.7–jadvalda ko‘rsatilgan.

11.6-jadval

i	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0
R	0,683	0,866	0,954	0,988	0,997	0,99

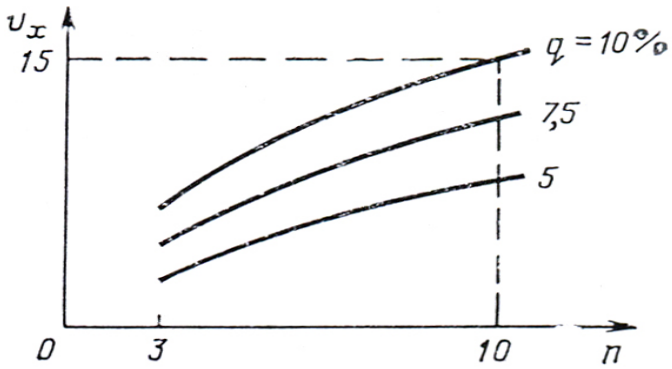
11.7-jadval

Erkinlik darajalari soni f	***R* ehtimollikda *t* ning qiymati**				**Erkinlik darajalari soni f**	***R* ehtimollikda *t* ning qiymati**			
	0,90	**0,95**	**0,98**	**0,99**		**0,90**	**0,95**	**0,98**	**0,99**
2	2,92	4,30	6,97	9,93	7	1,90	2,37	3,0	3,50
3	2,35	3,18	4,54	5,84	8	1,86	2,30	2,90	3,36
4	2,13	2,78	3,75	4,60	9	1,83	2,26	2,82	3,25
5	2,02	2,57	3,37	4,03	10	1,81	2,23	2,76	3,17
6	1,94	2,45	3,14	3,70					

Eslatma: Bu yerda: *f* - erkinlik darajasi soni bo‘lib, u ko‘pincha *f = n – 1* kabi aniqlanadi.

υ_x - variatsiya koeffitsiyentining zarur o‘lchashlar soni *n* ga bog‘liqligini (11.28) formula asosida quyidagi ko‘rinishda ifodalash mumkin: $\upsilon_x = \sqrt{\frac{nq^2}{u^2}}$.

$\upsilon_x - n$ bog‘lanishning grafigi ishonchli ehtimollik *R* = 95% uchun 11.6 – rasmda ko‘rsatilgan ko‘rinishga ega.



11.6-rasm. R=95% ishonchli ehtimollik uchun $\upsilon_x - n$ bog‘lanishning grafigi.

Zarur *n* sondagi o‘lchashlarni belgilash uchun quyidagi uslubdan foydalangan qulay. Tadqiqot maqsadlari va usullariga muvofiq ma’lum o‘lchash aniqligi belgilanadi. Keyin istagan sondagi o‘lchashlar bilan dastlabki tajriba bajariladi (uchta o‘lchashni minimal zarur deb qabul qilish lozim). Bu tajribadan olingan ma’lumotlarga ko‘ra σ_x^2 dispersiya, σ_x o‘rtacha kvadratik og‘ish, va υ_x variatsiya koeffitsiyenti hisoblanadi. Grafikda hosil qilingan υ_x variatsiya koeffitsiyenti belgilanadi, n o‘qiga parallel qilib tadqiqotning nisbiy aniqligi *q* ga mos keluvchi egri chiziq bilan kesishguncha to‘g‘ri chiziq o‘tkaziladi. *n* o‘qqa perpendikular tushirib, minimal zarur o‘lchamlar soni aniqlanadi. Masalan, betoning mustahkamligini namuna-kubchalarini siqishga sinashda variatsiya koeffitsiyentini 15% ni tashkil etdi. Tadqiqot aniqligi 10%. O‘lchashlarning zarur soni 10 ga teng.

11.8-jadvalda o‘lchashlarni zarur sonlarini aniqlashga oid ma’lumotlar keltirilgan. Hisoblash (11.28) formulaga ko‘ra υ_x variatsiyaning ayrim koeffitsiyentlari va *q* o‘lcham aniqligi uchun tasodifiy kattalikni me’yorida taqsimlash taxminida bajarildi.

11.8-jadval

O‘lchash aniqligi *q*, %	**υ_x variatsiya koeffitsiyentida zarur o‘lchashlar soni, %**		
	5	**7**	**10**
5	4	8	16
7	-	4	9
10	-	-	4

XII BOB. KONSTRUKSIYALARNI SINASHDA MEHNAT MUHOFAZASI

12.1. Konstruksiyalarni sinashda mehnatni muhofaza qilish va xavfsizlik texnikasi bo‘yicha tadbirlar

Sinovlarga tayyorlanishda va o‘tkazishda mehnatni muhofaza qilish va xavfsizlik texnikasi masalalari bo‘yicha qonunchilikning asosiy qoidalariga doim amal qilish lozim. Xavfsizlik texnikasi ishlarni xavfsiz olib borishga, ishlayotganlarni turli xil ishlab chiqarishdagi shkastlanishlardan va zararli ta’sirlardan saqlashga, travmatizmni yuzaga keltiruvchi acbablarning oldini olish va bartaraf etishga qaratilgan chora-tadbirlar majmuasini o‘z ichiga oladi.

Konstruksiyalarni sinash bo‘yicha ishlarni tashkil etish va o‘tkazish uslubi xavfsizlik texnikasi bilan chambarchas bog‘liq. Xavfsiz mehnat qilish sharoitlarini ta’minlashni konstruksiyalarni sinashning amalga oshirish zarur, xususan: konstruksiyani tayyorlashda va tashishda, montaj yoki pressda sinashda, demontaj ishlarida. Konstruksiyalarni sinashga oid ishchi dastur yoki texnik xujjatlar mazkur aniq eksperimentning xususiyatini hisobga olgan holda ishlarning xavfsizligini ta’minlash bo‘yicha yechimlarga ega bo‘lishi kerak. Konstruksiyani montaj qilish va sinash sxemasini tanlashda va ishlab chiqishda sinov mashinalari, mexanizmlari va qurilmalaridan eng xavfsiz va ratsional foydalanishni sinalayotgan konstruksiyani ehtiyot qilishning barcha choralarini amalga oshirgan holda ishchi dasturda ko‘rsatish va asoslab berish zarur. Ehtiyot qiluvchi moslamalarning hisob-kitoblari va sxemalari berilishi, konstruksiyani montaj qilishda va sinashda xavfsiz zonalar ko‘rsatilishi, sinashda yo‘l qo‘yilgan maksimal kuchlanishlar keltirilishi kerak.

Ishchi dasturda ishlab chiqilgan xavfsizlik texnikasiga oid tadbirlar sinovlarni o‘tkazishni amalga oshiruvchi barcha shaxslarga habar qilinadi, bu haqda sinov o‘tkazish jurnaliga tegishli yozuv yoziladi.

Begonalarning sinov o‘tkaziladigan hududga kirishi mann etilishi kerak.1,5m dan ortiq balandlikda ishlar bajarishda ish o‘rinlari to‘siqli yog‘och yoki to‘shamalar bilan jihozlash imkoni bo‘lmaganda ishchilar ehtiyot qilish belbog‘lari bilan ta’minlanishlari kerak. Tegishli himoya qurilmalarisiz bita vertikal bo‘yicha ikki yarusda ishlarni bir vaqtda bajarish taqiqlanadi.

Ishchilar amaldagi me’yorlar, qoidalar va ish xarakteriga muvofiq maxsus kiyim-kechak, maxsus poyafzal va shaxsiy himoya vositalari bilan ta’minlanadilar.

Barcha hodimlarning xavfsizlik texnikasi bo‘yicha qoidalar va yo‘riqnomalarni bilishlarini har chorakda tekshirib turishi zarur. Bilimlari qoniqarsiz bo‘lganlarni ishlarni bajarishga ruxsat etmaslik kerak.

Ishga yangi kiruvchilar xavfsizlik texnikasi bo‘yicha umumiy yo‘riqnoma va bevosita ish o‘rnida yo‘riqnoma olgandan so‘ng ishga kirishishga ruxsat etiladi. Ish sharoitlari va sinash turlari o‘zgarganda ham yo‘riqnoma o‘tkaziladi.

Kuchli plitalarni sted qurilmalarida yoki snov presslarida konstruksiyalarni laboratoriya sharoitida sinash bo‘yicha tajriba ishlarining o‘ziga xos xususiyatlarini hisobga olib quyidagi tartibda yo‘riqnoma o‘tkazish tavsiya etiladi.

Mehnat muhofazasi bo‘yicha kirish yo‘riqnomasi ichki tartib-intizom qiodalari bilan tanishtirishni, korxona hududida yurish va sinash hududida o‘zini tutishi qoidalari bilan sinov qurilmasida va yordamchi mexanizmlarda ishlashda, ta’mirlashda, saqlagich moslamalari va himoya to‘siqlarini o‘rnatib, qurilmani tozalashda va joylashda, mehnat muhofazasi qoidalari bilan yuklarni tashishi va elektr xavfsizlik qoidalari bilan; shaxsiy gigiyena qoidalri bilan; xavf aniqlanganda sinov guruhi hodimning vazifalari bilan tanishtirishni o‘z ichiga oladi. Kirish yo‘riqnomasidan o‘tmagan xodim sinov sexiga yoki poligonga kiritilmaydi.

Ish o‘rnida mehnat muhofazasi bo‘yicha yo‘riqnoma konstruksiyalarni sinash uslublari va o‘ziga xos xususiyatlari bilan, sinovlarni o‘tkazish texnologiyasi bilan; mehnat muhofazasi talablari va sinov hududida ish o‘rnini to‘g‘ri tashkil etish talablari bilan; sinov presslari, stend qurilmalari, ish olib boriladigan kuchli plitalari va mexanizmlari bilan; xavfsiz ishlash usullari bilan tanishtirishni o‘z ichiga oladi. Har bir xodimning mehnat muhofazasi bo‘yicha yo‘riqnomadan o‘tganligi maxsus jurnalda qayd etiladi.

Konstruksiyalarni sinovga tayyorlashda montaj ishlarida mehnat muhofazasi bo‘yicha yo‘riqnoma. Bu ishlarning bajarilishi quyidagi qoida va tartibga qat’iy rioya qilinishni talab etadi: yuk ko‘tarish ishlarida yuk ostida turish yoki yuk xarakati hududida bo‘lish qat’iyan taqiqlanadi; yukni kranning ko‘tara olish qobiliyatiga va takelaj moslamalariga muvofiq ko‘tarilishga ruxsat etiladi; yuklar stropovkasiga yuk ko‘tarish va takelaj ishlarning amaldagi qoidalariga muvofiq

amalga oshirishga ruxsat etiladi; sinov stendlari ustida yuklarni ko‘chirish taqiqlanadi; montaj ishlari va yuk ko‘tarish ishlari amalga oshirilayotgan joyda bu ishlarga aloqador bo‘lmagan shaxslarning bo‘lishiga yo‘l qo‘yilmaydi; yuklarni strapovkalashda bog‘lovchi arqonlar orasidagi burchak 90^0 dan oshmasligi kerak; barqaror holatda bo‘lmagan yuklarni ko‘tarish taqiqlanadi; stenda montaj ishlarini bajarishda domkrat qurilmaning metall tortiqlari chuqurchalari kuchli plitadagi tirqishda maksimal bo‘lishi va tortiqlarning o‘zida ehtiyot choralari ko‘rilgan bo‘lishi kerak; yuk ko‘tarilayotganda, ko‘chirilayotganda va tushirilayotganda uni tortib turish taqiqlanadi, uzun o‘lchamli yuklarni ko‘tarish yoki ko‘chirish vaqtida burish uchun tortiqlar, arqonlar, ilgaklar qo‘llaniladi; ko‘tarilayotganda yoki ko‘chirilayotganda yukni odamlarning o‘z og‘irligi yoki qo‘shimcha yuk bilan muvozanatga keltirishga ruxsat etilmaydi; arqon qiya tortilgan paytda yukni kran ilgagi bilan surishga ruxsat etilmaydi; nosoz kranda ishlash taqiqilanadi; kran rubilnigi o‘chirilgan bo‘lishi va “Ulanmasin - ta’mirlashda” plakati osib qo‘yish zarur; ta’mirlashdan so‘ng kranni unin soz holatiga ma’sul shaxsning ruxsati bilangina ishga tushirishi mumkin; barcha takelaj va yukni ko‘tarish ishlarini bajarishda albatta qo‘lqopdan foydalanish zarur; traverslar va moslamalarni ularning vazifasiga ko‘ra qo‘llanish lozim; ishchi montajchilarga 32 kg dan ortiq bo‘lmagan yuklarni qo‘lda ko‘tarishga ruxsat etiladi; balandlikda ishlayotganda ehtiyot belbog‘idan foydalanish zarur.

Konstruksiyalarni sinov o‘tkazishda mehnat muhofazasi bo‘yicha yo‘riqnoma. Sinovlar boshlanishidan oldin press qurilmasining yoki stend qurilmasi gidrosistemasining ishlashini tekshirish zarur; konstruksiyalar, moslamalar, o‘lchov asboblarini ehtiyotlash choralarini ko‘rish; konstruksiya yoniga o‘tish yo‘llarni ochib qo‘yish; sinash zonasini belgilash va uni to‘sish; sinovlarning barcha ishtirokchilari bilan ish o‘rnida yo‘riqnoma o‘tkazish; jurnaliga mehnat muhofazasi bo‘yicha choralarga rioya qilgan holda sinovga tayyorligini yozib qo‘yish.

Konstruksiyalarni sinash jarayoninida quyidagi tartibga amal qilish zarur: konstruksiyani yuklanishini va asboblarning ko‘rsatishini qayd etishni faqat mazkur sinovlar rahbarining ko‘rsatmasiga ko‘ra bajarish; asboblarning ko‘rsatishini qayd etishda va yoriq paydo bo‘lishi jarayonini fiksatsiyalashda sinalayotgan konstruksiya

yonida to‘xtab turmaslik; sinovlarda ishtirok etmaydigan shaxslarning sinalayotgan konstruksiyaga yaqinlashishga ruxsat berilmaydi; hisobdagi buzuvchi yukning 0,7 qismiga teng yuklanishda, sinalayotgan konstruksiyadan asboblarni olib qo‘yish; konstruksiya buzilishidan oldin xavfsiz hududga o‘tish; sinalgan konstruksiyaga press gidrosistemasida yoki domkratli stend qurilmalarida moy chiqarib yuborilgandan so‘ng ruxsat berish; beton prizmalar, kublar va po‘latning armatura namunalarini sinashda to‘suvchi metall to‘r yoki maxsus himoya shitni o‘rnatish.

Konstruksiyalarni sinashga tayyorlash jarayonida payvandlash ishlarini bajarishda elektr payvandchiga mehnat muhofazasi bo‘yicha yo‘riqnoma. Ishga tushishdan avval payvandchi tok manbai va payvand yoyi bilan ulangan barcha simlarning izolatsiyasi ishonchli ekanini tekshirishi, payvandlash mashinalarining yerga ulanishini, elektrtortqich dastasining izolatsiyasini tekshirish kerak; biror nosozlik aniqlansa, ishga kirishishi taqiqlanadi;

maxsus kiyim soz holda turishi kerak; nam joylarda ishlashda payvandchi rezina kalish yoki etik kiyib olishi kerak; payvandchi quruq va toza qo‘lqopsiz ishlashi taqiqlanadi.

Himoya qiluvchi vositasiz payvand ishlarini bajarish taqiqlanadi: payvandchi bilan birga ishlovchi yordamchi ishchilar ishni qoramtir shishali himoyalovchi ko‘zoynaklarda amalga oshirishlari kerak; balandlikda ishlashda albatta montaj belbog‘idan foydalanish zarur: moy, kerasin, benzin, kerbid va boshqa yonilg‘i moddalardan bo‘shagan bochka, bak va idishlarni payvandlash qat’iyan man etiladi; payvandlash ishlari amalga oshirilayotgan uchastka yonuvchi materiallardan va detallardan tozalangan bo‘lishi hamda payvandchining ishiga halal beruvchi ortiqcha buyumlardan bo‘shatilgan bo‘lishi kerak.

Sinash hududi deganda sinov mashinasi yoki press yaqinidagi maydon va sinash uchastkasini hisoblash qabul qilingan, u yerda to‘siq, ogohlantiruvchi belgilar bo‘lmaganda yoki mehnat muhofazasining boshqa qoida buzilishlarida sinov mashinaga hizmat ko‘rsatuvchi yoki sinalayotgan konstruksiya yaqinida turgan odam bilan baxtsiz hodisa sodir bo‘lishi mumkin.

Sinalayotgan konstruksiyaning ehtiyot choralari ko‘rilgan bo‘lsa ham uning buzilishi mumkin bo‘lgan uchastka juda xavfli sinov hududi hisoblanadi.

Sinov hududini aniqlash va to‘siq konstruksiyalarni sinashda texnik rahbarlik qilayotgan shaxs javobgardir.

Konstruksiyalarni sinash davrida xavfli hududlar doimiy, butun sinovlar davrida bo‘lishi mumkin, - bunda hududda konstruksiyaning buzilishidan ehtiyot qilishni ta’minlovchi yog‘och to‘siqlar, metall to‘rlar va boshqa moslamalar o‘rnatiladi va vaqtincha bo‘lishi mumkin – oldingi davrga. Doimiy xavfli hududlar uchun uzoq muddat xizmat qilishga mo‘ljallangan yog‘och to‘siqlar, metall to‘rlar va boshqa to‘siqlar zarur; vaqtinchalik hududlar uchun ko‘chma inventar to‘siqlar qo‘llaniladi, yerdan 0,8 m masofada arqon, ogohlantiruvchi yozuvlari bo‘lgan bayroqchalar osilgan sim tortiladi va h.k. yoki sinovlarni o‘tkazishda ishtirok etuvchi shaxslar orasidan qo‘riqlash joylari tashkil etiladi. Sinov qurilmasida konstruksiyani montaj va demontaj qilishda, sinov qurilmasini ta’mirlashda ishchi hududni to‘sish va ogohlantiruvchi plakatlar osib qo‘yish zarur.

Sinash hududining yoritilganligi. Laboratoriyalarda va sinov zallarida ishchi yoritish konstruksiyani montaj qilishda va sinashda normal ishlash imkoniyatini ta’minlash uchun o‘rnatiladi. Sun’iy yoritishni hisoblash formulalari va ketma-ketligi havfsizlik texnikasi va mehnat muxofazasi bo‘yicha qo‘llanmalarda va ma’lumotnomalarda keltirilgan.

Amalda taqribiy hisoblashlar uchun 1 m yoritilganlikni ta’minlash uchun yoritilayotgan yuzaning har bir 1 m^2 ga zarur bo‘lgan 0,25 Vt zarur quvvatni qabul qilish mumkin.

Sun’iy yoritishini tashkil etishda xavfsizlikning juda muhim talabi ko‘zni qamashtirishni cheklash, ya’ni ko‘ziga yorug‘lik nurlarining ishlovchilarning ko‘ziga ko‘zni qamashtiruvchi ta’sirining oldini olish hisoblanadi. Shuning uchun yoritkichlarni o‘rnatishda ishchi zonani shunday yoritish zarurki, bunda ko‘zni qamashtiruvchi ta’sir bo‘lmasin.

Elektrxavfsizlik. Odamlar sinov mashinalari, presslar va elektrqurilmalarning metall qismlariga tegib ketishida elektr toki urishidan himoyalashning asosiy prfilaktik tadbiri himoyaviy yerga ulash hisoblanadi. Elektrlashtirilgan asboblarni, sinash mashinalari, presslar, mexanizmlar payvand o‘zgartkichlar va transformatorlarni yerga ulamasdan turib hatto qisqa muddatga ham ishga tushirish taqiqlanadi.

Sun’iy yerga ulagichlar sifatida bo‘yalmagan va zanglamagan, yerga vertikal holda qoqilgan, diametri kamida 50 mm va uzunligi 2-2,5 m bo‘lgan metall quvurlar, xuddi shu o‘lchamdagi dumaloq yoki burchak kesimli sterjenlar yerga gorizontal ravishda qo‘yilgan, kesimi kamida 40x4 mm bo‘lgan po‘lat tasmalar va boshqalarni qo‘llanish tavsiya etiladi. To‘siq ta’sirini kamaytirish uchun yerga vertikal qoqilgan yerga ulagichlar orasidagi masofa kamida 2,5-3 m, gorizontal yerga ulagichlar oralig‘i esa kamida 1,5 bo‘lishi kerak. Yerga ulovchi o‘tkazgichlar sifatida binoning (ferma, ustun, rigellar va boshqalarning) metall konstruksiyalarini; ishlab chiqarish vazifasini bajaruvchi metall konstruksiyalar (kran osti yo‘llari, maydonchalar, kuchlanish plitasi karkaslari va boshqalar); elektrsimlari o‘tkazilgan po‘lat quvurlar; vodoprovod, issiqlik tarmog‘i, kanalizatsiyasining metall quvurlaridan foydalanish tavsiya etiladi. Yerga ulanish uchun vaqtinchalik kommunikatsiya tarmoqlaridan foydalanish man etiladi. Sinov mashinalari, presslar va yuk ko‘taruvchi kranlarning elektr jihozlarining tegib ketishi mumkin bo‘lgan barcha tok eltuvchi qismlari to‘silgan bo‘lishi, ishga tushirish moslamalari rubilniklar, qutili o‘chirgichlar, reostatlarning tok eltuvchi qismlari berk turadigan konstruksiyada bo‘lishi kerak. Schitlar va rubilniklarni qulflanadigan va qo‘llanilayotgan kuchlanish to‘g‘risida yozuvi bo‘lgan sidirg‘a metall g‘iloflarga joylash zarur. Qurilmalar va mexanizmlarni ta’mirlash bo‘yicha ishlar elektrta’minotni tarmoqdan to‘la o‘chirilgandan keyingina, o‘chirilgan joylarga ogohlantiruvchi plakatlarni albatta osib qo‘yib amalga oshirilishi kerak. Elektr simlarini uzish va ulash navbatchi elektromontyor tomonidan bajarilishi kerak. Qo‘lda olib yuboriladigan elektrasboblar va priborlar bilan ishlovchi ishchilar rezina qo‘lqop, kalish yoki dielektrik rezina gilamchalar bilan ta’minlangan bo‘lishlari kerak. Elektr qurilmalarning qurilishi va texnik foydalanilishi qurilishdagi elektr havfsizlik bo‘yicha amaldagi qoidalarga muvofiq amalga oshirilgandagina konstruksiyalarni sinashda elektrxavfsizlik ta’minlangan bo‘ladi.

Sinovlarda konstruksiyalarning ehtiyot choralari ko‘rish. Sinovlar o‘tkazishda ishtirok etayotgan odamlarning xavfsizligini ta’minlash va sinash jarayonida konstruksiyalarning keskin buzilishining oldini olish maqsadida ehtiyot havozalar quriladi, ular buzilib tushayotgan konstruksiya massasini o‘zi qabul qilib

oladi. Ehtiyot havozalar, bundan tashqari, sinalayotgan konstruksiya barqarorligini yo‘qotganda siqilgan elementlarning surilib ketishini ham cheklaydi.

Ehtiyot havozalarining mustahkamligi hisoblash bilan tekshirilishi kerak. Havozalarni shunday loyihalash kerakki, ular bilan sinalayotgan konstruksiya elementlarining surilishlariga qarshilik ko‘rsatmasin. Konstruksiyalarni ehtiyotlash shuningdek maxsus cho‘zgichlar, tirgaklar, to‘sinlar, traversalar, romalar va boshqalar bilan ham amalga oshiriladi.

12.2. Konstruksiyalarni rentgen va radiometrik usullari bilan sinashda mehnat muhofazasi

γ-defektoskopiya ishlariga maxsus bilim olgan va tegishli guvohnomaga egi bo‘lgan, 18 yoshdan kichik bo‘lmagan shaxslarga ruxsat etiladi.

Radioaktiv moddalar bilan ishlash radioaktiv nurlanish yuzaga keltiradigan xavflar bilan bog‘liq, bu esa ishlash tartibini belgilab beruvchi sanitariya qoidalariga va me’yorlarining so‘zsiz bajarilishini talab etadi. Nurlanishlarning ta’sirini aniqlash va baholash uchun plyonkali va cho‘ntak dozimetrlaridan, shuningdek Geyger-Myuller hisoblagichlaridan foydalaniladi.

Radioaktiv nurlanishlarning o‘lchov birliklari quyidagilardir: Rentgen R-ekspozitsiya birligi, doza quvvati; Kyuri Si- radioaktiv moddaning aktivligi; Rentgenning biologik ekvivalenti (ber) – yutilayotgan energiya birligi; Rentgening fiziologik birligi (fer) – ionlovchi nurlanish miqdori.

Dozimetrik nazorat quyidagilarni nazarda tutadi: radioaktiv nurlarning individual dozalarini tekshirishi; asosiy va yordamchi xonalarda shuningdek hududning unga yaqin uchastkalaridagi radioaktivlik darajasini aniqlash, himoya vositalarining samaradorligini va konteynerlar, qurilmalar, jihozlar sirtlarini hamda ko‘chma konteynerlar zaradlash va qayta zaradlash amalga oshiriladigan xonalarning radioaktiv izotoplar bilan ifloslanish darajasini aniqlash.

Radioaktiv nurlanish manbalari bilan ishlash boshlanishdan oldin ishlovchilarning hammasi shaxsiy dozimetrlar bilan taxminlanadi. Har bir ishlovchi qabul qilgan nurlash dozasi maxsus jurnalda qayd qilinadi.

Bir haftalik nurlanish miqdori 0,1 R dan, yillik miqdori esa 5 ber dan ortmasligi kerak. Rentgonometrik va radiometrik sinovlar davrida tadqiqotchi

turgan joydagi nurlanish dozasining quvvati 2,8 mR/soat dan, eng yaqin ish o‘rinlarida esa 0,28 mR/soat dan ortiq bo‘lmasligi kerak. Radiatsiya darajasi 0,28 mR/soat dan ortiq bo‘lgan zona ko‘chma to‘siq bilan, shuningdek xavf mavjudligi to‘g‘risida ogohlantiruvchi jadval va plakatlar to‘silishi kerak.

Konteynerlar tashqi sirtining ifloslanganligi 150 sm2 da 1 minutda 500 β-zarrachadan ortiq bo‘lmasligi va konteynerlarning radioaktiv izotoplar aniqlash har oyda amalga oshirilishi kerak. O‘zgaruvchan konteyner sirtidagi dozani quvvati uning g‘ilofi sirtidan 1 m masofaga 3 mR/soat dan oshmasligi kerak.

Defetoskopiya uchun ko‘chma qurilmalar maxsus jihozlangan saqlagichlarga ega bo‘lishi kerak. Qurilmalar saqlanadigan joy ishonchli tarzda qo‘riqlashishi kerak. Defetoskopiya uchun ko‘chma qurilmalar saqlanadigan omborda xizmat ko‘rsatuvchi xodimlarning doim hozir bo‘lishlari, shuningdek oson yonuvchi portlash xavfi bo‘lgan moddalarni saqlash taqiqlanadi.

Radiometriya va rengenoskopiya qurilmalari va apparatlardan foydalanishda radioaktiv moddalar va ionlovchi nurlanishlar manbalari bilan ishlashning sanitariya qoidalarini tartibga soluvchi tegishli me’yoriy xujjatlar talablarini bajarish zarur.

12.3. Qurilmani rejali - ehtiyotdan qilinadigan ta’mirlash va profilaktika

Sinov mashinalarida unumli va xavfsiz ishlashning asosiy qurilmalari va mexanizmlarining soz holatda bo‘lishi hisoblanib, bu ularni rejali-ehtiyotdan qilingan ta’mirlash tizimini tashkil etish bilan yanada samarali erishiladi.

Rejali-ehtiyotdan qilingan ta’mirlash (RET) mashinaning ishlash qobiliyatini oshirishga, undan foydalanish muddatini oshirishga, ta’mirlash muddatlarini qisqartirishga va ta’mirlash qiymatini pasaytirishga yo‘naltirilgan tashkiliy-texnik chora-tadbirlar majmuidan iboratdir. RET sistemasiga ko‘ra belgilangan mashina-soat miqlorini ishlab bo‘lgandan so‘ng oldindan ishlab chiqilgan reja-grafik bo‘yicha mashina to‘xtatiladi.

Texnik xizmat majburiy tartibda, barcha turdagi ta’mirlash ishlari esa haqiqiy ehtiyojga bog‘liq holda amalga oshiriladi. RET sistemasini tashkil etishda mashinalardan texnik foydalanish qoidalarining bajarilishi, unga texnik xizmat ko‘rsatish va ta’mirlash sifati ustidan nazorat ko‘zda tutiladi.

Yuk ko‘tarish mexanizmlari, presslar va sinov qurilmalari bo‘lgan sinov zallarida rostlash, mahkamlash va boshqa ishlar uchun asboblarning to‘liq komplekti, shuningdek, quyish-moylash jihozlari bo‘lishi zarur. Bundan tashqari, asboblar, quyish-moylash qurilmalari, yong‘inga qarshi jihozlar, maxsus kiyim-bosh, birinchi yordam aptechkasi, foydalanish va xavfsizlik texnikasiga oid yo‘riqnomalar hamda boshqa texnik xujjatlarini saqlash uchun maxsus joylar ajratilishi kerak.

Ehtiyot qismlariga va bir xil turdagi detallar hamda uzellar zahiralarining me’yorlariga ehtiyoj presslar, yuk ko‘tarish mexanizmlari va sinash qurilmalarining texnik xujjatlariga muvofiq aniqlanadi.

RETning tasdiqlangan reja-grafigiga ko‘ra mashinalarni ta’mirlashga chiqarish, mashina va qurilmalarni soz holatda tutish, ta’mirlashni o‘tkazish yoki uni ko‘zdan kechirish uchun mas’ul bo‘lgan maxsus tayinlangan muxandis- texnik xodim tomonidan amalga oshiriladi. Shu shaxsning o‘zi mashina va qurilmalarni joriy ko‘zdan kechirish jurnalini olib boradi, mashina va qurilmaning pasportlari va texnik xujjatlarini saqlaydi.

Texnik xizmat ko‘rsatishni o‘tkazishdan maqsad – mashina detallari va uzellarining ishlashi uchun qulay sharoitlar yaratish, nosozliklarning olidini olish va nuqsonlarni aniqlashdir. Texnik xizmat ko‘rsatish ishlari tarkibiga uzellar, asboblar mexanizmlari, almashinuvchi ishchi qurilma va butun mashinani tozalash, yuvish, moylash, ko‘zdan kechirish va texnik holatini nazorat qilish; detallar va qismlarini mahkamlash; uzel va agregatlarni tartibga solish; mashinaga yonilg‘i quyish, ayrim uzellar, ishchi qurilmalar va butun mashinaning ishlashini tekshirib ko‘rish kiradi.

Texnik xizmat ko‘rsatish ishini boshlashdan oldin, to‘xtatib turishlarda va ish tugagandan so‘ng muntazam bajariladigan har smenalik va belgilangan ishlash vaqtidan so‘ng bajariladigan davriy texnik xizmat ko‘rsatishga bo‘linadi. Har smenali texnik xizmat ko‘rsatish majburiy hisoblanadi, shuning uchun u maxsus rejalashtirilmaydi. Davriy texnik xizmat ko‘rsatish RET grafigiga muvofiq o‘tkaziladi. Har smenali texnik xizmat ko‘rsatish ishini mexanik va operator (kranchi) smenadagi ish vaqti hisobidan bajaradi, ayrim mashinalar uchun esa chilangarlar ham jalb qilinadi.

Davriy texnik xizmat ko‘rsatish shuningdek smenadagi ish vaqti hisobidan mexanik va operator (kranchi) tomonidan chilanganrlarni jalb qilgan holda ham o‘tkaziladi. Misol tariqasida sinalayotgan qurilish konstruksiyalari, binolar fragmentlarini qo‘yish uzellari va choklarini montaj qilish ishlarini amalga oshirish uchun laboratoriyaning sinov zalida montoj qilingan 10 tonnali ko‘prikli kranga texnik xizmat ko‘rsatish bo‘yicha ishlarning tarkibi va hajmini ko‘rib chiqamiz.

Har smenali texnik xizmat ko‘rsatish quyidagilarni tekshirishni o‘z ichiga oladi: kranning holati va komplektligini tashqi ko‘zdan kechirish bilan; kran osti yo‘llarining sozligini, xarakatlanish chetlagichlarining holati va mahkamlanishi, yerga ulash konturining butunligi; ta’minlovchi kabel izollyatsiyasining va uni mahkamlanishining sozligini; po‘lat kanatlar va bog‘lovchi moslamalar, arqonlar (kanatlar) o‘rnatilishining to‘g‘riligini; barcha cheklagichlar va oxirgi vьiklyuchatellarning ishlash sozligini; davriy ravishda smena mobaynida elektordivigatel korpuslarining, podshipniklarning, qarshiliklarning tormozlash elektromagnitlarining qizish darajasini; mexanizmlarning, jihozlar va metall konstruksiyalar qurilmalari holatini, aniqlangan nosozliklarni bartaraf etish; kabinaning holati; barcha tormoz mexanizmlarini sinab ko‘rish.

Davriy texnik xizmat ko‘rsatishga quyidagilar kiradi: kranning metall konstruksiyalarini tashqi ko‘zdan kechirish, payvand choklari holatini tekshirish, boltli birikmalarni rezina amartizatorlar va elastik muftalar barmoqlari holatini tekshirish; yeyilgan detallarni almashtirish; bog‘ichlarni va yurish g‘ildiraklari sozligini va elektrodvigatel cho‘tkalarini ko‘zdan kechirish, ularni qurum va ifloslardan tozalash; kuch zanjiri kontoktorlari va kontaktlar bloki sirtidan qurum va iflosdan tozalash; kontaktlarni tortish kuchini rostlash; kontrollerda kontakt sirtlarini tozalash va tortish kuchini rostlash; ishga tushirish – rostlash qarshiliklarining sirtini changdan tozalash; keltiruvchi simlarning uchlari siqilish zichligini tekshirish; bosim tormozi elektromagnit yakorining yurish kattaligini tekshirish, yakor yurish yo‘lini va tormoz kolodkalarini rostlash; oxirgi vikluchatellarni tekshirish, kontektorlarning boshlang‘ich va oxirgi bosimi kattaligini rostlash; kranning barcha elektr zanjirlar simlari izolatsiyasi holatini tekshirish, shuningdek, yerga ulangan simlar va shinalar tekshirish; ilgakli oboyma holatini, shuningdek, ilgakning silliq aylanishini tekshirish; kran moylashini; trafaretning yaxshi ko‘rinishi, signalar

sistemasi, chegaraviy yuklanishlar, yuklarni strapovka qilish qoidalarini va xavfsizlik texnikasi bo‘yicha boshqa ko‘rsatmalarni yuklanish ostida sinash; aniqlangan nosozliklarin bartaraf etish.

Texnik xizmat ko‘rsatish shuningdek, quyidagi ishlarni ham o‘z ichiga oladi; yuk lebyodkasi reduktorini, xarakatlanish va kallakni aylantirish mexanizmlarini ichishini; o‘qlar, vallar, podshipniklar va shesternalar holatini tekshirishi; elektrodvigatellar vallari podshipniklari holatini, kollektorlarning tozalanishini va cho‘tkalarning moslashishini tekshirish; kontrollerlarni tekshiri, kuygan kulachoklarni tozalash va ishdan chiqqanlarini almashtirish; bosh kontaktorlarning holatini tekshirish; kranni amaldagi yo‘riqnomaga muvofiq sinash, cheklagichlarni va himoyalovchi qurilmalarni rostlash.

Texnik qarash. Mashinalarning detallari va uzellarining mudatidan oldin yoki sinishning oldini olish maqsadida davriy ravishda o‘tkaziladigan texnik qarash (ko‘zdan kechirish) quyidagilardan iborat: mashinani tozalash, mashinani ko‘zdan kechirish va mayda nuqsonlarni bartaraf etish; ko‘zdan kechirish imkoni bo‘lgan mahkamlash detallari, shponkali birikmalar va tirak halqalarining holatini va mavjudligini tekshirish, shuningdek, nosoz mayda detallarni almashtirish; ishqalanuvchi sirtlarning qizish darajasini tekshirish; moylash asboblarining, moy quvurlarining, sovutish sistemasining, zichlashtirgichlar va nazorat qiluvchi asboblarning ishlashini tekshirish; dvigatelning ishlashini, ishga tushirish va tormozlash qurilmalarini va boshqarish sistemasi ishini tekshirish; tasmali uzatishlar, zanjirlar, arqonlar va boshqalarning taranglik darajasini va holatini tekshirish; yurish qismi holatini tekshirish; biriktiruvchi muftalarni ko‘zdan kechirish va tekshirish; himoya to‘siqlari holatini tekshirish va nosozliklarni bartaraf etish; mashina korpusi va elektromotorda yerga ulanish mavjudligini tekshirish; mashinaga yonilg‘i, moy va suv quyish.

Joriy ta’mirlash. Bunda xizmat muddati ta’mirlash davri oralig‘iga teng yoki karrali bo‘lgan, lekin ta’mirlash siklining yarmidan katta bo‘lmagan (mashinadan foydalanish bo‘yicha qo‘llanmaga muvofiq) xizmat muddatli detallar ta’mirlanadi yoki ishdan chiqqanlari almashtiriladi, bunga quyidagi ishlar kiradi: ta’mirlash yoki almashtirishni talab etuvchi detallarni yechib olish; uzellarni ta’mirlash uchun detallarga ajratish yoki xizmat muddati ta’mirlash siklining yarmiga teng, karali

yoki yaqin bo‘lgan detallarni ta’mirlash yoki almashtirish; o‘tkazishlarni (posadki) tiklab va rostlash bilan uzellarni yig‘ish; sinash; bo‘yash (qisman).

Joriy ta’mirlash ishlari xajmi foydalanish tajribasi asosida oldindan o‘rnatiladi va ta’mirlash ishlari bajarilayotganda ko‘zdan kechirib aniqlashtiriladi.

Kapital ta’mirlash. Bunda ta’mirlashning barcha undan oldingi turidagi ishlar amalga oshiriladi va bundan tashqari, xizmat muddatlari ta’mirlash siklining kattaligiga yaqin yoki teng bo‘lgan detallar, shu jumladan bazoviy va yirik o‘lchamli detallar ta’mirlanadi yoki almashtiriladi, quyidagi ish turlarini o‘z ichiga oladi: mashinani uzellarga va uzellarni detallarga ta’mirlash yoki almashtirish; o‘tkazishlarni tiklash va rostlash bilan uzellarni yig‘ish; detallar va uzellarning holatini tiklagan holda mashinani yig‘ish; sinash; bo‘yash (to‘la).

Kapital ta’mirlashda maksimal imkoniyat darajasida mashinaning texnik tavsifi tiklanadi.

Yuk ko‘tarish mashinalarini texnik ko‘rib tekshirish. Yuk ko‘tarish mexanizmlari, shuningdek olinuvchi yukni tutish moslamalari ishga ruxsat etilishidan avval texnik nazorat idoralari tomonidan texnik ko‘rib tekshirishdan o‘tkazilishi va qayd etish kerak. Yuk ko‘tarish mashinalari kamida 12 oyda bir marta davriy texnik ko‘rik tekshiruvdan o‘tkazilishi kerak.

Navbatdan tashqari ko‘rik-tekshiruv mashina rekonstruksiya qilingandan va amalga oshirilgan kapital ta’mirlashdan so‘ng o‘tkaziladi. Texnik ko‘rib tekshirish natijasida yuk ko‘tarish mashinasining texnik nazorat talablariga mos kelishi, uning xavfsiz ishlashni ta’minlovchi soz holatda bo‘lishi va mashinaning xizmat ko‘rsatishi texnik nazorat qoidalariga va xavfsizlik talablariga mos kelishi aniqlanadi.

Texnik ko‘rib tekshirishda yuk ko‘tarish mashinasi ko‘zdan kechiriladi, statik va dinamik sinovlardan o‘tkaziladi.

Statik sinov mashinaning mustahkamligini va uning ayrim elementlari mustahkamligini tekshirish maqsadida mashinaning yuk ko‘tarish qobiliyatidan 25% ortiq yuklanish bilan amalga oshiriladi.

Ko‘prikli kranni statik sinovdan o‘tkazish quyidagi tartibda amalga oshiriladi: a) kran yo‘llar tayanchlari ustiga o‘rnatiladi; b) kran aravachasi eng katta egilishga to‘g‘ri keluvchi holatga o‘rnatiladi; v) yuk ilgakka ilinadi va 200-300 mm

balandlikka ko‘tarilib, shu holatda 10 min mobaynida tutib turiladi, bunda kran ko‘prigining egilish o‘lchanadi; g) tutib turilgandan so‘ng yuk pastga tushiriladi va kran ko‘prigining qoldiqli egilish yo‘qligi tekshiriladi.

Dinamik sinov yuk ko‘tarish mashinaning mexanizmlarini xarakati va ularni tormozlarini tekshirish maqsadida mashinaning yuk ko‘tarish qobilyatidan 10% ortiq yuklanish bilan amalga oshiriladi.

Texnik ko‘rib tekshirish natijalari yuk ko‘tarish mashinasining pasportiga yozilib, keyinga ko‘rik – tekshirish muddati ko‘rsatiladi.

Yechib olinadiga yuk tushish moslamalari (stroplar, zanjirlar, qisqichlar, traversalar va boshqalar)ni ishni boshlashdan avval ko‘zdan kechirish, ko‘rib tekshirishda esa ularning nominal yuk ko‘tarish qobiliyatidan 1,25 marta ortiq yuklanish bilan sinovdan o‘tkazish zarur.

Ishlatish (foydalanish) jarayonida yechiluvchi yuk tushishi moslamalari va idishni quyidagi muddatlarda davriy ko‘zdan kechirib turish zarur: har 6 oyda traverslar; bir oydan keyin – qisqichlar; 10 kundan keyin – stropalar va idishlar.

Yechib olinuvchi yuk tutish moslamalari va idishni ko‘zdan kechirish natijalari maxsus hisobga olish va ularni ko‘zdan kechirish jurnaliga yoziladi.

Yuk ko‘tarish mashinalarini va yuk tutish moslamalarini nazorat qilish, saqlash va xizmat ko‘rsatishini ta’minlash korxonalarning rahbarlari zimmasiga yuklanadi, mashinalarning soz holatini ta’minlash uchun javobgarlik tashkilot rahbariyati buyrug‘i bilan tegishli malakaga ega bo‘lgan muhandis-texnik xodim zimmasiga yuklatiladi.

1-ilova

Funksiyaning qiymatlari

$$\Phi(u_p) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{u_p} \exp\left(-\frac{1}{2} t^2\right) dt$$

u_p	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
					$-3,09 \leq u \leq 0$					
—0,0	0,5000	0,4960	0,4920	0,4880	0,4840	0,4801	0,4761	0,4721	0,4681	0,4641
—0,1	0,4602	0,4562	0,4522	0,4483	0,4443	0,4404	0,4364	0,4325	0,4286	0,4247
—0,2	0,4207	0,4168	0,4129	0,4090	0,4052	0,4013	0,3974	0,3936	0,3897	0,3859
—0,3	0,3821	0,3783	0,3745	0,3707	0,3669	0,3632	0,3594	0,3557	0,3520	0,3483
—0,4	0,3446	0,3409	0,3372	0,3336	0,3300	0,3264	0,3228	0,3192	0,3156	0,3121
—0,5	0,3085	0,3050	0,3015	0,2981	0,2946	0,2912	0,2877	0,2843	0,2810	0,2776
—0,6	0,2743	0,2709	0,2676	0,2643	0,2611	0,2578	0,2546	0,2514	0,2483	0,2451
—0,7	0,2420	0,2389	0,2358	0,2327	0,2297	0,2266	0,2236	0,2206	0,2177	0,2148
—0,8	0,2119	0,2090	0,2061	0,2033	0,2005	0,1977	0,1949	0,1922	0,1894	0,1867
—0,9	0,1841	0,1814	0,1788	0,1762	0,1736	0,1711	0,1685	0,1660	0,1635	0,1611
—1,0	0,1587	0,1562	0,1539	0,1515	0,1492	0,1469	0,1446	0,1423	0,1401	0,1379
—1,1	0,1357	0,1335	0,1314	0,1292	0,1271	0,1251	0,1230	0,1210	0,1190	0,1170
—1,2	0,1151	0,1131	0,1112	0,1093	0,1075	0,1056	0,1038	0,1020	0,1003	0,09853
—1,3	0,09680	0,09510	0,09342	0,09176	0,09012	0,08851	0,08691	0,08534	0,08379	0,08226
—1,4	0,08076	0,07927	0,07780	0,07636	0,07493	0,07353	0,07215	0,07078	0,06944	0,06811
—1,5	0,06681	0,06552	0,06426	0,06301	0,06178	0,06057	0,05938	0,05821	0,05705	0,05592
—1,6	0,05480	0,05370	0,05262	0,05155	0,05050	0,04947	0,04846	0,04746	0,04648	0,04551
—1,7	0,04457	0,04363	0,04272	0,04182	0,04093	0,04006	0,03920	0,03836	0,03754	0,03673
—1,8	0,03593	0,03515	0,03438	0,03362	0,03288	0,03216	0,03144	0,03074	0,03005	0,02938
—1,9	0,02872	0,02807	0,02743	0,02680	0,02619	0,02559	0,02500	0,02442	0,02385	0,02330
—2,0	0,02275	0,02222	0,02169	0,02118	0,02068	0,02018	0,01970	0,01923	0,01876	0,01831
—2,1	0,01786	0,01743	0,01700	0,01659	0,01618	0,01578	0,01539	0,01500	0,01463	0,01426
—2,2	0,01390	0,01355	0,01321	0,01287	0,01255	0,01222	0,01191	0,01160	0,01130	0,01101
—2,3	0,01072	0,01044	0,01017	0,009903	0,009642	0,009387	0,009137	0,008894	0,008656	0,008424
—2,4	0,008198	0,007976	0,007760	0,007549	0,007344	0,007143	0,006947	0,006756	0,006569	0,006387
—2,5	0,006210	0,006037	0,005868	0,005703	0,005543	0,005386	0,005224	0,005085	0,004940	0,004799
—2,6	0,004661	0,004527	0,004396	0,004269	0,004145	0,004025	0,003907	0,003793	0,003681	0,003573

—2,7	0,003467	0,003364	0,003264	0,003167	0,003072	0,002980	0,002890	0,002803	0,002718	0,002635
—2,8	0,002555	0,002477	0,002401	0,002327	0,002256	0,002186	0,002118	0,002052	0,001988	0,001926
—2,9	0,001866	0,001807	0,001750	0,001695	0,001641	0,001589	0,001538	0,001489	0,001441	0,001395
—3,0	0,001350	0,001306	0,001264	0,001223	0,001183	0,001144	0,001107	0,001070	0,001035	0,001001
					$0,00 \leqslant u \leqslant 3,09$					
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7703	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1,0	0,8417	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,90147
1,3	0,90320	0,90490	0,90658	0,90824	0,90988	0,91149	0,91309	0,91466	0,91621	0,91774
1,4	0,91924	0,92073	0,92220	0,92364	0,92507	0,92647	0,92785	0,92922	0,93056	0,93189
1,5	0,93319	0,93448	0,93574	0,93699	0,93822	0,93943	0,94062	0,94179	0,94259	0,94408
1,6	0,94520	0,94630	0,94738	0,94845	0,94950	0,95053	0,95154	0,95254	0,95353	0,95449
1,7	0,95543	0,95637	0,95728	0,95818	0,95907	0,95994	0,96080	0,96164	0,96246	0,96327
1,8	0,96485	0,96485	0,96562	0,96638	0,96712	0,96784	0,96856	0,96926	0,96995	0,97062
1,9	0,97128	0,97193	0,97257	0,97320	0,97381	0,97441	0,97500	0,97558	0,97615	0,97670
2,0	0,97725	0,97778	0,97831	0,97822	0,97932	0,97982	0,98030	0,98077	0,98124	0,98169
2,1	0,98214	0,98257	0,98300	0,98341	0,98382	0,98422	0,98461	0,98500	0,98537	0,98574
2,2	0,98610	0,98545	0,98679	0,98713	0,98745	0,98778	0,98809	0,98840	0,98870	0,98899
2,3	0,98928	0,98956	0,98983	0,990097	0,990358	0,990613	0,990863	0,991106	0,991344	0,991576
2,4	0,991802	0,992024	0,992240	0,992451	0,992656	0,992857	0,993053	0,993244	0,993431	0,993613
2,5	0,993790	0,993963	0,994132	0,994297	0,994457	0,994614	0,994766	0,994915	0,995060	0,995201
2,6	0,995339	0,995473	0,995604	0,995731	0,995855	0,995975	0,996093	0,996207	0,996319	0,996427
2,7	0,996533	0,996736	0,996736	0,996833	0,996928	0,997020	0,997110	0,997197	0,997282	0,997365
2,8	0,997445	0,997523	0,997599	0,997673	0,997744	0,997814	0,997882	0,997948	0,998012	0,998074
2,9	0,998134	0,998193	0,998250	0,998305	0,998359	0,998411	0,998462	0,998511	0,998559	0,998605
3,0	0,998650	0,998694	0,998736	0,998777	0,998817	0,998856	0,998893	0,998930	0,998965	0,998999

Мисол: $\Phi(-1,72) = 0,04272$; $\Phi(-2,73) = 0,003167$; $\Phi(+2,74) = 0,996928$.

2-ilova

Lapas funksiyasining qiymatlari

$$\Phi(u_1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{u_1} \exp\left(-\frac{1}{2} t^2\right) dt$$

u_1	$\Phi(u_1)$	u_1	$\Phi(u_1)$	u_1	$\Phi(u_1)$	u_1	$\Phi(u_1)$
0,00	0,0000	0,47	0,1808	0,94	0,3264	1,41	0,4207
0,01	0,0040	0,48	0,1844	0,95	0,3289	1,42	0,4222
0,02	0,0080	0,49	0,1879	0,96	0,3315	1,43	0,4236
0,03	0,0120	0,50	0,1915	0,97	0,3340	1,44	0,4251
0,04	0,0160	0,51	0,1950	0,98	0,3365	1,45	0,4265
0,05	0,0199	0,52	0,1985	0,99	0,3389	1,46	0,4279
0,06	0,0239	0,53	0,2019	1,00	0,3413	1,47	0,4292
0,07	0,0279	0,54	0,2054	1,01	0,3438	1,48	0,4306
0,08	0,0319	0,55	0,2088	1,02	0,3461	1,49	0,4319
0,09	0,0359	0,56	0,2123	1,03	0,3485	1,50	0,4332
0,10	0,0398	0,57	0,2157	1,04	0,3508	1,51	0,4345
0,11	0,0438	0,58	0,2190	1,05	0,3531	1,52	0,4357
0,12	0,0478	0,59	0,2224	1,06	0,3554	1,53	0,4370
0,13	0,0517	0,60	0,2257	1,07	0,3577	1,54	0,4382
0,14	0,0557	0,61	0,2291	1,08	0,3599	1,55	0,4394
0,15	0,0596	0,62	0,2324	1,09	0,3621	1,56	0,4406
0,16	0,0636	0,63	0,2357	1,10	0,3643	1,57	0,4418
0,17	0,0675	0,64	0,2389	1,11	0,3665	1,58	0,4429
0,18	0,0714	0,65	0,2422	1,12	0,3686	1,59	0,4441
0,19	0,0753	0,66	0,2454	1,13	0,3708	1,60	0,4452
0,20	0,0793	0,67	0,2486	1,14	0,3729	1,61	0,4463
0,21	0,0832	0,68	0,2517	1,15	0,3749	1,62	0,4474
0,22	0,0871	0,69	0,2549	1,16	0,3770	1,63	0,4484
0,23	0,0910	0,70	0,2580	1,17	0,3719	1,64	0,4495
0,24	0,0948	0,71	0,2611	1,18	0,3810	1,65	0,4505
0,25	0,0987	0,72	0,2642	1,19	0,3830	1,66	0,4515
0,26	0,1026	0,73	0,2673	1,20	0,3849	1,67	0,4525
0,27	0,1064	0,74	0,2703	1,21	0,3869	1,68	0,4535
0,28	0,1103	0,75	0,2734	1,22	0,3883	1,69	0,4545
0,29	0,1141	0,76	0,2764	1,23	0,3907	1,70	0,4554
0,30	0,1179	0,77	0,2794	1,24	0,3925	1,71	0,4564
0,31	0,1217	0,78	0,2823	1,25	0,3944	1,72	0,4573
0,32	0,1255	0,79	0,2852	1,26	0,3962	1,73	0,4582
0,33	0,1297	0,80	0,2881	1,27	0,3980	1,74	0,4591
0,34	0,1331	0,81	0,2910	1,28	0,3997	1,75	0,4599
0,35	0,1368	0,82	0,2939	1,29	0,4015	1,76	0,4608
0,36	0,1406	0,83	0,2967	1,30	0,4032	1,77	0,4616
0,37	0,1443	0,84	0,2995	1,31	0,4049	1,78	0,4625
0,38	0,1480	0,85	0,3023	1,32	0,4066	1,79	0,4633
0,39	0,1517	0,86	0,3051	1,33	0,4082	1,80	0,4641
0,40	0,1554	0,87	0,3078	1,34	0,4099	1,81	0,4649
0,41	0,1591	0,88	0,3106	1,35	0,4115	1,82	0,4656
0,42	0,1628	0,89	0,3133	1,36	0,4131	1,83	0,4664
0,43	0,1664	0,90	0,3159	1,37	0,4147	1,84	0,4671
0,44	0,1700	0,91	0,3186	1,38	0,4162	1,85	0,4678
0,45	0,1736	0,92	0,3212	1,39	0,4177	1,86	0,4687
0,46	0,1772	0,93	0,3238	1,40	0,4192	1,87	0,4693

2-ilovaning davomi

u_1	$\Phi(u_1)$	u_1	$\Phi(u_1)$	u_1	$\Phi(u_1)$	u_1	$\Phi(u_1)$
1,88	0,4699	2,12	0,4830	2,48	0,4934	2,84	0,4977
1,89	0,4706	2,14	0,4838	2,50	0,4938	2,86	0,4979
1,90	0,4713	2,16	0,4846	2,52	0,4941	2,88	0,4980
1,91	0,4719	2,18	0,4854	2,54	0,4945	2,90	0,4981
1,92	0,4726	2,20	0,4861	2,56	0,4948	2,92	0,4982
1,93	0,4732	2,22	0,4868	2,58	0,4951	2,94	0,4984
1,94	0,4738	2,24	0,4875	2,60	0,4953	2,96	0,4985
1,95	0,4744	2,26	0,4881	2,62	0,4956	2,98	0,4986
1,96	0,4750	2,28	0,4887	2,64	0,4959	3,00	0,49865
1,97	0,4756	2,30	0,4893	2,66	0,4961	3,20	0,49931
1,98	0,4761	2,42	0,4898	2,68	0,4963	3,40	0,49966
1,99	0,4767	2,34	0,4904	2,70	0,4965	3,60	0,499841
2,00	0,4772	2,36	0,4909	2,72	0,4967	3,80	0,499928
2,02	0,4783	2,38	0,4913	2,74	0,4969	4,00	0,499968
2,04	0,4793	2,40	0,4918	2,76	0,4971	4,50	0,499997
2,06	0,4803	2,42	0,4922	2,78	0,4973	5,00	0,499997
2,08	0,4812	2,44	0,4927	2,80	0,4974		
2,10	0,4821	2,46	0,4931	2,82	0,4976		

ρ ning har xil darajadagi qimmatliligi uchun t_p ning qiymatlari (ikki yoqlamma kriteriy)

Эркинлик даражаси-нинг сони f	p кимматлилигини даражаси						
	0,5	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0,001
1	1,000	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	636,620
2	0,816	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,600
3	0,765	1,638	2,358	3,182	4,541	5,841	12,940
4	0,741	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,727	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,860
6	0,718	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,960
7	0,711	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,410
8	0,706	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,040
9	0,703	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,780
10	0,700	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,590
11	0,697	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,490
12	0,696	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,320
13	0,694	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,220
14	0,693	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,691	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,070
16	0,690	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,020
17	0,689	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,960
18	0,688	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,920
19	0,688	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,880
20	0,687	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,686	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,820
22	0,686	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,790
23	0,685	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,770
24	0,685	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,740
25	0,684	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	2,720
26	0,684	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,710
27	0,684	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,690
28	0,683	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,670
29	0,683	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,660
30	0,683	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,650
40	0,681	1,303	1,684	2,020	2,420	2,700	3,550
60	0,679	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	0,676	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,370
∞	0,674	1,282	1,615	1,960	2,326	2,576	3,290

Эркинлик даражасининг сони f	p кимматлилигини даражаси						
	0,5	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0,001
1	1,000	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	636,620
2	0,816	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,600
3	0,765	1,638	2,358	3,182	4,541	5,841	12,940
4	0,741	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,727	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,860
6	0,718	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,960
7	0,711	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,410
8	0,706	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,040
9	0,703	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,780
10	0,700	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,590
11	0,697	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,490
12	0,696	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,320
13	0,694	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,220
14	0,693	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,691	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,070
16	0,690	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,020
17	0,689	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,960
18	0,688	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,920
19	0,688	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,880
20	0,687	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,686	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,820
22	0,686	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,790
23	0,685	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,770
24	0,685	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,740
25	0,684	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	2,720
26	0,684	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,710
27	0,684	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,690
28	0,683	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,670
29	0,683	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,660
30	0,683	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,650
40	0,681	1,303	1,684	2,020	2,420	2,700	3,550
60	0,679	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	0,676	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,370
∞	0,674	1,282	1,615	1,960	2,326	2,576	3,290

ADABIYOTLAR

1. Абдурашидов К.С. Натурные исследования колебаний зданий и сооружений и методы их восстановления. – Ташкент: Фан, 1974.

2. Абдурашидов К.С., Рассказовский В.Т., Рузметов А.С. Основные принципы и инструментальная оценка эффективности восстановления зданий после землетрясения //Ташкентское землетрясение 26 апреля 1966 года: Сб. науч.тр. – Ташкент: Фан, 1971.

3. Аистов Н.Н. Испытание сооружений. – М.: Госстройиздат, 1960.

4. Аронов Р.И. Испытание сооружений. – М., 1974.

5. Бисейнов К.А., Касимов И.К., Тулаганов А.А., Удербаев С.С. Лёгкие бетоны на основе безобжиговых цементов. – Алматы: Fылым, 2005.

6.Васильченко Р.С., Кошелев П.Р. Практическое применение механики разрушения для оценки прочности конструкций. – М., 1974.

7.Вознесенский В.Л. Статистические решения в технологических задачах. – Кишинёв: Картя молдовеняска, 1968.

8.Воробьёв В.А. Радиационная дефектоскопия бетонных и железобетонных конструкций. – М., 1972.

9.Гевондян Т.А., Киселёв Л.Т. Приборы для измерения и регистрации колебаний. – Машгиз, 1962.

10.Гершберг О.А. Технология бетонных и железобетонных изделий. – Стройиздат, 1965.

11. ГОСТ 24452-80. Бетоны. Методы определения призменной прочности модуля упругости и коэффициента Пуассона. - М.: Издательство стандартов, 1980.

12.ГОСТ 24544-81. Бетоны. Методы определения деформаций усадки и ползучести. – М.: Издательство стандартов, 1981.

13.ГОСТ 10180-90 (СТ СЭВ 3978-83). Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1990.

14.Долидзе Д.Е. Испытание конструкций и сооружений. – М., 1975.

15.Зазимко В.Г. Оптимизация свойств строительных материалов: Учебное пособие для ВУЗов ж.-д. трансп. – М.: Транспорт, 1981. – 103 с.

16.Золотухин Ю.Д. Испытание строительных конструкций: Учеб. пособ. для ВУЗов. – Минск: Высшая школа, 1983.

17.Испытательная и измерительная техника для исследований строительных конструкций / Под ред. Б.И.Оськина //Сб. статей ЦНИИСК– М., 1975. – Вып. 58.

18.Калинин В.М., Сокова С.Д., Топиин А.Н. Обследование и испытание конструкций зданий и сооружений: Учебник. – М.: ИНФРА, 2005.

19.Касымов И.К., Бахриев Н.Ф., Тулаганов А.А., Хасанова М.К. Повышение качества растворов для сейсмического строительства // Строительные материалы. – 1992. - № 1.

20.Кашкаров К.П. Контроль прочности бетона и раствора в изделиях и сооружениях. – Стройиздат, 1967.

21.КМК 2.03.01-96. Бетонные и железобетонные конструкции / Госкомархитектстрой РУз. – Ташкент: МЧЖ «Саодат РИА», 1998.

22.Крылов Н.А., Глуховский К.А. Испытание конструкций и сооружений. – Л., 1979.

23.Qosimov E.Q. Qurilish ashyolari. – Toshkent: Mehnat, 2003.

24.Qosimova S.T., Shodjalilov SH., Xodjayev S.A. Bino va inshoatlarni sinash metrologiyasi: O‘quv qo‘llanma. 1-qism. – Toshkent: TAQI, 2002.

25.Qosimova S.T., Shodjalilov SH., Xodjayev S.A. va bosh. Bino va inshoatlarni sinash metrologiyasi: o‘quv qo‘llanma. II-qism. – Toshkent: TAQI, 2003.

26.Лужин О.В., Волохов В.А., Шмаков Г.Б. и др. Неразрушающие методы испытания бетона. – М.: Стройиздат, 1985.

27.Макаров Р.А., Басин Я.Н. Радиоизотопные методы измерений в строительстве. – Госстройиздат, 1963.

28.Методы и средства экспериментальных исследований строительных конструкций // Сб. статей ЦНИИСК. – М., 1974. – Вып. 37.

29.Михайлов В.В., Литвер С.Л. Расширяющийся и напрягающий цементы и самонапряжённые железобетонные конструкции. - М.: Стройиздат, 1974.

30.Михайлов В.В., Литвер С.Л. Технология напрягающего цемента и самонапряжённых бетонных конструкций. - М.: Стройиздат, 1975.

31.Налимов В.В. Применение математической статистики при анализе вещества. – М.: Физматгиз, 1960.

32.Найфельд И.Э., Фалькевич А.М., Лившиц Л.С. Контроль качества сварных соединений в строительстве. – Стройиздат, 1968.

33.Новгородский М.А. Испытания материалов, изделий и конструкций. – М., 1971.

34.Ногин С.И. Применение ультразвука для контроля качества железобетонных конструкций. – ЦБТИ, 1965.

35.Обследование и испытание сооружений: Учеб. для вузов / О.В.Лужин, А. Б. Злачевский, И. А. Горбунов, В. А.Волохов; под ред. О. В .Лужина. – М.: Стройиздат, 1987.

36.Поляков Л.П., Файнбурд В.М. Моделирование строительных конструкций. – Киев, 1975.

37.Почтовик Г.Я., Злочевский А.Б., Яковлев А.И. Методы и средства испытания строительных конструкций. – М., 1973.

38.Производство сборных самонапряжённых железобетонных конструкций и изделий: Справочное пособие к СниП // Н.-и., проект.-конструкт. и технолог. ин-т бетона и железобетона. – М.: Стройиздат, 1990.

39.Рапопорт Ю.М. Ультразвуковая дефектоскопия строительных деталей и конструкций. – Л.: Стройиздат, 1975.

40.Рассказовский В.Т., Рашидов Т.Р., Абдурашидов К.С. Ташкентское землетрясение. – Ташкент: Фан, 1967.

41.Ренский А.Б., Стрижевский К.И. Испытания строительных конструкций с применением электротензометрического метода измерения деформаций. – М., 1970.

42.Samig‘ov N.A., Arslonov I.K. Bino va inshoatlarning texnik holatini zamonaviy usullarda tadqiq etish: O‘quv qo‘llanma.–Toshkent: TAQI, 2005.

43. Samig‘ov N.A., Samog‘ova M.S. Qurilish materiallari va buyumlari. – Toshkent: Mehnat, 2004.

44.Скрамтаев Б.Г., Лещинский М.Ю. Испытание прочности бетона в образцах, изделиях и сооружениях. – Стройиздат, 1964.

45.Справочник. Лабораторный контроль в строительстве / Под ред. Попова Л.Н. – Стройиздат, 1967.

46.Степанов Н.Н. Статистическая обработка результатов механических испытаний. – М., 1972.

47. Уголев Б.Н. Испытание древесины и древесных материалов // Лесная промышленность. – 1965.

48.Улицкий И.И., Скатынский В.И. Оборудование для исследования бетона и железобетона при длительном действии нагрузки. – АсиА УССР НИИСК, 1962.

49.Уразбаев М.Т. Сейсмостойкость упругих и гидроупругих систем. – Ташкент: Фан, 1966.

50.Ходжаев А.А. Динамическая теория расчёта упругих систем. – Ташкент: Фан, 1994.

51.Ходжаев С.А. Особенности формирования структуры и технологии водонепроницаемых бетонов // Бетон и железобетон. – 2000. - № 4.

52.Ходжаев С.А., Мусурманкулов А. Высокопрочный напрягающий бетон для конструкций промышленных зданий // Архитектура и строительство Uzbekistana. – 2005. - №№ 2-3-4.

53.Xodjayev S.A., Yusupov R.R., Shadjalilov Sh., Arifdjanov M.N. Прочность и деформации напрягающего керамзитобетона // Бетон и железобетон – 1982. – № 9.

54. Шкинев А.Н. Аварии в строительстве. – 4-е изд. перераб и доп. – М.: Стройиздат, 1984.

55.Якубовский Б.В., Ермолаев Н.Н., Акридин Д.В. Испытание железобетонных конструкций и сооружений. – Высшая школа, 1965.

MUNDARIJA

KIRISH ……	3

BIRINCHI BO‘LIM MATERIALLARNI TADQIQ ETISH VA SINASH USULLARI	
I BOB. QURILISH MATERIALLARINI TADQIQ ETISHNING FIZIK-KIMYOVIY USULLARI……..	6
1.1.Termik tahlil……	6
1.1.1. Differensial – termik tahlil……..	7
1.1.2.Sifatli va miqdoriy faza tahlillari……..	18
1.1.3. Fazali tahlilning termogravimetrik usuli…….	24
1.1.4. Devrivatografik va gazovolyumetrik tahlil…….	28
1.2. Petrografik usul……..	31
1.3. Mikroskopik tahlil……..	36
1.3.1. Qutblangan mikroskop MIN – 8 tuzilishi……	37
1.3.2. Materiallarni mikroskopik tahlil uchun tayyorlash…….	40
1.4. Tekshirishning elektronmikroskopik usuli…….	44
1.4.1. Mikroskopning ishlash prinsipi……...	44
1.4.2. Elektron mikroskop ostida tekshirish usullari…….	46
1.5. Rentgenstruktura tahlili……..	51
1.5.1.Umumiy ma’lmotlar…….	51
1.5.2.Rentgen uskunalari……...	53
1.5.3. Fotoplyonkada nurlarni qayd qilishdan foydalanuvchi rentgenstrukturaviy tahlil usuli……...	53
1.5.4. Nurlanishning ionlashgan qayd qilinishi bilan boruvchi rentgenstrukturaviy tahlil usuli……...	54
1.5.5. Lokal rentgenstruktura tahlili……..	56
1.5.6. Elektronografik tahlil usuli…….	57
1.6. Spektral tahlil…….	58
1.6.1. Emission spektral tahlil……...	58
1.6.2. Alangali fotometriya usuli……...	59

1.6.3. Molekulyar spektral tahlil……..	60
1.6.4. Elektron paramagnit rezonans…….	62
1.7. Kalorimetrik usullar……	63
1.7.1. Bog‘lanishlarni hosil qilish issiqligini aniqlash……..	64
1.7.2. Bog‘lovchi moddalarning gidratatsiya issiqligini aniqlash…….	65
1.8. Materiallardagi g‘ovaklar tuzilishini aniklash usullari……...	74
1.8.1. Zichlikni aniqlash……	75
1.8.2. Simobli porometriya usuli bilan go‘vaklikni aniqlash……	75
1.9. Dispersli tizimlarni tekshirish usullari……	78
1.9.1. Disperslik darajasini aniqlash……..	80
1.9.2. Elakli tahlil usuli……..	81
1.9.3. Havoni o‘tkazish usuli orqali solishtirma yuzani aniqlash……..	81
1.9.4. Sedimentatsion tahlil……...	83
II BOB. MATERIALLARNING MUSTAHKAMLIK VA DEFORMATSION TAVSIFLARINI ANIILASH……..	85
2.1. Qisqa muddatli siqish va cho‘zishda betonning mustahkamlik va deformatsion tavsiflarini aniqlash……..	85
2.2. Yuklanish uzoq vaqt ta’sir etganda betonni sinash……	92
2.3. Betonning o‘z-o‘zini kuchlantirishni aniqlash uslubiyoti……..	95
2.4. Armaturani cho‘zishga va bukishga sinash……	100
2.5. Armaturani relaksatsiyaga sinash……...	103
2.6. Armaturani va qo‘yilgan detallarni charchashga sinash……	104
IKKINCHI BO‘LIM KONSTRUKSIYALARNI STATIK VA DINAMIK YUKLANISHLAR BILAN NATURA SINOVLARI	
III BOB. SINOVLAR TURI VA VAZIFALARI, ASBOBLAR VA QURILMALAR…….	107
3.1. Konstruksiyalarga talablar va ularning ishini baholash……..	107
3.2. Qurilish konstruksiyalarini sinash turlari va vazifalar……	112
3.3. O‘lchov apparaturasi va asboblar……...	114

3.3.1. Ko‘chishlarni aniqlash…….	115
3.3.2. Deformatsiyalarni va yoriqlarni aniqlash……	119
3.4. Konstruksiyalarni yuklantirish uchun qurilmalar……...	130
IV BOB. KONSTRUKSIYALARNI STATIK YUKLANISH BILAN SINASH…….	140
4.1. Konstruksiyalarni tanlab olish va sinashga tayyorlanish……	140
4.2. Qurilish konstruksiyalarini sinash uchun stendlarning turlari……	142
4.3. Sinovlarni o‘tkazish va olingan natijalarni baholash……..	148
4.4. Tajriba ma’lumotlariga ishlov berish…….	150
KONSTRUKSIYALARNI STATIK VA DINAMIK YUKLANISHLAR BILAN NATURA SINOVLARI	
V BOB. KONSTRUKSIYALAR, BINO VA INSHOOTLARNI DINAMIK YUKLANISH BILAN SINASH……	155
5.1. Materiallar xossalarining dinamik ko‘rsatkichlari……..	155
5.2. Konstruksilarni va inshootlarni dinamik yuklanish bilan sinashning maqsadlari va vazifalari……	158
5.3. Dinamik yuklanishlarning asosiy turlari……	158
5.4. Yuklanishlarning dinamik ta’sirini amalga oshirish usullari……..	159
5.5. Tebranishlarning asosiy turlari va ulrning xarakteristikalari……..	165
5.6. Tebranishlarning asosiy xarakteristikalarini aniqlash uchun asboblar…….....	169
5.6.1. Vibrogrammalarni yozib olish uchun asboblar……...	171
5.6.2. Vibrodatchiklar……	175
5.6.3. Akselerometrlar……...	177
5.7. Dinamik sinovlarni o‘tkazish va natijalarga ishlov berish…….	178
5.7.1. Konstruksiyani sinash uchun tayyorlash va sinovni o‘tkazish…	178
5.7.2. Dinamik sinov natijalarga ishlov berish……..	179
5.7.3. Konstruksiyaning holatini dinamik sinovlar natijalariga ko‘ra baholash…….....	187

UCHINCHI BO‘LIM MATERIALLAR VA KONSTRUKSIYALARNI BUZMAYDIGAN USULLAR BILAN SINASH	
VI BOB. BETONNI MEXANIK TA’SIR ETUVCHI ASBOBLAR BILAN SINASH…….	189
6.1. Sirt qattiqligini aniqlash uchun asboblar……	190
6.2. Elastik sanchish pritsipiga asoslangan asboblar ……	195
6.3. Betonni gidravlik nasos bilan sinashning kompleks usuli……..	197
6.4. Asboblarni tarirovka qilish…….	200
6.5. Mexanik ta’sir ko‘rsatuvchi yangi avlod asboblari……	202
VII BOB. MATERIALLAR VA KONSTRUKSIYALARNI SINASHNING ELEKTRON – AKUSTIK USLUBLARI……	212
7.1. Sinash usullarining nazariy asoslari……...	212
7.2. Ultrotovushli difektoskopiyaning asosiy usullari……...	215
7.3. Betonni sinashning impuls-ultratovushli usullari……...	218
7.4. Betonni sinashning rezonans usullari ……	222
7.5. Materialdagi turli xil nuqsonlarni aniqlash……	225
7.6. Yangi avlod ultratovush asboblari…….	227
VIII BOB. RENTGEN VA RADIOMETRIK SINASH USULLARI……	232
8.1. Rentgen va γ- nurlari to‘g‘risida umumiy tasavvurlar……...	232
8.2. Nurlanishlarni qayd etish usullari……...	236
8.3. Radiotsion defektoskopiya usullari……	238
8.4. Rentgen appartlar……	243
8.5. Qurilish materiallari, buyumlar va konstruksiyalar sifatini nazorat qilish uchun radioaktiv izotoplarning qo‘llanilishi…….	248
IX BOB. SINOVLARNING MAGNIT VA ELEKTROMAGNIT USULLARI……...	252
9.1. Magnit usullari……	252
9.2. Elektromagnit defetoskopiya……..	254
9.3. Armaturaning kuchlanishlarini va himoya qatlamini nazorat qilish…….	256

X BOB. LYUMINESSENT DEFETOSKOPIYA……..	262
TO‘RTINCHI BO‘LIM MATERIALLAR VA KONSTRUKSIYALARNI SINASHDA NATIJALARGA ISHLOV BERISH VA MEHNATNI MUXOFAZA QILISH	
XI BOB. MATEMATIK STATISTIKANING ASOSIY TUSHUNCHALARI VA USULLARI…….	266
11.1. Ehtimollar nazariyasidan ayrim ma’lumotlar……...	266
11.2. Matematik statistikaning asosiy tushunchalari va qonunlari……	271
11.3. O‘lchash natijalariga ishlov berish……...	277
11.4. Korrelyatsion tahlil. Eng kichik kvadratlar usuli…….	284
XII BOB. KONSTRUKSIYALARNI SINASHDA MEHNAT MUXOFAZASI…….....	292
12.1. Konstruksiyalarni sinashda mehnatni muxofaza qilish va xavfsizlik texnikasi bo‘yicha tadbirlar……..	292
12.2. Konstruksiyalarni rentgen va radiometrik usullari bilan sinashda mehnat muxofazasi…….	298
12.3. Qurilmani rejali – ehtiyotdan qilinadigan ta’mirlash va profilaktika…….	299
ILOVALAR……..	305
ADABIYOTLAR……..	311

Bosishga ruxsat etildi 02.03.2015.
Bichimi 210 x 297.
Shartli bosma tabog‘i 20. Adadi 50.
TAQI bosmaxonasida chop etildi
Toshkent sh. Navoiy ko‘chasi, 13.