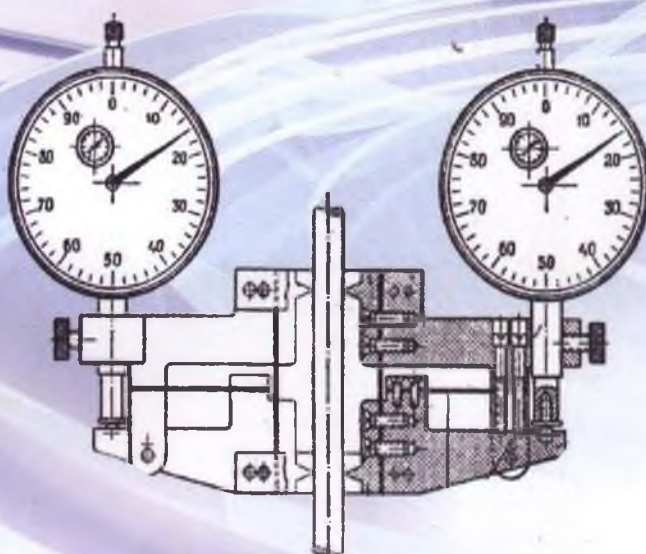


Q.S. ABDURASHIDOV, B.A. HOBILOV,
M.Q. NAZAROVA

QURILISHDA METROLOGIYA, STANDARTLASHTIRISH VA SIFAT NAZORATI



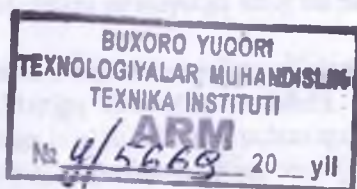
69(075)
4-15

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

**Q.S.ABDURASHIDOV, B.A.HOBILOV,
M.Q.NAZAROVA**

**QURILISHDA METROLOGIYA,
STANDARTLASHTIRISH VA
SIFAT NAZORATI**

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan
Oliy o'quv yurtlarining arxitektura va qurilish ta'lim yo'nalishi talabalari
uchun darslik sifatida tavsiya etilgan*



**O'ZBEKISTON FAYLASUFLARI
MILLIY JAMIYATI NASHRIYOTI
TOSHKENT – 2011**

UDK 69(075)

BBK 65.31

A15

Abdurashidov, Q.S.

Qurilishda metrologiya, standartlashtirish va sifat nazorati: oliy o'yurtlarining arxitektura va qurilish ta'lim yo'nalishi talabalari uchun darslik / Q.S.Abdurashidov, B.A.Hobilov, M.Q.Nazarova; O'zR oliy va o'rta-maxsus ta'lim vazirligi. -T. : O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti, 2011. - 212 b. -

BBK 65.31

73

ISBN 978-9943-391-22-2

Mas'ul muharrir: Prof. A.Sh. Bekmurodov

Darslik bino va inshootlarni loyihalash, konstruksiyalarni sinash va hisoblash, ularni qurilish jarayonida baholash (metrologiya, material va konstruksiyalarni tayyorlash jarayonida sifat nazoratini amalga oshirish, hamda standartlash ishlarini boshqarish va boshqa qurilishdagi dolzarb masalalarga bag'ishlangan).

Taqrizchilar: 1. Dots.O. X.Xamidov
2. Dots.A. N.Norchayev

ISBN 978-9943-391-22-2

© O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti, 2011.

SO'ZBOSHI

XX asrning oxiri va XXI asrning boshlarida qurilish amaliyotiga temirbeton qubba-qobiqlar, payvandlangan metall konstruksiyalar, yig'ma temirbeton konstruksiyalari, oldindan zo'riqtirilgan temirbeton va metall konstruksiyalar, yelimlangan yog'och konstruksiyalar singari qator yangi konstruksiya turlari kirib keldi. O'ta mustahkam sement va beton, yuqori sifatli po'lat, alumin qotishmalari, yog'och va sintetik plastikalar, yog'och va metall konstruksiyalarni biriktiradigan yelimlarning turli tarkiblari va boshqa xilma-xil yangi qurilish materiallari paydo bo'ldi.

Qurilish konstruksiyalarini hisoblashda yangi uslublarning yaratilishi, elastiklik va plastiklik nazariyalari hamda boshqa sohalarida erishilgan so'nggi yutuqlar konstruksiyalarning haqiqiy ishi to'g'risida to'laroq tasavvur hosil qilish hamda yangi inshootlarni dadilroq loyihalashtirish imkonini beradi.

Qurilishdagi o'zgarishlar ilmiy tadqiqot ishlarini yanada rivojlantirishni taqozo etadi. Nazariy va tajribaviy tadqiqotlardan maqsad turli materiallarning fizik-mexanik xossalarini, shuningdek, konstruksiya va uning alohida qismlarini statik va dinamik kuchlar ta'sirida ishlash holatini o'rganishdan iborat.

Inshootni tashqi kuchlar ta'siriga hisoblash modelini yaratish obyektning real ish sharoitini chuqur o'rganish orqaligina hal etilishi mumkin. Bu o'rinda tajribaviy va nazariy tadqiqotlar orasidagi bog'lanishni aniqlashdek muhim muammo paydo bo'ladi. Qurilish konstruksiyalarining ishlash sharoitini o'rganishning yagona yo'li tajriba — eksperimentdir. Tajribaviy tadqiqotlar natijalari ishonchli, kafolatli bo'lishi uchun tajribalar metrologik talablarga amal qilingan holda bajarilgan bo'lishi zarur.

Hozirgi davrda tajribaviy tadqiqotlar natijalarini tahlil qilishda fundamental fanlardan foydalanish alohida ahamiyat kasb etadi. Qurilish konstruksiyalarini hisoblashning zamonaviy usullarini takomillashuvi ehtimollik va ishonchlilik nazariyalarini, matematik statistikani amaliyotga keng tatbiq etishga bog'liq bo'lib qolmoqda.

Nazariy usullarning samarali rivojlanishi tajriba natijalarini to'plab, ularga matematik statistika talablariga muvofiq ravishda ishlov berilgan informatsiyalardan foydalanishga bog'liq. Shuning uchun qurilish materiallari, konstruksiyalari va inshootlarning xossasi va holatiga doir fizik miqdorlarning aniq o'lchalishiga talab katta bo'ladi.

Materiallarni sinash va konstruksiyaning ishlash sharoitini o'rganish loyihachi muhandis uchun materialning mustahkamligi va ta'sir etuvchi kuchlar haqida ma'lum axborot beradi. Buyumlarni tayyorlash jarayonida olib boriladigan sifat nazorati ishlab chiqarish madaniyatini oshirishga ko'maklashadi.

Bino va inshootlardan foydalanish va ta'mirlash jarayonida ularni tekshirishga ehtiyoj tug'iladi. Bunday ishlar hozirgi paytda zamonaviy asbob-uskunalar yordamida amalga oshiriladi. Qo'lingizdagi «Qurilishda metrologiya, standartlash va sifat nazorati» darsligi bino va inshootlarni sinash usullari va vositalari haqida saboq beradi. Darslikda bayon etilgan material talaba tomonidan matematika, fizika, qurilish materiallari, materiallar qarshiligi va qurilish mexanikasi, shuningdek, metall, temirbeton, tosh-g'isht, yog'och va plastmassa konstruksiyalari kurslarida o'zlashtingan bilimlariga asoslanadi.

Mazkur darslik ilk bor o'zbek tilida yaratilgan bo'lib, uning birinchi va ikkinchi boblari M.Q.Nazarova qalamiga mansub, qolgan boblarini B.A.Hobilov yozgan. Ushbu kitob texnika fanlari doktori, professor Q.S.Abdurashidovning bevosita ishtirokida, yo'riq va maslahatlari asosida chop etishga tayyorlandi.

Darslik oliy texnika o'quv yurtlari bakalavriati qurilish mutaxassisliklarining quyidagi yo'nalishlari:

5580200 — Binolar va sanoat inshootlari qurilishi;

5580400 — Injenerlik tarmoqlari qurilishi;

5580500 — Qurilish ishlab chiqarish texnologiyasi;

5580600 — Shahar qurilishi va xo'jaligi bo'yicha tahsil oladigan talabalarga mo'ljallangan bo'lib, O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan tasdiqlangan namunaviy dastur asosida yozilgan.

Mualliflar darslik qo'lyozmasini ko'rib chiqib, beg'araz foydali maslahatlar berganliklari uchun O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasining akademigi, texnika fanlari doktori, professor V.Q.Qobulovga, «Nazariy va qurilish mexanikasi» kafedrasini mudiri, texnika fanlari doktori, professor M.M.Mirsaidovga, «Qurilish konstruksiyalari» kafedrasini mudiri, texnika fanlari nomzodi, professor Sh.R.Nizomovga hamda qo'lyozmalarni sahifalashtirishda bergan yordamlari uchun arxitektura fakultetining talabalari T.Fayzullayev, D.Mirusmonov, O.Buzrukxo'jayev va G'.Azimovlarga o'zlarining samimiy minnatdorchiliklarini izhor etadilar.

KIRISH

Hamisha binokor mutaxassislar oldida barcha funksional talablarga to'la javob bergan holda tejamkorlik talablarini ham qondira oladigan, ayni bir paytda rejalashtirilgan muddat davomida yuqori darajadagi ishonch bilan ishlaydigan qurilish konstruksiyalarini hisoblash va loyihalash usullarini yaratishdek muhim va dolzarb vazifa kun tartibida turadi. Material tejamkorligiga mustahkamligi yuqori bo'lgan ashyolardan foydalanish, konstruksiyaning yuk ko'tarish qobiliyatini oshiradigan yangi, samarali konstruktiv shakllarni qo'llash, optimal loyihalash usullarini joriy etish orqali erishiladi. Sanab o'tilgan tadbirlar to'liq amalga oshirilsa, konstruksiyalarda metall sarfini 25-35%ga kamaytirib, tan narxini 15-25% ga arzonlashtirish imkoniyati yaratiladi. Ayni bir paytda mustahkamligi yuqori bo'lgan materiallarning qo'llanilishi hamda loyihalashtirishning optimal usullaridan foydalanish kabi ishlar, inshootning hisoblash sxemasini oydinlashtirish kabi ishlar bilan uyg'unlikda olib borilmasa, inshoot konstruksiyalarining chidamliligi va umrboqiyiligini oshirib bo'lmaydi. Masalan, kam legirlangan o'ta mustahkam po'lat listlardan loyihalashtirilgan konstruksiyalarda plastiklik xususiyatining ozligi va deformasiyalanishdagi o'ziga xos tomonlarini chetlab o'tish hamda bu sinfdagi po'latning kuchlanishlar kontsentratsiyalangan zonalarda yemirilishini hisobga olmaslik, odatda konstruksiyaning o'ta mo'rt holatda buzilish ehtimolini kuchaytiradi. Shuning uchun konstruksiyalarga sarflanadigan materiallarni tejashga qaratilgan tadbirlar, ular bilan parallel ravishda hisoblash sxemalarini yanada aniqlashtirib, konstruksiyalarni tayyorlash texnologiyasini takomillashtirgandagina samarali natijaga erishish mumkin.

Loyihalanayotgan konstruksiyaning hisoblash sxemasini aniqlashtirish, ya'ni hisoblash modelini asl holatga maksimal darajada yaqinlashtirish, bizga ma'lumki, konstruksiyalarning haqiqiy ishini tajribaviy sinash orqali amalga oshiriladi. Tajriba natijalari konstruksiyaning real fizik holati haqida to'la tasavvur hosil qilish imkonini beradi, bu esa o'z navbatida hisoblash sxemasini tanlashda yo'l qo'yiladigan soddalashtirishlarning asosli bo'lishini ta'minlaydi. Shunday qilib, materiallarning konstruksion xossalarini va hisoblash modelini obyektning real ish holatiga qay darajada mos kelishini faqat tajriba yo'li bilan aniqlash mumkin.

Ammo eksperimental tadqiqotlarning ahamiyati shuning o'zi bilan chegaralanib qolmaydi. Yangi inshoot qurib bitkazilgach yoki mavjud inshoot ta'mirlanib, uning konstruksiyalari kuchaytirilgandan keyin, inshootning yuk ko'tarish qobiliyati, ya'ni uning mustahkamligi va ustuvorligi sinovdan o'tkaziladi. Bu yo'nalishda olib boriladigan tajribaviy tadqiqotlar ham xalq xo'jaligida o'zining muhim o'rniga ega. Masalan, zilzilada shikastlangan binolarni ta'mirlagandan keyin, ta'mir ishlarining sifatiga sinash yo'li bilan

baho beriladi. Asrlar mobaynida savlat to'kib turgan ulug'vor arxitektura yodgorliklarini asrab qolish va ularni kelajak avlodlarga yetkazish masalasida ham tajribaviy usulla: hal qiluvchi o'rinni egallaydi.

«Yoshini yashab, oshini oshab bo'lgan» imoratlarning bosib qolganligi haqidagi gaplar ba'zan quloqqa chalinib qoladi. Masalan, 2006-yilda uchta binoning bosib qolgani haqida televideniya axborot berildi. Ulardan biri 28-yanvarda Polshaning Katovitsa shahrida ro'y berdi. U yerda qalin qor yoqqanligi tufayli ko'rgazma paviloni bosib qolgan. Oqibatda 66 kishi qurbon bo'lgan, 100 dan ortiq kishi jarohatlangan. Binoning tomi metall fermadan iborat bo'lgan. Oradan ko'p o'tmay, 23-fevralda Moskvada katta bozorning tomi bosib qolgan. Buning natijasida 65 kishi nobud bo'lgan, jarohatlanganlar bor. Binoning tomi oldindan zo'riqtirilgan temir-betondan ishlangan. 19-iyulda Nigeriyada uch qavatli turar joy binosi qulagan. 43 kishi halok bo'lgan, 50 kishi yaralangan. Mutaxassislarning fikriga ko'ra, binoning qulashiga sifatsiz qurilish materiallari ishlatilganligi sabab bo'lgan.

Eski, ya'ni xizmat muddatini o'tab bo'lgan inshootlarning buzilishi ko'pam taajjub uyg'otmaydi, chunki ertami, kechmi bunday hodisaning ro'y berishi ehtimoldan xoli emas edi. Bu kabi baxtsiz hodisalarning oldini olish maqsadida bino va inshootlar ekspluatatsiya jarayonida vaqti-vaqti bilan sinov-tekshirishdan o'tkazib turiladi. Avariya holatiga yaqinlashgan binolar ta'mirlanadi yoki butunlay buzib tashlanadi.

Bayon etilgan mulohazalar, boshqa sohalarda bo'lgani singari, qurilish sohasida ham muntazam ravishda sifat nazorati olib borish lozim ekanligini taqozo etadi. Sifat nazoratining asosini esa tajriba-sinash ishlari tashkil etadi. Bunda nazorat obyekti mahsulot yoki texnologik jarayon bo'lishi mumkin.

Standartlashtirish bajariladigan ishlarni ma'lum qonun va qoidalar asosida tartibga solib turadigan keng bir soha bo'lib, xalq xo'jaligining turli jabhalarida o'zining aniq yo'nalish va obyektlariga ega. Masalan, qurilish sohasida konstruksiya va inshootlarni hisoblash va loyihalash metodlari, material va buyumlarga qo'yiladigan talablar, sinash usullari va o'lchash ishlari kabilar standartlashtirish obyektlari hisoblanadi. O'rnatilgan standartlar asosida amalga oshirilgan ishlarda palapartishlik, nouyg'unlik va tartibsizlik bo'lmaydi. Hamma ishlar maromida, ma'lum qoidalar asosida bajariladi. Ishlarning shu yo'sinda amalga oshirilishi samaradorlikni ta'minlaydi.

Metrologiya — o'lchash usullari va vositalari haqidagi fan bo'lib, standartlashtirish ishlarini bajarishda poydevor vazifasini o'taydi. Metrologiya fani tavsiya etgan u yoki bu usul standartlarda asos qilib qabul qilinadi hamda amaliyotga tatbiq etiladi.

Qo'lingizdagi darslik qurilish yo'nalishi bo'yicha o'qiydigan talabalarga qurilishda metrologiya, standartlashtirish hamda sifat nazorati bo'yicha saboq beradi. Ushbu darslikdan qurilish sohasida ishlovchi bakalavr, magistr va boshqa mutaxassislar ham foydalanishlari mumkin.

I BOB. QURILISHDA METROLOGIYA VA STANDARTLASHTIRISH ASOSLARI

Fan va texnika rivojining jadallashgan hozirgi pallasida qurilish konstruksiyalari, detallari va tugunlarini unifikatsiyalash, ya'ni birxillashtirishga, ularning sifat darajasini yanada yuksaltirishga alohida ahamiyat qaratilmoqda. Bu masalalarni muvaffaqiyatli hal etishda qurilishning barcha sohalarida metrologiya va standartlashtirishning rolini yuqori pog'onalarga ko'tarish talab etiladi.

1.1. Qurilishda metrologiya

Metrologiya — fizik kattaliklarni o'lchash, o'lchash jarayonida birxillikni, aniqlikni ta'minlovchi usullar va vositalar haqidagi fandir. Metrologiya fanida: o'lchashlarning umumiy nazariyasi, fizik miqdorlarning birliklari, o'lchash usullari va vositalari, o'lchash aniqligini belgilaydigan uslublar, o'lchash ishlarining birxilligini ta'minlash asoslari, etalon va ishchi o'lchash birliklari bo'yicha tadqiqotlar olib boriladi.

Metrologiyaning asosiy vazifalari: fizik kattaliklarning birliklarini o'rnatish, ularning etalonlarini yaratish va ishlatish, material va moddalarning fizik-kimyoviy xossalari belgilash va aniqlashtirish, standart boshlang'ich ma'lumotlar xizmati va standart namunalar xizmatini yuritish, o'lchov asboblari tekshirish va sozlashning standart usul va vositalari yaratish va joriy etish, o'lchov vositalari davlat sinovidan o'tkazish kabi ishlardan iborat.

Metrologiya metrologik ta'minlashning ilmiy asosi hisoblanadi. Metrologik ta'minlash deganda, o'lchashlarning bir xilligi va talab etilgan aniqlik darajasiga erishish uchun ishlarni ilmiy asosda, texnika vositalaridan unumli foydalanilgan, qoida va me'yorga to'liq amal qilgan holda tashkil etish tushuniladi. Metrologik ta'minlash tizimiga quyidagilar kiradi:

— o'lchashlarning o'ta aniqligini ta'minlovchi fizik miqdorlar davlat etaloni tizimi. Bu tizim o'lchashlar aniqligini ta'minlashda me'yoriy huquqiy asos hisoblanib, unga barcha davlat idoralari, korxona va tashkilotlar amal qiladilar. Barcha o'lchash vositalari yagona etalon bilan taqqoslanadi va unga sozlanadi;

— mahsulot tavsiflarini talab darajasida aniqlash imkonini beradigan o'lchash vositalari yaratish, ishlab chiqarish va amaliyotga tatbiq etish;

— moddalar va materiallarning fizik konstantalari va xossalari doir standart ma'lumotlar tayyorlash;

— o'lchash vositalari davlat sinovlaridan yoki metrologik attestatsiyadan o'tkazish;

— o'lchash vositalarini davlat va soha nazorat organlari tomonidan majburiy tekshiruvdan o'tkazish;

— modda va materiallar tarkibining standart namunalarini yaratish.

O'lchash vositalarini tekshiruvdan o'tkazish deganda — metrologik organlar tomonidan o'lchash asboblari sodir etgan xatoliklarni hamda ularning ishga yaroqliligini aniqlash tadbirlari tushuniladi. Tekshiruv — nazorat ishlari ikki pog'onada olib boriladi: yuqori pog'onadagi tekshiruv — davlat miqyosidagi metrologik xizmat organlari tomonidan, quyi pog'onadagi tekshiruv esa — muassasa metrologik xizmati tomonidan amalga oshiriladi.

O'lchash vositalarining metrologik attestatsiyasi deganda, metrologik organlar tomonidan o'lchash asboblarning metrologik xossalari aniqlash bo'yicha olib borgan tadqiqotlari va olingan ma'lumotlar asosida beriladigan hujjatlar tushuniladi.

Tekshiruv sxemasi — ma'lum tartibda tasdiqlangan hujjat bo'lib, fizik miqdor birligi o'lchamlarini etalondan ishchi o'lchash vositalariga uzatish usullari va aniqligini belgilaydi.

Tekshiruv vositalari — bu texnik vositalar bo'lib, o'lchash vositalarini me'yoriy — texnik talablarga javob berish-bermasligini aniqlashda qo'llaniladi.

Tekshiruv vositalari — ishchi etalon, namunaviy o'lchash vositalari, shu jumladan standart namunalar va namunaviy o'lchovlar, ko'makchi asboblari, uskunalari va materiallar hamda tekshiruv moslamalarini o'z ichiga oladi.

O'lchash vositalari — bu texnik vositalar bo'lib, o'lchash ishlarini amalga oshirishda qo'llaniladi. Bular o'lchov tizimlari, o'lchov asboblari va o'zgartkichlar, shuningdek, o'lchov uskunalari va moslamalaridan tashkil topadi.

O'lchov asbobi deganda o'lchangan miqdor haqidagi ma'lumotni signal shaklida uzatishga mo'ljallangan o'lchash vositalari tushuniladi. O'lchash o'zgartkichi o'lchashlardan olingan dastlabki ma'lumotlarni signal orqali keyingi o'zgartirishlarga, qayta ishlashga va saqlashga uzatadigan o'lchash vositasidir. Uning vazifasi ma'lumotlarni bir shakldan ikkinchi shaklga o'tkazib berishdan iborat. Kuzatuvchi bevosita uning o'zidan hech qanday ma'lumot olmaydi.

O'lchash — qandaydir fizik miqdorni texnik vositalar yordamida aniqlash va etalon bilan taqqoslash jarayonidir. O'lchash ishlari quyidagi elementlardan tashkil topadi: o'lchash obyekti; o'lchash birligi; texnik o'lchash vositasi; o'lchash uslubi; o'lchashlarni qayd qiluvchi uskuna; o'lchashning uzil-kesil natijasi.

O'lchashlar tavsifi quyidagi parametrlarni o'z ichiga oladi: o'lchashdagi xatoliklar (miqdorning haqiqiy va o'lchangan qiymatlari orasidagi farq);

o'lchash aniqligi (o'lchash natijalarining haqiqiy qiymatga yaqinlashish darajasi); o'lchashlar ishonchligi (o'lchangan qiymatning haqiqiy qiymatdan og'ish ehtimoli); o'lchashlar diapazoni; o'lchash chegarasi (o'lchash diapazonining eng katta va eng kichik qiymatlari). Bularning hammasi o'lchash ishlarini amalga oshirishda duch kelinadigan parametrlardir.

O'lchashlar aniqlik darajasi bo'yicha: alohida aniq, o'ta aniq va texnik aniq deb ataluvchi uch toifaga bo'linadi. Alohida aniq o'lchashlar — etalonlarni o'rnatish bilan bog'liq; o'lchash tizimlarini darajalashda, shuningdek, o'ta muhim sinovlar o'tkazishda o'ta aniq o'lchashlar amalga oshiriladi. Qurilish konstruksiyalarining sinovlari texnik aniqlik darajasida bajariladi.

Har qanday o'lchashlar xatolardan xoli bo'lmaydi. O'lchash uslubining mukammal emasligidan, o'lchash asboblarning darajalanishdagi noaniqliklar va asboblarni noto'g'ri o'rnatishdan kelib chiqadigan xatolar doimiy (sistematik) xatolar deb ataladi. Doimiy xatolar tajribada aniqlangan tuzatish koeffitsientlarini kiritish yo'li bilan bartaraf etiladi. Hozirgi paytda doimiy xatolardan holi bo'lish uchun mikroprotessorlardan foydalaniladi. Tasodifiy xatolar nazorat qilib bo'lmaydigan omillar (haroratning tasodifiy o'zgarishi, tebranish va boshqalar) ta'sirida paydo bo'ladi. Bunday xatolar matematik statistika usulida baholanadi. O'lchash asboblarning nosozligi va qayd etuvchining nuqsonlari va boshqalar tufayli ham juz'iy xatolar tug'ilishi mumkin. Xatolarning bu xili ham matematik statistika usulida aniqlanadi.

1.2. Qurilishda standartlashtirish

O'lchash ishlarini metrologik jihatdan ta'minlash muammolari standartlashtirish masalalari bilan chambarchas bog'liqdir.

Standartlashtirish — ma'lum soha faoliyatini tartibga solishga qaratilgan qoidalarni yaratish va joriy etishdir. Standartlashtirish qoidalarini yaratishda barcha manfaatdor tomonlar ishtirok etadi. Qoidalar soha bo'yicha ish sharoitini hisobga olgan va xavfsizlik texnikasi talablariga amal qilgan holda tuziladi. Qoidalarning pirovard maqsadi hamma uchun maqbul bo'lgan iqtisodiy samaraga erishishdan iboratdir.

Standartlashtirish muammolari fan va texnikaning yutuqlari hamda ilg'or ish tajribalariga suyangan holda hal etiladi. U texnika rivojining bugunini va kelajagini belgilaydigan, doimiy harakatdagi uzluksiz jarayondir.

Standart — standartlashtirish bo'yicha me'yoriy texnik hujjat bo'lib, standartlashtirish obyektlari uchun me'yorlar, qoidalar, talablar majmuini o'rnatadi va mas'ul nufuzli organ tomonidan tasdiqlanadi.

Konkret mahsulotlar, me'yor va uslublar, talablar; fan va texnikada, qurilishda ko'p karra qo'llaniladigan termin (atama)lar, harfiy belgilar (timsollar) kabilar standartlashtirish obyektlari sirasiga kiradi.

Qurilish sohasida konstruksiya va inshootlarni hisoblash va loyihalash usullari, ashyolar va buyumlarga qo'yiladigan talablar, bino va inshootlarni montaj qilishda yo'l qo'yiladigan og'ishlar miqdori (dopuski), sinash usullari va o'lchashlar, tajriba natijalarini qayta ishlash uslublari va boshqalar standartlashtiriladi.

Ta'sir doirasiga ko'ra standartlar to'rt toifaga bo'linadi: davlat standartlari (GOST); soha standartlari (OST); respublika miqyosidagi standartlar (RST) va korxona-muassasa standartlari (STP).

Katta miqdorda ishlab chiqariladigan qurilish materiallari va buyumlari, material va konstruksiyalarni sinash uslublari, sinash natijalarini taqdim etish tartiblari davlat standartlari (GOST) asosida amalga oshiriladi. Soha yoki tarmoq standartlari (OST) muayyan soha bo'yicha kichik seriyada ishlab chiqariladigan mahsulotlar uchun qo'llaniladi. Korxona — muassasa standartlari (STP) shu korxonada ishlab chiqariladigan mahsulotlar uchun tegishlidir. Korxonada standartlashtirish shu korxona texnik darajasining o'sishiga olib keladi va ayni bir paytda davlat standartlashtirish tizimining bir bo'g'ini hisoblanadi. U ko'pincha zavod standarti deb yuritiladi. Davlat va soha standartlarida aks ettirilmagan ayrim kichik qoida va me'yorlar, umumiy talablarga zid bo'lmagan holda, zavod standartlarida o'z aksini topadi.

Qurilish sohasida standartlar bilan bir qatorda qurilish me'yorlari va qoidalari (Строительный нормы и правила — СНИП) amal qiladi. Qurilish me'yorlari va qoidalari (QMQ), umuman, qurilish mahsulotiga qo'yiladigan talablarni o'rnatadi va loyihalashtirish jarayonini me'yorlaydi.

Mazmun e'tibori bilan standartlar 13 ta alohida ko'rinishga bo'linadi. Quyida konstruksiya va inshootlarni tekshirish va sinashga aloqador bo'lgan ayrim ko'rinishlar bilan tanishamiz:

- texnik shartlar standartlari; bularda mahsulotni tayyorlash, joyiga eltish va undan foydalanish talablari aks etgan bo'ladi, sinash usullari va qabul qilish tartibi ko'rsatiladi;

- texnik talablar standartlari; bularda mahsulotning sifati, ishonchligi va umrboqiyliigi ko'rsatkichlari me'yorlanadi, xizmat muddati belgilanadi va h.k.

- sinash usullari standartlari; bularda sifatiga baho berish uchun namunalarni ajratib olish tartibi, material va buyumlarni sinash uslublarini tanlashga doir talablar keltiriladi. Bu standartlar sinash usullari va vositalarining birligini (birxil bo'lishini) ta'minlaydi. Bulardan tashqari, sinash usullari standartlarida buyumlar sifatini nazorat qilishda ishlatiladigan o'lchash

asboblari va uskunalariga qo'yiladigan talablar ham aks etgan bo'ladi;

— qabul qilish qoidalari, markalash, qadoqlash, eltish va saqlashga doir standartlarda, jumladan, buyumlarni qabul qilish tartibi, qabul qilish chog'ida o'tkaziladigan sinov dasturlari kabilar qonunlashtiriladi.

Standartlar ishlab chiqarishning rivojlanish darajasi va sur'atiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Standartlashtirish ishlab chiqarish erishgan marralarni qayd etibgina qolmay, fan va texnika rivojining ham manbalaridan biri hisoblanadi.

1.3. Qurilishda sifat nazorati

Standartlashtirishning yo'nalishlaridan biri tayyor mahsulot sifatiga baho beradigan me'yorlar, usullar va qoidalar yaratishdan iboratdir. Mahsulot sifati deganda — o'ziga qo'yilgan talablarga javob berish xususiyatiga ega bo'lgan xossalar majmuasi tushuniladi.

Mahsulot sifati ko'rsatkichi deganda — mahsulotni yaratish va undan foydalanish asnosida qo'llaniladigan tarkibiy qismlarning xossasini ifodalovchi miqdoriy tavsiflar tushuniladi. Sifat ko'rsatkichlari nomenklaturasi mahsulotning nimaga mo'ljallanganligiga bog'liq.

Agar sifat ko'rsatkichi mahsulotning birgina xossasiga oid bo'lsa — yagona, bir necha xossasiga oid bo'lsa — kompleks ko'rsatkich deb ataladi. Mahsulot sifatining umumlashma ko'rsatkichi — mahsulot sifatining kompleks ko'rsatkichi bo'yicha mahsulot sifatiga baho berishda qabul qilingan xossalar majmuidir. Masalan, turlicha yechimga ega bo'lgan konstruksiyalarga qiyosiy baho berishda, material sarfi, konstruksiyani tayyorlash, tashish va montaj qilishga ketgan sarf-xarajatlarning yalpi qiymati umumlashma iqtisodiy ko'rsatkich sifatida qabul qilinishi mumkin.

Mahsulot sifatining integral ko'rsatkichi ham kompleks ko'rsatkichlar sirasiga kirib, mahsulot ekspluatatsiyasi yoki uni iste'mol qilishdan olinadigan yalpi foyda bilan mahsulotni tayyorlash uchun ketgan sarf-xarajatlar orasidagi nisbatni ifoda etadi. Sifat ko'rsatkichlari real va bazaviy turlarga bo'linadi. Mahsulot sifatining bazaviy ko'rsatkichi — sifatga qiyosiy baho berishda asosiy deb qabul qilingan mahsulot ko'rsatkichidir.

Mahsulot sifatini boshqarishning barcha tizimlarida sifat nazorati birinchi o'rinda turadi. Butun tizimning samaradorligi nazoratning mukammalligiga, texnikaviy ta'minlanganligiga va ijro darajasiga bog'liq. Mahsulot sifatini nazorat qilishdan maqsad — mahsulot sifati ko'rsatkichlarining o'rnatilgan talablarga mos kelish-kelmasligini tekshirishdan iborat.

Nazorat obyekti tayyor mahsulot yoki texnologik jarayon bo'lishi mumkin. Nazorat ishlari loyihalash, ishlab chiqarish yoki ekspluatatsiya bosqichlarida amalga

oshirilishi mumkin. Nazorat ishlari dastlabki (kirish), oraliq va qabul qilish turlariga bo'linadi. Dastlabki nazorat jarayonida mahsulotni tayyorlash uchun ta'minotchi tomonidan yetkazilgan materiallar tekshiruvdan o'tkaziladi. Loyiha hujjatlari, yarim fabrikatlar va buyumlar dastlabki nazorat obyektlari bo'lishi mumkin. Oraliq nazorat mahsulotni ishlab chiqarish jarayonida amalga oshiriladi. Qabul nazorati mahsulot tayyor bo'lganda uni qabul qilib olish jarayonida bajariladi. Ushbu nazorat natijasida obyektning ishga yaroqli yoki yaroqsiz ekanligi haqida qaror qabul qilinadi.

Nazorat to'liq yoki qisman o'tkazilishi mumkin. To'liq o'tkazilganda har bir obyekt, qisman o'tkazilganda mahsulot orasidan ayrim namunalar tanlab olinib tekshiriladi. Tekshirishning ham ikki uslubi bor: biri yemirmaydigan va ikkinchisi yemiradigan (buzadigan) uslublar. Yemiradigan uslubda mahsulot to'liq yaroqsiz holga kelguncha tekshiriladi (sinaladi). Shuning uchun ham bu uslubdan qisman nazoratlarda foydalaniladi.

Dastlabki ma'lumotlarni olishda foydalaniladigan nazorat vositalari quyidagi ko'rinishlarga ega:

- o'lchov nazorati — bunda albatta o'lchash vositalari qo'llaniladi;
- registratsiya nazorati — bunda mahsulotda yuzaga kelayotgan sifat nishonalari soni qayd etiladi;
- sezgi organlari orqali nazorat — bunda mahsulotdan olinadigan dastlabki ma'lumot insonning sezgi organlari orqali olinadi;
- vizual nazorat — faqat ko'rish organlari orqali bajariladi, asbobsiz ko'zdan kechiriladi;
- texnik nazorat — asosan sezgi organlari orqali amalga oshiriladi, zaruriy hollarda sodda nazorat vositalaridan foydalaniladi. Texnik nazorat odatda loyiha va ijro hujjatlari bilan atroflicha tanishishni o'z ichiga oladi.

Mahsulotlar ustida olib boriladigan tekshiruv sinovlari quyidagi ko'rinishlarga ega:

- dastlabki sinovlar — mahsulotning tajribaviy namunalari ustida olib borilib, ularni sinovning navbatdagi bosqichiga qo'yish yoki qo'ymasligi masalasini hal etadi;
- qabul sinovlari — mahsulotning tajribaviy namunalari ustida olib borilib, bunda mahsulotni ishlab chiqarishga yoki foydalanishga tavsiya etish yoki etmaslik masalasi hal etiladi;
- oldi-sotdi sinovlari — tayyor mahsulotni qabul qilib olishda o'tkaziladigan nazorat sinovlari bo'lib, odatda bu sinovlarni mahsulot ishlab chiqaruvchi korxonaning o'zi o'tkazadi. Bunday sinovlarda texnik hujjatlarning butligi va sifati tekshirilmay, sinalayotgan mahsulot partiyasini qabul qilish yoki rad etish masalasi hal etiladi;
- davriy sinovlar — texnik hujjatlarda qayd etilgan muddat va hajmlarda davriy ravishda o'tkazib boriladi;

- andozaviy (tipovoy) sinovlar — konstruksiya yoki texnologiyaga o'zgartirishlar kiritilgandan keyin, ana shu o'zgartirishlarning iqtisodiy samaradorligiga baho berish maqsadida o'tkaziladi;

- attestatsion sinovlar — chiqarilayotgan mahsulotni attestatsiya qilishda uning sifat darajasiga baho berishda o'tkaziladi.

Nazorat sinovlari davlat tarmoqlararo va tarmoq miqyosida o'tkaziladi.

Keyingi paytlarda nazorat ishlarini avtomatlashtirish va komputerashtirishga ahamiyat yil sayin ortib bormoqda. Buning sababi shundaki, avtomatik nazorat texnologik rejimning buzilishini tezda aniqlaydi. Bu esa, o'z navbatida, nuqsonni zudlik bilan bartaraf etish imkonini beradi.

1.4. Qurilish ashyolari va konstruksiyalarining umumlashgan sifat ko'rsatkichlarini aniqlash

Qurilish industriyasining eng muhim vazifalaridan biri ishlatilayotgan qurilish ashyolari va konstruksiyalarning har xil muhitga chidamliligini oshirishdan iboratdir. Ayniqsa kimyo sanoati va yer osti inshootlarining zararli — ishqor, kislota eritmaları va tuzlar ta'sirida uzoq yillar sifat ko'rsatkichlarining saqlanishini ta'minlash muhim ahamiyatga ega. Bunday sharoitda qurilish ashyolarining ichki mikro tuzilishidagi buzilishlar, bog'lovchi ashyolarda modda almashinuvining tezlashishi, ularning fizik va mexanik xossalarning sustlashishiga olib keladi.

Har xil moddalardan tashkil topgan geterogen sistemadagi zarrachalararo bog'lovchi kuchni ularning ichki tuzilishida ro'y berayotgan fizik va kimyoviy jarayonlar qurilish ashyolarining chidamliligini pasaytiradi. Bundan tashqari qurilish buyumlari va konstruksiyalarni tayyorlashda texnologik jarayonning buzilishi, ular tarkibini hisoblashda yo'l qo'yilgan xatolar va boshqa omillar ham ashyoning ichki tuzilishi mustahkamligini kamaytiradi. Umuman olganda, bunday jarayonlar o'ta murakkab bo'lib, fizik-kimyoviy moddalar reaksiyasi natijasida ro'y beradi.

Ma'lumki, qurilish ashyolarining xossalari undagi zarrachalar orasidagi masofa, mayda va yirik g'ovaklar, naychalar, o'ta mayda darzlar va boshqa ko'zga ko'rinar-ko'rinmas nuqsonlar ta'sirida o'zgaradi.

Qurilish ashyolarining tuzilishi ikki ko'rinishda ifodalanadi: mikro va makro tuzilish. Mikro tuzilish — qattiq, suyuq va gaz tarkibini tashkil etuvchi har xil o'lchamli atomlar, ionlar va molekulalarning o'zaro joylashish aloqadorligini, birikish tartibini ifodalovchi holatdagi ko'rinishidir. Atom — molekulalar birlashmasi ashyoning makro tuzilishini bildiradi.

Ashyolardagi g'ovaklar, naychalar va boshqa nuqsonlar oddiy ko'z bilan ko'rinsa makrotuzilish deyiladi. Makromolekulalar, mitsell, kristallar va

ularning atrofida o'sib chiqqan yangi modda bo'laklari, amorfli yirik zarrachalar o'zaro mahkam birlashgan holda joylashgan bo'ladi.

Mikrotuzilishga xos ashyolarni uch guruhga bo'linishini P.A. Rebinder ilmiy tomondan asoslab bergan. Olimlarning fikricha, bir xil tuzilishga ega bo'lgan ashyolarning o'zaro yopishishi kristalli — koagulyatsiya holatida yoki kondensatsiya — kristalli bo'lishi ham mumkin.

Barcha sun'iy qurilish ashyolari mayda zarrachalarning bog'lanishidan hosil bo'ladi. Demak, biz tahlil qilayotgan uch guruhdagi ashyolar koagulyatsiyali, kondensatsiyali va kristalli tuzilishga ega bo'ladi. Qaysi guruhga taaluqli ekanligi bilan qurilish ashyolarining xossalari va sifati to'g'risida fikr yuritish mumkin. Qurilish ashyolarining xossalari turg'un bo'lmay, ular fizik, mexanik va kimyoviy jarayonlar ta'sirida o'zgarib turadi.

Qurilish ashyolari xossalarining o'zgarishiga sababchi bo'layotgan yagona fizik-kimyoviy reaksiyalar qanday moddalar orasida yuz berayotganligini mikrokalorimetriya usuli orqali yuqori aniqlikda tajribaxonalarda aniqlash mumkin.

Mikrokalorimetriya usullari yordamida aniqlangan miqdoriy ko'rsatkichlar asosan ashyo tarkibidagi har bir moddaning reaksiyaga kirishishida hosil bo'ladigan issiqlik manbai, uning quvvati va qotuvchanlik qobiliyatini aniqlashga asoslanadi. Fizik-kimyoviy reaksiya jarayonida har bir moddaning termodinamik holati har xil bo'ladi. Masalan, sement zarrachasi suv bilan namlanganda erkin energiya o'zgaradi. Bunda sementning solishtirma yuzasi qanchalik katta bo'lsa, zarrachalararo tutash nuqtalar shuncha ko'p bo'ladi. Zarrachalarning o'zaro yopishish maydoni ortadi. Natijada qotayotgan sement toshining mustahkamligi yuqori bo'ladi.

Qurilish ashyolari sifatini makrotuzilish darajasida miqdoriy ko'rsatkichlar orqali ifodalash usullari kvalimetriya (lotincha gualis — sifati qanaqa va grekcha metreo — o'lchayman) deb ataladi. Boshqacha qilib aytganda, kvalimetriya — qurilish ashyolarining umumlashgan sifatini ifodalovchi miqdor ko'rsatkichlari yig'indisidir.

Qurilish ashyolarining kvalimetriasini aniqlashda har turli matematik usullar ham ishlatiladi. Jumladan, optik boshqaruv nazariyasi, tekis va notekis hamda dinamik rejalashtirish kabi hisoblash usullari qurilish ashyolari fani yo'nalishida keng qo'llanilmoqda.

Mahsulot sifati fizik, mexanik va deformatik xossalarini miqdoriy ko'rsatkichlar orqali baholash usullari sanoatning ko'pgina yo'nalishlarida qo'llaniladi. Inshootlarning kvalimetriasini tahlil qilish uchun qurilish jarayonini tegishli qurilish — montaj va pardoqlash ishlari hamda ishlatilayotgan ashyolarning sifatini o'rganib attestatsiya qilish va ularni baholash kerak bo'ladi.

Ilmiy-tadqiqot ishlarida kvalimetriya usulini qo'llash kengaymoqda va takomillashmoqda. Kvalimetriya usuli bilan qurilish ashyolari yoki konstruksiyalarini baholaganda obyektning kompleks talablariga javob berishini aniq ko'rsatkichlar orqali ifodalash mumkin. Bunday ko'rsatkichlar quruvchi va loyiha tuzuvchilarning kundalik amaliy ishlarida qurilish ashyolarini, konstruksiyalarini, devorbop buyumlarni hamda pardozbop ashyolarni tanlashida katta ahamiyatga ega. Qurilish ashyolarini va buyumlarini kvalimetriya usuli bilan baholaganda quyidagilarni o'rganish kerak:

— qurilish ashyolari va buyumlarini qanday xomashyodan tayyorlanganligi, qayerda ishlatilishi va xilidan qat'i nazar, ular davlat andozalariga ko'ra tajribaxonalarda, sanoat sharoitida batafsil sinovdan o'tgan va umumiy sifat bahosi qo'yilgan bo'lishi lozim;

— qurilish ashyolarining xossalari orasidagi umumiylikning bir qonuniyatga bo'ysunishini prof. I.A. Ribev ilmiy tomondan asosladi va uni «Ustun nazariyasi» deb atadi. Masalan, ashyo tuzilishining zichligi qanchalik oshsa, uning kvalimetriya ko'rsatkichlari shuncha yuqori bo'ladi yoki buning teskarisi, ya'ni g'ovakligi, suv shimuvchanligi, gaz yoki suv o'tkazuvchanligi kamayadi. Shunday misollar bilan o'quvchi ashyoning bittagina xossasi orqali boshqa xossalarning sifat ko'rsatkichlari kvalimetriyasi to'g'risida fikr yuritishi natijasida, qurilish ashyolarini qayerda va qachon ishlatish mumkinligi to'g'risida tushunchaga ega bo'ladi. Albatta, bunday usul bilan ashyoning sifatiga nazariy tomondan aniq baho berib bo'lmaydi. Masalan, mustahkamligi bir xil ko'rsatkichka ega bo'lgan polimer ashyolarning zichligi bilan temirning zichligi bir-biridan keskin farq qiladi. Demak, ashyolar zichligi oshishi hamma vaqt ham ularning mustahkamligini oshiradi degani emas. Bunday holda ashyoning tarkibiy qismidagi mineral moddalarning kelib chiqishi va ularning xossalari o'rganib tahlil qilish kerak. Qurilish ashyolarining har bir xossasi orqali ularning barcha xossalari umumlashgan sifati — kvalimetriyasini bilish mumkin.

Qurilish ashyolarini tavsiya etishda bino yoki inshootning qaysi qismida ishlatilishi, qanday zararli moddalar va muhit ta'sirida bo'lishligiga qaraladi. Masalan, suv xo'jaligi qurilishlarida ishlatiladigan ashyoning mustahkamlik markasi va suv o'tkazmaslik xossalari chuqur o'rganilgan bo'lishi kerak yoki polni qoplashda qo'llaniladigan ashyoni ishqalanishga va suvga chidamlilik xossalari uning asosiy sifatini ifodalashi zarur.

Xulosa qilib aytganda, qurilish ashyolarining haqiqiy sifat ko'rsatkichiga baho berishda uning mikro va makro tuzilishidagi barcha fizik-kimyoviy jarayonlarni mikrokalorimetriya va kvalimetriya izlanishlari natijasida fizik, mexanik va deformatik xossalarning o'zgarishi albatta inobatga olinishi zarur.

1.5. Qurilish konstruksiyalari, bino va inshootlarning ishonchliligini baholash

Konstruksiyalar, bino va inshootlarni sinash va tekshirishda tadqiqotch oldiga qo'yilgan asosiy masalalardan biri ularning haqiqiy holatini aniqlash va ulardan bundan keyin qanchalik foydalanish mumkinligini taxmin qilishdan iborat. Bu muammo o'rganilayotgan sistemalarning chidamliligiga baho berish masalasi bilan bog'liq bo'lgan muammodir.

Chidamlilik deganda sistemaning belgilangan muddat mobaynida o'ziga qo'yilgan vazifalarni (funksiyasini) bajarish xossasi tushuniladi. Chidamlilik tushunchasi ko'p qirrali xossa bo'lib, obyektning vazifasi va foydalanish sharoitiga qarab ishdan chiqmaslik, uzoq muddat ishlash hamda ta'mirboplik kabi xususiyatlarni o'z ichiga qamrab oladi. Bular ichida qurilish obyektlariga oid quyidagi uchta xossani alohida sanab ko'rsatish mumkin:

ishdan chiqmaslik — muayyan muddat mobaynida obyektning ishlash qobiliyatini uzluksiz ravishda saqlash xossasi;

uzoq muddat ishlash qobiliyati — umrboqiylik — obyektning texnik xizmat va ta'mir bilan ta'minlangan holda ishlash qobiliyatini to chegaraviy holatga yetgunga qadar saqlash xossasi;

ta'mirboplik — obyektning ishdan chiqishi va shikastlanishining oldini olish, zarur bo'lgan hollarda ta'mirlash va texnik xizmat ko'rsatishga moyilligi borligi xossasi.

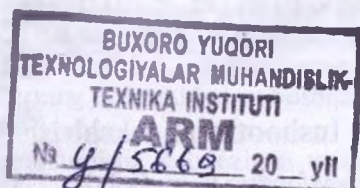
Ishonchlilikning matematik nazariyasida inkor — obyektning ishlash qobiliyatini yo'qotishi muhim tushunchalardan hisoblanadi. Ishlanma deganda obyektning xizmat qilish davomiyligi tushuniladi. Obyektning ishga tushgan ondan boshlab, to chegaraviy holatga yetgunga qadar bajargan ishi (ishlanmasi) resurs deb ataladi.

Mazkur xossalarni ishonchlilikning miqdoriy ko'rsatkichlari orqali ifodalash mumkin. Masalan, obyektning ishdan chiqmay ishlash ehtimoli (ya'ni obyekt o'zining butun xizmat muddati davomida to'xtovsiz ishlash ehtimoli) hamda ishdan chiqqunga qadar bo'lgan o'rtacha ishlanma (obyekt ishlanmasining birinchi inkoriga qadar bo'lgan matematik taxmin) inkorsizlik ko'rsatkichlari sirasiga kiradi.

Ehtimoli γ foiz deb berilgan va ma'lum vaqt davomida chegaraviy holatga yetib bormaydigan o'rtacha resurs umrboqiylik ko'rsatkichlariga kiradi. Belgilangan vaqt mobaynida ishlash faoliyatining qayta tiklanishi va qayta tiklanish uchun sarf bo'lgan o'rtacha vaqt ta'mirboplik ko'rsatkichlari sirasiga kiradi.

Chidamlilik nazariyasi uslublarini yaratish va uni qurilish sohasiga tatbiq

etishda mashhur olimlar V.V Bolotin, A.R. Rjanitsin, S.A. Timashov va boshqalarning ilmiy ishlari yuksak ahamiyatga molik. Biroq bu uslublarni amaliyotga keng joriy etishda konstruksiyalar, binolar va inshootlarning ishdan chiqishi (inkori) to'g'risida ma'lumotlarning o'ta kamligi bu nazariyaning yanada kengroq yoyilishiga to'siq bo'lib turibdi. Bunday ma'lumotlarga turli xil inkorlarni chuqur tahlil qilish yo'li bilan erishish mumkin. Ishonchlilik nazariyasi uslublaridan foydalanib yechilgan masalalarga doir misollar mavjud. Masalan, eksperimental tadqiqotlar natijasida metall listli konstruksiyalarning resursini bashorat qilish, metall konstruksiyalarning zanglashga bardoshlilikini aniqlash, temirbeton konstruksiyalarning kam siklli tebranishlarida ularning resurslarini baholashga doir ilmiy-uslubiy ishlar yaratilgan.



II BOB. KONSTRUKSIYALAR, BINOLAR VA INSHOOTLARNI TEKSHIRISH VA SINASH

2.1. Inshootlarni tekshirish va sinashdan maqsad

Mazkur fanning maqsad va vazifalari — foydalanishda bo'lgan obyektlarning xossalari va holatiga miqdoriy va sifat ko'rsatkichlari bo'yicha baho beradigan uslub va vositalarni yaratish, shuningdek, ularda kechadigan jarayonlarni tajribaviy o'rganish, bino va inshootlar konstruksiyalari elementlari, materiallarning konstruktiv va ekspluatatsion xossalarini eksperimental yo'l bilan aniqlash hamda ularning texnik talablarga moslik darajasini belgilashdan iborat.

Inshootlarni sinashning asosiy vazifasi qurilish konstruksiyasining real holati bilan uning hisoblash sxemasi orasidagi moslikni aniqlashdan iborat. Muhandislik inshootlari murakkab kuchlanish-deformatsiyalanish holatida bo'lgan, fazoviy konstruksiyalarni tashkil etadigan ko'p sonli elementlardan tashkil topgan murakkab mexanik sistema hisoblanadi. Hozirgi zamon qurilish mexanikasining ancha rivojlanib ketganligiga qaramay, konkret obyektlarda, masalan qurilish konstruksiyalarining hisoblash sxemalarida ma'lum darajada idealashtirishga to'g'ri keladi, bunda real konstruksiyaning asosiy xossalorigina hisobga olinadi. Bundan tashqari, qurilish konstruksiyalarining holati tasodifiy xarakterga ega bo'lgan qator omillarga ham bog'liqdir. Masalan, po'latdek bir jinsli materialning mustahkamlik xarakteristikalari ham bir xil emas. N.S.Streletskiy tomonidan amalga oshirilgan St.3 markali po'latning oquvchanlik chegarasini o'rganish natijalari, bu materialning oquvchanlik chegarasi 200 dan tortib to 320 Mpa gacha o'zgarishi mumkin ekanligini ko'rsatdi. Beton va yog'ochda bunday tafovut yanada kattaroq bo'ladi. Bino va inshootlar konstruksiyalariga ta'sir etadigan xususiy og'irlik, shamol va qor, kran yuklari kabi ta'sirlar ham o'zgaruvchan bo'ladi.

Konstruksiyalarning alohida elementlarini tayyorlash, tashish va o'rnatish jarayonida ham tasodifiy og'ishlar yuz berishi mumkin. Bunday og'ishlar texnologik me'yorlar bo'yicha nazorat qilinadi.

Sinovlardan maqsad — muhandislik inshootlari, konstruksiya va materiallarning holatini o'rganishdan iborat. Sinovlar laboratoriya va real sharoitlarda, modellar va real obyektlarning o'zida o'tkazilishi mumkin.

2. 2. Inshootlarni tekshirish va sinash uslublari

Eski turar joy fondini ta'mirlashda va uning maishiy qulayligini hozirgi zamon talablariga moslashtirishda turar joy binolarining haqiqiy holatiga

baho berish talab etiladi. Quruvchi-muhandislar oldiga foydalanilayotgan qurilish konstruksiyalari, binolar va inshootlar holatini o'rganish, ulardan bundan buyon foydalanish imkoniyatlarini aniqlash yoki rekonstruksiya qilish va mustahkamlash choralarini belgilash kabi vazifalar qo'yiladi. Qo'yilgan masalalarni hal etish konstruksiya va inshootlar holatini tekshirish va o'rganishni taqazo etadi. Tekshiruv natijalari tegishli tavsiyalarni berishga asos bo'ladi. Bular asosida loyihachi-muhandislar kerakli konstruktiv yechimlarni ishlab chiqishadi.

Qurilish konstruksiyalarini tekshirish (обследование) quyidagi uch bosqichdan iborat:

— loyiha hujjatlari, ishchi chizmalar, ko'rinmas ishlar akti bilan dastlabki tanishuv;

— obyektни ko'zdan kechirish, obyektning loyihaga mosligini aniqlash, ko'zga ko'rinadigan nuqsonlarni (yoriqlar, chakka o'tadigan joylar, temirbeton elementlarida himoya qatlami ko'chgan joylar, metall elementlar zanglagan joylar, elektr payvand, parchin mix yoki bolt bilan birikkan joylar holatini) aniqlash, inshootni tekshirish rejasini tuzish, yemirmaydigan usullar orqali kompleks tadqiqotlar o'tkazish;

— inshoot holatini tahlil qilish va aniqlangan nuqsonlarni bartaraf etish chora-tadbirlarini ishlab chiqish.

Loyiha va ijro hujjatlari bilan tanishish, qabul qilingan konstruktiv yechimlarga baho berish, inshootning qiyin sharoitda ishlaydigan elementlarini belgilash, ta'sir etayotgan yuklar miqdorini aniq bilish imkonini beradi.

Inshootlarni hushyorlik bilan, yaxshilab razm solib ko'zdan kechirish orqali tekshirilayotgan konstruksiyaning texnik holati to'g'risida dastlabki ma'lumotga ega bo'linadi, konstruksiya elementlarining eskirganlik darajasi oydinlashadi, sinovlarni davom ettirish muammosi konkretlashadi. Birinchi galda bu muammo sinov ishlarida yemirmaydigan usullarni, ya'ni sinash jarayonida konstruksiyalar va ularning alohida elementlarini buzmasdan sinaydigan usullarni qo'llashga aloqador. Bunday sinovlar yukning statik va dinamik ta'sirlari uchun bajarilishi mumkin. Bunday sinovlar tarkibiga inshootlarning geometrik parametrlari (bo'yi, eni, balandligi, qalinligi va h.k.), materialning mustahkamlik va strukturaviy xossalari, betonning himoya qatlami qalinligi, armaturaning joylashuvi, elementlarning salqilik va deformatsiyalari, alohida nuqtalarning tezlanishlari va boshqalarni aniqlash kiradi.

Inshootlarni tekshirishda muhandislik geodeziyasi usullaridan keng foydalaniladi. Ular yordamida bino va inshootlarning cho'kish, siljishi, yoriqlar va deformatsiya choklarining parametrlari, konstruksiya

elementlarining egilishlari o'lchanadi. Fotogrammetriya usullaridan foydalanib statik va dinamik ta'sirlar natijasida konstruksiya elementlari nuqtalarida hosil bo'ladigan ko'chish va deformatsiyalar aniqlanadi. Keyingi paytlarda lazer intenferentsiyasi usullari keng rivojlanib bormoqda.

Shu kabi usullar qurilish konstruksiyalari elementlarini tayyorlash va qurilish maydonchasida montaj qilish jarayoni sifatlarini nazorat qilishda ham qo'llaniladi.

Qurilish konstruksiyalari elementlarini tayyorlash jarayonidagi sifat nazorat sinovlarida yemirmaydigan va yemiradigan uslublardan foydalaniladi. Ammo har bir mahsulotni buzilgunga qadar sinash to'g'ri bo'lmaydi, chunki bunda zavod darvozasidan birorta ham butun buyum chiqmaydi, garchi mahsulotning haqiqiy ishi to'g'risida to'liq ma'lumotga ega bo'linsa ham. Yemirmaydigan usul esa tekshirilayotgan obyekt xususida to'liq ma'lumot berolmaydi, shuning uchun ham har ikkala usuldan birgalikda foydalaniladi. Agar ma'lum miqdordagi obyektlar ustida yemirmaydigan va yemiradigan sinovlar o'tkazib, so'ng natijalar taqqoslansa, ular orasidagi ma'lum bog'lanishni aniqlash imkoniyati paydo bo'ladi.

Shunday qilib, bino va inshootlar konstruksiyasini sinash tekshirishning tarkibiy elementlaridan biri hisoblanadi, biroq o'zining metodologiyasi, asboblari butligi va qayta ishlash uslubiyatiga ko'ra eksperimental mexanikaning mustaqil sohasi sanaladi. Bu sohaning maqsadi eksperimental tadqiqotlar asosida konstruksion materiallarning xossalari, konstruksiya elementlarining holati va inshootlarning haqiqiy ishi to'g'risida obyektiv informatsiya beradigan usul va vositalarni yaratishdan iborat. Hech qanday hisob, hattoki hisoblash texnikasidan foydalanib bajarilgan aniq hisob ham, real sistemalarning haqiqiy holati to'g'risida obyektiv ma'lumot bera olmaydi.

Qurilish mexanikasi, elastiklik va plastiklik nazariyasi, material qarshiligi fanlarida ideallashtirilgan hisoblash sxemalariga asoslangan eng zamonaviy hisoblash usullari o'rganiladi. Biroq har bir usulning zaminida tajribaga asoslangan obyektiv informatsiya yotmog'i lozim, ularning hech biri eksperimental sinovlarsiz amaliyotga tavsiya etilmasligi darkor.

Mantiqqa zid joyi shundan iboratki, shakllangan hisoblash sxemalari bo'yicha eng zamonaviy EHM larni qo'llagan holda bajarilgan hisoblarda yo'l qo'yiladigan xatolik 10-8 dan oshmaydi, ammo hisobga kiritiladigan yuklar, mustahkamlik xarakteristikalari, o'lcham parametrlari kabi dastlabki informatsiyalardagi noaniqliklar tufayli hisob natijalaridagi xatolik 10-20% ni tashkil etishi mumkin. Bu hozirgi zamon hisoblash nazariyalari usullari rolini pasaytirmaydi, balki hisoblash usullarining aniqligi bilan, hisobda foydalanish uchun oldindan tayyorlanadigan eksperimental informatsiyalar orasidagi o'zaro bog'lanishga e'tibor berish zarurligini bildiradi.

Qurilish konstruksiyalari, binolar va inshootlarni sinash uslublari va vositalari ko'magida hal etiladigan uchta asosiy masalani aniq ifodalash **mumkin:**

Birinci masalaga konstruksion materiallarning issiqlik-fizikaviy, strukturaviy, mustahkamlik va deformatsion xossalarini aniqlash hamda konstruksiyaga ta'sir etuvchi tashqi kuchlarning xarakterini belgilash kiradi.

Ikkinchi masalada hisoblash yo'li bilan aniqlangan zo'riqish va ko'chishlarni real konstruksiya yoki uning modelida hosil bo'ladigan zo'riqish va ko'chishlar bilan solishtirish muammolari hal etiladi.

Uchinchi masala — hisoblash modellarini identifikatsiyalashga, ya'ni birxillashtirishga yo'naltirilgan. Bu masala tajriba yo'li bilan olingan natijalar asosida hisoblash sxemalarini sintez qilish, ya'ni ularni umumlashtirish, ulardan bir butun xulosa chiqarish bilan bog'liq.

Ilmiy-texnika rivojlanishining jadallashuv sharoitida turli texnologik jarayonlar intensiv ravishda takomillashadi. Korxonalardagi eskirgan uskunalar, yangilari, mahsuldorroqlari, tezligi yuqorilari bilan almashtiriladi. Buning oqibatida qurilish konstruksiyalariga tushadigan yukning salmog'i ortib ketishi mumkin. Ba'zi hollarda foydalanishda bo'lgan bino yoki inshootlarning me'moriy yechimlarini o'zgartirishga to'g'ri keladi.

2.3. Bino va inshootlarni sinash usullarining taraqqiyot yo'llari

Ko'p hollarda g'arb va rus adabiyotida fan taraqqiyoti xususida gap borsa, gap Yevropa Uyg'onish davridan boshlanadi, go'yoki Sharq uyquda yotgandek. Shunga ko'ra mavzuimizga oid tarixiy ma'lumotlarni O'rta asrlarda yashab ijod etgan vatandoshlarimiz merosidan boshlashni lozim topdik.

IX asrda yashab ijod etgan Sharq dunyosining buyuk daholaridan biri, vatandoshimiz Ahmad al-Farg'oniy astronomiya, matematika, geografiya kabi tabiiy fanlar bo'yicha barakali mehnat qilib, tajriba-sinovlar uchun zarur bo'lgan ko'plab asbob va uskunalar ixtiro qildi, ularni amaliyotga tatbiq etdi. Misrda yashagan chog'ida Nil daryosi suvini o'lchaydigan asbob yasagan. Bu asbob tutash idishlar qoidasiga asoslangan bo'lib, undan hozirgacha foydalanib kelinadi. «Astronomiya negizlari» deb atalgan mashhur kitobida astronomiyaga oid asboblar hamda quyosh soatlari haqida batafsil ma'lumotlar bergan. «Usturlob (astrolyabiya) haqida mukammal kitob», «Usturlob yasash haqidagi kitob» kabi asarlarida amaliy asbobsozlik haqida so'z yuritadi. O'zi yasagan asboblar yordamida 812-yildagi quyosh tutilishini

oldindan bashorat qildi, Yerning shar shaklida ekanligini isbot etgan olim ham yurtdoshimiz Al Fargʻoniy boʻladi. Yevropaliklar Ahmad al-Fargʻoniy oʻzlaricha talaffuz etib «Al Fraganus» deb ataganlar, (Ibn Sinoni «Avitsenna» deganlaridek). Ahmad Fargʻoniy 861-yilda vafot etgan.

Abu Ali ibn Sino (980 — 1037-y.) fors tilida yozgan «Donishnoma» («Bilim kitobi») asarida ogʻir yuklarni koʻtaradigan va qoʻzgʻatadigan asbob-uskunalar haqida atroflicha maʼlumotlar beradi. Toʻrt qismdan iborat ushbu kitobda mantiq, fizika, matematika, metafizikaga oid materiallar oʻz aksini topgan. Kitobda ilmiy kuzatish usullari hamda eksperimental tadqiqotlarga keng oʻrin ajratilgan.

Oʻrta asrning buyuk qomusiy olimi Abu Rayhon Beruniy (973 — 1048-y.) nazariy tadqiqotlarni tajribaviy tadqiqotlar bilan qoʻshib olib borar edi. Buyuk olim fan sohasida tajribalar oʻtkazish uchun turli asbob va uskunalar ixtiro etishda ham katta mahorat koʻrsatdi. Koʻpgina tajriba asboblarini oʻzi yaratgan edi. Masalan, astronomiya sohasida meridianlar yoʻnalishini aniqlash uchun «hind doirasi» nomli asbob ixtiro etgan. Bir qancha usturloblar, diametri 7,5 m boʻlgan «devoriy kvadrat» yasagan. Solishtirma ogʻirlikni aniqlash uchun ham maxsus asbob ixtiro etgan. Abu Rayhon Beruniy Oʻrta Osiyo va umuman Yaqin Sharqda birinchi ilmiy globuslardan birini bunyod etgan olim sanaladi.

Yevropada eksperimental tadqiqotlar haqidagi dastlabki yozma maʼlumotlar Uygʻonish davri (XV — XVI asrlar) olimlari asarlarida paydo boʻla boshladi. Uygʻonish davrining yirik namoyandalaridan biri mashhur olim va rassom Leonardo da Vinchi (1452 — 1519-y.) oʻzining «Turli uzunlikdagi simlarning qarshiligini sinash» deb nomlangan maqolasida ilk bor oʻtkazilgan tajriba haqida soʻz yuritadi. Maqolada tajriba oʻtkazish uchun oʻzi yasagan uskunaning chizmasi ham keltiriladi. Tajriba uslubiga koʻra tarang tortilgan simning uchiga qum soladigan idish ilinadi. Tajriba chogʻida bir vaqtning oʻzida har xil uzunlikdagi bir necha sim uzilgunga qadar yuklanadi. Tajribani bir necha marotaba takrorlash tavsiya etiladi. Leonardo da Vinchi turli uzunlikdagi toʻsinning yuk koʻtarish qobiliyatini ham sinovdan oʻtkazgan.

Mustahkamlik nazariyasiga ulkan hissa qoʻshgan buyuk olimlardan biri Galileo Galiley (1564 — 1642-y.) tadqiqotning tajribaviy usullariga katta eʼtibor berdi. Geometrik oʻxshash inshootlar barpo etishda absolut oʻlchamlarning ortishi bilan inshoot mustahkamligining kamaya borishini tajribaviy sinovlar orqali tasdiqladi. Oddiy choʻzilishga ishlaydigan brusning mustahkamligi uning uzunligiga emas, koʻndalang kesim yuzasiga bogʻliq ekanligini tajriba yoʻli bilan isbotladi. Bir uchi qistirib mahkamlangan brusning egilishga boʻlgan mustahkamligini aniqlash maqsadida qator tajribalar

o'tkazdi. Natijada brusning mustahkamligi uning geometrik o'lchamlariga bog'liq ekanligini isbot etdi.

Materiallar qarshiligi fanining rivojlanishiga R.Guk (1635 — 1703-y.) katta hissa qo'shgan olimlardan biridir. Kuch bilan deformatsiya orasida bog'liqlik mavjudligi haqidagi qonunni ilk bor R.Guk ta'riflagan. Konsol balkaning erkin uchiga pastga yo'nalgan yig'iq kuch qo'yilishidan hosil bo'lgan egilishda, balkaning ustki tolalari cho'zilib, pastki tolalari siqilishini birinchi bo'lib R. Guk aniqlagan. Elastik jismga qo'yilgan kuch jismdan olingandan keyin, jism yana dastlabki holatiga qaytishini ham birinchi bo'lib R. Guk aytgan.

E. Mariott (1620 — 1684-y.) zarba kuchining materialga ta'siri, balkaning egilishdagi holati bo'yicha qiziqarli tajribalar o'tkazdi, ballistik tebrangich ixtiro qildi, materiallarni cho'zilishga sinaydigan uskuna yaratdi va bu uskunada ko'plab tajribalar o'tkazdi.

T. Yung (1773 — 1829-y.) ilk bor tajriba asosida materiallarni siqishga sinaganda namunalarning ko'ndalang o'lchamlari o'zgarishini aniqladi, Guk qonunining qo'llanish chegarasi cheklanganligiga e'tiborni qaratdi, zarbaga doir ko'plab tajribalar o'tkazdi.

XIX asrning ikkinchi yarmidan boshlab material va konstruksiyalarni sinash bilan shug'ullanadigan laboratoriyalar tarmog'i gurkirab rivojlandi, sinash mashinalari va o'lchash asboblarning yangi turlari yaratildi. Shuni qayd etish mumkinki, XX asrning birinchi yarmida qurilish konstruksiyalarini hisoblash va ularni sinash muammolari to'liq shakllanib bo'ldi, bu davrga kelib o'zining usullari va vositalariga ega bo'lgan mustaqil fan darajasiga ko'tarildi.

1918-yilda Moskvada Aloqa yo'llari ilmiy-eksperimental instituti tarkibida Muhandislik tadqiqotlari instituti tashkil etildi. Uning zimmasiga ko'priklar va qurilish obyektlarini tekshirish, ularning haqiqiy ishlash holatini aniqlash vazifasi yuklatildi.

O'zbekiston Fanlar akademiyasi qoshidagi Mexanika va inshootlar seysmik mustahkamligi instituti (MISMI), O'zLITTI (avvalgi TashZNIIEP), Toshkent Arxitektura-qurilish va Toshkent Avtomobil yo'llari institutlari olimlari tomonidan ko'plab eksperimental ishlar amalga oshirildi, olingan xulosalar amaliyotga joriy etildi. Bular ichida ayniqsa MISMI da bajarilgan ishlar diqqatga sazovordir. Mazkur institutning «Inshootlarni sinash» laboratoriyasida professor Q.S. Abdurashidov rahbarligida 1960—1980-yillar davomida bino va inshootlarni naturaviy sinash bo'yicha keng ko'lamda eksperimental tadqiqotlar olib borildi. Tajriba obyektlarining diapozoni keng qamrovli bo'lgan: ko'p qavatli turar joy binolari, maktablar, mehmonxonalar, ma'muriy binolar, GRES tipidagi energetik inshootlar, «Struktura» tipidagi sanoat binolari;

konstruktiv yechimga ko'ra — temirbeton yoki metall karkasli binolar, g'isht devorli yoki yirik panelli binolar ana shular jumlasidandir.

Imoratlarning buzilishi va halokati sabablarini o'rganish va tahlil etish ham katta amaliy ahamiyatga molik masala. Ammo bu sohada amalga oshirilgan ishlar hozirgi paytda sanoqli darajada.

F.D. Dmitriyev, B.I. Belyaev, V.S. Kornienko, M.N. Lashchenko, M.M. Saxnovskiy, A.M. Titov va A.N. Shkinevning ilmiy ishlarida bino va inshootlarning buzilish sabablari chuqur tahlil etilgan. Biroq buzilishlarning aniq sabablari va tasnifi hozirga qadar klassifikatsiya qilinmagan. Shunday bo'lsa ham, konstruksiyalarni buzilishga olib keluvchi ba'zi bir obyektiv holatlarni keltirish mumkin: tekshirilayotgan obyektning haqiqiy ishlash sharoitini yaxshi bilmaslik; loyihalash jarayonida yo'l qo'yilgan xatolar va konstruksiyaga qo'yiladigan yuklar miqdorini noto'g'ri hisoblash; obyekt detallarini tayyorlash va montaj qilishdagi nuqsonlar; obyektidan noto'g'ri foydalanish kabi holatlar ana shular jumlasidandir. Dovul shamollari, tsunami to'lqinlari, zilzila, ko'chki, kuchli sel oqimlari va portlash kabi tabiiy ofatlar ta'sirida yuz beradigan buzilishlar bundan mustasno.

Buzilishlarga oid ba'zi xarakterli misollarni keltiramiz. 1875-yilda Kevda daryosi ko'prigi qulab tushgan. Ko'prik, yuk pastki poyasdan harakatlanadigan, metall fermadan tashkil topgan edi. Fermaning uzunligi 33,5 m bo'lib, yuqori poyasida gorizontal bog'lagichlar bo'lmagan. Tekshiruv ishlarini olib borgan F.S. Yasinskiyning ko'rsatmasiga ko'ra, ko'prikning buzilishiga yuqori poyas ustuvorligining yo'qolishi sabab bo'lgan.

1904-yilda AQSHning Nyu-York shahrida qurib bitkazilmagan 10 qavatli metall karkasli bino qulab tushgan. Buning sababi ham ustuvorlikning yo'qolishi bo'lgan.

1913-yilda Kanadada Transkon elevatorida ibratomuz avariya holati vujudga keldi. Yaxlit temirbeton plitaga o'rnatilgan temirbeton inshoot bir tomonga og'ib ketgan edi. Buning sababi zamin tuzilishining puxta o'rganilmaganligi bo'lgan. O'z vaqtida qo'llanilgan chora-tadbirlar vositasida inshoot loyiha holatigi qaytarilgan va avariyaning oldi olingan.

1940-yilda AQSHdagi Merrouz daryosi uzra qurilgan osma ko'prikning halokati ibratli ahamiyatga ega. Ko'prikning umumiy uzunligi 1662 m, asosiy oraliq'i (prolyoti) 845 m. Birdan kuchayib (yana pasayib) ketadigan (порывистый) shamol ta'sirida ko'prikning gorizontal tekislikdagi tebranishlari buralma va vertikal tebranishlarga o'tib ketgan va natijada mazkur halokat yuz bergan. Halokatning nazariy tahlilini yirik rus olimi V.Z. Vlasov (1906 — 1958-y.) amalga oshirgan. U halokatga yupqa devorli sterjenning katta miqdordagi egilish— buralish shaklidagi tebranishlari sabab bo'lganligini isbot etgan.

1962-yilda balandligi 252,55 m va diametri 2,2 m bo'lgan quvursimon

radiomachta qulab tushgan. Machta to'rt yarus bo'yicha besh tomonga sim bilan tortilgan. Ma'lum bo'lishicha, machtaning qulashiga ustuvorlikning buzilishi sabab bo'lgan. Ustuvorlikning buzilishiga esa quvur payvand choklari sifatining pastligi sabab bo'lgan.

B.N. Belyaev va V.S. Kornienko 1951—1967-yillarda avariya uchragan 39 ta po'lat konstruksiyaning buzilish sabablarini tahlil qilishdi. Buning natijasida 16 holda sanoat binolarining tomi bosib qolganligi, 8 holda hajmiy-list konstruksiyalarning (rezervuarlar, siloslar, texnologik agregatlarning qobiqlari) buzilganligi, 7 holda elektruzatish va radioaloqa simlari tayanch ustunlarining qulashi, 8 holda transport galereyalarining jiddiy shikastlanganligi ayon bo'ldi. Tadqiqotchilarning ta'kidlashicha, avariylarning 50% — qurilish jarayonida, 41% — ekspluatatsiya jarayonida, 26-28% loyihachining xatolari tufayli sodir bo'lgan. Shuni qayd etish lozimki, avariylarning deyarli yarmi alohida elementlar va umumiy ustuvorlikning buzilishi oqibatida yuz bergan.

Yaratilayotgan konstruksiyalar ustidan nazorat olib borishning ham ahamiyati katta. Moskva teleradio markazining Ostankino minorasi bo'yicha ko'p yillardan beri olib borilayotgan nazorat-kuzatuv ishlari bunga yaqqol misol bo'la oladi. Bunda zamin gruntlarining deformatsiya holati, minora betonining ishlashi, tortilgan troslarning tarangligi, konstruksiya tebranishining parametrlari kuzatib boriladi.

O'tgan asming ikkinchi yarmidan boshlab qurilish amaliyotiga sanoat binolari tomini yopishga mo'ljallangan fazoviy panjarasimon strukturali tomyopmalar kirib kela boshladi. MDH davlatlarining 7 ballik zonalarida bunday tomyopmalarning «Modul» va «Kislovodsk» rusumli turlari keng yoyildi. Fazoviy tomyopmalarning bu turi iqtisodiy samaradorligi jihatidan boshqa konstruksiyalarga nisbatan yuksakroq bo'lganligi uchun ularni 8 va 9 balli zonalarda ham qo'llash muammosi paydo bo'ldi. Bu muammoni uzil-kesil hal qilishning yagona yo'li naturaviy sinash yo'li edi. Mazkur muammoni hal qilish vazifasi O'z FA MISMI xodimlari zimmasiga yuklatildi. Rejadagi o'lchamlari 30 x 30 m bo'lgan, to'rtta po'lat ustunga o'rnatilgan, sterjenlari po'lat quvurlardan iborat bo'lgan «Kislovodsk» tipidagi va o'lchamlari 30 x 30 m bo'lgan, sterjenlari po'lat prokat burchakliklardan tashkil topgan SNIISK tipidagi ikkita strukturaviy tomyopmani kompleks sinovdan o'tkazishni rejalashtirdilar va bu rejani bosqichma-bosqich amalga oshirdilar. Sinovdan oldin obyektlar statik va seysmik kuchlar ta'siriga (7, 8 va 9 ballar uchun) to'liq hisoblab chiqildi (2.1-rasm).

Naturaviy sinashlardan ilgari o'tkazilgan laboratoriya sinovlarida konstruksiya elementlarining mustahkamlik ko'rsatkichlari aniqlandi, uzatkich (uzatkich)lar sozlandi va texnik shartlarga muvofiq ravishda elementlarga yopishtirib chiqildi. Dinamik sinashlar jarayonida tebranish

a)



b)



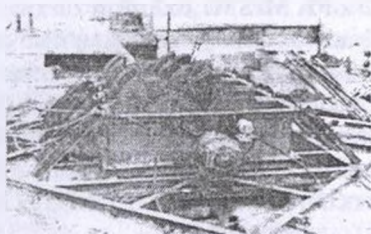
2.1-rasm. Kislovodsk rusumli tomyopmani statik va dinamik kuchlarga sinash:

- a — konstruksiya tomiga o'rnatilgan statik yuklar (quvurlar yordamida o'zaro tutashtirilgan metall qutilar suv bilan to'ldirilgan);*
b — konstruksiya elementlariga uzatkich (uzatkich)larning o'rnatilishi.

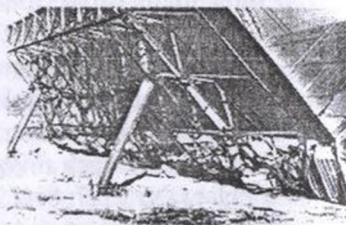
uyg'otuvchi manba sifatida vibratsion mashinadan foydalanildi.

SNIISK tipidagi strukturaviy konstruksiya (tomyopma)ning sinovlari to konstruksiya buzilgunga qadar davom ettirildi (2.2-rasm).

Dinamik sinovlar natijalarini qayta ishlash jarayonida obyektlarning xususiy tebranish davrlari, shakllari, tebranishlarning so'nish dekrementlari, inersion kuchlar aniqlandi va hisobiy seysmik kuchlar bilan taqqoslandi. Sinov natijalariga asoslangan holda strukturaviy tomyopma konstruksiyalarini hisobiy seysmikligi 7, 8 va 9 balli zonalarda ham qurish mumkinligi to'g'risida aniq xulosaga kelindi va shunga oid tavsiyanoma ishlab chiqildi. Gazli (1984), Qayroqqum (1986) va Armaniston (1988) zilzilalari strukturaviy konstruksiyalarning haqiqatan ham zilzilaga bardoshli ekanligini amalda tasdiqladi.



a)



b)

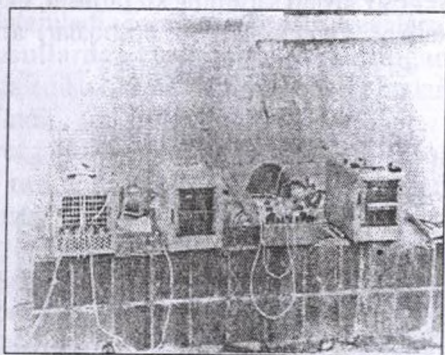
2.2-rasm. SNIISK rusumli tomyopmani dinamik kuchga sinash:

- a — V — 2 rusumli vibratsion mashinaning umumiy ko'rinishi;*
b — konstrusiyaning buzilgandan keyingi holati.

XX asrning ikkinchi yarmidan boshlab kuchli zilzilalar sodir bo'lishi mumkin bo'lgan seysmofaol hududlarda ham qavatlar soni oshirilgan (9 — 16 va undan ortiq qavatli) binolar ko'plab qurila boshladi. Ma'lumki, bunday binolarda asosiy vertikal transport vositasi liftlar hisoblanadi. Biroq achinarli yeri shundaki, zilzilaviy hududlarda qo'llaniladigan lift konstruksiyalari zilzilasiz zonlarda qo'llaniladigan liftlardan yaqin-yaqinlargacha farq qilmay keldi. MDH davlatlari va respublikamizda 80-yillarga qadar lift uskunalarining zilzilabardoshligi to'g'risida ilmiy-tadqiqot va konstruktorlik ishlari olib borilmagan. Hattoki, sodir bo'lgan zilzila oqibatlarini tahlil qilishga bag'ishlangan ishlarda ham liftlar holati e'tibordan chetda qolib kelgan. Kuchli zilzila oqibatlarini tahlil etishga bag'ishlangan



a)



b)

2.3-rasm. Statik va dinamik sinovlarda qo'llanilgan asboblari:

a — lift sinovlarida kabina tomiga o'rnatilgan VBP asbobi;

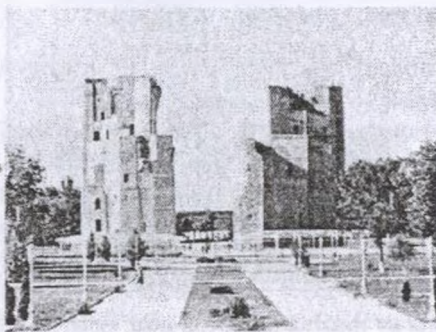
b — vibratsion sinovlarning boshqaruv puliti.

adabiyotlarda (AQSH, Yaponiya) lift uskunalarining zilzila ta'siriga bardoshsiz ekanligi ta'kidlanadi. Bunday holat 1986-yilgi Karpas va 1988-yilgi armaniston zilzilalarida o'z tasdiqini topdi. Shunga ko'ra lift uskunalarining zilzilabardoshligini ta'minlashga bag'ishlangan ilmiy tadqiqotlar dolzarb masalaga aylandi. O'sha yillar Toshkent arxitektura-qurilish institutining Qurilish mexanikasi va inshootlar zilzilabardoshligi kafedrasida lift uskunalarining zilzilabardoshligi yo'nalishida bir qator nazariy va eksperimental ishlar olib borildi, olingan natijalar asosida tavsiyanomalar yaratildi va amaliyotga tatbiq etildi (2.3-rasm).

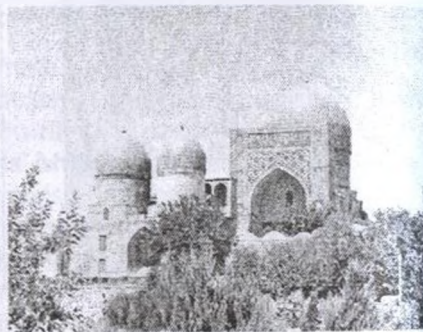
Mazkur kafedrada yana bir dolzarb yo'nalish bo'yicha keng ko'lamda ilmiy eksperimental ishlar olib borildi. Bu — ijodkor xalqimiz tomonidan bunyod etilgan ko'p asrlik tarixiy va me'moriy yodgorliklarni tiklash, ta'mirlash va asrab avaylash masalasidir. Samarqand, Buxoro, Xiva, Shahrisabz, Toshkent

va respublikamizning boshqa ko'plab shaharlarida me'moriy obidalar o'zining serviqor va ulug'vorligi bilan, go'zal va naqshinkor jozibasi bilan millionlab kishilar diqqatini o'ziga jalb qilib kelmoqda. Ajdodlarimiz yaratgan ushbu san'at durdonalariga gard yuqtirmay kelajak avlodga yetkazib berish hozirgi avlodning muqaddas burchidir.

Arxitektura yodgorliklari ustida ko'p yillardan buyon ilmiy tadqiqot ishlari olib boriladi. Ammo, tadqiqotlarning aksariyati yodgorliklarning tarixi, arxeologiyasi, me'moriy uslublari va san'atshunoslikka oid tomonlariga qaratilgan. Afsuski inshootlarning yuk ko'taruvchi konstruksiyalari ishi juda kam o'rganilgan, vaholanki ularning ustuvorligi va umrboqiyligi aynan ana shu konstruksiyalarga bog'liq. Turli sabablarga ko'ra (zilzila, texnogen ta'sirlar, yer osti suvlari sathining ko'tarilishi, ekspluatatsiya jarayonida yo'l qo'yilgan xato va kamchiliklar va boshqalar) arxitektura yodgorliklarining umumiy



a)



b)

2.4-rasm. Shahrhisabdagi tadqiqot ishlari olib borilgan arxitektura yodgorliklari:

a — Oqsaroy arki; b — Dorus-Saodat Majmuasi (Gumbazi Saidon, Shayx Shamsiddin Kulol maqbaralari va Ko'k-Gumbaz jome masjidi).

holati yil sayin yomonlashib bormoqda. Masalan, 1995-yilda Buxoro shahridagi Chor-Minor majmuasidagi bitta minoraning buzilishi, Samarqanddagi Tillakori madrasasi va boshqa yodgorliklar ustida naturaviy tadqiqotlar olib borildi. Tadqiqotlar jarayonida o'ta sezgir o'lchov asboblari yordamida yodgorliklarning dinamik xarakteristikalarini aniqlandi, yuqori aniqlikdagi geodezik asboblari bilan yodgorliklarning cho'kishini va og'ishi o'lchandi, yodgorliklarda qo'llanilgan qurilish ashyolarining fizik-mexanik xossalari o'rganildi. Hozirgi paytda bu yo'nalishdagi ishlar davom etmoqda.

III BOB. TAJRIBA JARAYONIDA YUKLARNI QO'YISH VOSITALARI VA USULLARI

3.1. Kuchlar (yuklar) klassifikatsiyasi

Kuch va yuklarning tajriba obyektiga qay tarzda qo'yilishi sinash ishlari oldiga qo'yiladigan vazifalarga bog'liq. Sinov ishlari real konstruksiyalar yoki ularning maket va modellari ustida olib borilishi mumkin. Amalga oshiriladigan sinovlardan maqsad konstruksiyalar, binolar va inshootlarning mustahkamligi, bikirligi va yoriqbardoshligini aniqlashdan iborat bo'ladi.

Real obyektlarni sinashda ekspluatatsiya qilinayotgan konstruksiyaning haqiqiy holatiga baho berish masalasi qo'yilgan bo'lsa, faqat yemirmaydigan (неразрушающий) usullardan foydalaniladi. Tajribaviy konstruksiyalarni sinashda esa yemirmaydigan usullardan tashqari, yemiradigan (разрушающий) usullardan ham foydalaniladi, bunda sinovlar obyekt butkul ishdan chiqqunga qadar davom ettiriladi.

Sinov maketi deganda sinalayotgan obyektning yoki uning biror qismining soddalashtirilgan nusxasi tushuniladi. Model esa sinalayotgan obyektning yoki uning biror qismining ma'lum masshtab bo'yicha kichraytirilgan va o'zida real obyektning xossalari mujassamlashtirilgan variantidir. Maketning modeldan asosiy farqi sinashda qabul qilingan soddalashtirishlar darajasidadir. Modelda real obyekt bilan o'xshashlik nazariyasiga asoslangan miqdoriy nisbatlar saqlangan bo'lishi kerak. Maket va modellar ko'pincha ilmiy tadqiqot ishlarida o'tkaziladigan sinovlarda qo'llaniladi.

Real konstruksiya, bino va inshootlarni tekshirish maqsadida o'tkaziladigan sinovlar bevosita naturaviy obyektlarning o'zida o'tkaziladi.

Tajribaviy obyekt sinovlari odatda tajriba maydonlari — poligonlarda o'tkaziladi. Bunda poligondagi sharoit obyektning ekspluatatsiya sharoitiga yaqin bo'lishi talab etiladi.

Sinaladigan obyektning tegishli holatda o'rnatish, unga yuk qo'yish, ma'lumotlar olish va sinov jarayonlarini boshqarish uchun tajriba stendlaridan foydalaniladi.

Ilmiy-tadqiqot laboratoriyalarida o'tkaziladigan maket va model sinovlarida standartlashtirilgan jihozlardan foydalaniladi.

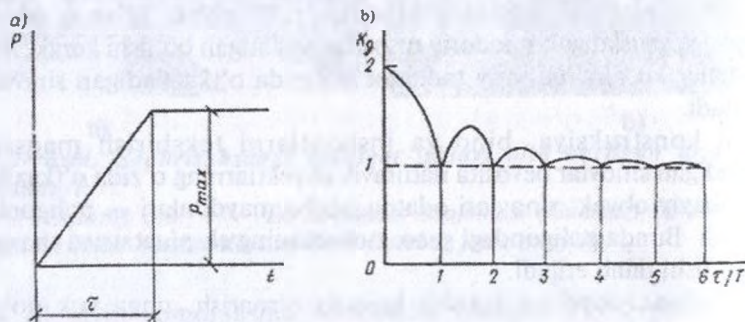
Sinovlarni boshlashdan ilgari tadqiqot maqsadi batafsil aks ettirilgan texnik topshiriqnoma (zadanie) tuziladi, ish dasturi yoziladi, texnik hujjatlar hozirlanadi.

Mehnat muhofazasi va xavfsizlik texnikasi choralariga alohida e'tibor qaratilishi lozim va belgilangan tadbirlarga sinovlarning boshidan oxirigacha

hech og'ishmay amal qilinishi zarur. Keyin konstruktsiya sinashga tayyorlanadi, yuk qo'yiladigan jihozlar uskunalanadi, o'lchov asboblari kompleksi taxt holatga keltiriladi. Sinov ishlari tugagach konstruktsiya ko'zdan kechiriladi, o'lchash natijalari qayta ishlanadi, tahlil qilinadi va tegishli xulosalar chiqariladi.

Agar tekshiruv va sinovlardan so'ng obyekt ekspluatatsiyaga topshiriladigan bo'lsa, sinovlar shunday tashkil etilishi kerakki, sinash jarayonida obyekt holatiga putur yetmasin. Shuning uchun sinov yuklarining qiymati nazorat yuki chegarasidan ortmasligi lozim. Nazorat yuki deganda obyekt uchun bezarar bo'lgan, oldindan belgilab qo'yilgan yukning miqdori tushuniladi. Sinovlardan keyin ekspluatatsiya qilinmaydigan tajribaviy obyektlar uchun nazorat yuki belgilanmaydi, biroq yuk ortiladigan moslamalarni va o'lchash asboblarni to'g'ri tanlash maqsadida buzuvchi yukning qiymati oldindan aniqlab olinadi.

Yuk ta'sirlari ikki xil bo'ladi: statik va dinamik ta'sir. Har qanday yuklash jarayoni vaqt davomida kechadi, shuning uchun ham sof statik ta'sir bo'lmaydi. Temirbeton konstruktsiyalarni qoliplarda tayyorlashda betonning og'irligi qolipning tubiga tushadi. Buyumni qolipdan olishda elementga tushadigan xususiy og'irlik ham ma'lum vaqt mobaynida kechadi. Yukni vaqt mobaynida berilish xarakterini baholash uchun, uni maksimal qiymatga erishishiga ketgan vaqti τ



3.1-rasm. Chiziqli ortuvchi yuk.

bilan xususiy tebranish davri T taqqoslanadi. Agar $\tau / T > 10$ shart qanoatlantirilsa, inersiya kuchini juda kam deb hisoblasa bo'ladi (3.1-rasm, a). Bu holda dinamiklik koeffitsienti $K_d = U_d / U_s$ (U_s — konstruktsiya asta-sekin yuklangandagi solqilik, U_d — yuklanish tezligi hisobga olingandagi solqilik) hatto so'nish hisobga olinmaganda ham 1,03 dan oshmaydi, bu hol dinamiklik koeffitsienti grafigida yaqqol ko'rinib turibdi (3.1-rasm, b).

Konstruksiyalar, binolar va inshootlarning xususiy tebranish davrlari juda keng diapazonda — bir necha mikrosekundlardan tortib (metall balkalar, plitalar) bir necha o'n sekundlarga qadar (baland inshootlarda) o'zgarishi mumkin.

Statik yuklar konstruksiyada joylashishiga qarab bir necha turga bo'linadi: to'plangan (yig'iq) kuchlar, chiziq bo'ylab va yuza bo'ylab yoyilgan yuklarga bo'linadi. Yoyiq yuklar bir tekis va notekis yoyilishi mumkin.

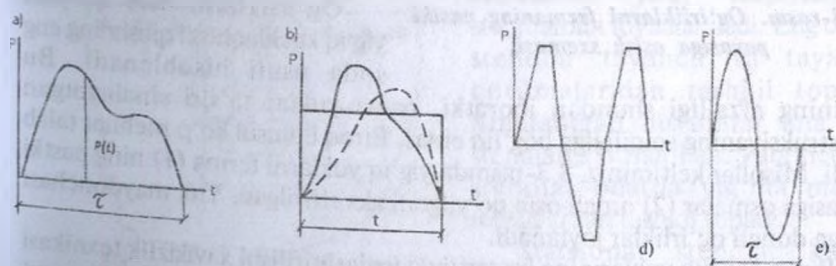
Dinamik yuklarning klassifikatsiyasi xilma-xil. Dinamik yuklar tasodifiy va notasodifiy bo'ladi. Notasodifiy yuklarning vaqt bo'yicha o'zgarishini matematik ko'rinishda ifodalasa bo'ladi. Bunday yuklar muvozanatlashmagan massaga ega bo'lgan mexanizmlar harakatidan, elektrodvigatel va generatorlar, ventilator va molotlar, krivoship-shatunli mexanizmlar va shu singari boshqa uskunalarining ishlashidan yuzaga keladi. Tasodifiy yuklarning xarakterini sinashdan avval aniq bilib bo'lmaydi, biroq statistik ma'lumotlar asosida biroz chamalasa bo'ladi. Baland inshootlarga ta'sir etadigan shamol kuchlari, gidrotexnika inshootlariga uriladigan dengiz to'lqinlari singari statsionar tasodifiy yuklar ta'sirini o'rganishda spektral zichlik funksiyasi $S(\omega)$ ni yoki korrelyatsion funktsiya $K(\tau)$ ni bilish talab qilinadi. Bularning ikkalasi o'zaro to'g'ri va teskari Fure o'zgartirgichi bilan bog'langan:

$$K(\tau) = \int_0^{\infty} S(\omega) \cos \omega \tau d\omega,$$

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

Dinamik yuk qo'zg'aluvchi va qo'zg'almas bo'lishi mumkin. Qo'zg'almas yuklarga inshootga doimiy o'rnatilgan jihozlar, qo'zg'aluvchi yuklarga esa kranlar, elektrkaralar, transport vositalari va odamlar harakati kiradi.

Yuklarni vaqt bo'yicha o'zgarishiga qarab nodavriy (3.2-rasm, a), impulsli



3.2-rasm. Dinamik yuklarning xarakterli turlari.

(3.2-rasm, b), davriy (3.2-rasm, d) va garmonik (3.2-rasm, e) xillari bo'lad.

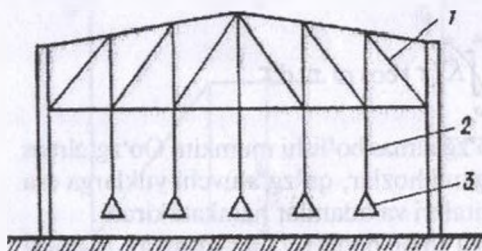
Qurilish konstruksiyalariga portlash kuchlarining ta'siri nodavriy yuklarga misol bo'laoladi. Ayrim hollarda bunday yuklar juda qisqa soniyalarda ta'sir etishi mumkin. Bunday holda yuklarni vaqt mobaynida qanday taqsimlanishi ahamiyatga ega bo'lmaydi. Agar yukning ta'sir etish vaqti (τ) 0,1 T dan kichik bo'lsa, u holda ta'sir impulsining qiymati quyidagi formuladan topiladi:

$$I = \int_0^{\tau} P(t) dt.$$

3.2. Yig'iq va yoyiq statik yuklarni o'rnatish usullari

- Sinashlar jarayonida obyektни yuklash uchun donali og'ir narsalar; sochiluvchan materiallar; suv to'ldirilgan idishlar; pnevmatik yostiq; gidravlik va vintik domkratlardan foydalaniladi. Donali og'ir narsalar sifatida qadoqtoshlar, metall quymalar, beton va temirbeton bloklar ishlatiladi, bular sinashdan ilgari tortiladi va belgi qo'yiladi. Zo'riqishlar uyg'otish maqsadida tal, polispast va lebyodkalardan ham foydalaniladi. Tashqi ta'sirlarga qo'yiladigan asosiy talab ularning vaqt davomida barqarorligi va miqdorlarini aniq nazorat qilish imkoniyati mavjudligidan iborat.

Modellar va material namunalarini laboratoriya sharoitida sinashda



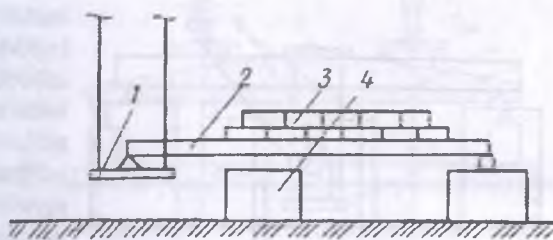
3.3-rasm. Og'irliklarni fermaning pastki poyasiga osish sxemasi.

standart presslardan va sinash mashinalaridan foydalaniladi. Sinash mashinalari ikki xil bo'lad: deformatsiya vujudga keltiruvchi bikir yuklovchi mashinalar va kuchlar o'zgarish qonunini belgilovchi yumshoq yuklovchi mashinalar. Keyingi xili ma'qul sanaladi.

Og'irliklarni osib qo'yish yig'iq kuchlar hosil qilishning eng soda usuli hisoblanadi. Bu usulning afzalligi shundan iboratki, osma yuklar ta'siri sinalayotgan konstruksiyaning solqiliga bog'liq emas. Biroq bu usul ko'p mehnat talab etadi. Misollar keltiramiz. 3.3-rasmga yig'iq yuklarni ferma (1) ning pastki poyasiga osmalar (2) orqali osib qo'yilgani aks ettirilgan. Yuk maydonchasi (3) ga donali og'irliklar joylanadi.

Biroq og'irlik yuklarining bu tartibda joylashtirilishi xavfsizlik texnikasi talablariga to'g'ri kelmaydi, negaki tajribachilar ish jarayonida yuklangan

ferma ostida bo'lishadi. Bunday xavfni bartaraf etish maqsadida og'irliklarni yuk maydonchasi (1) ga richag uskunasi (2) orqali qo'yiladi (3.4-rasm). Fermaning solqiligi ortib ketsa tirkak (4) yuklanishni to'xtatadi. Yuklanishning mazkur usulida donali og'irliklar (3) ko'proq sarf bo'ladi.

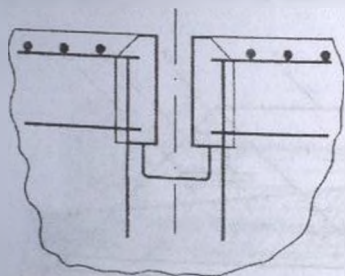


3.4-rasm. Og'irlik yuklarini richag orqali qo'yish.

Sinalayotgan ferma tagiga vaqtinchalik havoza o'rnatiladi ham bo'ladi. Bunda havoza bir yo'la ikki vazifani bajaradi: birinchidan tajriba o'tkazayotgan ishchilarni muhofaza qiladi, ikkinchidan o'lchov asboblari o'rnatilgan joy vazifasini o'taydi. Yig'iq yuklar fermaning yuqori tugunlariga ham ana shu tartibda qo'yiladi.

Yuk tariqasida cho'zuvchi uskunalardan foydalanilsa yuklarni tortish va ko'chirish kabi og'ir ishlardan soqit bo'linadi; cho'zuvchi kuchlarning yo'nalishi ixtiyoriy bo'lishi mumkin; talab etiladigan uskunalar ixcham bo'ladi; tor sharoitda qiyinchilik tug'dirmaydi; yuklar qiymatini avtomatik ravishda o'zgartirish mumkin, buning uchun cho'zuvchi qurilma tarkibiga dinamometr kiritiladi.

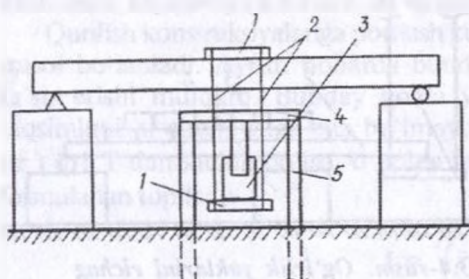
Konstruksiyalarni poligonlarda, laboratoriyalarda sinaganda yig'iq kuch berish uchun domkratlardan foydalaniladi. Domkratlardan foydalanishning afzallik tomoni shundan iboratki, avvalambor uning tuzilishi ixcham, yukni berish va o'zgartirish qulay, yukni istalgan tomonga yo'naltirish mumkin. Sinash ishlarida gidravlik domkratlar keng qo'llaniladi.



3.5-rasm. Shinalarni betonga mahkamlash.

Konstruksiyalarni sinashda statsionar yoki vaqtinchalik stendlardan foydalaniladi. Eng oddiy stendlar tayanch va tayanch qurilmalaridan tashkil topadi. Sinaladigan buyumlar ana shu stendlarga o'rnatiladi. Vaqtinchalik stendlar odatda yig'ma metall fermalardan tashkil topadi.

Statsionar stendlar kuchli temirbeton monolit poydevorga o'rnatilgan yaxlit temirbeton yoki



3.6-rasm. Yig'iq kuchning qo'yilish sxemasi.

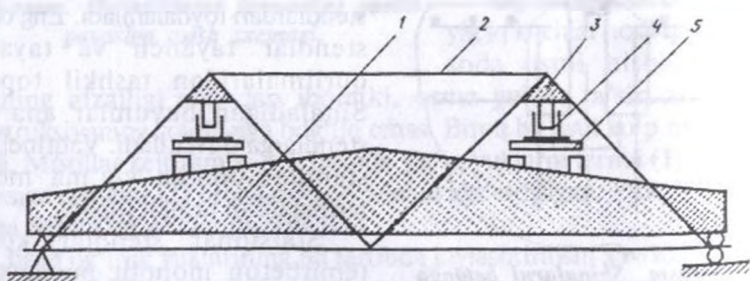
metall konstruksiyalardan tashkil topadi. Stendlar o'lchash asboblari o'rnatilgan uskunalar bilan ta'minlangan bo'ladi. Kuch pollari va ko'priklar kranlariga ega bo'lgan laboratoriyalarning imkoniyatlari ancha keng bo'ladi. Kuch pollari (silovoy pol) uchli temirbeton plitalardan tashkil topgan bo'lib, ularning sirtiga shinalar (taxtakachlar) o'rnatiladi va betonga mahkamlanadi.

Shinalar o'yiqlari (teshiklari) bo'lgan metall qutilardan tashkil topadi (3.5-rasm). O'yiqlar joylarda boltlar qoldiriladi va bu boltlarga sinalayotgan obyekt mahkamlanadi.

Kuch pollari mavjud bo'lgan tajribaxonalarda sinash obyektlarini o'rnatish, turli xil asbob-uskunalar bilan jihozlash, har xil yuklovchi sistemalar va o'lchov majmualaridan foydalanish ancha qulay bo'ladi. Barcha o'lchov asboblari EHM ga bir yo'la ulash orqali tajriba jarayonini yuqori darajada avtomatlashtirishga erishiladi. 3.6-rasmda vaqtinchalik stendda konstruksiyani yig'iq kuch bilan yuklash jarayoni ko'rsatilgan. Sinalayotgan to'singa domkrat (3), osqich (2) va ko'ndalang traversalar (1) yordamida yig'iq kuch qo'yiladi. Kuch traversasi (4) zo'riqishni ankerlar (5) ga uzatadi.

3.7-rasmda temirbeton to'sinni yuklash sxemasi tasvirlangan. Metall fermalar (2) sinalayotgan to'sinning ikki yoniga o'rnatilgan. Yuk domkratdan bo'ylama traversa (5) orqali to'sinning ikki nuqtasiga uzatiladi. Domkrat (4) traversa (3) orqali ferma tuguniga tayanadi. Metall fermaning tayanchlariga faqat to'sin bilan fermaning xususiy og'irligi beriladi xolos.

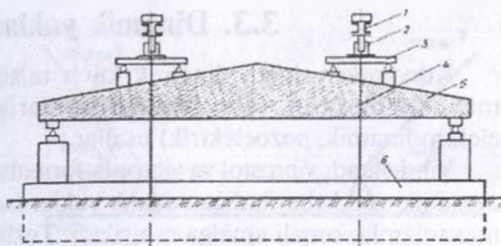
3.8-rasmda statsionar (doimiy) stendda to'sin (5) ni yig'iq kuchlar



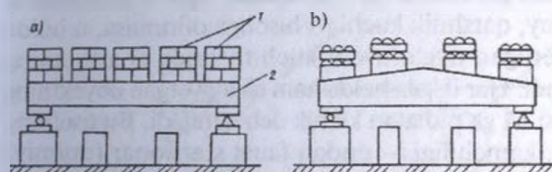
3.7-rasm. Temirbeton to'sinning yuklanish sxemasi.

bilan yuklanish sxemasi tasvirlangan. Domkrat (2) kuchi bo'ylama traversa (3) orqali beriladi. Reaksiya kuchi ko'ndalang traversa (1) va anker (4) orqali asos (6) ga uzatiladi.

Obyektga yoyiq kuchlar qo'yishda ham bir qancha usullar bor. Bular ichida donali yuklar usuli universalroq sanaladi. 3.9-rasmda to'sin (2) ga g'isht yoki beton ustunchalar (1) (a — sxema) va metall yuklar (b — sxema) o'rnatish sxemasi tasvirlangan.

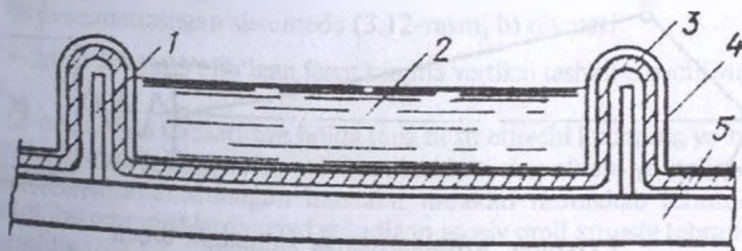


3.8-rasm. Statsionar stendda sinash sxemasi.



3.9-rasm. Yoyiq kuchlarni o'rnatish sxemalari.

Gorizontal tekislikka (5) ega bo'lgan konstruksiyalarni yuklashda suv (2) dan foydalaniladi (3.10-rasm). Buning uchun yengil to'siq (1) uskunalanadi, tekis sirt ustiga brezentdan himoya matosi (3) to'shaladi, keyin suv o'tkazmaydigan materialdan parda (4) yopiladi. Ushbu usul qator afzalliklarga ega: suvning hajmi orqali yukning aniq qiymatini topish mumkin, konstruksiya ohista yuklanadi va ohista yuksizlanadi, yuklanish va yuksizlanishda zarur bo'lgan tezlik tartibiga qat'iy rioya qilinadi. Yuk vazifasini o'tovchi suv vodoprovod tarmog'idan olinadi, yuksizlanishda suv nasoslar yoki sifon orqali chiqarib tashlanadi. Bu usulning kamchiligi shundan iboratki, undan sovuq sharoitda (manfiy haroratda) foydalanib bo'lmaydi.



3.10-rasm. Konstruksiyani suv bilan yuklash sxemasi.

3.3. Dinamik yuklash usullari

Konstruksiyalarga dinamik kuch ta'sir ettirishning quyidagi usullari mavjud: mexanik, gidravlik, pnevmatik va elektrik (elektromagnit, elektrodinamik, pezelektrik) usullar.

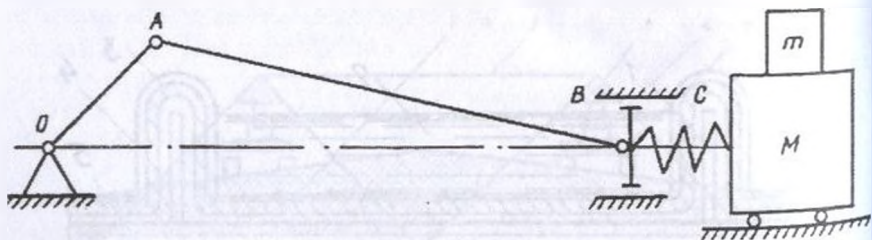
Vibrostend, vibrostol va vibroplatformalarga o'rnatilgan konstruksiyalarga mexanik usulda beriladigan tsiklik yuklar markazdan qochirma va krivoship mexanizmlar orqali amalga oshiriladi. Tezlikli va zarbali yuklar gravitatsion va boshqa mexanizmlar orqali beriladi.

Gidravlik usul siqilgan suyuqlik energiyasidan foydalanishga asoslanadi. Pnevmatik usulda esa siqilgan gaz energiyasidan foydalaniladi. Elektrik usullar tsiklik tebranishlar hosil qilishda qo'llaniladi.

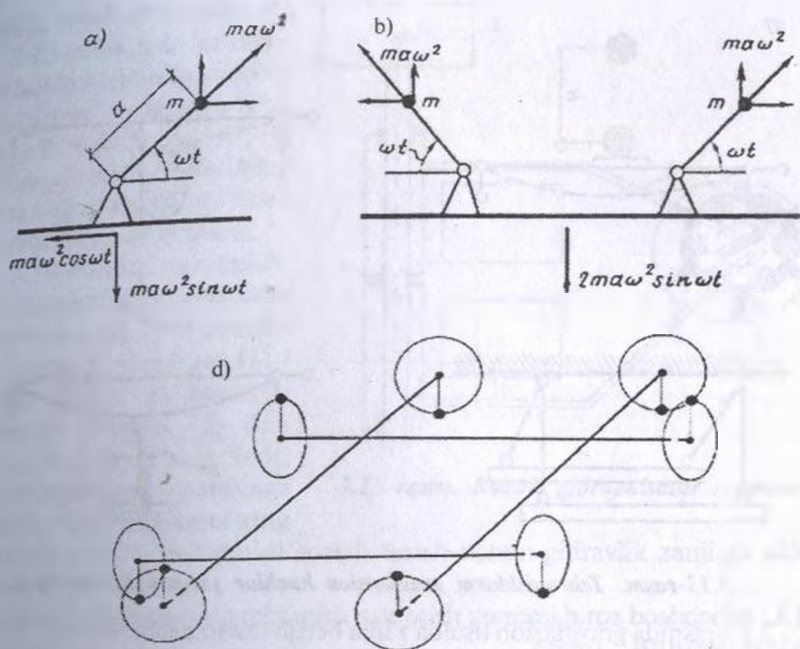
Tebranish uyg'otadigan krivoship — shatun mexanizmning sxemasi 3.11-rasmda keltirilgan. Agar shatun AB ning uzunligi krivoshipga nisbatan ancha uzun bo'lsa, B nuqtasi garmonik harakat qiladi. Agar s prujining bikirligi uncha katta bo'lmay, qarshilik kuchlari hisobga olinmasa, u holda tekshirilayotgan sistema berilgan uyg'otuvchi kuch ta'sirida chastotaning ma'lum diapazonida tebranadi. Har ikkala holda ham sinalayotgan obyektning massasi m platforma massasi M ga nisbatan kichik deb qaraladi. Bu usulning afzalligi uning soddaligida, kamchiligi — undan faqat statsionar (doimiy) rejimlarda foydalanish mumkinligida. Bunday uskunalardan asosan modellarni vibrostol va vibroplatformalarda sinashda foydalaniladi.

Real konstruksiyalarni sinashda markazdan qochirma uyg'otish mashinalari keng qo'llaniladi. Mexanizm vibratorlar yo'naltirilgan va yo'naltirilmagan xarakterga ega bo'lgan tebranishlar uyg'otishi mumkin. 3.12-rasmda turli yo'nalishlarda tebranish uyg'otadigan uch xil mexanik vibrator tasvirlangan.

3.12-rasm, a da mexanik vibratorning yo'nalish bermaydigan turining sxemasi berilgan. Bu vibrator ishlaganda ikkita koordinat o'qlari yo'nalishida tebranishlar uyg'onadi. Agar sinalayotgan obyektning dinamik xarakteristikalarini hisobga olinmasa yoki obyekt massasi platforma massasidan



3.11-rasm. Krivoship-shatun mexanizmi orqali tebranish uyg'otish sxemasi.



3.12-rasm. Vibratsion mashinalar sxemalari.

ancha kichik deb olinsa, konstruksiyaga beriladigan uyg'otuvchi kuchlarning qiymati quyidagi ifodalardan aniqlanadi:

$$X = a\omega^2 m \cos\omega t; \quad Y = a\omega^2 \sin\omega t,$$

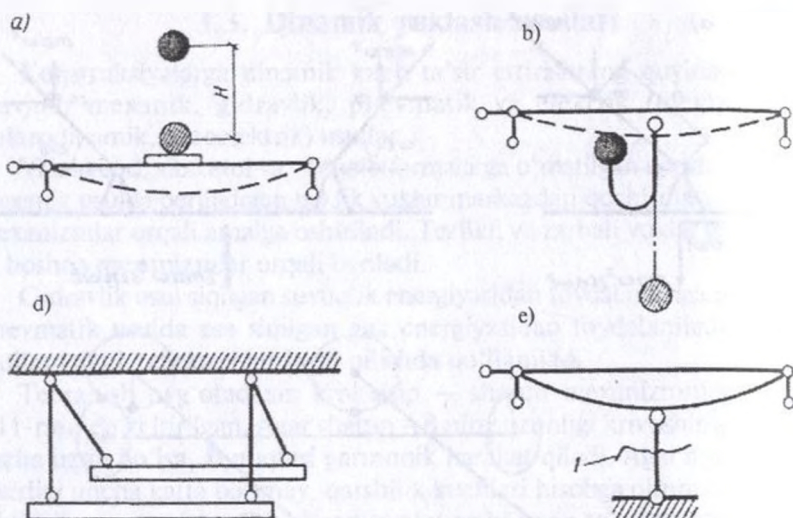
bu yerda: X — asosga ta'sir etuvchi gorizontalkuch ; Y — vertikal kuch; m — debolans massasi;

a — aylanish markazidan massa markazigacha bo'lgan masofa; ω — burchak tezligi; t — vaqt.

Muvozanatlashgan sistemada (3.12-rasm, b) qiymati

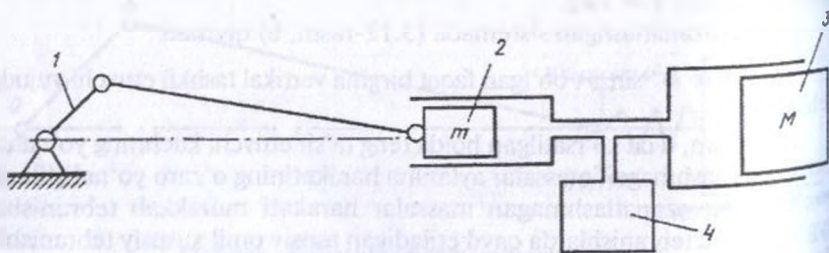
$Y = 2m a \omega^2 \sin\omega t$ bo'lgan faqat birgina vertikal tashkil etuvchi vujudga keladi.

3.12-rasm, d da ko'rsatilgan holda teng ta'sir etuvchi kuchning yo'nalishi muvozanatlashmagan massalar aylanma harakatining o'zaro yo'nalishlariga bog'liq. Muvozanatlashmagan massalar harakati murakkab tebranishlar uyg'otadi, bu tebranishlarda qayd etiladigan asosiy omil xususiy tebranishlar chastotasidir.



3.13-rasm. Tebranishlarni gravitatsion kuchlar yordamida uyg'otish.

3.13-rasmda gravitatsion usulda zarba berish tasvirlangan. Birinchi holda (3.13-rasm, a) yuk H balandlikdan konstruksiyani himoya qiluvchi taxtakach (podkladka) ustiga tushadi, yukning taxtakachga urilish vaqtidagi tezligi $v = \sqrt{2gH}$ ga teng. Ikkinchi holda (3.13-rasm, b) tushayotgan yuk o'z og'irligini qo'qqidan konstruksiyaga uzatadi. Har ikkala holda ham yukning massasi konstruksiya massasidan ancha yengil bo'lishi kerak, aks holda yuk massasi konstruksiya massasiga qo'shilib, uning dinamik xarakteristikalariga ta'sir etishi mumkin. Har ikkala usul ham yetarli darajada sodda, biroq qator gormonikalarning bir vaqtning o'zida uyg'onishi tufayli tebranishlar murakkab tus olishi mumkin. Gorizontaal tebranishlar ballistik mayatnik yordamida

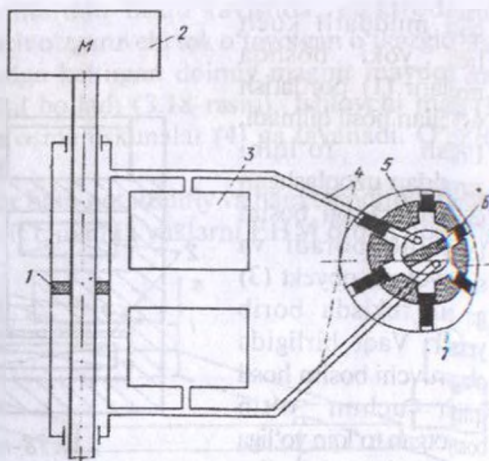


3.14-rasm. Plunjerli gidropulsator sxemasi.

vujudga keladi (3.13-rasm, d).

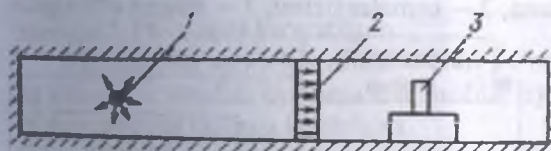
3.13-rasm, e da ko'rsatilgan holda konstruktsiya avval muvozanat holatidan chiqariladi, keyin tros (1) ni birdaniga uziladi. Bu yo'l bilan tebranishlar shakli va chastotasini aniqlash mumkin.

3.14-rasmida tebranishlarni plunjerli gidropulsatorlar yordamida uyg'otish sxemasi tasvirlangan. Krivoship (1) tezlik bilan aylanganda pulsator silindri (2) dan suyuqlik siqib chiqariladi, natijada plunjer (3) harakatga keladi. Gidropulsatorning dinamik xarakteristikalarini sozlab turish uchun gidravlik zanjirga akkumulator (4) kiritiladi.



3.15-rasm. Rotorli gidropulsator sxemasi.

Rotorli pulsatorning tebranish uyg'otish sxemasi biroz boshqacha (3.15-

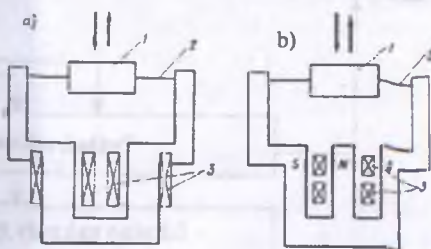


3.16-rasm. Portlatish kamerasi sxemasi.

(4) bo'ylab zolotnikli taqsimlagich (6) va stator halqasi (7) yordamida katta bosim va vakuum beriladi, akkumulator (3) o'zgaruvchan ishorali tebranish hosil qiladi. Rotorli gidropulsator (5) gidrotsilindr qutisi

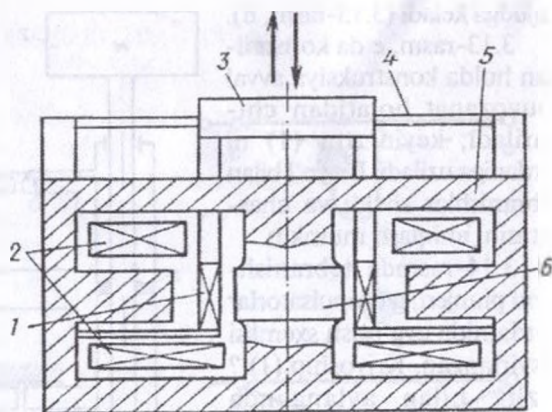
(1) bilan bog'langan, silindr massa M2 ni harakatga keltiradi, o'z navbatida massa qurilish konstruktsiyasi yoki uning fragmentida tebranish uyg'otadi.

Konstruktsiyalarni laboratoriya sharoitida tadqiq etishda portlash usulidan foydalaniladi. 3.16-rasmida portlatish kamerasi aks ettirilgan bo'lib, unda modelga beriladigan



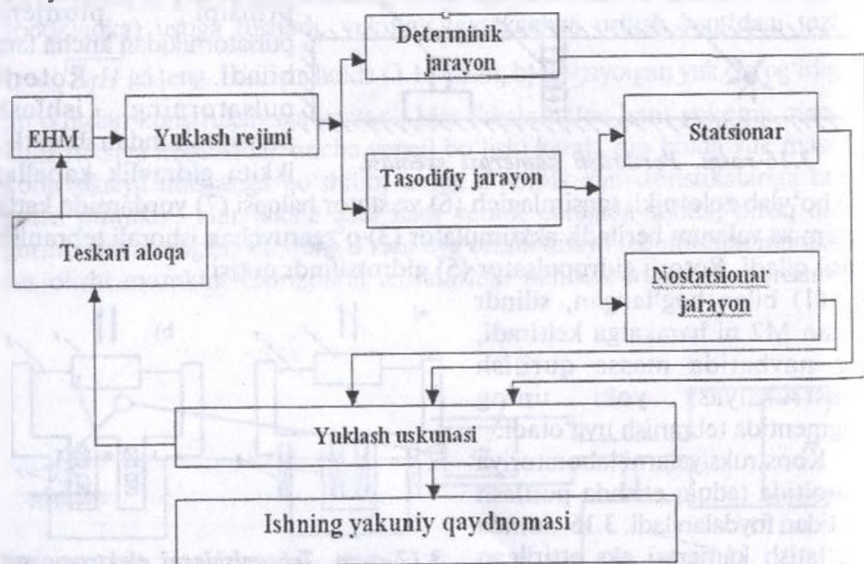
3.17-rasm. Tebranishlarni elektromagnit uyg'otkichlari sxemalari.

qisqa muddatli kuch trotil yoki boshqa moddani (1) portlatish yo'li bilan hosil qilinadi. Urilish to'liqini zaryaddan uzoqlashgan sari kameradagi bosim tekislanib boradi va sinalayotgan obyekt (3) ga bir tekisda borib yetadi. Vaqt birligida o'zgaruvchi bosim hosil qilish uchun o'tib borayotgan to'liqin yo'liga diafragmalar qo'yiladi.



3.18-rasm. Tebranishlarni elektrodinamik uyg'otkichi sxemasi.

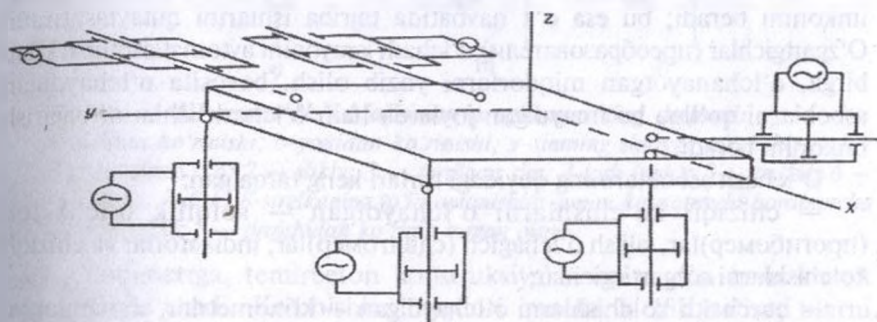
3.17-rasmda tebranishlar uyg'otadigan ikkita elektromagnit uyg'otkichi sxemasi tasvirlangan. a-sxemada magnit o'tkazgich (3) yo'lida qutblanish vujudga kelmaydigan uyg'otish, b-sxemada esa qutblanish doimiy tokni obmotka (chulg'am)-larning biridan o'tkazish orqali hosil qilinadigan uyg'otkich tasvirlangan. Bu yerda 1 — ishlovchi massa, 2 — osmalar tizimi, 3 — magnit o'tkazgich.



3.19-rasm. Dinamik yuklar berish blok-sxemasi.

Elektromagnit uyg'otkichlardan farqli ravishda, elektrodinamik uyg'otkichlarda o'zgaruvchi kuch o'zgaruvchi tok o'tayotgan o'tkazgich bilan magnetlovchi g'altak (2) vujudga keltirgan doimiy magnit maydoni orasidagi bog'lanish hisobiga hosil bo'ladi (3.18-rasm). Ishlovchi massa (3) korpus (5) ga mahkamlangan osma uskunalar (4) ga tayanadi. O'zak (6) massani markazlashtirib turadi.

Gidravlik va elektrik usullar ham notasodifiy va ham tasodifiy ta'sirlarni vujudga keltirishda qo'llaniladi. Dinamik yuklarni EHM orqali hosil qilish



3.20-rasm. Olti komponentli vibroplatforma sxemasi.

sxemasi 3.19-rasmda ko'rsatilgan.

3.20-rasmda uchta koordinat o'qlari yo'nalishida chiziqli tebranishlar va shu o'qlar atrofida aylanma tebranishlar uyg'otadigan olti komponentli vibrostendning sxemasi keltirilgan.

IV BOB. O'LCHASH ASBOBLARI VA ULARNING QO'LLANILISHI

4.1. Umumiy ma'lumotlar

Tajriba-sinash ishlarini olib borishda o'lchanadigan miqdorlarni bevosita o'lchaydigan asboblardan ham yoki bilvosita o'lchaydigan o'zgartirgich — o'zgartirgich deb ataluvchi asboblardan ham foydalaniladi. Keyingilarining afzalligi shundan iboratki, ular miqdorlarini ma'lum masofada turib o'lchash imkonini beradi; bu esa o'z navbatida tajriba ishlarini qulaylashtiradi. O'zgartirgichlar (преобразователи) o'lchash jarayonini avtomatlashtirish bilan birga, o'lchanayotgan miqdorlarni yozib olish, bevosita o'lchaydigan asboblarni qo'llab bo'lmaydigan joylarda ham o'lchash ishlarini bajarish imkonini beradi.

O'lchash asboblarning quyidagi turlari keng tarqalgan:

- chiziqli ko'chishlarni o'lchaydigan — solqilik o'lchagich (прогибмер)lar, siljish o'lchagich (сдвигоммер)lar, indikatorlar va chiziqli ko'chishlarni o'zgartirgichlar;

- burchakli ko'chishlarni o'lchaydigan — klinometrlar, shovunlar va burchakli ko'chishlarni o'zgartirgichlar;

- kúchlarni o'lchaydigan — dinamometrlar va kuch o'zgartirgichlar;

- kuchlanish o'lchaydigan asbollar;

- zichlik o'lchaydigan — plotnomerlar va zichlik o'zgartirgichlar;

- harorat va namlik o'lchaydigan — termometr, vlagomer hamda harorat va namlik o'zgartirgichlar.

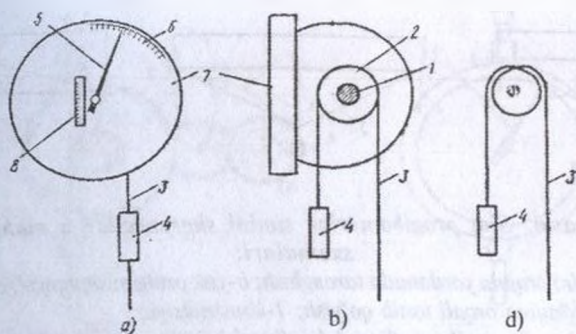
Texnik adabiyotlarda «преобразователь» (o'zgartirgich) atamasi o'miga ko'pincha «uzatkich» (uzatgich) termini ishlatiladi.

Agar o'rnatilgan asbollar soni ko'p bo'lib, o'lchash ishlari bir necha marta takrorlanishi zarur bo'lsa, u holda o'lchash ishlari shunga moslangan o'lchash uskunolari vositasida markazlashtirilgan usulda amalga oshiriladi. Ammo o'lchanadigan nuqtalar soni uncha ko'p bo'lmay, markazlashtirilgan usulga kerakli uskunalar bo'lmasa, u holda bevosita joyning o'zida o'lchaydigan asboblardan foydalaniladi.

Quyida turli xil asbollar va o'lchash usullari bilan tanishib o'tamiz.

4.2. Chiziqli ko'chishlarni o'lchaydigan asbollar

Sinash ishlarini amalga oshirishda konstruksiyaning materiali va o'lchamlariga bog'liq holda bir necha santimetrdan bir necha mikrongacha bo'lgan ko'chishlarni o'lchashga to'g'ri keladi. Masalan, yog'och konstruksiyalar bir necha santimetrga solqilansa, metall konstruksiyalar bir



4.1-rasm. N.N.Maksimov progibomerining sxemasi:

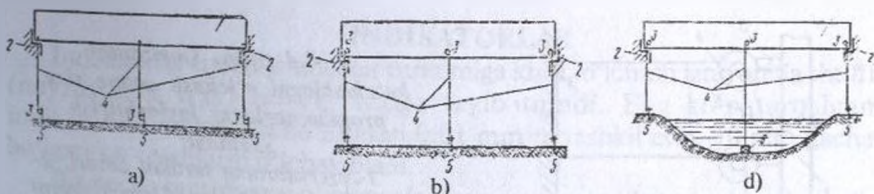
a-oldidan ko'rinishi; b-yonidan ko'rinishi; v-simning shkivga o'ralishi;

1-qo'zg'almas o'q; 2 — shkiv; 3 — tortilgan sim; 4-tosh (yuk); 5— strelka; 6 — aylana shkala; 7-disk; 8-strelkaning to'la aylanishlar sonini ko'rsatuvchi barabanча shkalasining diski; 7— tirqishidan ko'rinib turgan qismi.

necha millimetrga, temirbeton konstruksiyalar esa undan ham kichik masofaga ko'chadi. Ko'chishlar miqdori qancha kichik bo'lsa, ularni aniqlashdagi metrologik talablar shuncha yuqori bo'ladi.

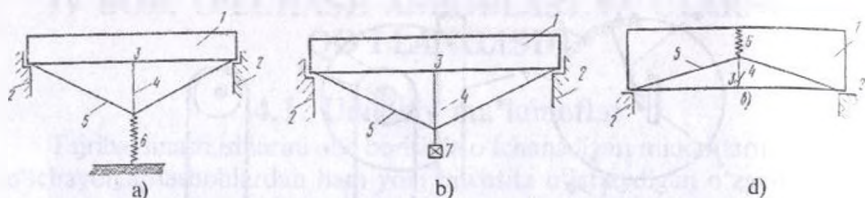
Chiziqli ko'chishlarni (solqiliklarni) aniqlashda solqilik o'lchagich (progibomer) va indikatorlardan foydalaniladi. Santimetrlab o'lchanadigan katta ko'chishlar odatda progibomerlar yordamida o'lchanadi.

Quyida shunday asboblardan biri — Maksimovning simli progibomeri bilan tanishamiz (4.1-rasm). Asbobning qo'zg'almas o'qi (1) sinalayotgan obyektning o'ziga yoki biror qo'zg'almas nuqtaga mahkamlanadi. O'q (1) bo'ylab aylanadigan shkivga (2) egiluvchan sim (3) yordamida tosh (yuk) (4) osiladi. Sinalayotgan obyekt bilan qo'zg'almas nuqta orasidagi masofani aniqlash uchun shkiv (2) sim (3) orqali aylanma harakatga keltiriladi.



4.2-rasm. Sim progibomerlarni o'rnatish sxemalari:

a-progibomer pastga, simning yuqori uchi konstruksiyaga mahkamlangan; b-progibomer konstruksiyaga o'rnatilgan, simning pastki uchi gruntga mahkamlangan; d-simning pastki uchi suv tubiga tushirilgan og'ir yukka mahkamlangan; 1-konstruksiya; 2-tayanchlar; 3-progibomerlar; 4-bog'lovchi simlar; 5— qoziq yoki ustunlar; 6-suv tubiga tushirilgan yuk.



4.3-rasm. Sim progibomerlar simini shpengellarga mahkamlash sxemalari:

a-shpengelni prujina yordamida taranglash; b-yuk orilgan shpengel; d— shpengelni yuqori poyasga prujina orqali torib qo'yish; 1-konstruksiya;

2-tayanchlar; 3-progibomerlar; 4-bog'lovchi simlar; 5-yo'g'on sim yoki trosdan yasalgan shpengel; 6-shpengelni taranglovchi prujina; 7-osilgan yuk.

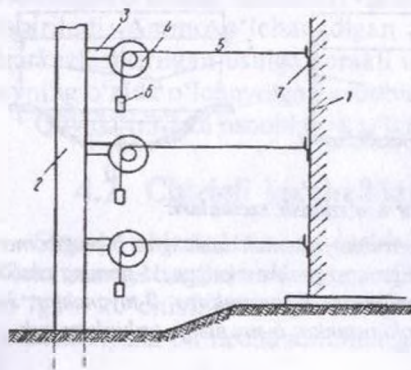
Shkivning harakati strelkani (5) qo'zg'atadi. Hisob ma'lumotlari qo'zg'almas o'qqa (1) mahkamlangan diskning (7) aylana shkalasidan (6) olinadi. Shkala chiziqlari orasidagi masofa 0,01 mm yoki 0,1 mm ni tashkil etadi. Strelkaning aylanishlar soni (8) shkala orqali aniqlanadi.

Asboblarni o'rnatish sxemalari. Vertikal ko'chishlarni o'lchashda quyidagi sxemalardan foydalaniladi:

1. Foydalanish mumkin bo'lgan qo'zg'almas nuqtalar mavjud bo'lgan hollarda 4.2-rasm, a va 4.2-rasm, b da tasvirlangan sxemalardan foydalaniladi. Tayanchlarning cho'kishini hisobga olish uchun tayanchlarga alohida progibomer o'rnatiladi.

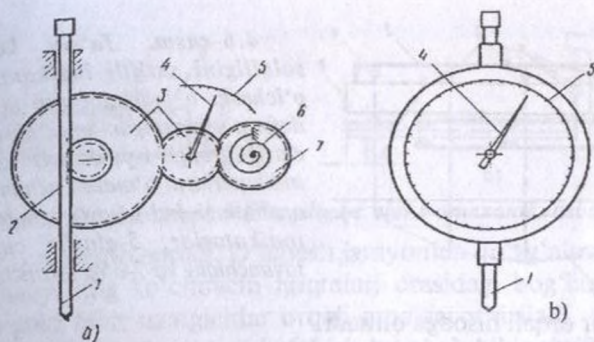
Suv ustida joylashgan konstruksiyalarni sinashda, oqim uncha kuchli bo'lmasa, suv tubiga og'ir yuk tushiriladi va bu yukka ulovchi simning pastki uchi bog'lanadi (4.2-rasm, b).

2. Qo'zg'almas nuqtaga yaqinlashish mumkin bo'lmasa yoki orasi uzoq bo'lsa, shpengelli sistemalardan foydalaniladi. 4.3-rasm, a da osma



4.4-rasm. Gorizontal ko'chishlarni o'lchash uchun sim progibomerlarni joylashtirish sxemasi:

1-rezervuarining vertikal devori; 2-qo'zg'almas metall ustun; 3-progibomerlarni o'rnatish uchun tokcha; 4— progibomer; 5— bog'lovchi sim; 6-simni taranglovchi yuk; 7-sim ilish uchun rezervuar devoriga payvandlangan ilgak.



4.5-rasm. Ko'chishlarni aniqlash uchun shtiftli indikatorlar:

a-kinematik sxema; b-indikator; 1— tiralma shtift; 2-shtiftida ochilgan rezba; 3-shesternyalar; 4-strelka; 5-shkala; 6-shesternaya tishlari orasidagi bo'sh joylarni berkituvchi prujina; 7-prujina tortib turuvchi shesternya.

tasvirlangan shprengel, vertikal sim va prujina vositasida pastga tortib qo'yilgan; natijada shprengelning hamda progibomer simi mahkamlangan nuqtaning qo'zg'almasligi ta'minlangan. 4.3-rasm, b da yuk osib taranglangan sim shprengel tasvirlangan. 4.3-rasm, d da esa shprengelning uchi prujina yordamida fermaning yuqori poyasiga mahkamlangan variant tasvirlangan.

Horizontal ko'chishlarni aniqlashda progibomerlarni qanday o'rnatilishi 4.4-rasmda berilgan.

Havo haroratining o'zgarishi simning uzunligiga sezilarli darajada ta'sir etishi mumkin, bu esa o'z navbatida sinov natijalarida o'z aksini topadi. Uzunligi 1 m bo'lgan po'lat sim harorat 10 °C ga oshirilganda 1mm dan ortiqroq uzayadi. Bunday holat sinov natijalarini tahlil etishda hisobga olinishi zarur.

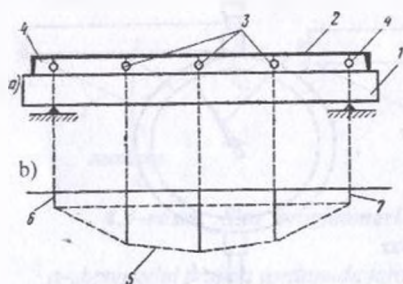
INDIKATORLAR

Indikatorlar strelkali asboblarning turkumiga kirib, o'lchash jarayonida shtifti (nayzasimon o'qi) obyekt sirtiga tegib turadi. Eng ko'p tarqalgan indikatorlarning shkala bo'linmasi 0,01 mm ni tashkil etib, 10 mm gacha bo'lgan ko'chishlarni o'lchay oladi.

Bir necha santimetrga o'lchay oladigan maxsus indikatorlar ham bo'ladi. O'lchashda o'ta anqlik talab etilgan hollarda shkala bo'linmasi 1 yoki 2 mm bo'lgan mikroindikatorlar qo'llaniladi.

Indikatorlarning kinematik sxemasi 4.5-rasmda ko'rsatilgan.

4.6-rasmda to'sin konstruksiyasining solqilgini bir necha indikator yordamida o'lchash sxemasi tasvirlangan. Tayanchlarning cho'kish chetki



4.6-rasm. To'sin konstruksiyasi solqiligidini shtiftli indikator yordamida o'lchash: a-indikatorlarni joylashtirish; b-deformatsiyalangan konstruksiyaning elastik chizig'i grafigi; 1-yuklatuvchi konstruksiya; 2-indikatorlarni o'rnatish uchun bikir rigel; 3-oraliqdagi indikatorlar; 4-tayanchlardagi indikatorlar; 5-elastik chiziq; 6-chap tayanchning va 7-o'ng tayanchning cho'kishi.

indikatorlar orqali hisobga olinadi.

Indikatorlar bilan tayanch nuqtalari orasidagi masofa katta bo'lsa, ular orasiga bikir (egilmaydigan) bog'lovchi element qo'yiladi

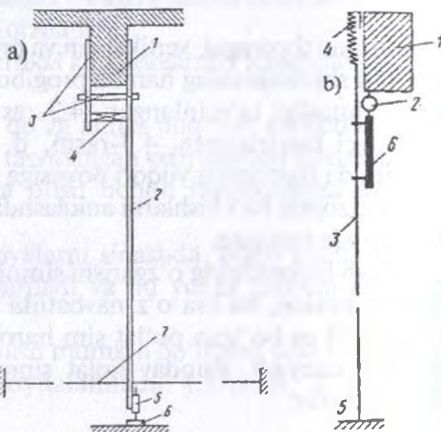
(4.7-rasm a). Ammo bu kabi qo'shimcha elementlarning qo'yilishi o'lchash ishlarida xatolarning ko'payishiga olib keladi. Qo'shimcha element

4.7-rasm. a) Indikatorni bikir reyka mahkamlash:

1-sinalayotgan element; 2-yog'och reyka; 3-yog'och reykalardan yasalgan mahkamlash uskunasi; 4-kashak; 5-indikator; 6-tag qo'yima (indikator shtifti tiraladigan taxtacha); 7-reyka shamolda tebrunmasligi uchun tortib qo'yilgan sim.

b) Indikatorni sim yordamida o'rnatish:

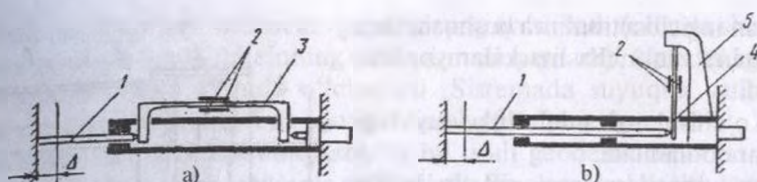
1-yuklanayotgan konstruksiyaning ko'ndalang kesimi; 2-indikator; 3-bog'lovchi sim; 4-prujina; 5-qo'zg'almas tayanch; 6-simga mahkamlangan, indikator shtiftini



sifatida yog'och reyka ishlatilsa, ulanish joylarida siljish, ezilish, reykaning qiyshayishi kabi nazarda tutilmagan kichik ko'chishlar sinov natijalariga salbiy ta'sir qiladi. Ochiq havoda o'tkaziladigan sinovlarda indikatorni sim orqali bog'lash yaxshi natija beradi, chunki bunda shamol ta'siri deyarli sezilmaydi. Indikatorni sim bilan ulash varianti 4.7-rasm (b) da ko'rsatilgan.

Ko'chishlarni o'lchash uchun elektromexanik asboblari

O'lchanishi zarur bo'lgan ko'chishlarni elektr signallariga o'zgartirib, uzoq masofada qayd etadigan asboblari bor. O'lchash asbobining o'zgartiruvchi elementlari elektr qarshiligi, sig'imi, induktivligi kabi fizik miqdorlarni



4.8 – rasm. Ko‘chishlarni o‘lchaydigan elektromexanik asboblari.

ko‘chishlarga o‘zgartirib beradi. O‘lchash jarayonida qo‘zg‘almas nuqtalar bilan konstruksiyani ko‘chuvchi nuqtalari orasidagi bog‘lanish tarang tortilgan sim yoki bikir uzatgichlar orqali amalga oshiriladi. 4.8-rasmda ikkita vertikal tekisliklar orasidagi ko‘chish burchak bikir shtift (1) orqali tenzorezistor (2) yopishtirilgan egiluvchan elastik elementga uzatiladi. 4.8-rasm, a da rama ko‘rinishiga ega bo‘lgan 3, 4.8-rasm, b da kronshteyn 5 ga mahkamlangan konsol balkacha 4 ko‘rinishidagi egiluvchan element tasvirlangan. Bunday asboblari 50 mm gacha bo‘lgan ko‘chishlarni o‘lchay oladi. Shu prinsipga asoslangan boshqa asboblari ham mavjud.

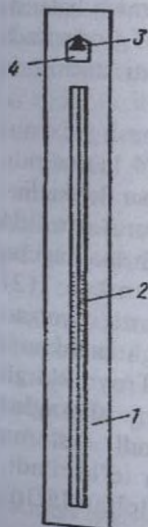
4.3. Ko‘chishlarni o‘lchashning geodezik usullari

4.3.1. Geodezik usullari

Geodezik usullari deganda konstruksiya ko‘chishlarini aniqlashda nivellir va teodolit singari geodezik asboblardan foydalanib bajariladigan ishlar majmuasi tushuniladi.

Vertikal ko‘chishlarni o‘lchash. Nivellirda o‘lchash ishlarini bajarishda konstruksiya devorlariga doimiy nazorat uchun o‘rnatilgan marka va reperlar (nuqtaning holatini ko‘rsatuvchi doimiy belgilar)dan foydalaniladi. Agar doimiy markalar o‘rnatilmagan bo‘lsa, u holda millimetr shkalasi uchun osma reykalardan foydalaniladi (4.9-rasm). Nivellir ko‘rish chizig‘ini siljituvchi optik asbob bilan (4.10-rasm) jihozlangan bo‘lsa, ko‘chishlarni 0,01 mm gacha bo‘lgan aniqlikda o‘lchash mumkin bo‘ladi.

Horizontal ko‘chishlarni o‘lchash. Teodolit inshootning balandligiga qarab, undan 25 — 40 m narida qo‘zg‘almas nuqta ustida o‘rnatiladi. Inshootning ko‘chishi aniqlanadigan nuqtalarga (qalin qog‘oz, leykoplastirdan kesib



4.9-rasm. Osma reyka:
1-reyka; 2-shkalalar; 3-nivellir markasi; 4-reykani osish uchun mo‘ljallangan o‘yiq.

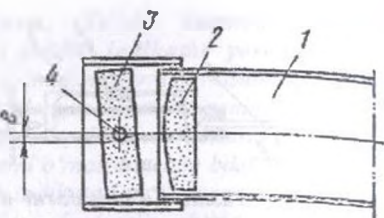
olingan ingichka tasma va boshqalardan yasalgan) vaqtincha markalar yopishtiriladi.

Ko'chishlarni aniqlashda quyidagi usullar qo'llaniladi:

1) kuzatilayotgan marka bilan qo'zg'almas nuqtaga yopishtirilgan marka orasidagi burchak teodolitda qayta-qayta o'lchanadi. Teodolit o'rnatilgan nuqta bilan markalar orasidagi masofa ma'lum ekanligidan foydalanib, o'lchangan burchaklardan chiziqli ko'chishlarga o'tiladi;

2) «yonbosh nivellirlash» usuli. Har bir o'lchashda teodolit trubasi avval kuzatilayotgan markaga, keyin vertikal tekislik bo'yicha aylantirib, millimetr shkalali qo'zg'almas gorizontal reykgaga yo'naltiriladi. Reykadan olingan ketma-ket o'lchashlar farqi kuzatilayotgan nuqtaning izlanayotgan chiziqli ko'chishini beradi.

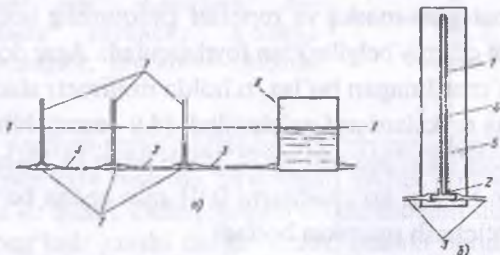
Biroq barcha hollarda inshoot qismlari bevosita ko'rinish zonasidan chetda qoladi, bunday vaziyat geodezik usullarning qo'llanish ko'lamini jiddiy cheklanishiga olib keladi.



4.10-rasm. Ko'rish chizig'ini optik siljitish:

4.3.2. Hidrostatik nivellirlash

Bu usul tutash idishlar yordamida tekshirilayotgan nuqtalarning baland-pastligini aniqlashga asoslanadi. Yer sathi profilarni qurishda (bu usul geodeziyada aynan shu maqsad uchun ishlab chiqilgan) hamda cho'kishlarni kuzatishda qo'llaniladi.



4.11-rasm. Vertikal ko'chishlarni gidrostatik usulda o'lchash uchun uskuna:

a-umumiy sxema; b-taglikka o'rnatilgan o'lchash naychasi: 1-shisha naychalar; 2—troyniklar; 3-ulovchi shlanglar; 4-millimetrli shkalalar; 5-o'lchash naychasi mahkamlanadigan taxtakach; 6-muvozanat baki.

O'lchash jarayoni sxemasi 4.11-rasmda ko'rsatilgan. Ichki diametri 8 mm atrofida bo'lgan shisha naycha (1) troynikga (2) kintilib, kuzatilayotgan nuqtalarga mahkamlanadi. Troyniklarga egiluvchan shlanglar (3) ulanadi. Sistema suv bilan to'ldiriladi. Sath o'lchamlarini

aniqlash qulay bo'lishi uchun suvga biroz rang qo'shiladi (odatda shishaga yopishmaydigan fenol-ftaleinning qizil eritmasi quyiladi). Naychadagi suv sathi shkala (4) yordamida o'lchanadi. Sistemada suyuqlik sathining o'zgarishligini ta'minlash uchun suvli idish (6) o'rnatilgan.

Vertikal ko'chishlarni aniqlashning bu usuli geodezik asboblardan bilan o'lchash qiyin bo'lgan sharoitlarda qo'llaniladi. Binolarni ko'chirish chog'ida cho'kishlarni nazorat qilishda bu usulga teng keladigani yo'q. Sovuq haroratlarda suv o'rniga texnik spirt ishlatiladi.

4.3.3. Shovun (otves)*lar

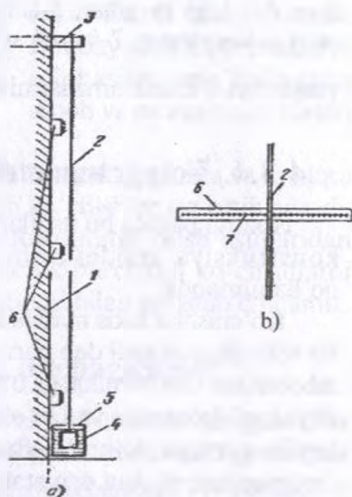
Bir tik o'q bo'ylab joylashgan nuqtalarning o'zaro gorizontal ko'chishlarini aniqlashda shovunlardan foydalaniladi. Ikki xil: to'g'ri va teskari shovunlar bo'ladi.

To'g'ri shovun. Yuqoriga mahkamlangan egiluvchan po'lat simga (shovun «ipi») yuk osiladi (4.12-rasm). Shovun chayqalmasligi uchun yuk yopishqoq suyuqlikka (mineral yog'ga) tushiriladi. Ip inshootning butun balandligi bo'ylab uning sirtiga tegmasligi kerak.

Kuzatilayotgan nuqtalarning ko'chishlari turli usullar bilan o'lchanishi mumkin. Shulardan biri oddiy chizg'ichda o'lchash. Buning uchun chizg'ich inshoot sirtiga gorizontal holatda o'rnatiladi va ko'chishlar chizg'ichning millimetrli shkalalaridan o'lchab olinadi.

Teskari shovun inshoot asosi yaqiniga o'rnatilgan marka (belgi) holatini vertikal shaxta yoki quvur orqali yuqoriga uzatish vazifasini o'taydi.

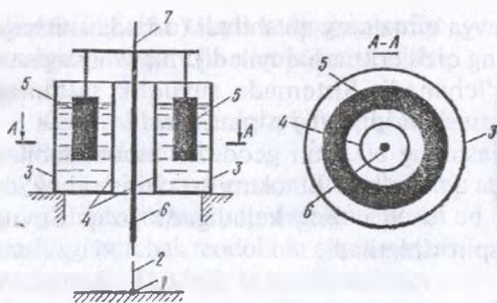
Teskari shovun konstruksiyasi variantlaridan biri 4.13-rasmda keltirilgan. Shovun simi (2) osilgan shtok (6) suvli idishga tushirilgan qalqi (poplavok)ga mahkamlangan. Idishning o'zi ma'lum masofada kuzatilayotgan nuqta tepasiga



4.12-rasm. Gorizontal ko'chishlarni shovun yordamida o'lchash:

a-umumiy sxema; b-shovun va chizg'ich; 1-tekshirilayotgan inshoot; 2-shovun simi; 3-sim bog'lanadigan ilgak; 4-tortib turuvchi yuk; 5-yopishqoq suyuqlik quyilgan idish; 6-inshootga mahkamlangan gorizontal chizg'ich; 7-chizg'ich shkalasi.

* «Otves» so'zi o'zbek tiliga ba'zi shevada «Shovun», ba'zilarida «Shoqul» deb o'giriladi.



4.13-rasm. Teskari shovun sxemasi:

1 — kuzatilayotgan marka; 2 — shovun simi; 3 va 4 — idish devorlari; 5 — halqa qalqi; 6 — sim osish uchun sterjen; 7 — ko'rish shtifti.

yuqorisiga o'lchash amallarini bajarish uchun mikroskop (7) o'rnatilgan.

Gorizontal ko'chishlar ko'rish shtiftining (7) holatiga qarab aniqlanadi.

4.14-rasmda grunt sirti va inshoot qismlarini quduq tubiga o'rnatilgan reper (belgi) (1) ga nisbatan gorizontal ko'chishlarini kuzatadigan teskari shovunning sxemasi keltirilgan. Quduqqa tushirilgan quvur (2) va uning yuqorisiga o'rnatilgan idishga (3) suv to'ldirilgan. Shovun simi (4) ko'rish shtifti (6) o'rnatilgan qalqi yordamida tarang tortiladi. Shtift

4.3.4. Fotogrammetrik va stereofotogrammetrik usullar

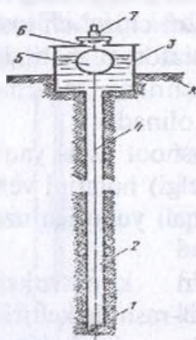
Hozirgi paytda bu usullar inshootlarni naturaviy sinashda, shuningdek, konstruksiya modellarini laboratoriya sharoitida sinashda keng qo'llanilmoqda.

Ko'chishlar tekis masala tarzida aniqlansa, ya'ni kuzatilayotgan nuqtalar bir tekislikda yotadi deb qaralsa, masala osongina yechiladi. Buning uchun asbobni ma'lum bir nuqtaga o'rnatib, obyektni deformatsiyadan oldin va keyin suratga olinadi. Bu usul fotogrammetrik usul deb ataladi.

Fazoviy masalalarni yechishda esa stereometrik usuldan foydalaniladi. Bunda obyektning kuzatilayotgan uchastkasi deformatsiyadan oldin va keyin ikki o'zgar-mas pozitsiyada turib suratga olinadi.

Bu usullarning afzalliklari

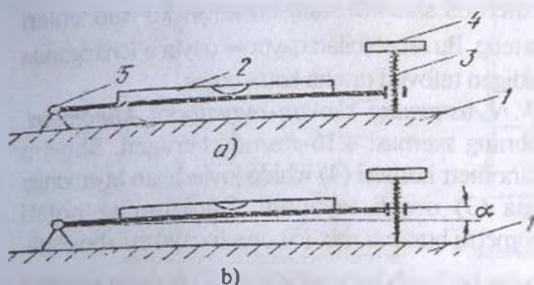
shundan iboratki, bunda bir vaqtning o'zida bir necha nuqtaning ko'chishlarini aniqlasa bo'ladi. Suratlarni qayta ishlash ishlari esa xotirjam sharoitda xonalarda bajarilishi mumkin.



4.14-rasm. Chuqurlikdagi reperga nisbatan gorizontal ko'chishlarni kuzatuvchi teskari shovun sxemasi:

1 — reper; 2 — quvur; 3 — idish; 4 — shovun simi; 5 — qalqi; 6 — ko'rish shtifti; 7 — mikroskop; 8 — grunt sirti.

4.4. Burchakli ko'chishlarni o'lchash



4.15-rasm. Shaytonli klinometrlar:

1-kuzatilayotgan konstruksiya; 2-o'ta aniq shayton;
3-mikrometrli burama mix (vint); 4-mikrometrli burama
mixning shkalali barabani; 5— shamirli tayanch.

darajadagi sezgirlikka ega bo'lishlari lozim.

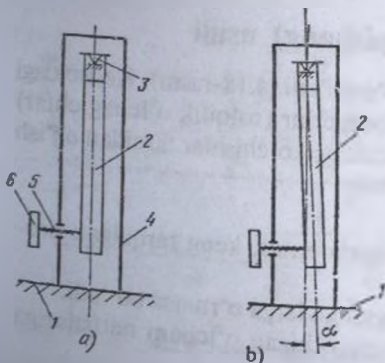
Inshoot hisobiy yuklardan ortiqroq kuch bilan yuklanganda va ayniqsa yemirilish bosqichiga yaqinlashganda burchakli ko'chishlar tez ortib boradi. Bunday hollarda geodezik usullar, jumladan fotosuratga olish usullaridan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Quyida kichik burchakli ko'chishlarni o'lchaydigan asbob va moslamalarning asosiy turlari bilan tanishib chiqamiz.

4.4.1. Klinometr* (burchak o'lchagich)lar

Shaytonli klinometrlarning kinematik sxemasi 4.15-rasmda berilgan. O'ta sezgir shayton (2) mikrometrli burama mix (3) (vint) yordamida gorizontal holatga keltiriladi. Sanoqlar mikrometrli burama mixning barabani (4) shkalasidan olinadi. 4.15-rasm, a

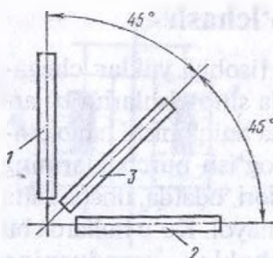
va b da ko'rsatilgan holatlar sanog'i orasidagi farq izlanayotgan α burchagini beradi.

Asboblarning bu turidagi shkalalarning bo'linish ko'rsatkichlari turlicha bo'ladi.



4.16-rasm. Shovun — mayatnikli klinometr:

1-kuzatilayotgan konstruksiya; 2-shovun; 3-tayanch prizmasi; 4-asbob korpusi; 5-mikrometrli burama mix (vint); 6-baraban.



4.17-rasm.

Klinometrlarni rozetka ko'rinishida o'rnatish (gorizontal proeksiya):

1 va 2-asosiy klinometrlar; 3-nazorat uchun qo'yilgan klinometr.

Masalan, mukammal asboblardan sanalgan Stoppaning klinometrida shkalalarning bo'linish ko'rsatkichlari 1" ga teng. Bu asbob bilan qayta — qayta o'lchanganda chiqadigan tafovud uncha katta emas.

N.N.Aistovning shovun-mayatnikli klinometri. Asbobning sxemasi 4.16-rasmda berilgan. Shovun (2) klinometr korpusi (4) ichida joylashgan tayanchga prizma (3) orqali tayanadi. Shovunning holati mikrometrli burama mix (5) orqali qayd etib boriladi.

Sanoqlar bo'linish ko'rsatkichlari 5" bo'lgan baraban shkalasidan (6) olinadi. 4.16-rasm, a va b da ko'rsatilgan ikki xil holat sanoqlari orasidagi farq izlanayotgan og'ish burchagi α ni beradi.

Mikrometrning burama mixi shovunga tegib qolishining oldini olish uchun elektr signalidan foydalaniladi. (Burama mixning uchi shovunga tekkanda kuchsiz elektr zanjir ulanadi va signal beradi).

Burchakli ko'chishlarni klinometrlar yordamida o'lchashda reperlardan (belgilardan) foydalanilmaydi. Bu ularning afzalliklari sanaladi.

Shovun-mayatnikli klinometr shunday o'rnatilishi kerakki, uning tebranish yo'nalishi bilan o'lchanayotgan burchakli ko'chishning yo'nalishi bir xil bo'lsin. Shaytonli klinometrni esa istalgan yo'nalishda o'rnatish bo'lavadi.

Agar burchakli ko'chishlarning haqiqiy yo'nalishi noma'lum bo'lsa, shaytonli klinometrlar «rozetka» («bezak») ko'rinishida 4.17-rasmda ko'rsatilgandek o'rnatiladi. Bunda ko'chishlar yo'nalishi o'zaro tik klinometrlar ko'rsatkichlarini vektorlarni qo'shish qoidasiga muvofiq ravishda aniqlanadi. Uchinchi klinometr nazorat uchun qo'yiladi.

4.4.2. Bikir richag (pishang) usuli

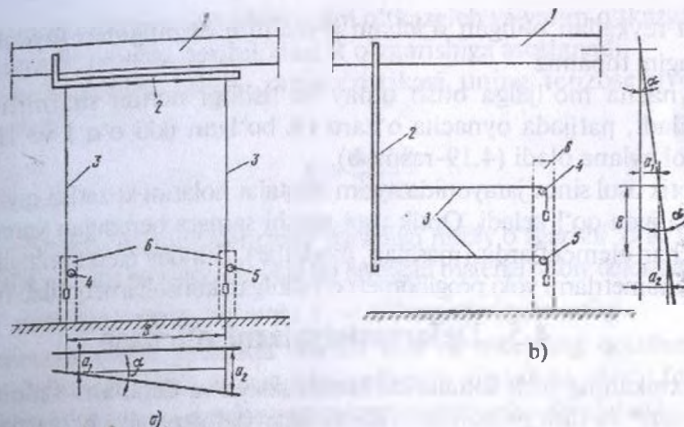
Kuzatilayotgan kesimga metall konsol o'rnatiladi (4.18-rasm). Konsoldagi ikki nuqtaning chiziqli ko'chishlari progibomerlar (solqilik o'lchagichlar) yordamida aniqlanadi. B kesmaning ikki uchidagi ko'chishlar farqidan og'ish burchagi α topiladi.

Uslulning afzalliklari:

1) o'lchash ishlari kamyob klinometrlarda emas, keng tarqalgan progibomerlarda bajariladi;

2) progibomerlarni o'lchash oson bo'lgan joylarga o'rnatish bo'ladi.

Biroq boshqa tomondan progibomerdan olingan o'lcham natijalariga



4.18-rasm. Og'ish burchagini bikir konsol yordamida o'lchash:

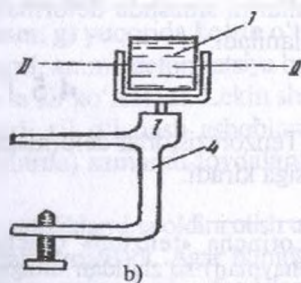
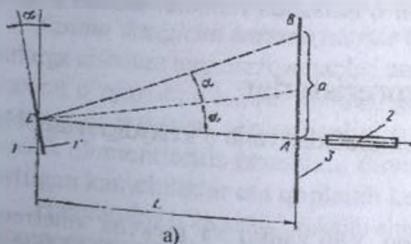
a) konsolni gorizontal holatda o'rnatish; b) konsolni vertikal holatda o'rnatish; 1-sinalayotgan element; 2-bikir konsol; 3-ulovchi sim; 4 va 5-progibomerlar; 6—progibomerlarni o'rnatish uchun qo'zg'almas tayanchlar; a1 va a2 progibomerlar yordamida o'lchangan chiziqli ko'chishlar.

harorat va boshqa narsalar ta'sir ko'rsatishi mumkin.

4.4.3. Burchakli ko'chishlarni optik usulda aniqlash

Kuzatilayotgan nuqtaga kichkina oynacha o'rnatiladi (4.19-rasm). Kuzatish trubasi (2) oyna (1) tomon yo'naltiriladi va o'lchash reykasining shkalasi (3) da tegishli son qayd etiladi.

Kuzatilayotgan element α burchakka og'sa, oynacha ham element bilan birga o'shancha burchakka og'adi; bunda «optik richag» CB ning og'ish burchagi 2α ni tashkil etadi. Reyka bilan oyna orasidagi masofa L



4.19 rasm. Burchakli ko'chishlarni optik usulda aniqlash

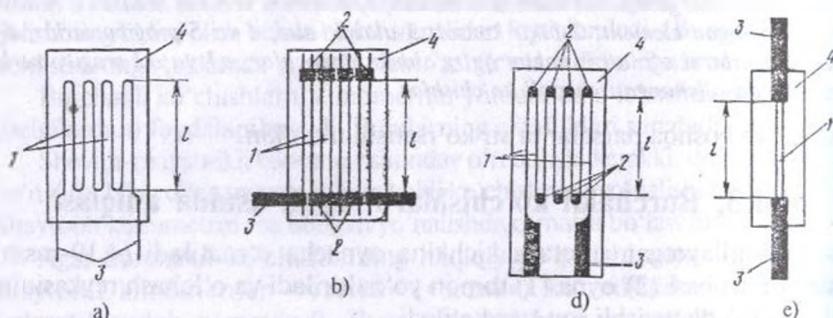
hamda reykadan olingan o'lcham a ma'lum ekanligidan foydalanib, α burchagini topamiz

Oynacha mo'ljalga olish qulay bo'lishligi uchun sharnirli taglikka o'rnatiladi, natijada oynacha o'zaro tik bo'lgan ikki o'q I va II atrofida bemalol aylana oladi (4.19-rasm, b).

Optik usul sinov jarayonida ayrim nuqtalar holatini kuzatish qiyin bo'lgan joylarda juda qo'l keladi. Optik usul yaxshi samara beradigan yana bir soha egiluvchan elementlardir (masalan, modellar). Bunday elementlarga nisbatan og'ir klinometrlarni yoki progibometr o'rnatilgan konsollarni qo'llab bo'lmaydi.

4.5. Deformatsiyalarni o'lchash

Texnikaning turli sohalarida konstruksiya va detallarni tadqiq etishda tenzometr* va turli prinsiplarda ishlaydigan deformatsiya o'zgartkichlardan keng foydalaniladi. Hozirgi paytda inshootlar, qurilish konstruksiyalari va



4.20-rasm. Tenzorezistorlar:

a — halqali simli; b — halqasiz simli; d — folgadan yasalgan; e — yarimo'tkazgichli; 1 — tenzosezgir elementlar; 2 — kamqarshilikli peremichkalar; 3 — ulanadigan joylar; 4 — taglik («asosa») va tenzotolalar ustiga yopishtirilgan yupqa qog'oz qatlami; l — tenzorezistor bazasi.

detailarini sinashda deformatsiyalarni o'lchashda tenzorezistorlar** keng qo'llaniladi.

4.5.1. Tenzorezistorlar

Tenzorezistorlar deformatsiyalarni masofadan turib o'lchaydigan asboblarning sirasiga kiradi.

* Lotincha «tenzum» (kuchlantirmoq, cho'zmoq) va grekcha «metreo» (o'lchayman) so'zlaridan olingan.

** Tenzorezistor termini lotincha «rezisto» (qarshilik) so'zidan olingan bo'lib, hozirda avvalgi «tenzometr» yoki «tenzouzatkich» terminlari o'rniga qo'llaniladi.

Tenzorezistorlarning ishlash prinsipi o'tkazgich va yarim o'tkazgichlarni deformatsiya jarayonida qarshiliklari R o'zgarishiga asoslanadi.

Tenzorezistorning asosiy xarakteristikasi uning tenzosezuvchanlik koeffitsientidir.

$$K = \frac{\Delta R / R}{\Delta \ell / \ell}$$

Bu koeffitsient tenzorezistor elektr qarshiligi nisbiy o'zgarishi $\Delta R/R$ ni shu o'zgarishning vujudga kelishiga sababchi bo'layotgan material nisbiy deformatsiyasiga $\varepsilon = \Delta \ell / \ell$ nisbatiga tengdir, bu yerda ℓ — o'tkazgichning uzunligi.

Tenzorezistorlarni yasashda odatda mis va nikelning qotishmasidan foydalaniladi. Qurilish konstruksiyalarini sinashda sim, folga va yarimo'tkazgichlardan tayyorlangan tenzorezistorlardan foydalaniladi.

Halqali sim tenzorezistorlar (4.20-rasm, a) diametri 12 — 30 mk bo'lgan ingichka simdan tayyorlanib, inshootlarni sinashda tenzorezistorlarning asosiy turlaridan biri sanalgan. Bunday tenzorezistorlarning bazasi 5 dan 100 mm gacha bo'lib, ularni yasash ham, ishlatish ham qulay. Biroq ularda ko'ndalang sezuvchanlikning mavjudligi bo'ylama o'q bo'ylab sezuvchanlikning pasayishiga olib keladi. Tenzorezistorning to'g'ri chiziqli simlarini bir-biriga bog'laydigan yarim halqa ko'rinishidagi qismida ko'ndalang deformatsiya ta'sirida ko'ndalang sezuvchanlik paydo bo'ladi, bu esa o'z navbatida tenzorezistorning bo'ylama o'qi bo'ylab yo'nalgan simlar sezuvchanligiga salbiy ta'sir etadi.

Halqasiz kam qarshilikli mis perimichkali tenzorezistorlar (4.20-rasm, b) bu nuqsonlardan xoli.

Hozirgi paytda qalinligi 4 — 6 mk dan ortiq bo'lmagan *metall folgadan tayyorlangan tenzorezistorlar* borgan sayin ko'payib bormoqda (4.20-rasm, d). Bunday tenzorezistorlarga tajriba shartlari talab etgan istalgan shaklni berish mumkin. Ko'ndalang sezuvchanligi past bo'lganligi hamda tenzotolalarning yassi kesimliliigi sababli yopishtirish sirti ancha katta bo'ladi, buning natijasida ishlash sharoiti ham yaxshi bo'ladi.

Yarimo'tkazgichli tenzorezistorlar (4.20-rasm, g) yuqorida ko'rib o'tilgan turlarga nisbatan tenzosezuvchanligi ancha yuqori, ammo deformatsiya hamda harorat o'zgarishi o'lchash natijalariga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Lekin shunga qaramasdan yuqori sezuvchanligi tufayli turli xil o'lchash asboblarning elastik elementlarida (masalan, dinamometrlarda) samarali foydalaniladi, aytilgan kamchiliklar esa qoplanib ketadi.

Haroratning o'zgarishidan kelib chiqadigan xatoliklarning oldini olish uchun kompensatsiyalovchi (qoplovchi) tenzorezistorlar o'rnatiladi. Agar buning iloji bo'lmasa, o'zini o'zi kompensatsiya qiluvchi tenzorezistorlardan foydalaniladi.

Bunda material quyidagi shartni qanoatlantirishi lozim bo'ladi:

$$\beta = (\alpha_m - \alpha_0) K,$$

bu yerda β — tenzoip qarshiliklarini o'zgarish koeffitsienti;

α_m — kuzatilayotgan materialning temperatura kengayish koeffitsienti;

α_T — tenzorezistor materialining temperatura kengayish koeffitsienti;

K — tenzorezistorning tenzosezuvchanlik koeffitsienti.

4.5.2. O'lchash ishlari

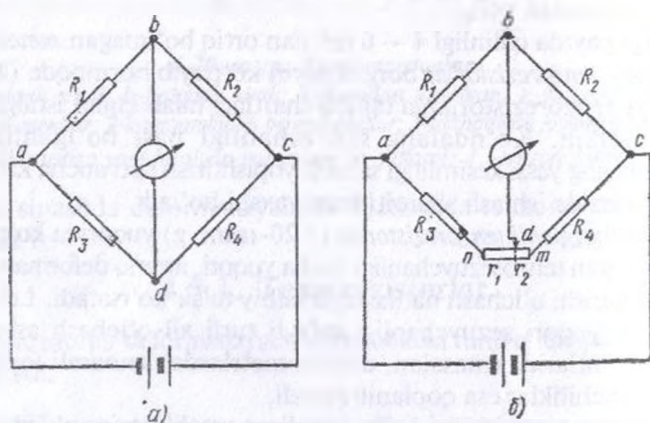
Tenzorezistorlarning qarshiliklari juda kichik miqdorlarni (omning mingdan bir ulushlarini) tashkil etadi. Shu sababli kichik qarshiliklarni o'lchashda ko'pincha ko'priksimon sxemalardan foydalaniladi (4.21-rasm).

Ko'priknining tashqi yelkasiga kuzatilayotgan deformatsiyani qabul qiluvchi qarshiligi R_1 bo'lgan «ishchi» tenzorezistor va qarshiligi $R_1 = R_2$ bo'lgan «kompensatsiyalovchi» tenzorezistor kiradi. Ichki yelkalarga qarshiligi R_3 va R_4 bo'lgan tenzorezistorlar ulangan. Ma'lumki, ko'priksimon muvozanatda turishi uchun quyidagi shart qanoatlantirilishi lozim:

$$R_1 R_4 = R_2 R_3.$$

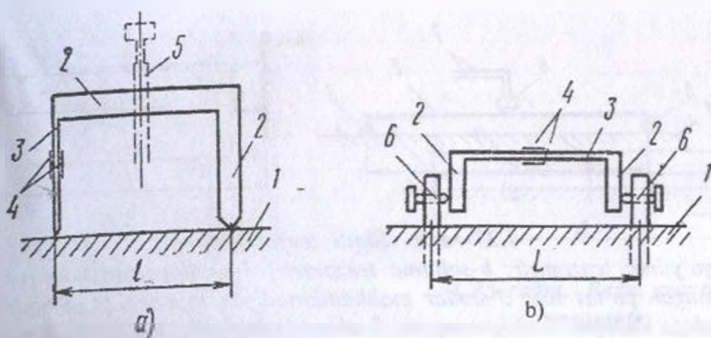
O'lchashlarni amalga oshirishda quyidagi usullardan foydalaniladi:

1) og'ishlar usulida ishchi tenzorezistor qarshiliklarining o'zgarishi ΔR_1



4.21-rasm. O'lchash ko'priklari:

a — Uitston ko'priki sxemasi; b — reoxordli ko'priksimon; R_1, R_2, R_3, R_4 — ko'priksimon yelkasiga kiritilgan qarshiliklar; r_1 va r_2 — reoxord qarshiligi.



4.22-rasm. Tenzorezistorli elektromexanik tenzometrlar:

a-konsol-ramali; b-ramali; 1-sinalayotgan konstruksiya; 2-tenzometrning bikir elementlari; 3-egiluvchan elastik element; 4-tenzorezistorlar; 5-mahkamlagich; 6— burama mix oʻrnatilgan anker; ℓ —tayanchlar oraligʻi; L—tayanch ankerlari oʻqlari orasidagi masofa.

tok kuchi orqali aniqlanadi;

2) nol usuli mukammalroq usul boʻlib, bunda qarshiliklarning nisbiy oʻzgarishi $\Delta R_1 / R_1$ zanjir tarkibiga kiritilgan mn reoxordi yordamida koʻpriki balansirovka qilish orqali aniqlanadi. Mazkur usul statik sinovlarda asosiy usul sanaladi.

4.5.3. Elektromexanik tenzometrlar

4.22-rasmda bunday tenzometrlarning ikki xil varianti tasvirlangan boʻlib, ishlash prinsipi yuqorida koʻrib oʻtilgan elektromexanik koʻchish oʻlchagichlarga oʻxshaydi.

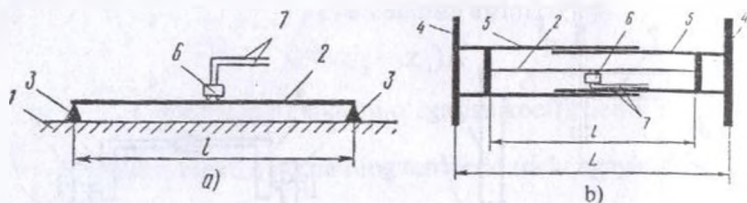
Elektromexanik tenzometrlar masofadan ishlaydigan (дистанционный) asboblarga kiradi. Ularning bazalari bir necha santimetrdan tortib bir necha oʻn santimetrgacha yetishi mumkin. Har bir tenzometr alohida darajalanadi va tekshiriladi. Muhim tomoni shundan iboratki, sanoqlar asbob oʻrnatilishi bilan olinishi mumkin, chunki bunda tenzorezistorlardagi singari yelimlarning qotishi kutilmaydi.

4.5.4. Simli tenzometrlar

Bular ham masofadan boshqariladigan asboblarga kirib, ishlash prinsipi tarang tortilgan simning xususiy tebranishlar chastotasi f bilan kuchlanishi σ orasidagi quyidagi bogʻlanishga asoslanadi:

$$f = \frac{1}{2\ell} \sqrt{\frac{\sigma}{\rho}},$$

Bu yerda: ℓ — sim uzunligi, ρ — sim materiali zichligi.



4.23-rasm. Simli tenzometrlar:

a-qo'yilma tenzometr; b-solinma tenzometr; 1-sinalayotgan konstruksiya; 2-taranglangan po'lat sim; 3-simlar mahkamlanadigan tayanchlar; 4-bikir disklar; 5-muhofaza trubkasi; 6-elektromagnit; 7-ulovchi simlar; l-sim uzunligi; L-disklarning (4) o'rta kesimlari orasidagi masofa.

Simli tenzometrlarning qo'yilma (4.23-rasm, a) va konstruksiya materiali ichiga (masalan, massiv gidrotexnika inshootlari betoni ichiga) joylashtiriladigan solinma (4.23-rasm, b) xillari bo'ladi.

Keyingi variantda sim disklar (4) ga bikir biriktirilgan trubka (5) yordamida betonga tegib turishdan himoyalangani.

Beton deformatsiyalanganda disklar orasidagi masofa L o'zgaradi, bu esa sim tarangligining o'zgarishiga olib keladi. Agar ketma — ket o'lgan xususiy tebranish chastotalari f_1 va f_2 ma'lum bo'lsa, deformatsiya ε quyidagi ifodadan aniqlanishi mumkin:

$$\varepsilon = \frac{\Delta \sigma}{E} = 4 \frac{l^2 \rho}{E} (f_2^2 - f_1^2),$$

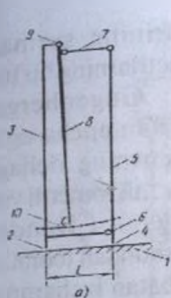
bu yerda: E — sim materialining elastiklik moduli.

Tebranish uyg'otish uchun simga yaqin o'rnatilgan elektromagnit (6) dan foydalaniladi, simda hosil bo'lgan tebranishlar o'z navbatida o'zgaruvchan tokni o'sha chastotada f induktsiyalaydi. Hosil bo'lgan deformatsiya sim (7) orqali tenzometr bilan bog'langan qayd etuvchi moslamadan aniqlanadi.

Simli tenzometrlar o'lchash ishlari uzoq davom etadigan obyektlarda qo'llaniladi. Buning sababi shuki, tok va qarshiliklarda sodir bo'ladigan o'zgarishlar simning tebranish chastotasiga ta'sir etmaydi. Bu esa uning afzalligi hisoblanib, bevosita tenzorezistorlarning o'zidan foydalanilganda har xil qo'shimcha ta'sirlarning oldini olish uchun jiddiy choralar ko'riladi.

4.5.5. Mexanik tenzometrlar

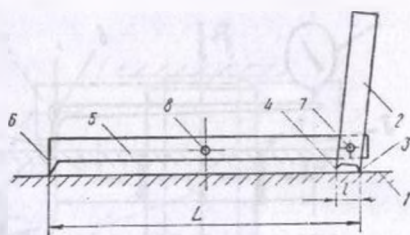
Mexanik tenzometrlarning turi ham, konstruktiv tuzilishlari ham ko'p. Shular ichida ko'proq tarqalgan turi — richagli *Gugenberger* tenzometri



4.24-rasm. Richagli

tenzometrning kinematik sxemasi:

a-boshlang'ich holat; b-deformatsiyadan so'ng richaglarning siljishi (punktir chiziqlar); 1-sinalayotgan element; 2-qo'zg'almas va 4-qo'zg'aluvchi tayanchlarning uchlari; 3-qo'zg'almas va 5-qo'zg'aluvchi oyoqlar; 6-oyoqning aylanishi o'qi; 7-uzatuvchi sterjen; 8-strelka; 9-strelkaning aylanish o'qi; 10-shkala; ℓ -tenzometr bazasi.



4.25-rasm. Baza uzaytirgichli tenzometr:

1-sinalayotgan element; 2-tenzometr; 3-tenzometrning elementga tayangan qo'zg'aluvchi oyog'i; 4- tenzometrning element sirtiga tegib turmaydigan qo'zg'almas oyog'i; 5-uzaytirgich sterjeni; 6- uzaytirgichning tayanuvchi oyog'i; 7- biriktiruvchi vint; 8-mahkamlagich uchun uzaytirgich sterjenida qoldirilgan teshik; ℓ -tenzometr bazasi; L- uzaytirgich va tenzometrning umumiy bazasi.

haqida batafsilroq to'xtalib o'tamiz (4.24-rasm).

Rasmdan ko'rinadiki, kuzatilayotgan material deformatsiyalanganda strelka (8) ning uchi C harakatga kelib millimetrli shkala (10) da yangi holat C' ni egallaydi (sxemada siqilish holati tasvirlangan). Bunda asbobning kattalashtirish miqdori K quyidagi nisbatdan aniqlanadi:

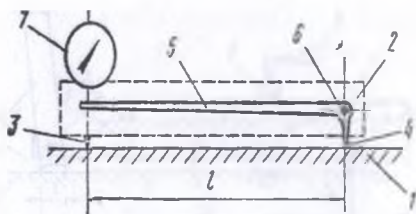
$$K = \frac{CC'}{\Delta} = \frac{b}{a} \cdot \frac{s}{r},$$

bu yerda: a, b, r, s-richag yelkalari, Δ — tayanch nuqtalari (2) va (4) orasidagi masofaning o'zgarishi.

Tenzometrlarning bu turi ming marta kattalashtirish imkonini beradi, ya'ni $\ell = 20$ mm li bazaga ega bo'lgan tenzometr $\varepsilon = 10^{-4}$ gacha bo'lgan deformatsiyalarni o'lchay oladi. Bunday tenzometrlarning 2 mm li bazada bir necha ming marta kattalashtirib beradigan turlari ham bor.

Yog'och, beton, tosh-g'isht singari bir jinsli bo'lmagan materiallarda o'rta qiyamat olish zarur bo'lsa, maxsus uzaytirgichlar yordamida o'lchash bazasi kattalashtiriladi (4.25-rasm). Tenzometrlar kuzatilayotgan konstruksiya sirtiga qistirgichlar (strubtsina) yordamida mahkamlanadi.

4.26-rasmda indikator (o'lchash asbobi) o'rnatilgan richagli



4.26-rasm. Indikator o'rnatilgan richagli tenzometr:

1— sinalayotgan element; 2— asbob korpusi; 3—qo'zg'almas va 4 — qo'zg'aluvchi oyoqlar; 5—richag; 6— richagning aylanish o'qi; 7— shiftili indikator; l — tenzometr bazasi.

tenzometrlardan birining sxemasi tasvirlangan. Tenzometrlarning bu turi yengil va qulay Gugenberger tenzometrlariga nisbatan ancha og'ir va qo'pol. N.N. Aistovning richagli tenzometrida indikator mikrometrl vint bilan almashtirilgan. Bunday asboblarning afzalligi shundan iboratki, ular boshqalariga nisbatan ixchamroq va sinalayotgan konstruktsiya ustida ustuvorroq bo'ladi; har bir sanoqdan (otschyot) oldin mikrometrl vintni burash lozimligi uning kamchiligi hisoblanadi.

Richagli tenzometrlarni o'rnatishda ma'lum darajada malaka talab etiladi: tayanch oyoqchalari yetarlicha qistirilmasa, material deformatsiyalanganda «sirpanib» ketishi; ortiqcha taranglab yuborilsa richag o'qlarida ishqalanish kuchlari ortib ketishi mumkin, bu esa o'lchash aniqligiga jiddiy zarar yetkazadi.

Tenzometrlar darajalarini vaqti-vaqti bilan tekshirib, qayta darajalab turish kerak; chunki ularning kattalashtirish koeffitsienti K ning qiymati barqaror bo'lmay, vaqt o'tishi bilan o'z qiymatini o'zgartiradi (hattoki tayanch prizmalarining arizmas siyqalanishi ham unga ta'sir etadi).

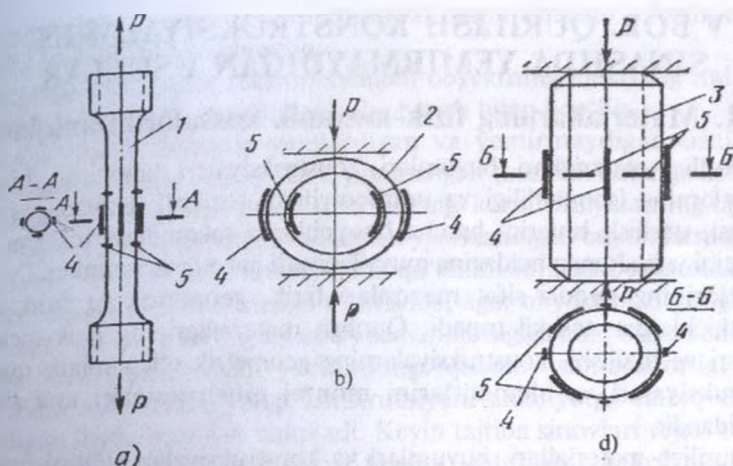
O'rnatilgan tenzometrlar yog'in-sochindan, quyosh nurlarini to'g'ridan to'g'ri tushishidan muhofazalangan bo'lishi lozim. Tebranish va zarbalardan xoli bo'lishlari zarur.

Bu kamchiliklarga qaramasdan mexanik tenzometrlardan laboratoriya va tadqiqot ishlarida keng foydalaniladi. Boshqa sistemadagi tenzometrlardan olingan ma'lumotlarni tekshirishda ham mexanik tenzometrlar juda qo'l keladi.

4.6. Dinamometrlar

Qurilish konstruktsiyalarini sinashda maxsus o'lchash asboblardan tashqari oddiy dinamometrlardan ham keng foydalaniladi. Bular ichida kengroq tarqalgani ishlash prinsipi mexanik ta'sirlarga asoslangan dinamometrlardir. Bu dinamometrlar tuzilish jihatidan biroz qo'polroq va og'irroq bo'lib, hamma vaqt kerakli aniqlikni ta'minlay olmaydi, o'lchash diapozoni ham talab darajasida emas.

Hozirgi paytda tenzorezistorli elektromexanik dinamometrlar amaliyotga



4.27-rasm. Tenzorezistorli dinomometrlar elementlari:

a—choʻzuvchi zoʻriqishlarni oʻlchash uchun; *b* va *d* — siquvchi zoʻriqishlarni oʻlchash uchun 1— doiraviy kesimli yaxlit sterjen; 2—halqaviy dinomometr; 3— qalin devorli tsilindr; 4—faol (ishchi) tenzorezistorlar; 5— kompensatsiyalovchi tenzorezistorlar.

borgan sari koʻproq kirib kelmoqda. 4.27-rasm, *a* da tuzilishiga koʻra metallarni choʻzilishga sinashda qoʻllaniladigan standart namunalarga oʻxshaydigan choʻziluvchan dinamometring elementi koʻrsatilgan;

4.27-rasm, *b* da nisbatan kichik siquvchi zoʻriqishlar uchun halqali dinamometr; 4.27-rasm, *d* da esa katta qiymatli siquvchi zoʻriqishlarni oʻlchaydigan qalin devorli silindr tasvirlangan. Mazkur rasmlarda koʻrsatilgan faol (ishchi) va kompensatsiyalovchi tenzorezistorlar simmetrik ravishda joylashgan. Har bir guruhda tenzorezistorlarning ketma-ket ulanishi yukni nomarkaziy qoʻyilishidan vujudga kelishi mumkin boʻlgan qoʻshimcha taʼsirdan saqlaydi. Koʻrilgan dinamometrlar ixcham, yengil va qoʻyiladigan talablarga javob beradi.

V BOB. QURILISH KONSTRUKSIYALARINI SINASHDA YEMIRMAYDIGAN USULLAR

5.1. Materiallarning fizik-mexanik xossalarini aniqlash

Qurilish materiallari, buyumlari, konstruksiyalari, binobarin, bino va inshootlarning ishonchliligi va umrboqiyligini sezilarli darajada oshirish masalasi, qurilish ishlarini barcha bosqichlarda takomillashtirish va sifat nazoratini yuksaltirgan holdagina muvaffaqiyatli hal etilishi mumkin. Qurilish obyektlarining yuqori sifat mezonlari fizik, geometrik va funksional ko'rsatkichlardan tashkil topadi. Qurilish materiallarining fizik-mexanik xossalari va tuzilishi, konstruksiyalarning geometrik o'lchamlari, qurilish konstruksiyalari va elementlarini montaj qilish aniqligi ana shular jumlasidandir.

Qurilish materiallari, buyumlari va konstruksiyalari sifatini nazorat qilish asosan ikki yo'nalishda olib boriladi. Ulardan biriga ko'ra tekshirilayotgan obyektning chegaraviy holatini aniqlash uchun obyekt ishdan chiqqunga qadar yuklanadi. Bu usul namuna va modellarni sinashda yaxshi natija beradi. Real obyektlarning yuk ko'tarish bo'yicha chegaraviy holatini aniqlash uchun ularni buzilgunga qadar sinash iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq emas.

Konstruksiya va uning elementlarini buzmasdan (yemirmasdan sinash usullari keyingi davrlarda jadal rivojlanib boryapti. Bu usul obyektning yuk ko'tarish qobiliyatiga zarar yetkazmagan holda uning haqiqiy holatini aniqlash imkonini beradi. Yemirmaydigan (неразрушающий) usullar yordamida konstruksiya va uning elementlaridagi betonning namligi, zichligi, mustahkamligi, shuningdek, konstruksiyadagi mavjud nuqsonlarni aniqlash mumkin.

Yemirmaydigan sinash usullari, ko'p hollarda, obyekt xossalarini bilvosita aniqlash uslubiyatiga asoslanadi. Shunga ko'ra yemirmaydigan sinash usulini uning ko'rinishlariga qarab turlarga ajratsa bo'ladi:

siziluvchi muhit usuli suyuqlik yoki gazlarni obyektga singish (sizib o'tish) miqdorini o'lchashga asoslanadi;

mexanikaviy sinovlar shu joydagi (местный) yemirilishlar tahlili hamda obyektning rezonans holatini o'rganish bilan bog'liq;

sinovlarning akustikaviy usullari ultratovush ta'sirida uyg'onadigan elastik (упругий) tebranishlar parametrlarini aniqlash bilan bog'liq;

magnitaviy usullar;

radiatsion usullar neytron, radioizotop va tormozli nurlanishlarni qo'llash bilan bog'liq;

issiqlik usullari issiqlik maydonini o'rganish bilan bog'liq;

radioto'lqin usullari yuqori chastotali tebranishlarni tekshirilayotgan obyektga tarqalishi bilan bog'liq;

elektrga oid usullar tekshirilayotgan obyektning elektr sig'imi, elektr induktivligi va elektr qarshiligiga baho berish bilan bog'liq.

Inshootlarni sinashda yemiradigan va yemirmaydigan usullarning imkoniyatlariga baho berilar ekan, yemiradigan (buzilish holatiga kelguncha sinaladigan) usullar faqat modellarni va yangi konstruksiyalarning tajribaviy namunalari, shuningdek, zavodlarda tayyorlanadigan buyumlarni tanlama nazoratini o'tkazish kabi hollardagina qo'llanilishini e'tiborga olish lozim bo'ladi. Sinash ishlarini amalga oshirishda, agar obyekt buzilgunga qadar sinaladigan bo'lsa, ularning iqtisodiy samaradorligiga aniq baho berish talab etiladi. Taklif etilayotgan yechimning iqtisodiy samaradorligi loyiha bosqichida aniqlanadi, yangi konstruksiyani amaliyotga tatbiq etishdan olinadigan foyda hisoblab chiqiladi. Keyin tajriba sinovlari rejasi tuziladi, rejada ishning hajmi, bahosi va tajriba ishlarining texnika-iqtisodiy samaradorligi ko'rsatiladi. Tajriba o'tkazish uchun qilinadigan sarf-xarajatlar yangi konstruksiyani amalda qo'llash orqali olinadigan yalpi foydadan ancha kam bo'lishi kerak.

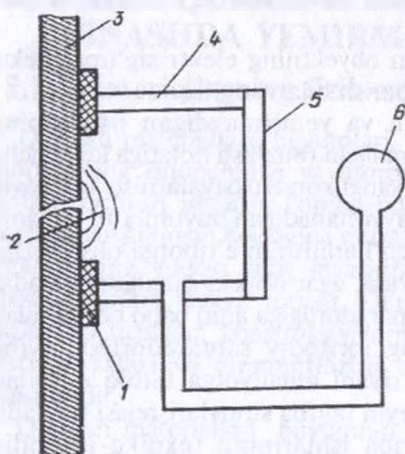
Sinovlarning yemirmaydigan usullari tekshirilayotgan obyektlarning normal ishlab turishiga halaqit bermaydi. Bu usullar konstruksiyalarning haqiqiy holatini loyihada qabul qilingan kuchlanish holatiga qay darajada mos kelishini aniqlash, shuningdek, ekspluatatsion resurslarni prognoz qilish imkoniyatini beradi.

5.2. Sizish muhiti usuli

Rezervuarlar, gazgolderlar va quvurlar kabi inshootlarning tig'izligini (germetikligini) tekshirishda sizish muhiti usulidan (метод проникающих сред) foydalaniladi.

Tajribada suvdan foydalanilsa, idish (sosud) ish jarayonidagiga nisbatan balandroq sathga qadar suvga to'ldiriladi. Yopiq idishlarda qo'shimcha suv yoki havo kiritish yo'li bilan bosim oshiriladi. Metal konstruksiyalarning alohida choklari 1 am atrofidagi bosim bilan brandspoyt (yong'inga qarshi ishlatiladigan suv nasosi)dan tizillab otilgan kuchli suv oqimi yordamida tekshiriladi. Tekshirilayotgan ulama choklarda nuqson mavjud bo'lsa, suv zichligi zaif bo'lgan joydan sizib o'tadi.

Yoriqlarni (трещина) aniqlashda kerosindan foydalanish yaxshi samara beradi. Yopishuvchanligi hamda sirt tarangligi suvga nisbatan kam bo'lganligi tufayli kerosin g'ovak va yoriqlar orqali buyumning orqa tomoniga oson



5.1 rasm. Vakuum uskunasi sxemasi.

asoslanadi. Yoriq izlovchi asboblari (techeiskateli) vositasida 0,4 at bosim ostida 2 sm gacha bo'lgan aniqlikda 0,1 mm gacha bo'lgan yoriqlarni aniqlash mumkin. Juda muhim konstruksiyalarni tekshirishda havoning o'rniga oson sizadigan kimyoviy moddalardan (havo-ammiyak aralashmasi va boshqalar) foydalaniladi.

Yoriqlarning mavjudligini vakuum hosil qilish yo'li bilan ham aniqlasa bo'ladi (5.1-rasm). Tekshirilayotgan konstruksiya (3) sovunli suv bilan ho'llanadi va unga qopqog'i (5) shaffof bo'lgan tubi yo'q quti (4) qoplanadi. Rezina zichlagichlar 1 qutiga havo kirmasligini ta'minlaydi. Quti vakuum — nasos (6) ga ulanadi. Sovun pufakchalari 2 ning paydo bo'lishi konstruksiyada yoriqlar borligidan darak beradi.

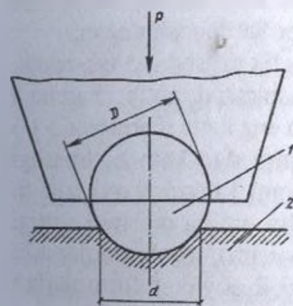
5.3. Mexanik sinov usullari

Yemirmaydigan mexanik sinov usullariga o'z joyida qisman o'yish (местное разрушение) usuli, plastik deformatsiya usuli va elastik sapchish (упругий отскок) usullari kiradi. O'z joyida qisman o'yish usuli garchi yemirmaydigan usullar sirasiga kiritilsada, konstruksiyaning yuk ko'tarish qobiliyatiga ma'lum darajada salbiy ta'sir ko'rsatadi.

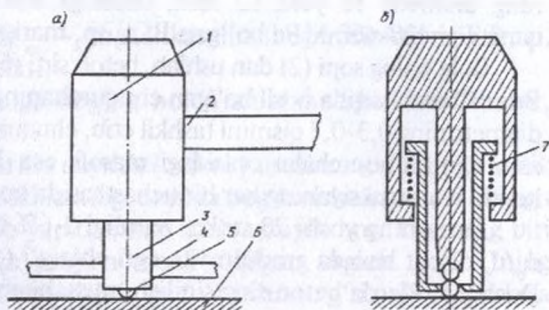
Konstruksiya materialining mustahkamligi haqidagi to'liq ma'lumotni mazkur konstruksiyadan ajratib olingan namunani laboratoriya sharoitida sinash orqali olish mumkin. Metall konstruksiyalarda namunalar qizdirish

yo'li bilan kesib olinadi. O'yilgan joylar tezda qoplama listlar bilan yamaladi.

Namunalarni temirbeton konstruksiyalardan olishda olmos tishlar va sintetik disklardan foydalaniladi. Namunalarni siqishga sinashda kubiklarning o'lchamlari 70,7 mm dan, to'sinchalarni egilishga sinashda uning kesimi 100 x 100 mm, uzunligi 400 mm dan kam bo'lmasligi kerak. Katta massali konstruksiyalarda istalgan o'lchamdagi namunalarni o'yib olsa bo'laveradi. Biroq kichikroq konstruksiyalarda bu ancha mushkul ish. Bunday hollarda namunalarning o'lchamlarini masshtab bo'yicha kichraytirib olishga to'g'ri keladi. Konstruksiya tanasidan namuna o'yib olingach, o'yilgan bo'shliq tezda beton bilan to'ldirilib qo'yilishi shart. Bunda betonga ishlatiladigan sement o'tirishmaydigan (безусадочный) bo'lishi lozim. O'yib olingan namunalarni, vaqt o'tkazmay, tezda sinagan ma'qul. Aks holda namunalarni konservatsiya qilishga to'g'ri keladi.



5.2-rasm. Qattqlikni Brinel bo'yicha aniqlash.

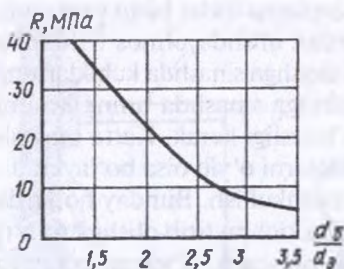


5.3-rasm. K.P. Qashqarov bolg'asining sxemasi.

Plastik deformatsiya usuli konstruksiyaga yig'iq kuch ta'sir etganda shu joyning o'zida paydo bo'ladigan qoldiq deformatsiyaga asoslanadi. Ushbu usul qattiq jismni (indenter) element sirtiga statik yoki dinamik ravishda botirganda sirtida qoladigan izning o'lchamlariga hamda konstruksiya materialining mustahkamligiga asoslanadi. Bu usulning afzalligi uning texnologik soddaligida, kamchiligi esa materialning mustahkamligiga uning sirtidagi qatlamlarning holatiga qarab baho berishdadir.

Brinel bo'yicha qattqlik HB ni aniqlash uchun po'lat sharcha 1 ni sinalayotgan metallning sirtiga botiriladi (5.2-rasm). HB quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$HB = 2P \cdot [\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})] ,$$



5.4-rasm. Yoshi 28 sutkali betonning mustahkamligini aniqlovchi gradirovka egri chizig'i

ning diametri 10 yoki 12 mm, uzunligi 100-150 mm bo'lib, muvaqqat qarshiligi 420-460 MPa bo'lgan BCT₃ sp₂ markali po'latdan ishlangan.

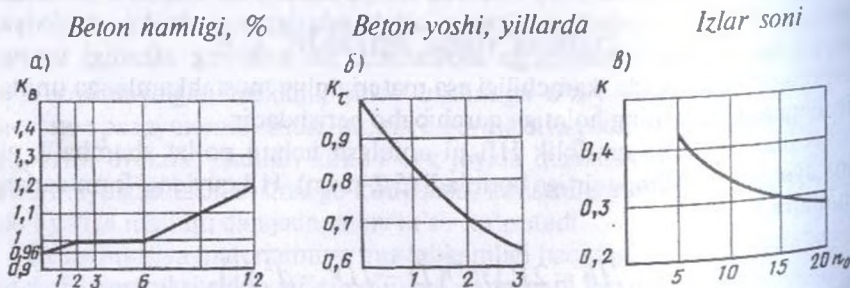
Bolg'aning sopi (2) dan ushlab, beton sirti (6) ga tik ravishda zarb beriladi. Bunda beton sirtida hosil bo'lgan chuqurchaning diametri d_b po'lat sharcha 5 diametrining 0,3-0,7 qismini tashkil etib, chuqurcha eng katta diametri dc 2,5 mm dan, chuqurchalar orasidagi masofa esa 30 mm dan kam bo'lmasligi kerak. Konstruksiyaning har bir uchastkasida taxminan 5 ta sinov o'tkaziladi.

Betonning yoshi 28 sutka, namligi 2-6% bo'lsa, uning mustahkamligi d_b/d nisbat hamda gradirovka egri chizig'i (5.4-rasm) orqali aniqlanadi. Boshqa hollarda betonning siqilish mustahkamligi R quyidagi formuladan topiladi:

$$R = K_B K_T R_{28},$$

bu yerda: K_B — beton namligini hisobga oluvchi koeffitsient;

K_T — beton yoshini hisobga oluvchi koeffitsient.

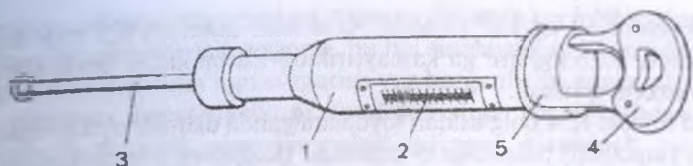


5.5-rasm. Tuzatuv koeffitsientlari grafigi

bu yerda: P — sharchaga qo'yilgan yuk, H ;
 D — sharcha diametri, mm;
 d — sharcha izining diametri, mm.
 Qattqlik orqali uglerodli po'latning muvaqqat qarshiligi aniqlanadi.

$$\sigma_B = 0,35HB \text{ MPa.}$$

Betonning mustahkamligini aniqlashda keng tarqalgan usullardan biri K.P. Qashqarov bolg'asini qo'llash usulidir. Ushbu bolg'aning tuzilishi 5.3-rasm, a da berilgan. Bolg'a kallagi (1) ning ichida ichi bo'sh stakan (3) va prujina (7) joylashgan. Etalon sterjen (4)



5.6-rasm. SNIISK tipidagi bolg'a:

1 — korpus; 2 — shkala; 3 — urgich; 4 — dasta; 5 — fiksator.

Bu koeffitsientlar 5.5-rasmda keltirilgan grafiklardan olinadi. Mustahkamlikni aniqlashda aniqlik darajasini yanada oshirish uchun kerakli bo'lgan izlar (chuqurchalar) quyidagi formuladan foydalanib aniqlanadi:

$$n = 400 [(R_{\max} - R_{\min}) / R_{cp}]^2 \cdot K^2,$$

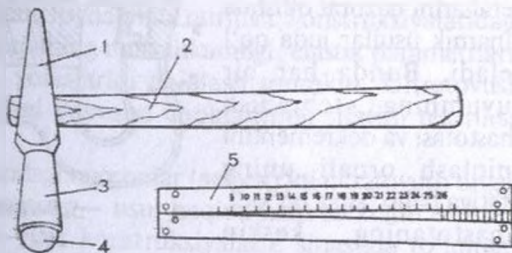
Bu yerda: $R_{\max}$, $R_{\min}$, R_{cp} — mustahkamlik chegarasining maksimal, minimal va o'rtacha qiymatlari;

K — olingan izlar soniga bog'liq holda aniqlanadigan koeffitsient, (5.5-rasm, b)

Elastik sapchish, ya'ni urilib qaytish (otskok) usuli materialning elastik xossasi bilan siqilishdagi mustahkamligi orasida bog'lanishning mavjudligiga asoslanadi. Bu asnoda asbob yaratishning ikki tamoyili bor. Ularning biri sinalayotgan material sirtiga prujina orqali siqilgan urgich (bayok)ning sapchib qaytishiga, ikkinchisi material sirtiga to'g'ridan to'g'ri urilib qaytishiga asoslanadi. Bularning birinchisi kengroq tarqalgan. Xorijda Shmidt bolg'asidan, MDH davlatlarida, shu jumladan O'zbekistonda, KM (Kiyevskiy metrostroy) bolg'alari va shu tipda SNIISKning tajriba zavodida ishlab chiqarilgan bolg'alardan foydalaniladi. 5.6-rasmda SNIISK tipidagi bolg'a tasvirlangan.

Ba'zan pistolet deb nomlanuvchi bu asbobda betonning mustahkamligi aniqlanadi. Sinovlar

armaturadan 20 mm nari bo'lgan joylarda o'tkaziladi. Bolg'a zarbidan paydo bo'lgan yumaloq izning diametri o'zaro tik ikki yo'nalishda o'lchanadi va o'rtacha qiymati qabul qilinadi. Betonni sinashda



5.7-rasm. Fizdel bolg'asi:

1 — bolg'a; 2 — yog'och sop; 3 — sferik uya; 4 — shapcha; 5 — burchak masshtabi.

zarba kuchini 50 kg/sm^2 olinadi. Agar izlar diametri $6,5 \text{ mm}$ dan ortsa, zarba kuchi $12,5 \text{ kg/sm}^2$ ga kamaytiriladi. Zarba kuchi asbob shkalasi (2) orqali nazorat qilinadi.

Shu tipdagi KM bolg'asidan foydalanilganda diametr o'miga sharchaning sakrash (sapchish) balandligi o'lchanadi. Betonning mustahkamligi qancha yuqori bo'lsa, sharcha shuncha baland sapchiydi.

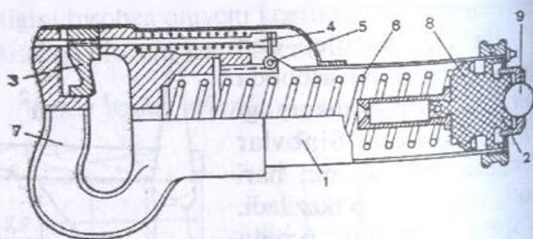
5.7-rasmda betonning mustahkamligini aniqlaydigan Fizdel bolg'asi tasvirlangan. Suvoq va bo'yoqdan tozalangan konstruksiyaning bir joyiga kamida 30 mm oraliqda o'rtacha kuch bilan bolg'ada $10-12$ marta urib, iz qoldiriladi. Chuqurchaning chuqurligi h yoki d ga qarab betonning mustahkamligi aniqlanadi.

Chuqurchaning diametri kattalashtiruvchi lupa yordamida shtangersirkulda yoki burchak masshtabida o'lchanadi. Diametrlar o'zaro tik ikki yo'nalishda o'lchanadi va ularning o'rtacha arifmetik qiymati qabul qilinadi. Konstruksiyaning bitta sirtidan olingan o'lchovlar orasidan eng kichik va eng kattasi chiqarib tashlanadi va qolganlaridan o'rtacha arifmetik qiymat topiladi. Betonning mustahkamligi ana shu qiymat asosida tarorovka grafigidan aniqlanadi.

5.8-rasmda Ovchinnikovning PO -1 rusumli asbobi berilgan. Bu asbob ham betonning mustahkamligini aniqlashga mo'ljallangan. Bunda betonning mustahkamligi asbob bilan konstruksiya sirtiga «otganda» qoladigan o'yiqning o'lchamiga qarab aniqlanadi. Asbob beton sirtiga tik ravishda ushlanadi. PO — 1 asbobi zarbaning barqarorligi va ishda yuqori mahsuldorlikni ta'minlaydi.

Yemirmaydigan mexanik sinov usullariga dinamik ta'sirlar orqali amalga oshiriladigan ba'zi sinovlar ham kiradi.

Ko'p seriyada ishlab chiqariladigan qurilish detallarini nazorat qilishda dinamik usullar juda qo'l keladi. Bunda har bir buyumning tebranish chastotasi va dekrementini aniqlash orqali uning sifatiga baho bersa bo'ladi. Chastotaning keskin kamayib, dekrementning ortib ketishi konstruksiyaning bikirligi kamayganini ko'rsatadi.



5.8-rasm. Ovchinnikovning PO — 1 rusumli asbobi:

1 — asbob korpusi; 2 — porshen; 3 — bo'shatuv ilgagi; 4 — shtok; 5 — bo'shatish mexanizmining sobachkasi; 6 — ishchi prujina; 7 — dasta; 8 — porshen kallagi; 9 — sharcha.

Ekspluatatsiya qilinayotgan obyektni takroran dinamik kuch bilan sinalganda uning tebranish parametrlari o'zgarsa, bu hol sinalayotgan konstruksiyaning deformatsion holatida ma'lum o'zgarish yuz berganligini anglatadi.

Va, nihoyat, konstruksiyani foydalanishga topshirishdan oldin o'tkaziladigan dinamik sinovlar qabul qilingan hisoblash sxemasini konstruksiyaning haqiqiy ishlash sharoitiga qay darajada mos kelishini aniqlash imkoniyatini beradi. Shuningdek, dinamik sinovlar yordamida armatura, tros va kanatlarni taranglash qiymati, metall fermalar sterjenlaridagi zo'riqishlarning miqdori va boshqalarni aniqlasa bo'ladi.

5.4. Konstruksiyalarni akustik usulda sinash

Ultratovush akustik sinash usuli tovushni konstruksiya materialida tarqalish qonuniyatini o'rganishga asoslangan. Tovush — gazsimon, suyuq yoki qattiq muhitda to'liq ko'rinishida tarqaladigan elastik muhit zarrachalarining tebranma harakatidir. Elastik to'liqlar chastotasi 20 Gs gacha bo'lgan infratovush, chastotasi 20 Gs dan 20 kGs gacha bo'lgan tovush, chastotasi 20 kGs dan 1000 MGs gacha bo'lgan ultratovush hamda chastotasi 1000 MGs dan ortiq bo'lgan gipertovushlarga bo'linadi. Beton va sopollarni sinashda chastotasi 20 kGs dan 200 kGs gacha, metall va plastmassalarni sinashda chastotasi 30 kGs dan 10 MGs gacha bo'lgan ultratovush tebranishlaridan foydalaniladi.

Amaliyotda ultratovush usulidan foydalanishning turli xil yo'nalishlari bor. Bular ichida ultratovush impuls usuli, rezonans usuli, impedans usuli hamda akustika emissiyasi usullari eng ko'p tarqalgan usullardan hisoblanadi. Akustik usullar fizikadan ma'lum bo'lgan yaxlit muhitlarda to'liq tarqalish qonuniyatlariga asoslanadi. To'liqlarning tarqalish shakli ancha murakkab jarayon hisoblanadi, chunki muhitga o'ta tezkor jarayonlar ta'sir etganda turli xil to'liqlar paydo bo'ladi.

Ultratovush impuls usulidan foydalanib qurilish konstruksiyalaridagi nuqsonlarni, shuningdek, materialning mustahkamligi, elastik parametrlari, g'ovakligi kabi fizik-mexanik xossalarini aniqlash mumkin. Ultratovush orqali metall konstruksiyalardagi payvand choklarining sifatini tekshirsa bo'ladi.

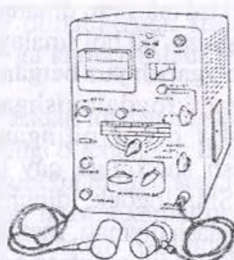
Gap qurilish konstruksiyalaridagi nuqsonlar (дефект)ni ultratovush orqali aniqlash haqida borar ekan, impuls — usul haqida ham to'xtalib o'tishni joiz topdik. Katta o'lchamlik yirik konstruksiyalarni sinashda to'liqlar qarshilikli muhitda so'nib borishi tufayli ultratovush usuli yaxshi samara bermaydi. Agar to'liq uzunligi kattaroq bo'lgan tovushlardan foydalanilsa ma'lum natijaga erishish mumkin. Impuls usulida konstruksiyaga mexanik

zarba beriladi va materialda hosil bo'lgan kuchlanish to'liqlarining tarqalish qonuniyati tekshiriladi va shu asosda materialning fizik-mexanik xarakteristikalariga doir kerakli ma'lumotlar olinadi.

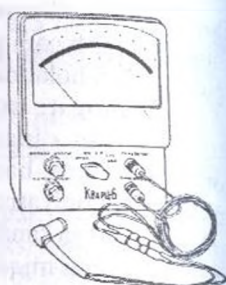
5.9-rasm, a da beton, g'isht, stekloplast va boshqa materiallarning sifatini tekshiradigan

UKB — 1M ultratovush asbobi, 5.9-rasm, b da metall buyumlarning qalinligini o'lchaydigan «Kvars — 6» rusumli ultratovush impuls tolshchinomeri (qalinlik o'lchagichi) berilgan. Bu asboblarning vazifasi konstruktsiya materialining fizik-mexanik xossalari (mustahkamligi, statik va dinamik elastiklik modullari)ni, choklar sifatini, konstruktsiyaning geometrik o'lchamlarini nazorat qilishdan iborat.

Usulning mohiyati tarqalayotgan ultratovush to'liqlarining tezligini



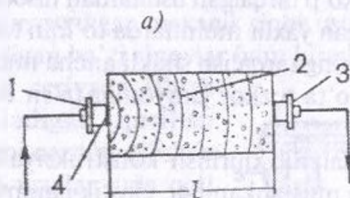
a)



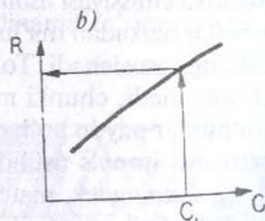
b)

5.9-rasm. Materiallarni akustik yoki impuls usulida nazorat qiladigan asboblari:

a) beton, g'isht va boshqa materiallarning sifatini nazorat qiladigan UKB — 1M asbobi; b) «Kvars — 6» qalinlik o'lchagichi.



a)



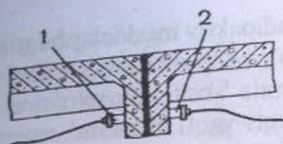
b)

5.10-rasm. Qurilish konstruktsiyasini ultratovush impuls usulida sinash sxemasi:

a) tajriba sxemasi: 1 — ultratovush tarqatgich; 2 — ultratovush to'liqlari; 3 — ultratovush qabul qilgich; 4 — kontakt moyi; b) beton mustahkamligini aniqlash grafigi.

aniqlash va izlanayotgan parametrlarni tarirovka grafiklari yoki etalon namunalar bilan solishtirish orqali topishdan iborat.

Qurilish konstruktsiyasini ultratovush impuls usulida sinash sxemasi 5.10-rasmida tasvirlangan.



5.11-rasm. Choklarni sinash sxemasi:

1 — impuls tarqatgich;
2 — impuls qabul qilgich.

Bu yerda $C = \frac{\ell}{\tau}$, ℓ — ultratovush impulsning yo'l uzunligi, mm;

τ — impulsni tarqalish vaqti, sek.

5.11-rasmda choklarni sinash sxemasi berilgan. Ulanma choklarda ultratovushning tarqalish tezligi etalon chokdagi ultratovushning tarqalish tezligi bilan taqqoslanadi.

5.5. Radiatsion usullar

Materiallarning fizik-mexanik xossalarini va qurilish konstruksiyalarining nuqson (defekt)larini aniqlashda radiatsion usullardan ham foydalaniladi. Bular orasida rentgen usuli, elektron tezlatkich (ускоритель)larning tormozli nurlanish usuli va γ — usullar amaliyotda eng ko'p tarqalgan usullardan hisoblanadi. Ushbu usullar o'zaro o'xshash masalalarni yechishda qo'llaniladi. Pozitronlardan foydalanishga asoslangan radiografiya usuli va issiqlik neytronlari orqali yorituv usullari istiqbolli usullar sanaladi. Neytronlar yordamida materialning namligi, pozitronlar orqali esa materialdagi charchash kuchlanishlarini aniqlash mumkin.

Rentgen, elektron tezlatkichlarning tormoz nurlanishi va γ — nurlanishlar o'z tabiatiga ko'ra, vakuumda yorug'lik tezligida tarqaladigan yuqori chastotali elektromagnit to'lqinlaridir. 0,5 dan 1000 keV gacha bo'lgan diapozonda ishlaydigan rentgen apparatlari bularning manbai vazifasini o'taydi. Qatlamning yoritish chegarasi: metall uchun — 100, beton uchun — 350, plastmassa uchun — 500 mm ni tashkil etadi. Yuqori energiyali tormozli ionlashgan nurlanish uchun 35 MeV gacha bo'lgan diapozonda elektron tezlatkichlari manba vazifasini o'taydi. Ularning yordamida po'latni — 450, betonni — 2000 mm gacha bo'lgan qalinlikda yoritish mumkin. γ — nurlanishlarning manbalari radioaktiv izotoplar bo'ladi. Bunda yoritiladigan qatlam metall uchun — 100, beton uchun — 300, plastmassa uchun — 500 mm gacha bo'lgan qalinlikda bo'lishi mumkin.

Radioaktiv moddalarni qo'llash hamda ionlashgan nurlanish bilan bog'liq bo'lgan ishlar tegishli me'yoriy hujjatlar bilan tartibga solinadi. Barcha ishlar qat'iy yo'riqnomalar asosida bajariladi.

Sanitar qoidalariga binoan yoshi 18 ga to'lmaganlar nurlanish bilan

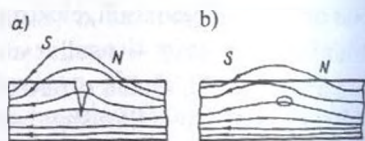
bog'liq bo'lgan ishlarga qo'yilmaydi. Radioaktiv moddalar bilan ishlaydigan xodimlar muntazam ravishda tibbiy ko'rikdan o'tkazib turiladi; mehnatni tashkil etishning xavfsiz usullari, hamda vositalari va shaxsiy gigiyena qoidalari bo'yicha imtihon qilinadi. Vaqti-vaqti bilan radiometrik nazorat amalga oshiriladi.*

5.6. Magnit va elektromagnit usullari

Nazorat-tekshiruvning magnitoviy usullari nuqson (defekt)lar ustida magnit maydonining sochilish qonuniyatini o'rganishga hamda sinalayotgan buyumning magnitli xossalarini aniqlashga asoslanadi. Magnitli usullarning o'zi magnit kukunli, magnitografik, ferrozond, induksion va pandermotor deb nomlangan alohida shoxobchalarga ajraladi.

Magnit kukunli usul metalldagi yaxlitlikning buzilishi singari nuqsonlarni aniqlashda eng ko'p tarqalgan usullardan sanaladi. Mazkur usul faqat ferromagnit materiallardan ishlangan buyumlarni sinashda qo'llaniladi. Bu usul buyumni yemirmagan holda undagi nometall aralashmalarni, bo'shliqlarni, yoriqlarni, payvand nuqsonlarini aniqlash imkonini beradi.

Magnit oqimi nuqsonsiz joyda o'z yo'nalishini o'zgartirmaydi. Agar magnit oqimi o'z yo'lidagi ochiq (a) yoki (b) nuqson tufayli kuchsizlansa, u holda magnit yo'llarining bir qismi detaldan tashqariga chiqadi. Nuqsonning ustida magnit maydoni paydo bo'ladi (5.12-rasm).



5.12-rasm. Nuqson (defekt) ustida magnit maydoni hosil bo'lish sxemasi

Magnit kukunli usul yordamida juda kichik o'lchamdagi yoriqlar va boshqa nuqsonlarni aniqlash mumkin. Bu usul orqali kengligi 0,001 mm, chuqurligi 0,01 mm gacha bo'lgan yoriqlarni aniqlasa bo'ladi.

Ferrozond usuli magnit maydoni kuchlanganligini elektr signallariga o'zgartirishga, ya'ni Xoll effektiga asoslangan. Mazkur usuldan qurilish konstruksiyalarida uchraydigan nuqsonlarni aniqlashda foydalaniladi. Xoll effektining mohiyati shundan iboratki, agar yarimo'tkazgich materialdan tayyorlangan to'g'ri to'rtburchakli plastinkani kuchlanganlik vektoriga tik ravishda magnit maydoniga joylashtirib, uning ikki qarama-qarshi qirralari yo'nalishida tok o'tkazilsa, uning qolgan ikki qirrasida magnit maydoni kuchlanganligiga proporsional ravishda EYuK hosil bo'ladi. Elektr

*Radiatsion usullar haqida to'laroq ma'lumotni O.V. Lujin, A.B. Zlochevskiy I.A. Gorbunov, V.A. Voloxovlarning «Обследование и испытание сооружений» kitobidan olishingiz mumkin. M.: 1987-y.

signallarining o'zgarishiga qarab, detalda nuqson bor-yo'qligi aniqlanadi.

Induksion usuldan foydalanib, metall detallardagi yoriqlar, payvand choklardagi chala joylar, keraksiz qo'shimalar aniqlanadi. Bunda tekshirilayotgan magnitlangan metallidagi sochilish maydonini aniqlash masalasi, o'zgaruvchan tokda ishlaydigan o'zakli g'altakdan foydalanish orqali hal etiladi. G'altak elektr-

magnit yo'liga o'rnatiladi. Nuqson topilganda oqimda yuz beradigan sochilish EYuK uyg'otadi, uni kuchaytirib, tovush signallariga o'zgartiriladi yoki o'ziyozar ostsillograflarga uzatiladi.

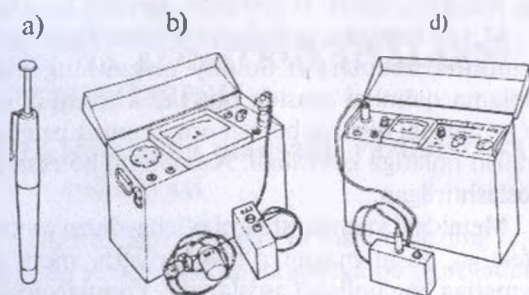
Pandermotor usuli o'lchanayotgan magnit maydoni bilan asbobning magnit maydoni orasidagi bog'lanishga asoslanadi. Bu usul temiryo'l nuqsonlarini aniqlashda keng qo'llaniladi.

Magnit usuli ferromagnit asosga ega bo'lgan magnitsiz yopma (qoplama)ning qalinligini aniqlashda yoki asos bilan yopmaning magnitoviy xossalari keskin farq qilgan hollarda qo'llaniladi. Qo'yilgan masalani hal etish uchun doimiy magnitli va elektromagnitli asboblardan foydalaniladi. Magnit usullari yordamida materiali ferromagnit bo'lgan konstruktsiya elementlaridagi kuchlanish holatini ham aniqlasa bo'ladi.

Kuchlanishlarni aniqlashda magnitoviy belgilar usuli ham qulay usullardan sanaladi. Elementga uning deformatsiyalanishidan oldin tashqi magnit maydoni orqali ma'lum masofada belgi (metka)lar qo'yib chiqiladi. Element deformatsiyalanganida belgilar orasidagi masofalar o'zgaradi. Masofa o'zgarishiga qarab deformatsiyaga va o'z navbatida, kuchlanishga baho beriladi.

Temirbeton konstruktsiyalarida himoya qatlamining qalinligi va armatura diametrini magnit usulida oson va qulay aniqlanadi.

Magnit kuchi ta'siriga asoslangan asboblardan yana bir toifasi magnitometrik asboblار guruhini tashkil etadi (5-13 rasm). Bu toifadagi asboblار metallidagi yoriqlarni, metallarni zanglashdan asrovchi qoplamalar va betonning himoya qatlami qalinligini, armaturaning joylashuvini va,



5.13-rasm. Magnitometrik asboblار:

- a) qoplama qalinligini o'lchaydigan ITP — 1 asbobi;
- b) kuchlanish va yoriqlarni o'lchaydigan INT — M2 asbobi;
- d) armatura parametrlarini o'lchaydigan IPA asbobi.

eng muhimi, metall konstruksiyalarning kuchlanish holatlarini aniqlaydi.

Metall qoplama qalinligini o'lchaydigan asbob ITP — 1 (измеритель толщины покрытия) doimiy magnitning metall tortishuv kuchi bilan qoplama qalinligi orasida bog'liqlik mavjudligiga asoslanadi. Asbobning qo'zg'aluvchi qismini burash orqali uning prujinasi cho'ziladi va metalldan ajralish holatiga keltiriladi. Asbobning ko'rsatkichlari qoplama qalinligiga moslashtirilgan.

Metaldagi kuchlanishlarni o'lchaydigan asbob INT — M2 elastik magnit effektiga, ya'ni magnit o'tuvchanligini metalldagi maksimal kuchlanish qiymatiga bog'liqligiga asoslanadi. Yoriqlarning mavjudligi sochilgan elektr magnit maydoni miqdoriga qarab aniqlanadi va o'lchanadi.

Armaturaning himoya qatlami qalinligini va o'rnashgan o'rnini o'lchaydigan IPA asbobi armatura yaqinida bo'lgan uzatkichning magnit qarshiligi o'zgarishiga asoslanadi. Datchik armatura o'qi bo'ylab o'rnatiladi. Asbobdagi etalon sterjenni qo'zg'atish yo'li bilan indikatora eng kichik ko'rsatkichga erishiladi. Himoya qatlami etalon sterjen bilan asbobning magnit kallagi orasidagi masofaga teng bo'ladi.

Magnit usullaridan foydalanishda, ayniqsa, elektr quvvati qo'llaniladigan ishlarda, xavfsizlik texnikasi qoidalariga qat'iy amal qilish talab etiladi. Barcha asboblarga yerga ulangan bo'lishi shart. Shuni alohida qayd etish lozimki, 24 voltli elektr manbai kishi organizmi uchun xavf tug'dirishi mumkin. Asboblarga yaqinida oson alangalanuvchi moddalarni saqlash man etiladi. Magnit kukuni bilan ishlaganda qo'lni asrash uchun biologik qo'lqop kiyish tavsiya etiladi. Xavfsizlik texnikasiga oid talablar maxsus yo'riqnoma (instruksiya)larda batafsil bayon etilgan.

VI BOB. INSHOOT VA KONSTRUKSIYALARNI TEKSHIRISH

6.1. Naturaviy tekshirishlarning maqsadi, vazifalari va uslubiyati

Naturaviy tekshirish konstruksiyalar, binolar va inshootlarning texnik holatiga umumiy obyektiv baho berish imkoniyatiga ega bo'lgan tadbirlar majmuasidan iborat. Tekshirish natijasida konstruksiyaning ishga yaroqliligi to'g'risida yoki uni ta'mirlash lozimligi haqida xulosa beriladi, konstruksiyani mustahkamlash chora-tadbirlari belgilanadi.

Sanoat binolari konstruksiyalari va inshootlar ekspluatatsiyaga topshirish jarayonida yoki ekspertizalar o'tkazish paytida tekshiriladi. Ekspertiza natijasida obyektning kapital ta'miri, uning rekonstruksiyasi haqidagi masala, agar ahvol og'ir bo'lsa, undan foydalanishni to'xtatish masalasi hal etiladi.

Inshootlarni tekshirish ikki bosqichda amalga oshiriladi. Birinchi bosqichda konstruksiyalarning geometrik parametrlari, qurilish materiallarining mustahkamlik va deformatik xarakteristikalari, nuqsonlari va loyihadan chetlanishlar haqida aniq ma'lumotlar to'planadi. Inshootlarni tekshirishning birinchi bosqichi quyidagi ishlarni o'z ichiga oladi: obyektning ko'zdan kechirish va hujjatlar bilan tanishish; konstruksiyalarning geometrik va fizik parametrlarini asboblarning vositasida o'lchash; tekshirish natijalari bo'yicha qayta hisoblash va xulosa chiqarish. Qayta hisoblash natijalari bo'yicha naturaviy sinovlarni o'tkazish zarurati to'g'risida biror qarorga kelinadi yoki obyektga birinchi bosqich tekshiruvlari asosida baho beriladi.

Ikkinchi bosqichda — konstruksiyalarni naturaviy sinash yo'li bilan undagi haqiqiy chegaraviy holatlar, deformatsiyalanish xususiyatlari, kuchlanishlar haqida qo'shimcha ma'lumotlar to'planadi. Tabiiyki, qo'yiladigan yuklar konstruksiyani ishdan chiqaradigan darajada bo'lmaydi, biroq konstruksiya materialining mustahkamligi to'g'risida dastlabki ma'lumotlarga ega bo'linadi. Har qanday qurilish materialining yemirilishi uzoq davom etadigan jarayon bo'lib, ba'zi materiallar (beton, g'isht) uchun buzuvchi kuchning o'ndan bir qiymatidayoq boshlanadi. Zamonaviy o'ta sezgir o'lchash asboblari yordamida yemirilishning dastlabki belgilari ilg'ab olinishi mumkin.

Shunday qilib, tekshirishlarning ikkinchi bosqichida o'tkaziladigan naturaviy sinovlar konstruksiyalarning yuk ko'tarish qobiliyati to'g'risida ancha aniqroq ma'lumot olish imkoniyatini yaratadi. Biroq shuni ham

e'tiborga olish joizki, naturaviy sinovlar — ancha qimmatga tushadigan tadbir. Foydalanilayotgan binolarda sinov ishlarini bajarish uchun ma'lum muddatga texnologik jarayonni to'xtatib qo'yishga to'g'ri keladi. Shuning uchun, agar tekshiruvlarning birinchi bosqichida olingan ma'lumotlar asosida tavsiya berish mumkin bo'lsa, naturaviy sinovlarni o'tkazmagan ma'qul.

Inshoot bo'yicha tekshiruvlar tugagach, yakuniy xulosa yoziladi. Xulosada tekshiruv natijalariga asoslangan holda obyektga umumiy baho beriladi, qayta hisoblash ishlari yoritiladi, mustahkamlik va deformatsiyalar bo'yicha zaxiraviy koeffitsientlarning haqiqiy qiymatlari qayd etiladi. Xulosa obyektini ishga yaroqliligi to'g'risidagi va inshoot belgilangan muddat mobaynida ishlay olishi haqidagi fikr (prognoz) bilan yakunlanadi.

Shunday qilib, inshootlarni tekshirish — zamidida asboblar yordamida o'ldhash ishlari yotgan bir qancha tadbirlar yig'indisidan tashkil topgan jarayondan iborat. Quyida tekshiruvlar uslubiyaiga oid bo'lgan asosiy qoidalar bilan tanishamiz.

6.2. Obyektzni ko'zdan kechirish va hujjatlar bilan tanishish

Tekshirish ishlari obyektzni dastlabki ko'zdan kechirishdan boshlanadi, keyin hujjatlar o'rganiladi, so'ngra obyekt sinchiklab tekshiriladi, real ekspluatatsiya sharoiti aniqlanadi, konstruksiyalardagi yoriqlar va shikastlangan joylar qayd etiladi.

Dastlabki ko'zdan kechiruvdan maqsad obyektning konstruktiv sxemasini texnik hujjatlar talabiga javob berish darajasini aniqlashdan iborat. Dastlabki ko'zdan kechiruv jarayonida konstruksiyalarning to'liq yoki qisman ishdan chiqqanligini aniqlash mumkin, buni konstruksiya elementlarining fazodagi ko'zga tashlanadigan o'zgarishlari (o'zaro siljish, cho'kish) va ochilgan yoriqlar orqali bilish mumkin. Tekshirishlar chog'ida konstruksiyaning ko'proq shikastlangan uchastkalari, ekspluatatsiya jarayonida noqulay sharoitda qolgan yuk ko'taruvchi elementlar ayon bo'ladi. Betondagi namiqqan joylar, himoya qatlamlarining holati, zang bosgan yerlar kabi nuqsonlar tekshiruvda yaqqol ko'zga tashlanadi. Shunday qilib, dastlabki tekshiruvlarda keyingi tekshiruvlar uchun zarur bo'lgan kerakli ma'lumotlar to'planadi.

Keyin texnik hujjatlar bilan tanishiladi. Bordi-yu, hujjatlar bo'lmasa, u holda quyidagi ma'lumotlar to'planadi:

- obyekt qurilgan yil;
 - obyektzni loyihalashtirishda qo'llanilgan me'yorlar (normalar) ;
 - obyektzni loyihalashtirgan va qurgan tashkilotlar;
 - tekshirilayotgan obyektga o'xshash bo'lgan obyektning texnik hujjatlari.
- Hujjatlarni o'rganayotgan paytda quyidagi hollarga alohida e'tibor bermaq

talab etiladi: loyihaviy hisoblar, inshootlarning tarhi, bo'ylama va ko'ndalang qirqimlari, konstruksiya elementlari va tugunlarning detallashtirilgan ishchi chizmalari; inshootning fazoviy bikirligini ta'minlaydigan konstruktiv sxemasi; qurilish ashyolarining fizik-mexanik parametrlari; qurilish ishlari alohida ko'rinishlarining bajarilish muddatlari; ekspluatatsiya sharoitlari (yuk ko'taruvchi konstruksiyalarga tushuvchi yuklar; binoning tashqarisi va ichkarisidagi maksimal va minimal harorat; texnologik jarayonga bog'liq bo'lgan zararli ta'sirlar: vibratsion ta'sirlar xarakteri; poydevorlarning cho'kishi va cho'kishlarning barqarorlashgan davri); qurilish va obyektini foydalanishga topshirish jarayonida, avvalgi tekshiruvlarda nazorat komissiyalari qayd etgan kamchiliklar va ularni bartaraf etish bo'yicha bajarilgan ishlar; ta'mirlash va mustahkamlash haqida ma'lumotlar.

Tekshirilayotgan inshootning qurilish konstruksiyalari umumiy holda fizik, ximik, biologik va boshqa ta'sirlar ostida bo'lishi mumkin. Loyihalash jarayonida ba'zi real ta'sirlarni hisobga olmaslik yoki inshootdan foydalanish davomida me'yoriy talablardan chetga chiqish ko'pincha shikastlanish va avariyalarga sabab bo'ladi. Shunga ko'ra tekshirishlar chog'ida inshootga ta'sir etuvchi yuklarning aniq qiymatini aniqlash va ularni texnik hujjatlarda ko'rsatilgan miqdorlar bilan taqqoslash zaruriy talablardan biri hisoblanadi.

Yuk ko'taruvchi konstruksiyalarga tushadigan yukning miqdori qurilish ishlari olib borilayotgan vaqtning o'zida yoki undan keyin, ekspluatatsiya jarayonida me'yorlar ortib ketishi mumkin. Inshootga qo'yiladigan foydali yuklarning ortishi, konstruksiyalarga turli qo'shimcha jihozlarning osilishi, tomlarda qorning to'planishi, texnologik changlarning o'tirishi tufayli inshootda qo'shimcha yuklar paydo bo'ladi. Pollarni ta'mirlashda qo'shimcha qatlamlarni yotkizilishi oqibatida yopmalarga tushadigan doimiy yuklarning miqdori ortadi. Binoni sinchiklab tekshirganda ana shunday nuqsonlar ochiladi.

Yuk ko'taruvchi konstruksiyalarning holatiga harorat, namlik, shamolning tezligi va yo'nalishi, texnologik jarayonning agressivligi kabi qator tashqi muhit omillari ham sezilarli darajada ta'sir etadi.

Harorat va namlik konstruksiya elementlarida kuchlanish uyg'otadi, qurilish ashyolarida zang paydo qiladi. Harorat va namlik binoning ham tashqarisidan, ham ichkarisidan o'lchanadi. Sanoat binolarini tekshirishda gaz va suyuqlik, sochiluvchi va qattiq jismlar harorati o'lchanadi. Atrof muhitning harorat va namligi tekshiruv davrining boshidan oxirigacha o'lchab boriladi. Harorat va namlik o'lchovlari natijalari tekshiruvlar davrida olingan meteostansiya ma'lumotlari va tekshiruvlardan ilgari bu borada olib borilgan ko'p yillik axborotlar bilan taqqoslanadi.

Tashqi muhit agressivlik darajasi jihatidan uchga bo'linadi: *noagressiv*,

kuchsiz agressiv va kuchli agressiv. Muhitning agressivlik darajasini aniqlash uchun atmosferada kuzatuv ishlari olib boriladi, qurilish materiallari uchun zararli hisoblangan havodagi va yog'in-sochindan tushgan suyuq, qattiq va gazsimon kimyoviy moddalarning tarkibi, xossasi va konsentratsiyasi asboblari yordamida o'rganiladi. Agressiv moddalarning tarkibi va konsentratsiyasini aniqlash uchun namunalar uch kun mobaynida tomdan yuqori va yerga yaqin qatlamlardan olinadi. Olingan ma'lumotlar muhitning agressivlik toifasini aniqlash va tekshirilayotgan konstruksiyani keyingi hisoblarida kerak bo'ladigan, qurilish materiallari ish sharoiti koeffitsientlarini oydinlashtirish imkonini beradi.

Shamol kuchi hisoblanar ekan, shamolning tezligi va yo'nalishini o'lashda inshoot va relyefning aerodinamik xususiyatlari ta'sirini chiqarib tashlash lozim. O'lashlar yerdan 1,5 m, tomdan eng baland yeridan 2 m balandlikda olinadi.

Konstruksiyalarni detalma-detal tekshirishni eng mas'uliyatli elementlardan boshlash kerak. Tekshirishdan maqsad — shikastlangan joylarni aniqlash. Yuk ko'taruvchi nuqsonli elementlarni shartli ravishda ikki guruhga bo'lish mumkin: birinchi guruh shikastlari ko'zga tashlanmaydi, ikkinchi guruhda kichkina joydagi yemirilishlar ko'rinib turadi. Birinchi guruhga xos nuqsonlarni aniqlashda obyektning tayanch qismlari va birikmalarga alohida e'tibor berish zarur. Elementlar tayanchining to'g'riligi, tayanch maydonchasiga to'g'ri biriktirilganligi, payvandlash sifati, boltli birikmalarning tig'iz buralganligi tekshiriladi. Payvand choklari teshirilar ekan, birinchi navbatda katta zo'riqlik bilan sterjenlar kelib tutashadigan tugunlar ko'zdan kechiriladi. Tekshiruv chog'ida ortiqcha montaj choklarini belgilab qo'yish zarur, chunki ular konstruksiyaning hisoblash sxemasini o'zgartirishi mumkin. Metal konstruksiyalarning siqiluvchan elementlarini alohida sinchkovlik bilan tekshirish zarur. Metal fermalarning siqilishga ishlaydigan sterjenlarida bukilish hollari ko'p uchraydigan nuqsonlardan hisoblanadi. Vertikal va gorizontal bog'lagichlar (svyazi) puxta tekshirilishi lozim.

Nuqsonlarning ikkinchi guruhiga kichik yemirilishlar tufayli zaiflashgan elementlar kiradi. Boltlardagi kesilgan va tilingan joylar, siniqlar, alohida elementlarning uzilgan yeri va boshqalar ana shular jumlasidandir.

Uslubiy nuqtayi nazardan zaiflanishlarning ikki xilini alohida guruhga ajratish mumkin. Bular zanglashlar va yoriqlardir. Tekshirish jarayonida yoriqlarning mavjudligi aniqlanadi, ularning paydo bo'lish sabablari o'rganiladi, eng ko'p zang bosgan joylar belgilanadi.

Konstruksiyalarning zang bosgan elementlarini aniqlashda shuni nazarda tutish kerakki, texnologik jarayon bo'yicha agressiv moddalar mavjud bo'ladigan sexlardagi metall va temirbeton konstruksiyalar ko'proq zanglaydi.

Oddiy bino va inshootlarda agressiv grunt suvlari ta'sirida binoning yer osti qismi va tomi ko'proq zanglaydi. Maksimal kuchlanishlar hosil bo'ladigan uchastkalar, yig'iq kuchlar qo'yilgan joylar, ventilatsiya tizimining kirish qismlari va yaxshi shabadalanmaydigan zonalarda, ko'p chang o'tiradigan joylarda, shuningdek, betonning himoya qatlami va zangga qarshi qoplama ko'chgan yerlarda zang qoplanishini ko'proq kuzatish mumkin.

Qurilish konstruksiyalarining yuk ko'taruvchi elementlarida eng ko'p uchraydigan nuqsonlardan biri yoriqlar bo'lib, bular loyihalash, tayyorlash va ekspluatatsiya qilish jarayonida yo'l qo'yilgan xatolar tufayli vujudga keladi.

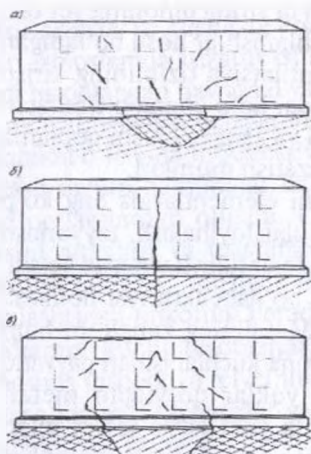
Metall konstruksiyalarda yoriqlarning paydo bo'lishi aksariyat hollarda charchash (усталость) hodisasi bilan bog'liq. Metallning zanglashi ham yoriqlar paydo bo'lishiga olib kelishi mumkin. Harorat kuchlanishlari payvand choklarda mikroyoriqlar hosil qiladi. Statik yuklar qo'yilgan metall konstruksiyalarda yoriqlar quyi temperaturalarda yoki katta tezlik bilan yuklangan hollarda paydo bo'ladi. Metall konstruksiyalarning plastikligi yuqori bo'lganligi uchun ularda yoriqlar temirbeton, g'isht va tosh konstruksiyalarga nisbatan kamroq uchraydi.

Temirbeton va g'ishtin inshootlarni sinchiklab tekshirishda konstruksiyalardagi yoriqlarni o'rganish mas'uliyatli bosqichlardan sanaladi. Yoriqlarsiz inshootlar yoriqli inshootlarga nisbatan kam uchraydi. Agar mikroyoriqlar ham hisobga olinadigan bo'lsa, yoriqlarsiz beton yoki g'isht umuman bo'lmaydi, deb aytish mumkin. Yoriqlarga baho berishda asosiy mezon ularni yuk ko'taruvchi konstruksiyalarga soladigan havfi qay darajada ekanligidir. Xavflilik darajasiga qarab yoriqlarni uch guruhga ajratsa bo'ladi:

- 1) faqat sirtlarning sifatini pasaytiradigan xavfsiz yoriqlar;
- 2) kesimlarni zaiflashtiradigan xavfli yoriqlar;
- 3) ikki guruh o'rtasidagi yoriqlar; bu yoriqlar ekspluatatsion sharoitni yomonlashtiradi, elementning yeyilishini tezlashtiradi, konstruksiyaning ishonchliligi va umrboqiyiligini kamaytiradi, ammo konstruksiyalarga bevosita xavf solmaydi.

Ikkinchi va uchinchi guruh yoriqlari paydo bo'lgan konstruksiyalarda ekspluatatsion sifatlarni tiklashga doir tadbirlar ko'rilishi lozim. Konstruksiyaning o'ziga xos tomonlariga qarab qayta tiklashning turli usullari qo'llanilishi mumkin. Usullarning eng soddasi — yoriqlarni qorishma bilan suvash usulidir. Agar yoriqlar keyinchalik kengayib, konstruksiya mustahkamligiga xavf soladigan bo'lsa, uni alohida tig'izlash lozim bo'ladi.

Olib borilgan ko'p sonli tekshiruvlar natijalarining tahlili temirbeton va g'ishtin inshootlarning yuk ko'taruvchi elementlarida yoriqlarning paydo bo'lishi va rivojlanish qonuniyatlari haqida ma'lum bir tasavvur hosil qilish imkonini beradi.

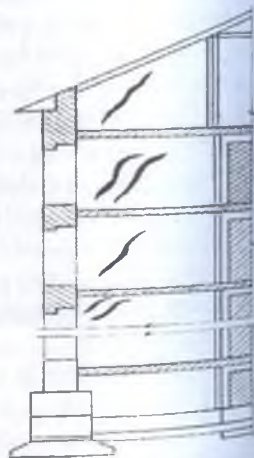


6.1-rasm. Devorlarda notekis cho'kishdan hosil bo'lgan yoriqlar.

Yoriqlar hosil bo'lishining turli variantlarini tahlil qilish uchun yuk ko'taruvchi devor blokini to'sin-devor deb qabul qilamiz. Poydevor chekkalaridagi zamin bo'shroq bo'lsa yoki binoning o'rta qismidagi tayanch mustahkamroq bo'lsa, to'sin-devorning yuqoriroq qismida maksimal cho'zilish kuchlanishlari vujudga keladi (6.1-rasm, a). Eguvchi moment va ko'ndalang kuchlar ta'sirida og'ma yoriqlar paydo bo'ladi. Gruntlar qayishqoqligidagi farq katta bo'lsa, bo'sh va normal zamin orasidagi chegarada vertikal siljish yorig'i kuzatiladi (6.1-rasm, b). Bunda yoriq bo'ylab eng ko'p siljigan joy poydevor atrofida bo'ladi. Agar gruntning zaif qatlami poydevorning o'rta qismiga to'g'ri kelsa (6.1-rasm, d), u holda yoriqlar devorning o'rta qismi tomoniga yo'naladi.

Devorga me'yordan ortiq yuk qo'yilsa, u holda devorda vertikal, gorizontal va og'ma yoriqlar vujudga keladi. Yopmalar noto'g'ri o'rnatilsa, panelning yuqori qismida yoriqlar

Qurilish konstruksiyalarining xususiy og'irligi va foydali yuklar ta'sirida bo'lgan zaminning notekis deformatsiyalanishi zamin ustuvorligining yo'qolishi, gruntlarning bo'rtishi, suv toshishi oqibatida zaminning yuvilishi, tuproqning nam tortishi, poydevor atrofidagi gruntning bir jinsli emasligi kabi sabablar tufayli vujudga keladi. Devordagi yoriqlarning qay tarzda tarqalishi poydevor osti gruntlarining bo'sh yoki zich joylashuviga bog'liq. Zaminning notekis cho'kishidan hosil bo'ladigan yoriqlarning tarqalish sxemasiga binoning fazoviy bikirligini ta'minlovchi tugunlarning konstruksiyasi va birlashtirish usuli ham sezilarli darajada ta'sir etadi. Zaminning notekis deformatsiyalari oqibatida yuk ko'taruvchi devor panellarida (6.1-rasm), choklarda, to'siq va yopma panellarida yoriqlar paydo bo'ladi.



6.2-rasm. To'qqiz qavatli turar joy binosining turlicha deformatsiyalanadigan yuk ko'taruvchi konstruksiyalarida yoriqlarning paydo bo'lish sxemasi.

paydo bo'ladi. Har qanday yoriq devorning yuk ko'tarish qobiliyatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Yoriqlar ichida gorizontal va og'ma yoriqlar xavfliroq sanaladi.

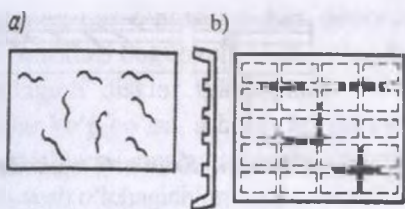
Gorizontal yoriqlar paydo bo'lgan devorlarni asboblari yordamida tekshirishda albatta devorni panel qirg'og'iga nisbatan egilishini aniqlash zarur.

Bino vertikal elementlarining deformatsiyalanish va yuklanish bo'yicha farqlari yuk ko'taruvchi devorlarning notekis cho'kishiga sababchi bo'ladi. Yonma-yon joylashgan vertikal konstruksiyalarning nisbiy siljishlari bino balandligi bo'yicha ortib boradi. Bu esa panellarning tutashuv choklarida vertikal, to'siq va devor panellarida og'ma yoriqlarning vujudga kelishiga olib keladi. Devor panellari turlicha deformatsiyalanganda yoriqlar binoning yuqori qismlarida rivojlanadi (6.2-rasm).

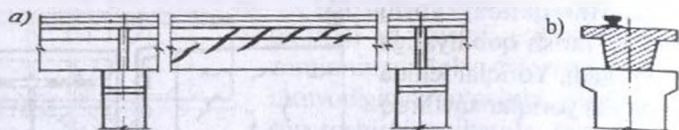
Devor panellari va yopma plitalari sirtida qurish jarayonida kirishish tufayli hosil bo'ladigan yoriqlar tartibsiz tarqaladi (6.3-rasm, a). Qovirg'ali plitalarda, uch qatlamli panellarda, to'sinlarda, eshik yoki deraza o'rni (proyom) qoldirilgan devor panellarida kirishish yoriqlari ancha chuqurlashib boradi (6.3-rasm, b).

Bunday yoriqlar kesimning shakli o'zgargan joylarda (qovirg'a va polkaning tutashgan yerlarida, deraza va eshik o'rinlarining burchaklarida va h.k.) vujudga keladi. Ichki konstruksiyalarda hosil bo'lgan kirishish yoriqlarining kengligi 0,3 mm dan kichik bo'lsa, agressiv bo'lmagan normal muhit uchun xavfli emas. Yoriqlar kengligi kattaroq bo'lsa, u holda ular armatura va quyma detallarda korroziya hosil bo'lishiga, sirtqi qatlamlardagi deformatsiyalarning ortishiga hamda zo'riqishlarni notekis tarqalishiga sababchi bo'lib qolishi mumkin. Yirik kirishish yoriqlari devor panelining bir tomonida joylashsa, vertikal yuklar panel qatlamlari bikirligiga proporsional ravishda taqsimlanib, normal kuchlar eksentrisitetini hosil qiladi, bu esa o'z navbatida devorni qabarishga va buning oqibatida gorizontal yoriqlar paydo bo'lishiga olib keladi. Tashqi temirbeton konstruksiyalarida ochilgan kirishish yoriqlari yaxshilab berkitilishi lozim. Aks holda yoriqlarga suv kirib, sovuqda muzlab, yoriqlarning kengayishiga sabab bo'ladi.

Tekshiruvlar jarayonida ko'pincha temirbeton yopmalardagi yoriqlarga duch kelamiz. Yopmalar (перекрытия) inshootning fazoviy bikirligini ta'minlar va vertikal yuklarni qabul qilar ekan, murakkab kuchlanish holatida bo'ladi. Chordoq va yerto'la yopmalari, bulardan tashqari, harorat va namlik



6.3-rasm. Kirishish yoriqlarining joylashish sxemalari.



6.4-rasm. Kran osti to'sinida hosil bo'lgan urchuqsimon yoriqlar.

ta'sirida bo'ladi. Shunga ko'ra yoriqlarning paydo bo'lish sabablari yoriqlarning kengligi va chuqurligini, betonning mustahkamligini, himoya qatlaminig qalinligi va armatura diametrini asboblarda yordamida o'lchash orqali aniqlanadi. Yoriqlar orasida konstruksiyaga (masalan, to'singa) nisbatan ko'ndalang yo'nalgan yoriqlar havfli sanaladi. Paydo bo'lish sabablaridan qat'i nazar bunday yoriqlar hisobiy kesimlarning zaiflashuviga olib keladi.

Temirbeton to'sinlarga, masalan, kran osti to'sinlariga katta miqdorda vertikal kuchlar qo'yilsa, og'ma yo'nalishda urchuqsimon yoriqlar paydo bo'lishi mumkin (6.4-rasm, a). Yoriqlar kesimning og'irlik markazi yaqinida pqlkada kengroq ochiladi.

Bunday yoriqlarning paydo bo'lishiga sabab, hisoblash jarayonida hisobga olinmagan, relsning balka o'qidan qochishi natijasida paydo bo'lgan vertikal kuchlar eksentrisiteti tufayli vujudga kelgan qo'shimcha burovchi momentlarning hisobga olinmaganligidir (6.4-rasm, b).

6.3. Konstruksiyalarning geometrik va fizik parametrlarini asboblarda vositasida o'lchash

Naturada tekshirilayotgan konstruksiyalarning geometrik parametrlariga quyidagilar kiradi:

- elementlar uzunligi va ko'ndalang kesimlarning hisobiy o'lchamlari;
- yuk ko'taruvchi elementlarning holatini belgilovchi o'lchamlar, fazoviy sistemalar konstruksiyalarining siljishlari;
- elementlarning turli nuqtalari ko'chishlari (cho'kishlar, solqiliklar, og'ish burchaklari va h.k.).

Geometrik parametrlarni asboblarda yordamida nazorat qilish tanlash yo'li bilan o'tkaziladi va teshiruv natijalariga qarab rejalashtiriladi. Inshoot konstruksiyalarining geometrik parametrlarini yoppasiga nazorat qilish juda keng hollarda amalga oshiriladi. Instrumental tekshiruvlar tanlab o'tkazilganda qator elementlarning eng zo'riqqan uchastkalari tanlanadi. Uzunlik bo'yicha elementning uchta kesimi tekshiriladi.

Yuk ko'taruvchi konstruksiyalari bir xil bo'lgan sanoat binolarini

tekshirganda stropil ferma va ustunlarning har o'ntasidan biri, haroratli blokda uchdan biri; ikki stropil fermasi orasidagi bog'lovchi elementlar; har bir ustunlar qatoridan bittadan bog'lagich disklar tekshiriladi. Po'lat konstruksiyalarda zang bosgan elementlar ko'p bo'lsa, asbobiy tekshiruvlar barcha elementlarda o'tkaziladi. O'lchash ishlarini amalga oshirishda ruletka, metall chizg'ich, shtangensirkul va ultratovush o'lchagichlardan foydalaniladi.

Yuk ko'taruvchi elementlarning siljishi shovun, chizg'ich, nivelir va teodolit yordamida o'lchanadi. O'lchash ishlari inshootning tashqarisida olib borilsa, fotogrammetriyadan foydalanish tavsiya etiladi. Tekshiruvlar davomida yuk ko'taruvchi ustun va devor panellarining vertikaligi, ustun va panellarning cho'kish, burchaklarning to'g'riligi, kran osti relslari va kran osti to'sinlari o'qlarining qo'zg'alishi, montaj jarayonida paydo bo'lgan eksentrisitetlar aniqlanadi.

Panellarning tutashuv yerlarini tekshirishda choklarning qalinligi oddiy metall chizg'ichda o'lchanadi, chokka ishlatilgan qorishmaning sifati ilgaksimon asbob bilan tekshiriladi. Yopma panellarning tayanish chuqurligi tayanchning ikki tomonidan tekshiriladi. Buning uchun qorishmaning ozgina joyi ochiladi va G — simon maxsus chizg'ich bilan o'lchanadi.

Yoriqning borligi ma'lum bo'lgach, uning geometrik parametrlarini aniqlash lozim bo'ladi. Yoriqning eni sakkiz karra kattalashtiradigan lupa yoki mikroskop yordamida o'lchanadi. Yirik yoriqlar ($\pm 0,1$ mm) kengligini uzoq masofadan turib (50 m gacha) aniqlash uchun geodezik asboblardan foydalaniladi.

Barqarorlashgan yoriqlarning geometrik parametrlari aniqlangach, yoriqlar tufayli zaiflashgan konstruksiya elementini qayta hisoblash uchun kerak bo'ladigan dastlabki ma'lumotlarni bersa bo'ladi.

Barqarorlashmagan yoriqlarda biroz boshqacha yo'l tutiladi: bunda asbobiy o'lchovlar bosqichma-bosqich o'tkaziladi, nazorat ishlari olib boriladi va hujjatlashtiriladi. Nazoratning har bir bosqichida ko'zga ko'rinadigan yoriqlar nazorat daftarida chizib qo'yiladi, konstruksiya sirtida yoriqlarning trayektoriyasi, o'lchamlari belgilanadi. Yoriqlar ko'p bo'lgan joylarda yoriqlar xaritasini tuzish uchun suratga olinadi. Suratda yoriqning kengligi, o'qlarga nisbatan yo'nalishi va olingan kuni qayd etiladi.

Xavfli yoriqni ilk bor tekshirganda unga standart mayaklar (belgilar) o'rnatiladi. Mayaklar Yangi gipsdan tasmacha ko'rinishida yasab, yoriqqa ko'ndalang ravishda yopishtiriladi. Mayakning uzunligi 10-15 sm ni tashkil etadi. Mayak o'rnatilgan kun konstruksiya va jumalga yozib qo'yiladi. Yoriq kattalashganda to'g'ri o'rnatilgan mayak sinadi.

Hozirgi davrda yoriqlar paydo bo'lishi va kengayishini an'anaviy usullar orqali o'rnatish va nazorat qilish bilan bir qatorda birmuncha takomillashgan

yangi zamonaviy usullar ham amaliyotga kirib kelmoqda. Bu borada akustik usullar, jumladan, akustik emissiya usuli istiqbolli usullardan sanaladi. Agar konstruktsiya materialida yoriq paydo bo'lsa yoki bor yoriq kengaysa, bu yoriq atrofidagi kuchlanishlarning dinamik kamayganligidan darak beradi. Akustik signalning quvvati yoriqning geometrik parametriga va o'sha zonadagi kuchlanishlarga bog'liq. Akustik asboblarning uzunligi mikronning ulushlari bilan o'lchanadigan yoriqlarni o'lchash imkoniyatiga ega. Yoriqlarning kengayishini gips mayaklari orqali aniqlashga nisbatan akustik emissiya usulining afzalligi bor. Gips mayaklarning sinishi orqali yoriqning kengayganligini bilish mumkin, xolos. Akustik emissiya usulida esa yoriqlarning xavflilik darajasini ham aniqlasa bo'ladi.

Korroziya ta'sirida yemirilish konstruktsiyalar uchun xavfli shikastlanishlar sirasiga kiradi. Ko'ndalang kesim o'lchamlarining kichrayishi va betonning strukturaviy zaiflanishlarga ultratovush o'lchashlar va mikroskopik tahlillar orqali baho beriladi. Atrof-muhitning salbiy ta'siri eng avval betonning sirt qatlamida aks etadi. Shunga ko'ra bunday shikastlarning xavflilik darajasini belgilashda beton yoki temirbeton konstruktsiyaning qalinligi muhim rol o'ynaydi. Zararlangan qatlamning qalinligi betonning yoshi, zichligi hamda zararli muhitning ta'sir etish muddati va xarakteriga bog'liq.

Korroziya — qurilish konstruktsiyalarida ko'p uchraydigan shikastlanishlardan biridir. Metal konstruktsiyalari va armaturalarda korroziya (zanglash)ning miqdoriy parametri sifatida hisobiy kesimlar va metall turg'unligining kamayishi qabul qilingan.

Metallning turg'unligi (стойкость) korroziyaning tezligi bilan aniqlanadi (qalinlikning kamayishi, mm/yil hisobida). O'rtacha agressiv muhitda o'rtacha tezlikda (0,1 mm/yil) 25 yil mobaynida kesimlar 5% ga zaiflashadi. Agressiv muhitda o'sha vaqt mobaynida zaiflashish 20–25% ni tashkil etadi.

Metall va armatura po'latning korroziyalanish darajasi asbobiy o'lchashlar va metallografik usullar yordamida aniqlanadi. Kesimning zaiflanish darajasiga oksidlanish qatlamining qalinligiga qarab taqribiy baho bersa bo'ladi. Zaiflashuvning aniq qiymati metall sirtidagi zanglarni obdon tozalagandan keyin element qalinligini o'lchash yo'li bilan aniqlanadi. Korroziya chuqurchali bo'lsa, uning chuqurligi igna uchli indikator yordamida o'lchanadi. Bunday holda chuqurchadagi zanglar ham kimyoviy eritmalar yordamida yaxshilab tozalanadi.

6.4. Qayta hisoblash va tekshiruv natijalari bo'yicha umumiy xulosalar

Inshootning yuk ko'tarish qobiliyati va foydalanishga yaroqliligi haqida uzil-kesil xulosa chiqarish maqsadida tekshirish chog'ida to'plangan haqiqiy

ma'lumotlar bo'yicha konstruksiyalar qayta hisoblanadi. Tekshirilgan konstruksiyalarni qayta hisoblash quyidagi hollarda talab etiladi:

- konstruksiyaning hisobiga doir ma'lumotlar kam yoki umuman bo'lmasa (masalan, hujjatlari saqlanib qolmagan eski binolarda);

- hisobiy ma'lumotlar bilan tekshiruv natijasida aniqlangan haqiqiy ma'lumotlar orasida katta tafovut bo'lsa;

- inshootning yuk ko'tarish qobiliyati va deformatsiyasiga salbiy ta'sir etadigan nuqsonlar va shikastlar mavjud bo'lsa.

Qayta hisoblash natijalari asosida inshootdan normal foydalanish imkoniyati bor-yo'qligi aniqlanadi, kerak bo'lsa zaruriy cheklovlar (yukning miqdori, harakat tezligi va boshqalar) o'rnatiladi, shuningdek, kuchaytirilishi talab etilgan element va birikmalar belgilanadi.

Agar tekshiruv natijalariga ko'ra sinovlar o'tkazishga qaror qilinsa, qayta hisoblar sinash yuklarini aniqlash va sinaladigan konstruksiyada hosil bo'ladigan tegishli zo'riqish, kuchlanish, deformatsiya va ko'chishlarni aniqlash bilan cheklanadi. Hisob natijalari inshootning haqiqiy holatiga yaqin kelishligi uchun hisob ishlarini eng aniq usullar bilan amalga oshirish talab etiladi.

Tekshirish va qayta hisoblash yakunlariga ko'ra tadqiq etilgan obyektning holatiga umumiy baho beriladi, undan foydalanish imkoniyatlari to'g'risida xulosa chiqariladi. Obyektning normal holatga keltirish uchun bajarilishi lozim bo'lgan tadbirlar ko'rsatiladi, ekspluatatsiya mobaynida amal qilinishi lozim bo'lgan talablar sanab o'tiladi.

Aniqlangan nuqsonlar sinov daftariga yozib boriladi. Sinov daftariga chizmalar, suratlar va fotorasmlar ilova qilinadi; imkon bo'lgan vaziyatlarda shikastlar sababi va rivojlanish darajasi ko'rsatiladi. Zudlik bilan bartaraf etilishi lozim bo'lgan nuqsonlar (defektlar) alohida qayd etiladi.

Zarur bo'lgan hollarda tekshiruvdan o'tgan obyekt holatini (amaldagi ekspluatatsiya qoidalariga qo'shimcha ravishda) doimiy nazorat ostiga olish to'g'risida ko'rsatmalar beriladi.

Agar tekshiruv va qayta hisoblash natijalari tadqiq etilayotgan obyektning ishga yaroqli yoki yaroqsiz ekanligi to'g'risida qat'iy qarorga kelishga yetarli bo'lmay, obyektning sinash maqsadga muvofiq deb topilsa, u holda har taraflama asoslangan xulosa yoziladi. Ko'zda tutilgan sinovlarning xarakteri va hajmi ko'rsatiladi.

VII BOB. BINO VA INSHOOTLAR KONSTRUKSIYALARINI SINASH

7.1. Naturaviy sinash uslubi asoslari

Inshootlarni yanada chuqurroq va har taraflama tekshirish maqsadida yuk ko'taruvchi konstruksiyalar ustida eksperimental tadqiqotlar olib boriladi. Eksperimental ishlar umumiy tekshiruvning oxirgi bosqichlarida amalga oshiriladi. Bundan ko'zlangan maqsad konstruksiyaning haqiqiy ishi to'g'risida mufassalroq ma'lumot olishdir.

Naturaviy sinovlarni o'z ichiga olgan eksperimental tadqiqotlar maxsus laboratoriyalarga topshiriladi. Uncha murakkab bo'lmagan sinovlarni qurilish tashkilotlari yoki zavodlarning o'zi ham bajarishi mumkin.

Bevosita naturaviy sinovlar bilan bog'liq bo'lgan ishlar quyidagilardan iborat:

- texnik vazifani belgilash;
- texnik hujjatlarni tayyorlash;
- sinaladigan konstruksiya, asbob va uskunalarni tayyorlash;
- sinov natijalarini qayta ishlash.

Texnik hujjatlarga — sinash ishlari dasturi, sinash loyihasi, sinalayotgan konstruksiyaning tekshiruv hisobi kiradi. Ishchi dastur naturaviy sinovlarning asosiy uslubiy hujjati hisoblanadi. Ishchi dasturda sinov maqsadi va vazifalari hamda ish tartibi bayon etiladi, sinov yukining qiymati ko'rsatiladi, yuk va asboblarni o'rnatish sxemasi beriladi, qo'llanilayotgan o'lchash asboblari ro'yxati keltiriladi, sinov natijalarini qayta ishlash uslubi, xavfsizlik texnikasi tadbirlari tafsili o'rin oladi.

Dasturning asosiy qismini sinash obyektining tavsifi tashkil etadi. Sinash obyekti konstruksiyaning bir yoki bir necha elementi, konstruksiyaning bir qismi yoki konstruksiyaning o'zi bo'lishi mumkin. Statik sinovlar jarayonida ko'pincha xavfli sanalgan alohida elementlar sinaladi.

Sinash loyihasi barcha konstruksiyalarning va yuklash uskunalarining chizmalaridan; konstruksiyani to'liq buzilishdan saqlovchi va ishchilarning xavfsizligini ta'minlovchi moslamalarning chizmalaridan tashkil topadi. Sinash loyihasi tarkibida yana sinovlar jarayonida konstruksiyani tekshirib turish uchun lozim bo'ladigan havozaalarning chizmalari, shuningdek, konstruksiya va asboblarni ekspluatatsion yuk va boshqa ta'sirlardan muhofaza qiladigan moslamalarning chizmalari ham o'z aksini topadi.

Sinalayotgan konstruksiyaning hisobi dastlabki tekshiruv natijalari asosida materialda aniqlangan nuqsonlarni, o'lchamlardagi xatolarni va boshqa

kamchiliklarni hisobga olgan holda bajariladi. Hisoblashlar natijasida asboblar oʻrnatilgan joylardagi deformatsiyalar, kuchlanishlar va koʻchishlar aniqlanadi. Hisob maʼlumotlari yuklanishlarning barcha bosqichlarida olingan eksperimental qiymatlar bilan nazariy qiymatlarni taqqoslash imkonini beradi.

Naturaviy sinovlarning asosiy vazifasi yuklangan konstruktsiya elementlarida hosil boʻladigan koʻchish, deformatsiya va kuchlanishlarning haqiqiy qiymatlarini aniqlashdan iborat. Mazkur vazifani ado etish uchun sinovlarni uch bosqichda oʻtkazish koʻzda tutiladi: konstruktsiyadagi toʻliq kuchlanishlarni yuk qoʻymasdan ilgari aniqlash; hisoblash sxemasi va hisoblash usulini tekshirish maqsadida konstruktsiyaga kamroq kuch koʻyib sinash; oxirgi bosqichda konstruktsiyaga katta kuch qoʻyib sinash.

Eksperimentning maqsadiga qarab, sinov yoʻli bilan obyektning quyidagi xarakteristikalarini aniqlanadi:

1) yuk koʻtarish qobiliyati; bunda sinalayotgan obyektning mustahkamligi yoki ustuvorligini yoʻqotadigan yukning qiymati aniqlanadi;

2) bikirligi; bunda obyektidan normal foydalanish imkonini beradigan koʻchishlarning chegaraviy qiymati aniqlanadi;

3) yoriqbardoshlik; bunda ekspluatatsiya jarayonida ruxsat etilgan meʼyordan ortiqcha yoriqlar paydo qiladigan yukning qiymati aniqlanadi.

Sinash ishlari vazifalariga koʻra quyidagi turlarga boʻlinadi:

1. Qabul qilish sinovlari; bunday sinovlar qurib bitkazilgan inshootlarni foydalanishga topshirishdan ilgari bajarilib, obyektning umumiy holati, kuchlanishlarning loyiha va meʼyoriy talablarga mosligi tekshiriladi.

2. Foydalanilayotgan inshootlarni sinash; baʼzan texnogen taʼsirlar natijasida inshoot turli darajada shikastlanadi. Shunday hollarda bundan buyon obyektidan foydalanish masalasini hal etish uchun uni sinovdan oʻtkaziladi. Bundan tashqari, obyekt rekonstruktsiya qilinadigan boʻlsa yoki undan foydalanish xarakteri oʻzgarsa, unga qoʻyiladigan ekspluatatsion yuklarni oshirish imkoniyatini oʻrganish maqsadida sinash ishlari amalga oshiriladi.

3. Zavodlarda seriyali ishlab chiqariladigan buyumlardan alohida namunalar tanlab olinib, buzilgunga qadar sinaladi. Bu kabi tanlanma sinovlarni oʻtkazishdan maqsad chiqarilayotgan mahsulotlarning sifatiga yalpi baho berishdan iborat.

4. Ilmiy-tadqiqot sinovlari; bunday sinovlar yangi konstruktiv yechimlar qabul qilingan hollarda hamda yangi hisoblash usullarini tekshirishda; yangi

qurilish materiallari qo'llanilganda; ekspluatatsiya jarayonida noqulay muhitga duch kelinishi mumkin bo'lgan hollarda o'tkaziladi. Sinovlar naturada yoki laboratoriya sharoitida o'tkazilishi mumkin.

Obyektning sinovdan keyingi holatiga qarab quyidagi ikki hol uchrashini mumkin:

1) obyektlar sinovlardan so'ng ekspluatatsiyada davom etadigan bo'lsa, sinov jarayonida ehtiyot bo'lib, ortiqcha shikastlanishlarga yo'l qo'yilmaydi;

2) sinovlardan so'ng obyektlardan foydalanish ko'zda tutilmasa, u holda to'liq informatsiyaga ega bo'lish uchun, sinovlar obyekt buzilgunga qadar davom ettiriladi.

7.2. Inshoot konstruksiyalaridagi kuchlanishlarni aniqlash

Ma'lumki, xavfli kesimdagi haqiqiy kuchlanish konstruksiya materialining mustahkamlik chegarasidan oshganda konstruksiya buziladi. Demak, kuchlanish konstruksiyaning holatiga baho berishda muhim ko'rsatkichlardan biri sanaladi. Biroq shunga qaramay, konstruksiyadagi kuchlanishlarni bevosita o'lchaydigan asbob va usullar mavjud emas. Kuchlanishlar haqidagi ma'lumotlar deformatsiya yoki boshqa ko'rsatkichlar orqali olinadi. Shunda ham kuchlanishning mutloq qiymati emas, balki uning orttirmasi aniqlanadi. Naturaviy sinovlarda kuchlanishning to'liq qiymatini aniqlash muhim ahamiyat kasb etadi:

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 ,$$

bu yerda: σ_1 — konstruksiyaning xususiy og'irligidan hosil bo'lgan kuchlanish;

σ_2 — foydali yuklardan hosil bo'lgan kuchlanish;

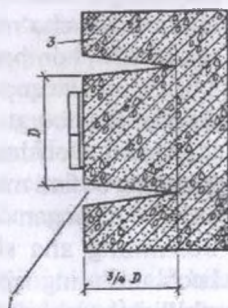
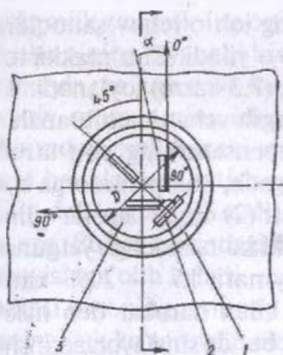
σ_3 — qo'shimcha kuchlanishlar (harorat va cho'kish kuchlanishlari).

To'liq kuchlanishlarni aniqlash bo'yicha bajariladigan eksperimentlar yo birinchi bosqich tekshiruvlarining yakuniy qismida, yoki ikkinchi bosqich naturaviy sinovlarning avvalida amalga oshiriladi.

To'liq kuchlanishlarni aniqlashda yuksizlash, ya'ni yukni olish usulidan keng foydalaniladi. Bu usulga ko'ra konstruksiyaning tekshirilayotgan qismi, o'rnatilgan asboblardan yordamida kerakli o'lchovlar olib bo'lingandan keyin, yukdan ozod qilinadi. Shundan so'ng yana qayta o'lchanadi. Topilgan deformatsiyalarning avvalgi va keyingi qiymatlari farqi bo'yicha kuchlanishlar aniqlanadi.

7.1-rasmda betonning tekshirilayotgan qismi tasvirlangan. Agar ixtiyoriy uch yo'nalish bo'yicha deformatsiyalar ma'lum bo'lsa, u holda elastiklik

nazariyasi formula-
laridan foydalanib, bosh
maydonchalar normali
yo'nalishi hamda bosh
kuchlanishlar qiymat-
larini aniqlash mumkin.
To'rtinchi tenzorezistor
hisoblangan qiymatlarni
tekshirish va tuzatish
uchun zarur bo'ladi.
Shuni qayd etish
lozimki, kuchlanish-
larni hisoblashdagi
aniqlik darajasi ko'p
jihatdan elastiklik mo-
duli va Puasson koeffit-
sientlarini qay yo'sinda aniqlanganligiga bog'liq..

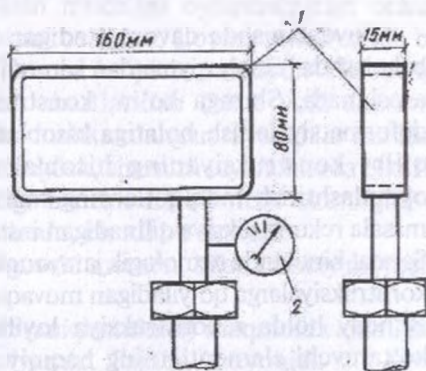
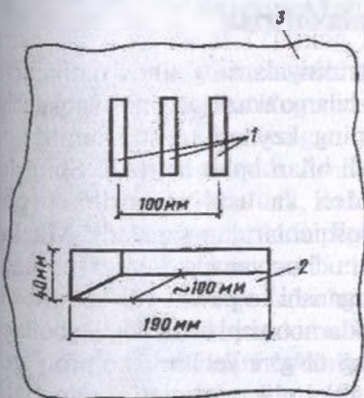


7.1-rasm. To'liq kuchlanishlarni aniqlash uchun yukni olish usuli:

1 — halqa o'yoq; 2 — tenzorezistorlar;
3 — betonning tekshirilayotgan qismi.

Agar spravochniklarda berilgan qiymatlardan foydalanilsa, kuchlanishning topilgan qiymati taqribiy bo'ladi. O'yib olingan namunalarni sinash orqali topilgan elastik doimiylar hisobda juda yaxshi natijalar beradi.

Betonning sirtga yaqin qatlamlaridagi siqilish kuchlanishlarini aniqlashda kompensatsion usuldan foydalaniladi (7.2-rasm). Kuchlanishlarni kompensatsion usulda aniqlashda tekshirilayotgan sirt (3) ga siquvchi bosh kuchlanishlar yo'nalishida tenzorezistorlar (1) yopishtiriladi va ularni



7.2-rasm. Betondagi to'liq kuchlanishlarni kompensatsion usulda aniqlash.

7.3-rasm. Kompensator.

asboblarga ulab, boshlang'ich o'lchov sanoqlari olinadi. Keyin 100 mm chuqurlikda cho'ntak (2) o'yiladi. Cho'ntakka to'g'ri to'rtburchak shakliga ega bo'lgan kompensator (7.3-rasm) joylanadi. Kompensator yon devorlari 1 bikir, tubi va qopqog'i egiluvchan membranalaridan tashkil topgan metall qutichadan iborat. Kompensatorning yon atrofi sement qorishma bilan qoplanadi. Qorishma qotgach, kompensatorga bosim ostida moy haydaladi. Moyning bosimi manometr (2) orqali nazorat qilinadi. Bosim tenzorezistorlar orqali o'lchangan dastlabki ko'rsatkichga yetgunga qadar ko'tarilib boriladi. Bosimning ana shu qiymati 15 — 20% xatolik bilan o'sha yerdagi kuchlanishning qiymati bilan barobar deb hisoblanadi. Usulning asosiy afzalligi shundan iboratki, bunda sinalayotgan inshoot materialining elastiklik modulini aniqlashga ehtiyoj bo'lmaydi.

To'liq kuchlanishlarni aniqlashning ko'rib o'tilgan usullari elementning bir qismini o'yish — buzish bilan bog'liq. Agar bu nuqson (defekt)lar elementning ekspluatatsion sifatlariga salbiy ta'sir ko'rsatadigan bo'lsa yoki bu nuqsonlar keyinchalik kattalashib, inshootga xavf soladigan bo'lsa, yemirmaydigan usullardan foydalanishga to'g'ri keladi. Qattiq jismlarda ultratovush to'lqinlarining tarqalish qonuniyatlariga asoslangan akustik usul bunday hollarda eng maqbul usullardan sanaladi. Bosh kuchlanishlarni ultratovush usuli bilan aniqlashda materialning elastik doimiylari ham ultratovush sinovlari orqali aniqlanadi. (Akustik usul haqida 5 — bobda batafsil ma'lumot berilgan.)

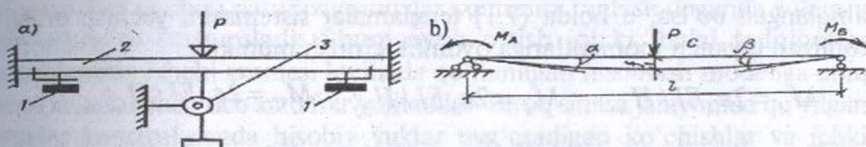
7.3. Sinov natijalari bo'yicha konstruksiyalarning hisoblash sxemalarini oydinlashtirish

Foydalanishda davom etadigan konstruksiyalarning sinov natijalarini baholashda hisobiy qiymatdan kamroq kuch bilan o'tkazilgan sinov natijalariga asoslanadi. Shunga ko'ra, konstruksiyaning keyingi mustahkamligi va deformatsiyaning holatiga hisoblash yo'li bilan baho beriladi. Shunday qilib, konstruksiyaning hisoblash modeli va usulini tajriba orqali oydinlashtirish tadqiqotlarning muhim bosqichlaridan sanaladi. Mazkur masala rekonstruksiya qilinadigan inshootlar uchun yanada dolzarb tus oladi. Sanoat binolarida texnologik jarayonning o'zgarishi ko'pincha yuk ko'taruvchi konstruksiyalarga qo'yiladigan muvaqqat yuklarni ortishi bilan bog'liq bo'ladi. Bunday holda rekonstruksiya loyihasining to'g'ri yechimi ko'proq yuk ko'taruvchi elementlarning haqiqiy mustahkamlik zaxiralarini qanchalik aniq topilishiga bog'liq. Hisobga olinmagan bunday zaxiralar hamisha mavjud bo'ladi, chunki loyiha amaliyotida shartli modellardan foydalaniladi. Hisoblash uslubiya-tida yo'l qo'yiladigan soddalashtirishlar oxir oqibatda

konstruksiyaning mustahkamlik zaxirasining ortishiga olib keladi. Masalan, bir qavatli sanoat binosi ustunining tayanchi hisoblash sxemasida bikir deb qabul qilinadi, aslida tayanchda ma'lum deformatsiya sodir bo'lishi mumkin, bu esa tayanchdagi haqiqiy momentning hisobiy momentdan kichikroq bo'lishiga olib keladi. Shunday mulohazani ustunning yuqori uchi bilan rigelning tutashgan tuguni haqida ham aytish mumkin. Ushbu tugun ham hisoblash sxemasida bikir deb qabul qilinadi, aslida esa bu tugun ham qayishqoqlik xususiyatiga ega. Bu hol tugundagi haqiqiy momentning hisobiy momentga nisbatan kamayishiga olib keladi.

Binoning fazoviy karkasi binoning umumiy bikirligini ta'minlash bilan bir qatorda konstruksiyaning yuk ko'taruvchi elementlaridagi zo'riqlashlarni qayta taqsimlanishiga ham ta'sir etadi.

O'tkazilgan tadqiqotlarning ko'rsatishicha, tsex konstruksiya-sining fazoviy ishi tufayli eguvchi momentlarning qiymati 60% ga qadar kamayishi mumkin ekan. O'z navbatida ko'chishlar ham tekis rama sxemasi bo'yicha topilgan ko'chishlarga nisbatan ancha kam bo'lar ekan.



7.4-rasm. Hisoblash sxemasini oydinlashtirishga doir sxema.

7.4-rasm, a da murakkab fazoviy konstruksiyadan ajratib olingan egiluvchan element (2) ning hisoblash modelini oydinlashtirish uchun o'tkaziladigan tajriba sinovining sxemasi berilgan. Loyiha amaliyotida bu kabi alohida elementning mustaqil hisobi ko'plab uchraydi. Hisobdagi noaniqliklar ideallashtirilgan tayanch shartlaridan (bikir yoki sharnirli tayanchlar) kelib chiqadi. Amalda bikir mahkamlangan tayanchlar ma'lum darajada qayishqoq bo'ladi, xuddi shuningdek, sharnirli tayanchlarda bikirlik alomatlari mavjud bo'ladi. Egilishdagi bikirlik EI element uzunligining oxirigacha, ayniqsa nuqsonli elementlarda, bir xil bo'lmaydi.

Ana shu sabablarga ko'ra haqiqiy eguvchi moment bilan hisobiy moment orasida katta tafovut paydo bo'ladi.

Hisoblash modelini oydinlashtirish (aniqlashtirish) maqsadida ajratilgan elementning o'rtasiga yig'iq kuch qo'yamiz. Tajriba jarayonida shu kuch ta'sirida kamida uch nuqtada hosil bo'lgan ko'chish va og'ish burchaklarini aniqlaymiz. Tayanch va oraliq kesimlaridagi deformatsiyalar haqida ma'lumotlar olinsa yanada yaxshi bo'ladi. Kalta bikir to'sinlarda

tayanchlarning cho'kishini aniqlash tavsiya etiladi. Kerakli ma'lumotlarni olish uchun to'sinning o'rtasiga, ya'ni eng katta solqilik vujudga keladigan nuqtaga solqilik o'Ichagich (progibomer) (3), ikki tayanch oldiga ikkita klinometr (1) o'rnatiladi.

Tajriba yo'li bilan topilgan solqilik f , og'ish burchaklariga asoslanib (7.4-rasm, b) uchta noma'lum (M_A , M_B , E_L)ni aniqlash uchun tenglamalar sistemasini yechish lozim bo'ladi:

$$\alpha = \alpha_p - \left(\frac{M_A l}{3EI} + \frac{M_B l}{6EI} \right) \quad \beta = \beta_p - \left(\frac{M_B l}{3EI} + \frac{M_A l}{6EI} \right) \quad f = f_p - \frac{(M_A + M_B) l^2}{16EI}$$

bu yerda: α_p, β_p, f_p — sharnirli tayangan balkada tashqi kuchdan hosil bo'lgan og'ish burchaklari va solqilik.

Biz ko'rayotgan sxema uchun

$$\alpha_p = P\ell^2 / 16EI; \quad \beta_p = \alpha_p; \quad f_p = P\ell^3 / 48EI.$$

Agar sinovlar jarayonida tayanch kesimlaridagi deformatsiyalar ε ham aniqlangan bo'lsa, u holda (7.1) tenglamalar sistemasini yechish orqali topilgan tayanch momentlariga oydinlik kiritish mumkin.

$$M_A = 2\varepsilon_A EI / H_A; \quad M_B = 2\varepsilon_B EI / H_B; \quad M_C = 2\varepsilon_C EI / H_C;$$

Bu yerda: $\varepsilon_A, \varepsilon_B, \varepsilon_C$ — A, B, C -nuqtalarining deformatsiyalari;

H_A, H_B, H_C — element kesimining balandligi; M_C — balka o'rtasidagi eguvchi moment.

Tajribadan olingan ma'lumotlar asosida amalga oshirilgan hisoblarning uzil-kesil natijalari boshlang'ich hisob modeliga tayanch momentlarining koeffitsientlari ko'rinishida kiritilishi mumkin. Ushbu koeffitsientlar tayanch momentlarining haqiqiy qiymati hisobiy qiymatlardan necha marotaba kam ekanligini ko'rsatib turadi. Shuni qayd etish lozimki, bikir tayanchning muloyimlik darajasi (податливость), demak koeffitsientning qiymati umuman yuklanish miqdoriga bog'liq. Yuklanish kamroq bo'lsa, tayanch muloyimroq bo'ladi. Buning teskarisi ham bo'lishi mumkin, ya'ni tayanchda yuz beradigan plastik deformatsiyalar tufayli tayanchning bikirligi kamayishi mumkin. Tayanchlarda plastik sharnirlar hosil bo'lish holati bu yerda ko'rib o'tilmaydi, chunki qo'yilgan masala elastik bosqich chegarasida yechiladi. Shunday qilib, tayanch momentlari koeffitsientlarini to'g'ri belgilash uchun tajribalami yig'iq kuchning turli qiymatlari asnosida qayta-qayta o'tkazishga to'g'ri keladi.

Ko'pincha tekshirilayotgan konstruksiyalarning yuk ko'taruvchi elementlari murakkab kuchlanish holatida ishlaydi. Bunday hollarda hisob

modelini oydinlashtirish maqsadida tenzorozetkalar yordamida aniqlangan deformatsiya ma'lumotlaridan foydalaniladi. 7.1-rasmda to'g'ri burchakli tenzorozetka tasvirlangan. Agar sinov jarayonida uch yo'nalish bo'yicha

ε_0 , ε_{45} , ε_{90} deformatsiyalari aniqlangan bo'lsa, u holda elastiklik nazariyasi formulalaridan foydalanib eksperimental bosh kuchlanishlar $\sigma_{\max(\min)}$ va bosh maydonchalarning normal yo'nalishi α ni aniqlash qiyin emas:

$$\operatorname{tg} 2\alpha = (2\varepsilon_{45} - \varepsilon_0 - \varepsilon_{90}) / (\varepsilon_0 - \varepsilon_{90})$$

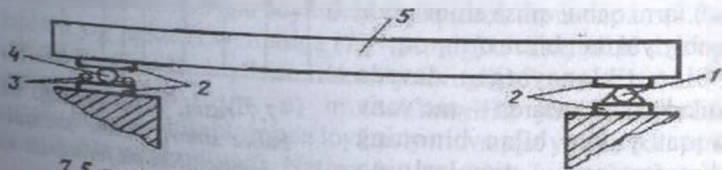
$$\varepsilon_{\text{kesilma}} = (\varepsilon_0 - \varepsilon_{90}) / 2 \pm \sqrt{2} \sqrt{(\varepsilon_0 - \varepsilon_{45})^2 + (\varepsilon_{45} - \varepsilon_{90})^2} / 2,$$

7.4. Statik sinovlar uslubi

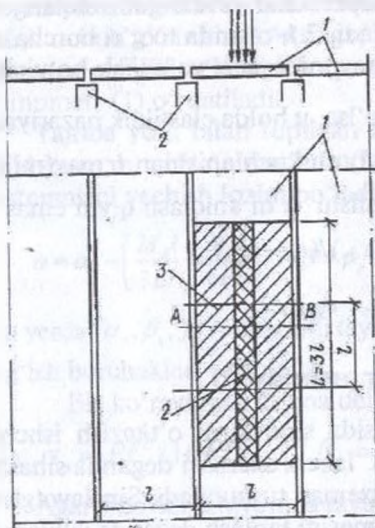
Naturaviy sinovlar uslubi masalasida sinovlarni o'tkazish ishchi sxemasini tanlash muhim ahamiyatga ega. Ishchi sxemasi deganda sinash jarayonida qo'llaniladigan statik hisoblash sxemasi tushuniladi. Sinalayotgan konstruksiya uchun naturaviy sinovlar sxemasini tanlash deganda yuklarni joylashtirish tushuniladi. Shuni aytib o'tish joizki, ba'zi tadqiqotlar sinovlarning ishchi sxemasi loyihada qo'llanilgan hisoblash modeliga aniq mos kelishi kerak, deb xato fikr yuritadilar. Biroq sinash jarayonida qo'yilgan yuklar konstruksiyada hisobiy yuklar uyg'otadigan ko'chishlar va ichki kuchlarni vujudga keltirsa, shuning o'zi kifoya.

Ishchi sxemada ustuvorlikni ta'minlovchi qo'shimcha tadbirlarga alohida e'tibor bermoq lozim. Chunki sinash jarayonida ustuvorlikning buzilish holatlari tez-tez uchrab turadi. Masalan, ustuvorlikni yo'qotish hollari qurib bitkazilmagan inshootlarda tom yopma plitalari hali o'rnatilmagan fermalarda yuz berishi mumkin. Siqiluvchan elementlarning gorizontaal yo'nalishdagi ustuvorligi qo'shimcha uskunalar yordamida ta'minlanadi. Agar sinovlar jarayonida yoyiq kuchlar fermaning yuqori poyas tugunlariga yig'iq kuch ko'rinishida qo'yilsa, u holda siqiluvchan ustun va hovonlarda ustuvorlik buzilishi mumkin. Bunday hollarda strejenlar qo'shimcha uskunalar bilan muhofazalanadi.

Zavodlarda va qurilish maydonlarida qabul qilish sinovlarini o'tkazishda



7.5-rasm. Konstruksiyalarning sharnirli tayanish sxemasi.



7.6-rasm. Uzunlikli plitalarni yuklash.
2-misol. Ko'p oraliqli uzunksiz balkani sinash.

konstruksiyaning tuzilishiga qarab sinov yuklarining qiymati quyidagi miqdorlarda bo'lishi mumkin:

- yuk ko'taruvchi elementning hisoblash modelini oydinlashtirish sinovida — me'yoriy yukning bir qismi;

- yoriqbardoshlikka hisoblashda — muvaqqat yukning to'liq qiymati;

- noyob konstruksiyalarni qabul qilish sinovlarida — hisobiy muvaqqat yukning o'zi;

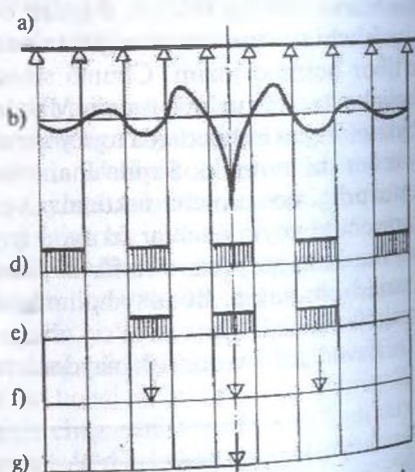
- bosim ostida ishlaydigan idish (sosud) larni qabul qilish sinovlarida — hisobiy yukdan biroz ortiqroq;

- bino tiklanayotgan davrda o'tkaziladigan sinovlarda — me'yoriy muvaqqat yuklar bilan binoning yetishmayotgan qismlarining og'irliklari yig'indisi;

yuklar konstruksiyalarga maxsus uskunalar yordamida qo'yiladi.

Konstruksiya elementlarini sinashda ularning tayanchlarini sharnirli qo'zg'aluvchan qilib olish tavsiya etiladi. 7.5-rasmda balka (5) ning sharnirli tayanishiga doir texnik yechimlardan biri berilgan. Sharnirli tayanchning katogi (yumaloq sterjeni) (4) yaxlit po'latdan yoki diametri 100 mm gacha bo'lgan, ichi beton bilan to'ldirilgan trubadan ishlanishi mumkin. Po'lat taxtakachlar (2) ning qalinligi 20–40 mm. Qo'zg'almas tayanchda katok (1) taxtakachga payvandlanadi. Payvandlangan armatura sterjenlari (3) cheklagich vazifasini o'taydi.

Eksperimentni boshlashdan ilgari sinovda qo'llanadigan yukning miqdori va qo'yilish joyi aniqlanadi. Sinovlar oldiga qo'yilgan maqsad va vazifalarga hamda



7.7-rasm. Ko'p oraliqli uzunksiz balka sinoviga doir sxemalar.
3-misol. Stropil fermasini sinash.

seriyali ishlab chiqarilayotgan konstruksiyalarni zavod sinovlarida — buzuvchi kuchga teng bo'lgan yuk.

Sinovlarda yig'iq kuchlardan foydalanish eksperiment vaqtini sezilarli darajada qisqartiradi, umumiy yuk hajmini kamaytiradi, binobarin, mehnat sarfi tejaladi, yukning qiymati va izlanayotgan parametrlarni nazorat qilish qulaylashadi. Sinov yuklarini omilkor joylashtirish bo'yicha ba'zi misollar keltiramiz.

1-misol. Plitalarni eguvchi moment va solqilik bo'yicha ekvivalent bo'lgan loyihaviy kuchga sinash.

Ikki uchi erkin o'rnatilgan plita (1)ni loyihaviy tekis yoyilgan yuk ta'siriga sinash uchun plita uzunligidan uch marta katta bo'lgan uchastka (3) yuklanadi (7.6-rasm). Bu holda uzunligi L bo'lgan markaziy bo'ylama kesim eng katta eguvchi momentni o'ziga qabul qiladi (maksimal solqilik ham shu yerda vujudga keladi). Yukni $L/3$ dan ortiq masofaga yoyishga hojat yo'q, chunki bu bilan moment ham solqilik ham ortib qolmaydi. Agar loyihaviy tekis yoyiq kuchni tasmasviy yuk (2) bilan almashtirsak, eguvchi momentga ekvivalentlikni saqlagan holda sinov yukini ikki marotaba qisqartirish imkoniga ega bo'lamiz, chunki

$M_L = q\ell^2/8; M_{\sin} = P\ell/4; M_{\sin} M_L = q\ell/3$, bu yerda M_L — tekis yoyiq kuchdan hosil bo'lgan loyihaviy moment;

$M_{\sin}$ — sinov yukidan hosil bo'lgan moment; q — loyihaviy yuk;

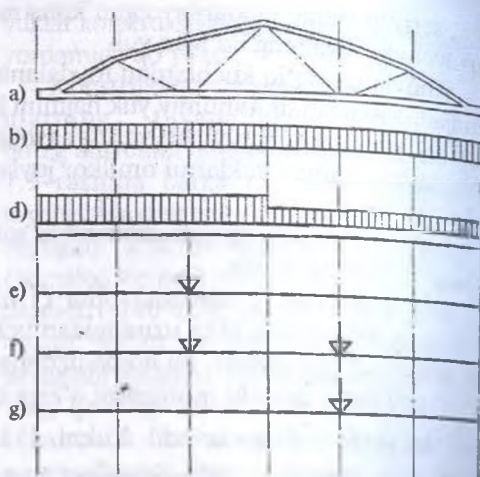
P — tasma uzunligining l m ga mos bo'lgan tasmasviy yuk.

O'xshash hisoblar shuni ko'rsatadiki, agar nazorat qilinayotgan miqdor maksimal silqilik bo'lsa, u holda tekis yoyiq kuchdan ekvivalent tasmasviy kuchga o'tish orqali yukni 1,5 baravar kamaytirishga erishsa bo'lar ekan.

7.7-rasm, a da ko'p oraliqli uzluksiz balkaning sxemasi tasvirlangan. Balkaning sinalayotgan oraliq'i o'rtasidagi eguvchi momentning ta'sir chizig'idan (7.7-rasm, b), chetki oraliqlarga qo'yilgan loyihaviy muvaqqat yukning ulushi juda kam (7.7-rasm, d) bo'lishi ko'rinib turibdi. Shuning uchun, agar sinov jarayonida yukning loyihaviy sxemasini ekvivalent sxema bilan (7.7-rasm, e) almashtirilsa, yukning yalpi qiymati 25-40% ga qisqaradi. Agar sinov yuki 7.7-rasm, f sxemasi bo'yicha tanlansa yukning qisqarishi 60-70% ni tashkil etadi. Agar loyihaviy yoyiq kuch sxemasidan (7.7-rasm, d) ekvivalent yig'iq kuch sxemasiga (7.7-rasm, g) o'tilsa, yalpi sinov yukini taxminan 10 baravar kamaytirish imkoniyati tug'iladi.

Fermalarni (7.8-rasm, a) mustahkamlik, yoriqbardoshlik va deformatsiyalanishga hisoblaganda loyihaviy muvaqqat yuklar ikki variantda (7.8-rasm, b,d) qabul qilinadi. Naturaviy sinovlarda bu variantlarni aynan

o'zini takrorlash shart emas. Fermaning asosiy panellaridagi ichki kuchlar ta'sir chiziqlarining tahlili, konstruksiyaning haqiqiy ishini yetarli darajadagi aniqlikda tadqiq etish uchun, ekvivalent yuklarni fermaning beshta tuguni emas, ikkita tuguniga qo'yish yetarli ekanligini ko'rsatdi. 7.8-rasm, f, g da ekvivalent yuklarni qo'yilish tartibi aks etgan. Mazkur misolda loyihaviy va ekvivalent yuklarning qiymati bir-biriga yaqin ekanligini qayd etish lozim. Ayni chog'da ekvivalent sxema mehnat sarfi bo'yicha



7.8-rasm. Stropil fermalarini sinashda yuklarning qo'yilishi tartibi.

tejamli va sinov yuklari qiymatini tekshirib borishda ancha qulay. Bu afzalliklardan tashqari mazkur sxemada osma yuklarning o'rni cho'zib tortuvchi uskunalaridan foydalanish imkoniyati ham mavjud.

Konstruksiya laboratoriyada stendlar yordamida sinaladigan bo'lsa, ekvivalent sxemalarni tanlashga ehtiyoj bo'lmaydi. Tarkibida gidrodomkratlar sistemasi mavjud bo'lgan kuch berish uskunolari istalgan loyihaviy yuklarni bera oladi.

Statik sinovlarni o'tkazish mobaynida o'lchash asboblari omilkorlik bilan joylashtirish zarur. O'lchov asboblari konstruksiyaga kuch qo'yilganda undagi deformatsiyalar va buzilishlar xarakteri haqida ma'lumotlar olish maqsadida o'rnatiladi. Tekshirilayotgan konstruksiyaning deformativ xossalari uning alohida nuqtalarida hosil bo'ladigan ko'chishlar, og'ish burchaklari va deformatsiyalar asosida aniqlanadi. Konstruksiyaning ichki tuzilishida ro'y beradigan o'zgarishlar akustik uslublar yordamida qayd etiladi.

O'lchov asboblari eng katta deformatsiyalar, ko'chishlar hosil bo'lishi kutilgan zonalarga, yemirilish xavfi bo'lgan uchastkalarga o'rnatiladi. Tadqiqot uchun zarur bo'lgan asboblari soni asboblarning turiga, talab etilgan aniqlik darajasiga, eksperiment oldiga qo'yilgan aniq vazifaga qarab belgilanadi. Masalan, egilishga ishlaydigan balkani maksimal solqiligini aniqlash uchun (7.9-rasm) uchta solqilik o'lchagich (progibomer) o'rnatish talab etiladi: ulardan biri balkaning o'rtasiga (2), qolgan ikkitasi (1 va 3) tayanch uchastkasiga o'rnatiladi, bular tayanchlarning cho'kishi yoki ezilishini hisobga oladi. Bunda to'liq solqilik $f - c - (a - b) / 2$ bo'ladi.

Solqilik o'Ichagich yordamida o'Ichangan uch nuqtaning solqiligi orqali balkaning o'z deformatsiyasidan hosil bo'lgan ko'chish aniqlanadi. Aynan ana shu ko'chish hisobiy solqilik bilan taqqoslanadi.

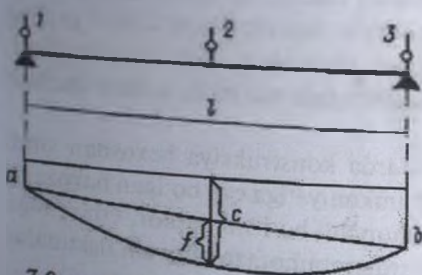
* * *

Tekshirish ishlarining birinchi bosqichi bo'yicha barcha ma'lumotlar olingandan so'ng statik sinovlar boshlanadi. Birinchi bosqichda konstruksiya chegaraviy holatlar bo'yicha qayta hisoblanadi, sinash jarayonida aniqlanadigan parametrlarning nazariy qiymatlari topiladi. Bevosita sinovlarni boshlashdan oldin obyektning sirti (yuzasi) tayyorlanadi. Yoriqdan ~ 5 mm masofada yoriq yo'nalishi bo'ylab chiziqli tortiladi, yoriq tugagan joyga belgi qo'yiladi. Sinovlar jarayonida asboblarni ehtiyot qilish va tashqi muhitdan muhofazalash bo'yicha choralar ko'riladi. Sinovlarga tayyor konstruksiyani sinov yukining 20% miqdorida yuklanadi va yuk asboblari yordamida markazlashtiriladi (sentrovka qilinadi), so'ngra yuk konstruksiyadan olinadi va bir sutka mobaynida yuksiz saqlanadi. Sinov kuni yuklanishning birinchi bosqichida asboblardan olingan sanoqlar (отчёты) dastlabki yuklanishdan olingan qiymatlar bilan solishtiriladi. Turli qiymat ko'rsatgan asboblari almashtiriladi yoki nuqsonli deb topiladi. Konstruksiyani yuklash bosqichma-bosqich amalga oshiriladi. Yuklash pog'onalari sinov vazifalariga qarab 0,05-0,5 oraliqda oshirib boriladi. Sinovlar jarayonida yuklash pog'onalarining bir xil bo'lmashligiga ruxsat etiladi.

Asboblardan olingan sanoqlar har bir bosqichda yuk qo'yilishi bilan olinadi, ba'zan yuk ma'lum muddat saqlab turiladi. Yuk barcha asboblarda sanoqlar bir xil ko'rsatkich bergunga qadar ushlab turiladi. Asboblardan

olingan raqamlar sinov daftarida qayd etib boriladi. Agar sinovlarning boshida tajribaviy va nazariy qiymatlar orasidagi tafovut katta bo'lsa, sinov vaqtincha to'xtatilib, nuqsonlar bartaraf etiladi.

Sinovlarning davomiyligi, asosan, konstruksiyani yuk ostida har bir bosqichda qancha ushlab turilishiga bog'liq. Masalan, yog'och konstruksiyalar deformatsiyalarining



7.9-rasm. Tayanchlarning cho'kishini inobatga olingan holda balkaning solqiligini aniqlashga doir sxema.

barqarorlashuvi betonga nisbatan ancha sekin kechadi, betonda bu holat metallga nisbatan tezroq sodir bo'ladi. Sinovlarning o'rtacha davomiylik muddati metall konstruksiyalarda 15-20 minut, temirbeton konstruksiyalarda 4-6 soat, yog'och konstruksiyalarda 24-30 soatni tashkil etadi.

* * *

Tajriba rahbari tashkiliy ishlarni xavfsizlik texnikasi talablariga muvofiq ravishda olib borishga shaxsan mas'uldir. Tajribaning barcha ishtirokchilari kirish ko'rsatmalari (вводный инструктаж) hamda ish joyida xavfsizlik texnikasi bo'yicha yo'l-yo'riqlarni oladilar, yuklovchi uskunalarining ishi bilan tanishtiriladilar. Statik sinovlar o'tkazilayotgan maydonga begonalarning kirishi man etiladi. Uzoq davom etuvchi sinovlarni o'tkazishda tajriba maydonida sinov ishtirokchilaridan hech kim bo'lmagan hollarda maydon atrofiga qo'yilgan to'siqlarga ogohlantiruvchi yozuvlar osib qo'yilishi lozim.

1,5 m dan ortiqroq balandlikda ishlaydiganlar maxsus tasmalar bilan ta'minlangan bo'lishlari zarur. Balandligi 5 m dan ortiq bo'lgan joylarda ishlash uchun tibbiy ko'rikdan o'tganlarga ruxsat beriladi. Qattiq yoki suyuq agressiv muhitda ishlaydiganlar muhofaza ko'z oynagi taqishlari zarur.

Ko'prik kranida ishlaydiganlar ajratilgan yo'l to'sig'idan nariga o'tishlari mumkin emas. Kran ishini maxsus o'qitilgan kimsa boshqaradi va xavfsizlik uchun o'sha shaxs javob beradi.

Inshootning zaharli moddalar mavjud bo'lgan joylarida ishlaydiganlarning soni uch-to'rt kishidan kam bo'lmashligi kerak. Ulardan biri (kuzatuvchi), albatta, xavfli zonadan tashqarida turishi lozim.

Yer osti konlarida, aloqa tonellarida bajariladigan ishlar gazdan muhofaza qilish xizmatining vakillari ishtirokida amalga oshiriladi. Avariya holatidagi konstruksiyalarni tekshirishda vaqtincha mustahkamlash choralari ko'zda tutiladi.

Yuk bilan bog'liq bo'lgan sinovlarda konstruksiya bexosdan sinib tushadigan bo'lsa, uni ko'tarib qolish imkoniyatiga ega bo'lgan havozalar quriladi. Yuk ortilgan platformalar ishonchli bo'lishi darkor. Ular polga yaqin joylashtirilishi zarur. Xavf-xatardan muhofaza qiluvchi uskunalar konstruksiyaning deformatsiyasiga halal bermasligi lozim.

Asboblarni o'rnatish va ishlatish, konstruksiyani yuklash bilan bog'liq bo'lgan yumushlar sex boshlig'i bilan kelishilgan holda amalga oshiriladi.

Sinovlar jarayonida asboblarni masofadan turib boshqarish (дистанционное управление) tavsiya etiladi, bu bilan boshqaruv pulti xavfsiz joyga ko'chirilgan bo'ladi. Tajribalar davomida xodimlarning bir guruhi bevosita sinalayotgan konstruksiya yaqinida turishlari lozim bo'lganligi sababli, yuqoridan tushadigan predmetlar, konstruksiya parchalaridan himoya qiladigan panalar (naveslar) uskunalanadi. Tajriba jarayonida konstruksiyani yuklash va sanoqlar olish haqidagi ko'rsatmalar faqat tajriba rahbari tomonidan beriladi.

Statik sinovlar natijalarini tahlil etish inshootni tadqiq etishning eng muhim yakunlovchi bosqichi hisoblanadi.

Sinov natijalari bo'yicha hisobot tayyorlanadi. Hisobotda sinov oldiga qo'yilgan vazifalar, konstruksiyalar va materiallarning sinovgacha va sinovdan keyingi holati, o'lchov natijalari va xulosalar bayon etiladi. Hisobotda keltirilgan ma'lumotlar konstruktiv yechimlarni, konstruksiyalarni tayyorlash va yig'ish texnologiyasini, shuningdek, naturaviy statik sinovlar o'tkazish uslubiyatini takomillashtirish imkonini beradi.

VIII B O B

QURILISH KONSTRUKSIYALARINI DINAMIK KUCHLAR TA'SIRIGA SINASH

8.1. Umumiy ma'lumotlar

8.1.1. Konstruksiyalarni dinamik kuchlar ta'siriga sinashdan maqsad

Qo'yilgan maqsad va talablarga qarab dinamik kuch (yuk) lar ta'sirida o'tkaziladigan sinovlar, statik sinovlardagi singari, uch guruhga ajratiladi:

- ekspluatatsiya holatidagi inshoot konstruksiyalarini sinash;
- seriyali ishlab chiqariladigan qurilish detallarini sinash;
- ilmiy tadqiqot sinovlari.

Ekspluatatsiya sharoitida inshoot konstruksiyalarini dinamik kuchlar ta'siriga sinash ishlari ikki yo'nalishda olib boriladi:

*1) dinamik yuklar ta'sirida konstruksiyada vujudga keladigan kuchlanish-deformatsiya holatini aniqlash;

2) konstruksiyaning xususiy yoki majburiy tebranishlari jarayonida uning haqiqiy ishiga baho berish.

Seriyali ishlab chiqariladigan qurilish detallarini dinamik sinash yo'li bilan tayyor mahsulotning sifatiga baho beriladi.

Ilmiy tadqiqot ishlarida tajriba yo'li bilan hal etiladigan asosiy muammolar quyidagilardan iborat:

1) dinamik kuchlarni qurilish materiallarining mustahkamligi va deformatsiya holatiga ta'sirini o'rganish;

2) konstruksiyalarni dinamik kuchlar ta'siriga hisoblashning yangi usullarini tekshirish;

3) dinamik ta'sirlarning statistik parametrlarini tadqiq etish;

4) dinamik sinovlar o'tkazish uslubiyatini takomillashtirish.

8.1.2. Dinamik sinov vazifalari

Dinamik sinovlar oldiga quyidagi uch vazifa qo'yiladi: foydalanishga topshiriladigan obyektlarni sinash; ekspluatatsiya qilinayotgan obyektlarni sinash; ko'p seriyada chiqariladigan qurilish detallarini sinash. Quyida ana shular haqida alohida to'xtalib o'tamiz.

Foydalanishga topshiriladigan inshoot va alohida konstruksiyalarni sinash

Dinamik kuchlar ta'siriga hisoblangan obyektlar (ko'priklar, sanoat binolari konstruksiyalari va boshqalar) foydalanishga topshirishdan ilgari ularning ishi ekspluatatsion sharoitga maksimal yaqin keladigan holatda sinovdan o'tkaziladi. Sinovlarda dinamik parametrlar aniqlanadi: masalan, xususiy tebranishlar chastotasiga qarab konstruksiya bikirligiga va materialning elastiklik moduliga baho bersa bo'ladi; tajribaviy va hisobiy tebranish shakllarini taqqoslash yo'li bilan obyektning haqiqiy ishi oydinlashtiriladi.

Inshootdagi bir xil elementlarning xususiy tebranishlari chastotasi va so'nish intensivligini taqqoslash yo'li bilan ularning mustahkamligiga baho bersa bo'ladi. Shunday qilib, ko'p mehnat va vaqt sarf qilmay, tadqiq etilayotgan obyektning zaif tomonlari aniqlanadi.

Foydalanishda bo'lgan inshoot va konstruksiyalarni sinash

Dinamik sinovlarni qayta-qayta o'tkazish va olingan natijalarni taqqoslash yo'li bilan vaqt o'tgan sari inshootda sodir etilayotgan o'zgarishlarni aniqlasa bo'ladi. Bunday sinovlar quyidagi hollarda o'tkaziladi:

a) agar obyektдан foydalanish qoida va tartiblarida qayd etilgan bo'lsa, sinov ishlari reja asosida bajariladi;

b) obyekt ta'mirlab, mustahkamligi oshirilgandan keyin;

d) obyektning normal holatda ishlayotganligi, ya'ni bikirlik va mustahkamligi shubha ostida bo'lsa, aniqlik kiritish maqsadida dinamik sinovlar o'tkaziladi. Masalan, obyekt kuchli korroziyaga chalinsa, yong'inga uchrasa, zilzilada shikastlansa va boshqa shu kabi ta'sirlar ostida qolsa, takroriy sinovlar o'tkazish zarurati tug'iladi.

Dinamik sinovlar, shu maqsadda o'tkaziladigan statik sinovlardan, o'zining kam mehnattalabligi va tejamkorligi bilan ajralib turadi.

Ko'p seriyada chiqariladigan qurilish detallarini sinash

Dinamik sinovlarni o'tkazishdagi kam mehnattalablik va tezkorlik korxonalarda ishlab chiqarilayotgan buyumlar sifatini nazorat qilishda juda qo'l keladi.

Tekshirilayotgan namunaning nuqsonlari va materialning kamchiliklarini aniqlovchi asosiy parametr — bu xususiy tebranishlar chastotasi va so'nish intensivligidir. Shuni ta'kidlash joizki, olib borilayotgan dinamik tekshiruvlar sinalgan detallarning yuk ko'tarish qobiliyatini pasaytirmaydi, ularning mustahkamligiga putur yetkazmaydi.

8.1.3. Dinamik kuchlar ta'siridagi bino va konstruksiyalar

Foydalanilayotgan inshoot konstruksiyalarini dinamik kuchlar ta'siriga sinashda aniqlanadigan asosiy narsa ekspluatatsion yukni qabul qila olish masalasi bo'ladi. Tadqiqotning vazifasi — yuk ta'sirida bo'lgan konstruksiya ishini xarakterlaydigan parametrlarni yozib olish va ularni ruxsat etilgan qiymatlar bilan taqqoslashdan iborat. Faqat statik yuklarni qabul qiladigan konstruksiyalarga qo'yiladigan talablardan farqli ravishda, inshoot dinamikasini tadqiq etishda uning ishiga faqat chegaraviy holatlar bo'yicha emas, balki tebranishga oid holatlar bo'yicha ham baho berish talab etiladi.

Dinamik tebranishlar inson organizmiga salbiy ta'sir etadi. Me'yoriy hujjatlarda dinamik tebranishlarning odamga zarar yetkazadigan parametrlari bo'yicha cheklovlar qayd etilgan. Cheklovlarni belgilashda asosiy mozon sifatida tebranishlar amplitudasi, chastotasi hamda ta'sir etish davomiyligi qabul qilingan.

Tebranishlarga sezgir bo'lgan asbob-uskunalar ishlatiladigan sanoat va fuqaro binolarida tebranishlarning ruxsat etilgan darajalari bo'yicha qattiq talablar o'rnatilgan. Tibbiy muassasalar, optika-mexanik va elektron sohasi sanoat binolari va boshqalar ana shunday binolar jumlasiga kiradi. Bunday binolarda tebranishlarni kamaytirish uchun maxsus choralar ko'riladi.

Konstruksiya elementlarida inersiya kuchlari vujudga keltiradigan ta'sirlar dinamik kuchlar deb ataladi.

Dinamik kuchlarning asosiy turlarini sanab o'tamiz:

1) konstruksiyaga o'rnatilgan qo'zg'almas uskunalar ishi jarayonida vujudga keladigan kuchlar (mashina va mexanizmlarning harakatlanuvchi qismida vujudga keladigan inersiya kuchlari, zarb beruvchi mexanizmlardan beriladigan zarba kuchlari va h.k.);

2) harakatdagi obyektlar ta'sirida vujudga keladigan kuchlar (kran, transport vositalari, odamlar harakati va h.k.);

3) o'zgaruvchi shamol (pulsatsiya) ta'sirida vujudga keladigan kuchlar.

4) zilzila kuchlari, yirik portlashlar va h.k.

Dinamik kuchlar ta'sir etish usuliga ko'ra quyidagi turlarga bo'linadi:

a) davriy o'zgaruvchan kuchlar. Bunday kuchlarning asosiy ko'rinishlaridan biri sinusoida qonuni bo'yicha o'zgaradigan garmonik kuchlardir. Boshqa har qanday ko'p marotaba takrorlanadigan murakkab kuchlar alohida garmonik kuchlarning yig'indisi sifatida qaralishi mumkin;

b) tasodifiy xarakterga ega bo'lgan, tartibsiz siklik yuklanishlar;

d) yakka tartibda yoki takroriy ravishda ta'sir etadigan impulsiv (zarbaviy) kuchlar. Ta'sir etish muddatiga ko'ra qisqa muddatli va oniy xillarga bo'linadi.

Dinamik kuchlar ta'sirida konstruktsiya elementlarida tebranishlar hosil bo'ladi. Xarakteriga ko'ra tebranishlar ham bir necha turga bo'linadi: davriy va garmonik tebranishlar, nodavriy tebranishlar, erkin va majburiy tebranishlar va h.k.

Ma'lum vaqt oralig'ida (tsikl) takrorlanadigan tebranishlar davriy tebranishlar deb ataladi (8.1-rasm, a, b). Garmonik tebranishlarda (8.1-rasm, b) ko'chishlar quyidagi ifodadan aniqlanadi:

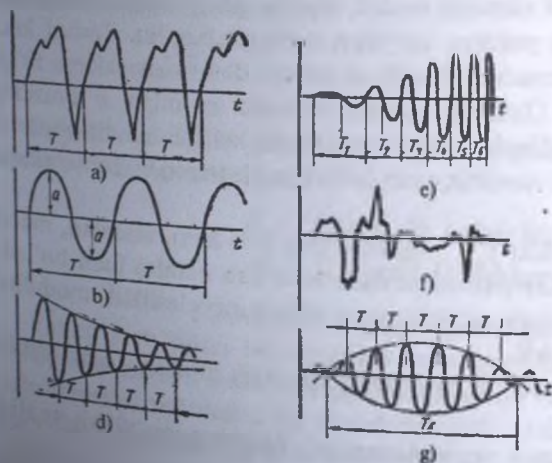
$$Z = \alpha \sin(\omega t + \alpha):$$

bu yerda: α — tebranish amplitudasi; $\omega t + \alpha$ — vaqtning t daqiqasida tebranayotgan nuqtaning holatini belgilovchi tebranishlar fazasi; $\alpha - (t = 0)$ dagi boshlang'ich faza.

Tebranishlarning bir tsikli uchun ketgan vaqt davr deb ataladi va T harfi bilan belgilanadi, sek da o'lchanadi. Vaqt birligidagi tebranishlar soni tebranish chastotasi deyiladi va $n = 1 / T$ formulasidan aniqlanadi. 2^o sek vaqt mobaynidagi tebranishlar soni doiraviy chastota deb ataladi: $\omega = 2\pi / T$.

Tebranishlarning so'nuvchi xillari ham mavjud (8.1-rasm, d). 8.1-rasm, e da dinamik jarayonning dastlabki bosqichiga xos bo'lgan o'suvchi tebranishlar tasvirlangan. 8.1-rasm, f da esa noqonuniy ta'sirlar natijasida vujudga keladigan tebranishlar grafigi keltirilgan.

Tebranish davrlari T_1 va T_2 o'zaro yaqin bo'lgan ikki davriy tebranishlarning qo'shilishidan urilish (bienie) hodisasi vujudga keladi (8.1-rasm, g).



8.1-rasm .

Tebranishlar :

a — davriy ; b — garmonik (davriy tebranishlarning xususiy holi);

d — so'nuvchi; e — o'suvchi; f — noqonuniy; g — urilish (bienie).

Erkin (xususiy) tebranishlar ilk ta'sir (masalan, zarba) tufayli vujudga keladi va qo'shimcha ta'sirlarsiz ham tebranishda davom etaveradi.

Majburiy tebranishlar qo'zg'atuvchi kuchlar muntazam ravishda ta'sir etib turgandagina vujudga keladi.

Xususiy tebranishlar chastotasi har qanday konstruksiyaning asosiy dinamik xarakteristikasi hisoblanadi. Har bir konstruksiyaning o'ziga xos xususiy chastotasi bo'ladi. Majburiy tebranishlar chastotasi xususiy tebranishlar chastotasiga yaqinlashgani sari tebranishlar amplitudasi (demak, ichki zo'riqishlar ham) ortib boradi. Eng katta amplitudalar rezonans holatida, ya'ni xususiy tebranishlar bilan majburiy tebranishlar chastotasi o'zaro mos tushgan vaqtda vujudga keladi.

Konstruksiyaning xususiy tebranishlari chastotalarining majmuasi chastotalar spektri deb ataladi. Tebranayotgan konstruksiyaning holatini belgilovchi geometrik parametrlar soni sistema tebranishlarining erkinlik darajasi deyiladi.

Aslida qurilish konstruksiyalarining erkinlik darajasi cheksiz katta bo'ladi. Ammo amaliy hisoblarda erkinlik darajasi chekli deb qabul qilinadi. Quyi va yuqori tebranish chastotalarini analitik aniqlash usullari inshootlar dinamikasi kursida batafsil yoritilgan. Bizning kursimizda mazkur chastotalarni eksperimental yo'l bilan aniqlash usullari ko'rib o'tiladi.

8.1.4. Materialning dinamik xarakteristikalari

Materialning dinamik elastiklik moduli. Kuchlanish σ bilan deformatsiya ε orasidagi bog'lanish yukning qo'yilish tezligiga bog'liq. Tashqi kuch ta'sirlari qancha tez almasha, elastik va plastik deformatsiyalarga ta'siri shuncha kam bo'ladi. Dinamik kuchlar ta'sirida σ bilan ε orasidagi bog'lanish chiziqli bog'lanishga ko'proq yaqin kelishi hamda dinamik elastiklik modulini statik elastiklik modulidan biroz kattaroq bo'lishi shundan kelib chiqadi.

Metal uchun Y_{din} bilan Y_{stat} orasidagi farq juda kam, masalan, metall konstruksiyalarda bunday tafovut amalda yo'q deb qaralsa ham bo'ladi. Beton, yog'och va boshqa qurilish materiallarining elastiklik modullari orasida farq ancha sezilarli.

Dinamik elastiklik moduli ham statik elastiklik moduli singari tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

Materialning dinamik mustahkamligi. Yukning qo'yilish tezligi

o'shirilganda materialning plastik va mustahkamlik chegaralari ortib borishi tajribada kuzatilgan. Boshqa tomondan, kuch bir lahzada, ya'ni tez qo'yilsa (masalan, zarba), konstruksiyada shu ondayoq yoriq paydo qiladi va natijada mo'rt buzilish sodir bo'lishi mumkin. Materialning mo'rt buzilishga bo'lgan moyilligi uning zarbiy qayishqoqligi deb ataladi.

Mo'rt buzilishga (xrupkoe razrushenie) bo'lgan moyillik metall konstruksiyalarda teshik, o'yiqlik singari joylarda, ya'ni kuchlanishlar to'planadigan joylarda ko'proq bo'ladi. Shuningdek, haroratning pasayishi ham mo'rt buzilish ehtimolini oshiradi.

Uzoq muddat ta'sir etadigan vibratsion kuchlar materialda charchash (усталость) yoriqlari paydo qiladi va uni rivojlantiradi. Bunday hollarda materialning mustahkamligi chidamlilik (выносливость) chegarasi orqali aniqlanadi.

Ichki ishqalanish. Ichki ishqalanish materialning eng muhim dinamik xarakteristikalaridan biri hisoblanadi. Ichki ishqalanish (ba'zan ichki noelastik qarshilik deb ham yuritiladi) tufayli erkin tebranishlar so'nadi. Majburiy tebranish amplitudalari ham ichki ishqalanish kuchlariga bog'liq: ichki ishqalanish kuchlari qancha katta bo'lsa, majburiy tebranish amplitudalari va ularga mos bo'lgan dinamik kuchlanishlar shuncha kichik bo'ladi.

Tebranayotgan sistemaga tashqi ta'sir orqali berilgan mexanik energiya ichki ishqalanish tufayli yutiladi (issiqliqqa aylanadi). Ichki ishqalanishning miqdoriy xarakteristikasi sifatida *yutilish koeffitsienti* ψ qabul qilingan.

Dinamik hisoblarda yutilish koeffitsienti o'rniga unga proportsional bo'lgan parametr — *ichki ishqalanish koeffitsienti* (yoki noelastik qarshilik koeffitsienti) dan foydalaniladi:

$$\gamma = \frac{\psi}{2\rho}$$

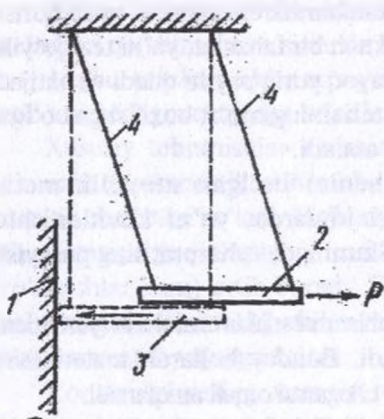
Bu yerda $\psi = 2\delta$, δ — tebranishlarning logarifmik dekrementi bo'lib, tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

8.2. Dinamik ta'sirlar

8.2.1. Zarbali yuklar

(Katta zarb kuchiga ega bo'lgan yuklar)

Yakka zarb bilan konstruksiya va elementlarda erkin tebranishlar uyg'otiladi. Zarbali sinovlar eng sodda sinovlar turkumiga kiradi, chunki zarb beruvchi uskunalar bir tomondan juda sodda, ikkinchi tomondan uyg'otilgan tebranishning kerakli parametrlarini (chastota, so'nish intensivligi)



8.2-rasm. Gorizontaal zarba:

1-sinalayotgan konstruksiya; 2-zarb beruvchi og'ir g'ola(zarbdan oldin);

3-o'sha g'ola (zarb paytida); 4-osma iplar.

olish uchun zarba kuchining miqdorini bilish shart emas; berilgan zarbaning kuchi tebranish yozuvlarini tahlil qilish imkonini bersa kifoya.

Vertikal zarbalar

Nisbatan yengil va egiluvchan elementlarda (masalan, plita va to'sinlarda) zarbani qo'lda bersa ham bo'ladi. Og'ir va katta massaga ega bo'lgan konstruksiyalarni sinashda kuchli zarbalar talab etiladi. Buning uchun yaqin — yaqinlargacha 1-1,25 m balandlikdan (masalan, 100 kg va undan ortiq bo'lgan) og'ir yukni tashlash usulidan foydalanilar edi. Element sirtini muhofaza qilish va yukni sapchishdan asrash uchun konstruksiyaning yuk tushadigan yeriga qum to'kib qo'yilar

edi, chunki yuk sakrab qayta urilganda tebranish yozuvlarida noaniqliklar paydo bo'lishi mumkin edi.

Yukni tashlash usulidagi ayrim qiyinchiliklarni bartaraf etish maqsadida «teskari zarb» deb nomlangan boshqa usul yaratilgan. Bu usul konstruksiyaga qo'yilgan vaqtincha yukni birdaniga olib tashlashga asoslanadi. Bunday dinamik ta'sirni hosil qilish uchun tekshirilayotgan konstruksiyaga mustahkamligi ma'lum bo'lgan po'lat sim yoki sterjen ilinadi va u tortuvchi moslama bilan tortiladi; sim (sterjen) keskin uzilganda konstruksiyada tebranish paydo bo'ladi.

Gorizontaal va og'ma zarbalar

Gorizontaal yo'nalishda zarb berish uchun osma yuklardan foydalanilgan. Yuqoriga osilgan yuk tortib turib qo'yvorilgan va u konstruksiyaga zarb bilan urilgan (8.2-rasm). Hozirda bu usul deyarlik qo'llanilmaydi. Uning o'rniga yuqorida ko'rib o'tilgan «teskari zarba» usulidan foydalaniladi. Bu usulning afzalligi shundan iboratki, unda zarbani istalgan yo'nalishda berish mumkin.

Ayrim hollarda konstruksiyalarning zilzilabardoshligini tekshirish maqsadida quvvati katta bo'lmagan, yo'naltirilgan potrlash usulidan foydalaniladi.

8.2.2. Vibratsion mashinalar

Foydalanilayotgan inshootlar holatini tekshirishda vibratsion (tebratuvchi) mashinalar va pulsatsion (tepki beruvchi) gidrodomkratlar keng qo'llaniladi.

Inshootlarni vibratsion usulda tadqiq etish g'oyasi 1927-yili prof. I.M. Rabinovich tomonidan bayon etilgan. Dastlabki vibromashinalar 1928-29-yillarda Germaniyada yaratildi va sinovdan o'tdi. SSSR da vibratsion mashinalar 1933-yilda paydo bo'ldi. Amerikada vibratsion usul 1934-yildan beri qo'llanib kelinadi. Vibratsion tajribalar Yaponiya, Meksika, Xitoy, Kaliforniya, Yangi Zelandiya va boshqa mamlakatlarda keng tarqalgan.

Vibratsion mashinalar quvvati, o'lchamlari va tuzilishi bilan bir-biridan farqlanadi. Ammo hammasining ishlash prinsipi bitta narsaga asoslanadi: u ham bo'lsa muvozanatlashmagan massa o'rnatilgan juft sonli aylanuvchi disklardir.

Shunday mashinalardan biri bilan tanishamiz: mashina umumiy asosga o'rnatilgan, muvozanatlashmagan massaga ega bo'lgan, podshipniklar yordamida aylanadigan ikkita diskdan tashkil topgan (8.3-rasm). Disk aylanganida quyidagi miqdorga teng bo'lgan markazdan qochirma kuch hosil bo'ladi:

$$S = mr\omega^2,$$

Bu yerda: m — muvozanatlashmagan yukning massasi, $m = Q/g$;

g — og'irlik kuchi tezlanishi;

r — massa markazining aylanish radiusi;

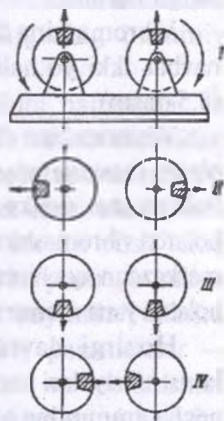
ω — burchak tezligi, $\omega = 2\pi / t$;

t — vibromashina diskining bir aylanish vaqti, sekundlarda.

Bularni o'rni qo'yib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$S = 4\pi^2 mr / t^2.$$

8.3-rasmda ko'rsatilganidek, disklar qarama-qarshi yo'nalishlarda aylanadi. Disklarning birinchi holatida (g' holat) ikkala markazdan qochirma kuch yuqoriga yo'naladi va mashina sinalayotgan konstruksiyaga $P = 2S = 8\pi^2 mr / t^2$ ga teng bo'lgan kuch ta'sir etadi. Disklar 90° ga burilganda (II — holat), markazdan



8.3-rasm.
O'zgaruvchan
ishorali vertikal
yuk hosil qilishda
vibromashina
disklarining
holatlari.

qochirma kuchlar bir chiziq bo'ylab qarama-qarshi tomonlarga yo'naladi, bunda teng ta'sir etuvchi kuch nolga aylanadi. Mashina diskleri yana 90° ga burilganda (III holat) teng ta'sir etuvchi kuch yana $2S$ ga teng bo'ladi, biroq endi uning yo'nalishi birinchi yo'nalishga qarama-qarshi bo'lib, yuqoridan pastga tomon yo'naladi. Nihoyat, oxirgi fazada (IV holat) markazdan qochirma kuchlar bir-

biriga qarab yo'naladi va teng ta'sir etuvchi kuch yana nolga aylanadi. Har bir siklda bu holat takrorlanadi, natijada sinalayotgan konstruksiyaga goh yuqoriga, goh pastga yo'ngan kuchlar ta'sir etadi.

Konstruksiyaga ta'sir etayotgan kuchning miqdori muvozanatlashmagan massaning holatiga qarab sinusoida qonuni bo'yicha o'zgarib boradi (8.4-rasm).

Gorizontal yo'nalishda vibratsion kuch hosil qilish uchun vibromashina 90° ga buriladi.

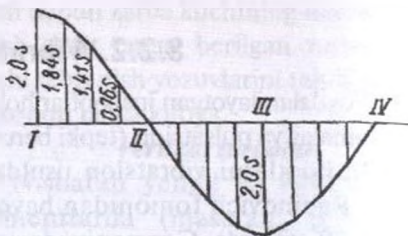
Vibromashina disklerini bir yo'nalishda aylantirish yo'li bilan navbatma-navbat ikki yo'nalishda ta'sir etadigan momentlar hosil qilish mumkin (8.5-rasm).

Vibromashina diskleri I holatda bo'lganida markazdan qochirma kuchlar o'zaro muvozanatlashadi va konstruksiyaga hech qanday kuch uzatilmaydi. II holatda soat strelkasiga teskari yo'nalishda bo'lgan moment hosil bo'ladi. III holatda vibromashinadan konstruksiyaga hech qanday ta'sir bo'lmaydi, chunki markazdan qochirma kuchlar bu holatda ham o'zaro muvozanatlashadi. IV holatda yana moment hosil bo'ladi, lekin bu safar soat strelkasi bo'yicha yo'naladi.

Hozirgi davrda vibratsion mashinalarning ko'plab turlari va konstruksiyalari mavjud bo'lib, ularning muvozanatlashmagan massalari bir necha gramm dan tortib, yuzlab, minglab kilogrammgacha borib yetadi.

Keyingi paytlarda vibratsion sinovlar qurilish konstruksiyalarini naturaviy sinashda keng qo'llaniladigan bo'lib qoldi.

Vibratsion sinovlar foydalanishda bo'lgan inshootlarning texnik holatiga baho berishda juda qo'l keladi. Nazoratning yemirmaydigan ushbu uslubini konstruksiya tebranishlarining chastotasi, fazoviy shakllari hamda tebranish dekrementlarini aniqlash imkonini beradi. Bu parametrlardan konstruksiya

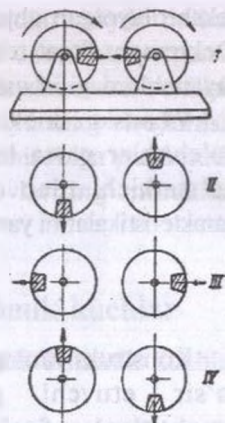


8.4-rasm. Vibromashina vujudga keltiradigan yukni ifodalovchi sinusoida.

shikastlanishining ko'rsatkichlari sifatida foydalaniladi. Zilzilaviy hududlarda bunyod etilgan bino va inshootlar uchun bu masala yanada ko'proq ahamiyat kasb etadi. Karkasli va yirik panelli binolar ustida olib borilgan tadqiqotlar fazoviy konstruksiyalarning dinamik parametrlari seysmik ta'sirlarga o'ta sezgir ekanligini ko'rsatdi*. Real binolar ustida olib borilgan sinovlar natijasida seysmik kuch bilan (bunda seysmik kuch vibratsion ta'sir orqali modellashirilgan) shikastlangan konstruksiyaning dinamik parametrlari orasidagi miqdoriy bog'lanishlar aniqlandi. Shikastlanish xarakteri seysmik va vibratsion ta'sirlarda bir-biriga o'xshash ekanligi qayd etildi.

Chiqarilayotgan mahsulot sifatini nazorat qilish maqsadida yig'ma temirbeton zavodlarida vibratsion sinovlar o'tkazish keng yo'lga qo'yilgan. Zavodlarda nafaqat oddiy konstruksiyalar, balki oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalar ham sinovdan o'tkaziladi. Vibratsion sinovlarda o'lchab olingan parametrlar konstruksiya qarshiligining umumiy xarakteristikasi hisoblanadi.

Zavod mahsulotlarini vibratsion usulda sinash uslubi namunalar va naturaviy konstruksiyalarni majburiy tebranish rejimida sinash uslubidan farq qilmaydi. Yig'ma temirbeton buyumlari sifatini keng miqyosda nazorat qilish uchun maxsus avtomatlashtirilgan uskunalar — yirik konstruksiyalarda asosiy shakl tebranishlarini uyg'ota oladigan stendlar tashkil etish talab etiladi. Namunalar ustida rezonans sinovlari o'tkazishda bo'ylama, buralma va egilma tebranishlardan birday foydalaniladi. Zavod buyumlari sifatini vibratsion usulda nazorat qilishda suyaniladigan asosiy parametrlar — temirbeton elementning xususiy tebranishlari chastotasi va tebranishlar dekrementidir. Naturaviy inshootlar va qurilish materiallari namunalarini vibratsion sinashda nazorat qilinadigan parametr sifatida asosiy ton tebranishlarining chastotasi qabul qilinadi. Tebranishlar dekrementi



8.5-rasm.

*O'zgaruvchan ishorali
moment hosil qilishda
vibromashina
disklarining holatlari.*

* O'z R FA O'zbekboyev nomidagi Mexanika va inshootlar seysmik mustahkamligi instituti 1968-yilda Toshkentda karkasli va yirik panelli 9 qavatli ikki binoning vibratsion sinovlarini o'tkazdi. Sinovlarda mazkur darslik mualliflari bevosita ishtirok etishdi.

tekshirilayotgan obyektning noelastik xossasi xarakteristikasi hisoblanadi. Dekrement faqat tebranishlar energiyasini yo'qotilishigagina emas, balki tayanchlardagi ishqalanish va tashqi muhitning qarshiligiga ham bog'liqdir.

Vibratsion sinovlar tugagach, konstruksiyadagi dinamik kuchlanishlar va ko'chishlar qayta hisoblanadi. Agar hisobiy parametrlar ruxsat etilgan ko'rsatkichlardan ortiq chiqsa, u holda konstruksiyaning dinamik xarakteristikalarini yaxshilashga qaratilgan muhandislik ishlari amalga oshiriladi.

8.2.3. Gidravlik pulsatorlar

Konstruksiyaning ayrim bo'laklarini yoki elementlarini sinashda siklik ta'sir etuvchi gidravlik domkratlardan foydalaniladi. Bunda domkratlar nasos uskunasi va o'zgaruvchi suyuqlik oqimini qo'zg'atuvchi maxsus agregat — pulsatorga ulanadi.

Dinamik kuch hosil qilishning bu usuli quyidagi afzalliklarga ega:

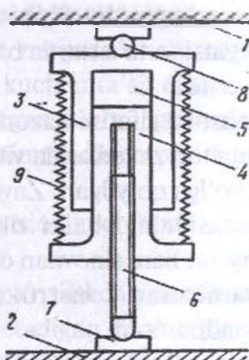
- mazkur usul yordamida konstruksiyaga istalgan katalikda (yuzlab tonna miqdorida), istalgan yo'nalish va fazada kuch berish imkoniyati mavjud;

- kuchlarni masofadan turib boshqarsa bo'ladi;
- uzoq muddat davom etadigan sinovlar tartibini dasturlash va butun sinov jarayonini avtomatlashtirish mumkin.

Tuzilishiga ko'ra siklik ta'sir etuvchi domkratlar xilma-xil ko'rinishga ega. 8.6-rasmda ana shunday domkratlardan birining sxemasi tasvirlangan.

Siklik (takroriy) dinamik ta'sirlarga sinashdan maqsad konstruksiyaning chidamlilik chegarasi va kam sikllik charchash natijasida yemirilish shartlarini aniqlashdan iborat. Kam siklli charchash natijasida tekshirilayotgan elementning yemirilish sharti «Maksimal kuchlanishlar — yemirilishgacha bo'lgan sikllar soni» koordinatalarida egri chiziqlar turkumi ko'rinishida tasvirlanadi.

Metallarning buzilishi (yemirilishi, sinishi) siklik ta'sirlar natijasida



8.6 rasm. Siklik ta'sir etuvchi domkratning sxemasi:

1 va 2 — tayanch sirlari; 3 — silindr; 4 — plunjer; 5 — moy quyiladigan joy; 6 — o'rnatiluvchi shtok; 7 va 8 — sharmirlar; 9 — tortib turuvchi prujinalar.

quyidagi uchta bosqichda ro'y beradi: charchash yoriqlari paydo bo'ladi (darz ketadi), yoriqlar ustuvor rivojlanadi, yoriq kritik uzunlikka yetganda element sinadi. Beton va tosh-g'isht elementlarida ham charchash buzilishi uch bosqichda sodir bo'ladi, biroq bunda yirik yoriqlarning rivojlanishi elementning to'la hajmida to'planib borgan shikastlar hisobiga yuz beradi.

Charchashga (усталость) sinash dinamik sinovlarning murakkab ko'rinishlaridan biri sanaladi.

8.2.4. Qisqa muddat ta'sir etuvchi dinamik kuchlar

Inshootlarga qiymati katta bo'lgan qisqa muddatli dinamik kuchlar ta'sirida quyidagi muammolar hal etiladi:

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

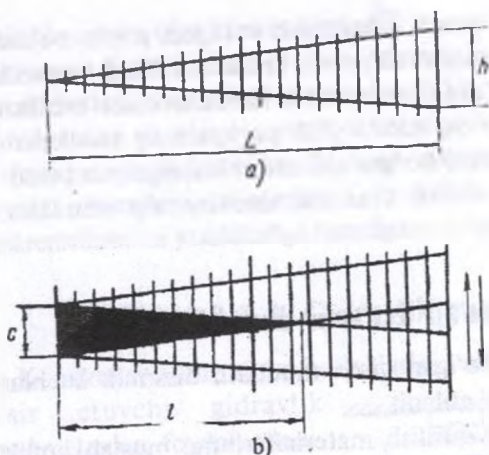
- qisqa muddat ta'sir etuvchi dinamik kuchlarni konstruksiyalarning kuchlanish — deformatsiya holatiga ta'sirini, noelastik deformatsiyalar paydo bo'lganida va rivojlanganida zo'riqlashlarni qayta taqsimlanishini, yoriqbardoshligi va yuk ko'tarish qobiliyatini aniqlash;

- qisqa muddatli dinamik kuchlar ta'sirida inshoot elementlari va zaminning birgalikda ishlash holatini tekshirish.

Qurilish materiallarining mustahkamlik va deformatsiyalanish xossalari ko'p jihatdan yukning qo'yilish tezligiga bog'liq. Masalan, deformatsiyalanish tezligi ortganda betonning mustahkamligi 80%ga, elastiklik moduli 30%ga qadar ortishi mumkin. Betonning yoriqbardoshligi, bundan ham ko'p, 2,5 marotabagacha ortadi. Ko'rsatkichlarning qanchaga ortishi betonning tarkibiga, kuchlanish holatining turiga va yuklanish tezligiga bog'liq.

Dinamik kuchlar katta tezlik bilan ta'sir etganda, konstruksion po'lat va qotishmalarining mustahkamlik va deformativ xarakteristikalari keskin o'zgaradi. Masalan, kam uglerodli po'latning deformatsiyalanish tezligi 103 s bo'lganda, uning oquvchanligi taxminan 3 marotaba, mustahkamligi 40% ga ortadi. Armatura po'latlarining muvaqqat qarshiligi 20% ga, oquvchanlik chegarasi esa 90% ga qadar ortishi mumkin.

Tosh-g'isht materiallari, plastmassa va alumin qotishmalarining mustahkamlik va deformatsiyalanish xossalari kam o'rganilgan. Biroq bu kabi konstruksion materiallarda ham ta'sir etish tezligining ortishi bilan mustahkamlik ko'rsatkichlarining ortishi qayd etilgan.



8.7-rasm. Vibromarka:
*a — tinch holatda ; b — ko'rsatilgan
 yo'nalish bo'yicha tebranganda.*

8.3. Dinamik sinovlarda qo'llaniladigan asboblalar

Dinamik sinovlar jarayonida, statik sinovlardagi kabi, qo'yilgan kuchlar ta'sirida sinalayotgan obyektga vujudga keladigan ko'chishlar, deformatsiyalar, kuchlanish va zo'riqishlarni aniqlash talab etiladi. Qator hollarda tezlik va tezlanishlarni aniqlashga ham to'g'ri keladi. Vibratsion xarakterga ega bo'lgan jarayonlarda esa tebranishlar chastotasi, ba'zan fazasini aniqlash lozim bo'ladi.

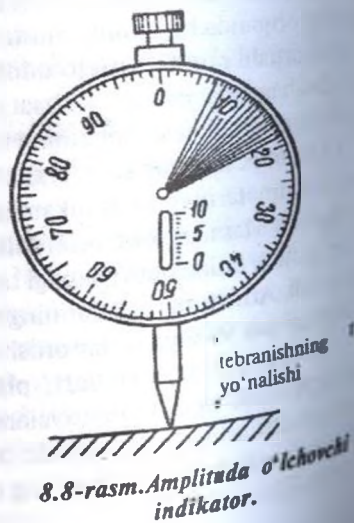
8.3.1. Ko'chishlarni o'lchash

Dinamik ko'chishlarni o'lchashda ilgari o'zi yozib oluvchi mexanik asboblardan foydalanilar edi. Hozirgi paytda optik usullardan, shu jumladan «sekinlashtirilgan» kino lentalaridan kengroq foydalanilmoqda. Kelajakda stereofotogrammetrik usullardan foydalanish uchun keng imkoniyatlar mavjud.

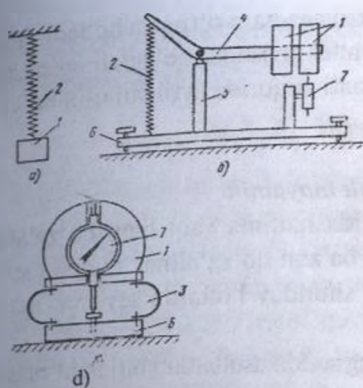
Dinamik sinovlar jarayonida ko'pincha vibratsion ko'chishlarni aniqlashga to'g'ri keladi. Bular quyidagi usul va asboblardan yordamida aniqlanadi.

Vibromarkalar

Vibromarkalar tebranishlar amplitudasini qisqa muddatlarda taqribiy o'lchashlarda qo'llaniladi. Vibromarka o'tkir uchli pona shaklida oq qog'ozga chiziladi va tekshirilayotgan obyektga yopishtiriladi (8.7-rasm, a); bunda



8.8-rasm. Amplituda o'lchovchi indikator.



8.9-rasm. Vertikal tebranishlarni o'lcaydigan asboblari:

a — prujinaga osilgan inert massa; *b* — prujinaga richag orqali osilgan massa; *d* — egilgan tunukaga o'rnatilgan massa; 1 — inert massa; 2 — silindrik prujina; 3 — tunuka prujinalari; 4 — richag (pishang); 5 — ustuncha; 6 — taglik; 7 — indikator.

uchburchak ponaning asosi h tebranish yo'nalishiga parallel bo'lishi kerak.

Ma'lumki, inson ko'zi tasvirni sekundning o'ndan biri mobaynida o'zida saqlab turish xususiyatiga ega. Obyektdan tashqarida turgan kuzatuvchiga harakatdagi vibromarka ikkiga ajralgandek tuyuladi: chetki chiziqlar aniq ajralib turadi, ular orasida esa qoramtir pona ko'rinishida siyqalangan fon ko'zga chalinadi (8.7-rasm, b).

Uchburchak o'xshashligidan (8.7-rasm, a va b) quyidagi nisbat kelib chiqadi: $c = h\ell / L$.

Bu yerda: c — aniqlanayotgan tebranish amplitudasi; h / L — vibromarka asosini balandligiga nisbati; ℓ — qoramtir pona balandligi.

Aniq natijalar olish uchun tebranishlar barqaror bo'lishi lozim,

aks holda qoramtir pona siyqalanib ketadi.

Odatda h / L nisbat $1 : 10$ deb olinadi. Kichik ko'chishlarni o'lcaganda h ni 5 mm gacha olish mumkin, bunda $h / L = 1 : 20$ bo'ladi. Vibromarkani foto suratga olish ham yaxshi natija beradi.

Indikatorlar

Barqaror tebranayotgan konstruksiyalarning amplitudalarini o'lcash uchun indikatorlardan foydalansa bo'ladi. Indikator tebranayotgan konstruksiya yaqinida qo'zg'almas asosga o'rnatiladi; bunda uning shtifti tekshirilayotgan elementning silliqilgan sirtiga tebranish yo'nalishiga parallel ravishda o'rnatiladi. Tebranishlarning quyi chastotasida shkalaning strelka borib yetadigan chetki bo'linmalarini oson o'qisa bo'ladi va ularning farqidan amplitudaning qiymatini aniqlash qiyin emas (8.8-rasm).

Yuqori chastotalarda esa strelka harakatini kuzatish oson bo'lmaydi, bunda shkala yuzasida xiralashgan sektor paydo bo'ladi, uning chegaralari shkalaning strelka borib yetadigan chekkalarini anglatadi.

Indikatorni tebranayotgan konstruksiyaga ham o'rnatiladi, bunda uning shtifti (tebranish yo'nalishiga parallel ravishda) qo'zg'almas nuqtaga tayanadi. Bu holda amplitudaning qiymati yuqorida aytilgan usul bo'yicha o'lchanadi.

Inert massali mayatnik

Tebranayotgan konstruksiya yaqinida hamma vaqt ham qo'zg'almas nuqta topilavermaydi. Shuning uchun ba'zan qo'zg'almas nuqtani sun'iy ravishda tashkil etishga to'g'ri keladi, shunday hollarda seysmik mayatniklardan foydalaniladi.

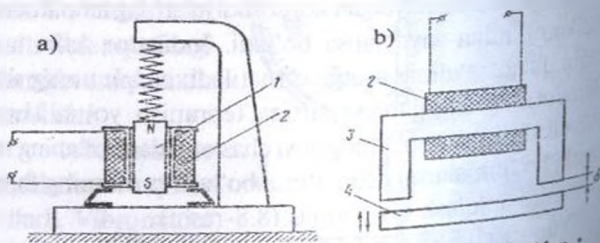
Vertikal tebranishlarni o'lchashda eng sodda usullardan biri inert massani prujina yordamida tepa konstruksiyaga osib qo'yish usulidir (8.9-rasm, a). Prujinaning uzunligini o'zgartirish yo'li bilan inert massa tebranishi chastotasini kuzatilayotgan obyekt chastotasiga nisbatan kichraytirish imkoniyati mavjud.

Tebranish amplitudalarini o'lchash uchun ko'chishlarni o'lchaydigan indikatorlardan (8.8-rasm) foydalansa bo'ladi. Indikator tebranayotgan konstruksiya bilan inert massa orasiga o'rnatiladi.

Gorizontal tebranishlarni ham inert massa orqali o'lchasa bo'ladi. Buning uchun «eshak»larga osilgan metall yoki yog'och to'sindan foydalaniladi (8.10-rasm, a). Indikator yoki o'ziyozar asbobning shtifti (uchi) gorizontal yo'nalishda to'sinning peshonasiga (toretsiga) tiraladi.

8.10-rasm, b da gorizontal ko'chishlarni o'lchashning boshqa bir turi tasvirlangan. Bu uskuna ko'chma bo'lib, uning inert massasi (1) ustun (4) ga mahkamlanadi. Inert massaning tebranish chastotasini kamaytirish maqsadida uning aylanish o'qi vertikal o'qqa nisbatan i burchakka og'dirilgan. Burchak i ni

istalgan og'malikda olish mumkin bo'lganligi tufayli, nazariy jihatdan tebranish chastotasini ham istalgancha kamaytirsa bo'ladi. Biroq inert massa muvozanatdan chiqqanida tiklovchi



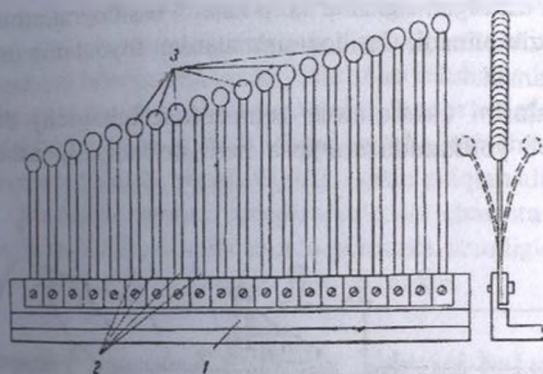
8.10-rasm. Tebranishlarni o'zgartiruvchi asboblari:
a—induksion; b—induktiv: 1 — doimiy (o'zgarmas) magnit; 2 — g'altak; 3 — o'zak; 4 — yakor.

kuchning ham kamayib borishi, chastotaning minimal qiymati 0,6-0,7 Gts dan oshmasligini taqozo etadi.

8.3.2. Vibroo'zgartirgich

Elektr vibroo'zgartirgichlar kuzatilayotgan ko'chishlarning qiymati, tezligi va tezlanishi haqida uzoq masofaga signallar uzatadi. O'zgartirgichlarning induksion, induktiv, sig'imli, qarshilikli va boshqa xillari bor.

8.10-rasm, a da induksion o'zgartirgichlarning eng sodda sxemasi tasvirlangan. Induksion o'zgartirgichlarning konstruktiv variantlari turlicha bo'lib, tuzilishi sodda, ishonchli va yetarli darajada sezgir asbob sanaladi.



8.11-rasm. Framning ko'p tilli chastota o'lchagichi.

Induktiv o'zgartirgichlar tebranishlar natijasida qarshiliklarning o'zgarishiga asoslangan asboblarning sirasiga kiradi. 8.10-rasm, b da ana shunday asboblarning sxemasi ko'rsatilgan. Bunday o'zgartirgichlar yuqori darajada sezgir bo'lib, mikroonning o'ndan biri

miqdorida vujudga keladigan o'zgarishlarni ham ilg'ay oladi.

Induktiv o'zgartirgichlarning boshqa konstruksiyalari tebranish chog'ida o'zakda hosil bo'ladigan magnit maydoni o'zgarishlariga, elastik magnit effekti hamda Fuko toki kabi ta'sirlarga asoslanadi.

Sig'imli (ёмкостные) o'zgartirgichlar tebranish chog'ida sig'imini o'zgartiradigan kondensatorlardan iborat. Bular o'ta sezgir asboblarning bo'lib, tebranishlarning har qanday parametrlarini o'lchash imkoniyatiga ega. Biroq ular begona elektr maydonlaridan himoya qilishni talab etadi hamda tashqi muhitning namligi va haroratiga ta'sirchan bo'ladi. Shunga ko'ra ular, asosan, katta aniqlik talab etadigan tadqiqotlarda laboratoriya sharoitida qo'llaniladi.

Om qarshiligi o'zgarishiga asoslangan o'zgartirgichlar ancha universal hisoblanadi. Qurilish konstruksiyalarini sinashda bu xildagi o'zgartirgichlarning asosiy turi hisoblangan tenzorezistorlardan keng foydalaniladi.

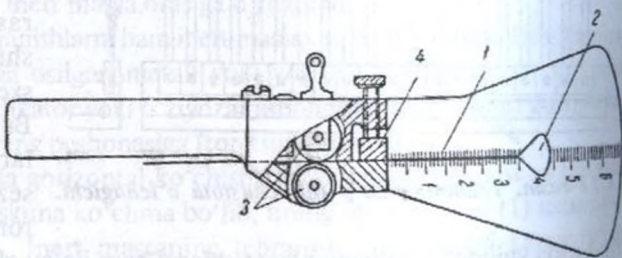
O'zgartirgichlarning uzatgan elektr signallari ko'p kanalli nurli magnitoelektrik ossillograflar yordamida yozib olinadi. Yuqori chastotali tebranishlarda elektron nurli ossillograflardan foydalaniladi.

8.3.3. Deformatsiyalarni o'lchash. Chastotalarni aniqlash

Deformatsiyalar tuzilishi va tekshirilayotgan elementga o'rnatilishi bo'yicha statik sinovlarda qo'llaniladigan tenzorezistorlarga o'xshash bo'lgan rezistorlar yordamida o'lchanadi. Ishlash prinsipi mexanik ta'sirlarga asoslangan asboblarning qurilish konstruksiyalarining dinamik deformatsiyalarini o'lchashda kam qo'llaniladi.

Tenzorezistorlardan uzatilgan signallar ko'p kanalli ossillograflarning ostsillogrammalariga yozib olinadi. Ossillogrammalardan foydalanib tebranish chastotalari aniqlanadi.

Tebranish chastotalarini chastotamer (chastota o'lchagichi) deb ataluvchi alohida asbob yordamida aniqlasa ham bo'ladi. Bu asbob Framning ko'p tilli chastota o'lchagichi (chastotameri) deb atalib, umumiy taglik (1) ga o'rnatilgan har xil uzunlikdagi plastinkalar turkumidan iborat (8.12-



8.12-rasm. Fulartonning bir tilli chastota o'lchagichi.

rasm). Plastinkalar (2) ning uchiga sharcha (3) o'rnatilgan. Plastinka va sharchalarning geometrik o'lchamlari va og'irliklari ma'lum bo'lsa, tegishli formulalardan foydalanib, har qaysi plastinkaning xususiy tebranishlari chastotasini aniqlash mumkin. Plastinkalarning xususiy tebranishlari chastotasini laboratoriyalarda tajriba yo'li bilan aniqlasa ham bo'ladi.

Konstruksiyaning kuzatilayotgan elementi chastotasini aniqlash uchun asboblarni shu elementga o'rnatiladi. Tebranish jarayonida barcha plastinkalar tebranadi, ammo ularning ichida bittasi, erkin tebranishlari davri elementning

erkin tebranishlari davriga yaqinrog'i, katta amplituda bilan tebranadi, chunki rezonansga tushgan bo'ladi. Binobarin, ana shu chastota tekshirilayotgan elementning izlanayotgan chastotasi bo'ladi.

Yuqoridagi prinsip asosida ishlaydigan bir tilli chastotamerlar ham bor. Masalan, Fularton yaratgan asbob, aynan bir tilli bo'lib, tebranish chastotalarini aniqlashga xizmat qiladi. Mazkur asbob uchiga yuk (2) o'rnatilgan bitta po'lat plastinka (1) dan tashkil topgan (8.13-rasm). Plastinka ikkita rolik (3) orasiga qistirilgan. Roliklardan birini harakatga keltirish yo'li bilan po'lat plastinkaning chiqib turgan qismi uzunligini o'zgartirish mumkin. Kerakli uzunlikda uni tirgak (4) orqali qotirib qo'yiladi.

Tekshirilayotgan elementning tebranish chastotasini aniqlashda mazkur asbob plastinkasini tebranish yo'nalishiga moslab o'rnatiladi. Keyin rolikning dastasini aylantirib, plastinkaning uzunligi o'zgartiriladi. Har o'zgartirganda tirgak (4) bilan mahkamlab, chastotasi tekshiriladi. Bu ish plastinka kuchli tebranma harakatga kelgunga qadar davom ettiriladi. Bu hol esa rezonans holatidir, ya'ni bu holatda asbobning tebranish chastotasi element chastotasi bilan tenglashadi; bu asbob shkalasidan aniqlanadi.

Bir tilli chastota o'lhagich ko'p tilli chastota o'lhagichga qaraganda ancha qulaydir, chunki bunda plastinka uzunligini asta o'zgartira borish yo'li bilan aniqroq natijalar olish mumkin.

8.4. Sinov ishlarini bajarish

8.4.1. Tayyorlov ishlari

Eng avval mo'ljallanayotgan sinov ishlarining puxta o'ylangan dasturi tuziladi. Dasturda bajariladigan ishlarning ikir-chikirigacha to'liq ko'rib chiqiladi va bir-biriga bog'lanadi.

Dinamik sinovlar oldidan, statik sinovlardagi kabi, konstruksiyalar mahkamlanadi, hovoza va to'siqlar o'rnatiladi, asboblari o'rnatiladigan yerlarga yoritish asboblari tortiladi va h.k. Bularga qo'shimcha ravishda vibratsion mashinalarni o'rnatish va zarb berish uchun maxsus moslamalar; zarb berganda inshoot elementlarini shikastlanishdan asrash uchun amortizatsiya qatlami kabi jihozlar o'rnatiladi.

Mehnatni muhofaza qilish bo'yicha dinamik kuchlar uyg'otadigan mexanizmlar atrofida to'siqlar o'rnatiladi; katta tezlikda harakatlanuvchi yuklardan foydalaniladigan bo'lsa, baxtsiz hodisalarning oldini olish uchun tegishli choralar ko'riladi.

8.4.2. Asboblarni joylashtirish va sinovlarni o'tkazish

Asboblarning obyektning shunday kesimlari va nuqtalariga o'rnatilishi kerakki, izlanayotgan parametrlarni aniq va ravshan o'lchash mumkin bo'lsin. Dinamik sinovlarda ko'pincha murakkab asboblardan foydalaniladi. Ulardan foydalanish samaradorligini oshirish maqsadida, ularning o'rni o'zgartirib, o'sha asbobning o'zidan qayta-qayta foydalaniladi. Bu yo'l bilan, bir tomondan, ishlatiladigan asboblarning soni kamayadi; ikkinchidan, asboblarni ishlatuvchi malakali xodimlar tejaladi.

Statik sinovlardagi singari, bu sinovlarda ham juda muhim o'lchovlarni takroran bajarish va bunda ishlash prinsipi boshqacha bo'lgan asboblardan foydalanish tavsiya etiladi. Ayni chog'da sinov ishlarini hamda uning natijalarini qayta ishlash jarayonini osonlashtirish uchun o'lchanadigan nuqtalar sonini asossiz ravishda ko'paytirib yubormaslik lozim.

8.4.3. Konstruksiyalarning erkin tebranishlari chastotasini tajriba yo'li bilan aniqlash

Erkin tebranishlarning chastotasini aniqlash tekshirilayotgan konstruksiyadan to'g'ri foydalanishda muhim ahamiyatga ega. Konstruksiyaning xususiy tebranishlari chastotasi ma'lum bo'lsa, tekshirilayotgan obyektga dinamik ta'sir etadigan uskunani o'rnatish mumkin yoki mumkin emasligi masalasi yoki ishlab turgan qaysi uskuna rezonans hosil qilishi mumkinligi va buning oldini olish masalalari o'z yechimini topadi.

Konstruksiyaning erkin tebranishlari chastotasini ikki xil usulda aniqlasa bo'ladi. Ulardan biri zarb berish usuli, ikkinchisi vibratsion usul.

Birinchi usulga ko'ra konstruksiyaga zarb berish orqali unda so'nuvchi tebranishlar hosil qilinadi va bu tebranishlar solqilik o'lchagich (proqibomer), vibrograf yoki ossilloqraflar yordamida yozib olinadi. Ushbu yozuvlardan tekshirilayotgan obyektning tebranish chastotalarini aniqlash qiyin emas.

Shuni muhimki, aniqlanayotgan parametrlar zarba kuchiga bog'liq emas. Bu hol olingan ma'lumotlarni qayta zarb berish va yozib olish yo'li bilan tekshirib ko'rish imkonini beradi.

Zarba usuli sodda usul, tayyorlov ishlari ham ko'p mehnat talab qilmaydi, qo'llaniladigan uskunalar ham murakkab emas. Zarbali sinovlar bir xil konstruksiyalarni, masalan, qoziq oyoq, to'sin va yopma plitalarni dinamik xarakteristikalarini (tavsiflarini) taqqoslashda juda qo'l keladi. Biroq

tekshirilayotgan obyektning massasi qancha katta bo'lsa, ularga zarba kuchi shuncha kam ta'sir qiladi. Bunday hollarda sezgirroq asboblari qo'llash yoki kuchliroq zarba berish talab etiladi. Shuning uchun ham amaliyotda bu usuldan kamroq foydalaniladi.

Ikkinchi usulga ko'ra konstruksiyalarning xususiy tebranishlari chastotasi vibratsion mashinalar yordamida aniqlanadi.

Vibromashina maxsus uskunalar yordamida konstruksiyaga mahkamlanadi. Vibromashina harakati jarayonida konstruksiyada chastotalarning keng diapozonida majburiy tebranishlar vujudga keladi.

Vibromashina uyg'otgan majburiy tebranish chastotasi konstruksiyaning xususiy tebranish chastotasiga tenglashganda rezonans vujudga keladi; buni vibro yozuvlardagi amplitudalarning keskin o'sib ketganidan bilsa bo'ladi.

Vibratsion sinovlar tekshirilayotgan obyektning dinamik xarakteristikalarini to'laroq va hartaraflama aniqlash imkonini beradi. Tebranish amplitudalarini aniqlash uchun vibro yozuvlardan tashqari bevosita o'lchaydigan vizual asboblardan ham foydalanish mumkin.

8.4.4. Konstruksiya elementlarida dinamik kuchlar ta'sirida vujudga keladigan kuchlanishlarni aniqlash

Dinamik kuchlar ta'sirida konstruksiya elementlarida hosil bo'ladigan kuchlanish statik σ_{st} va dinamik σ_d kuchlanishlar yig'indisidan tashkil topadi:

$$\sigma = \sigma_{st} + \sigma_d$$

Bunda statik kuchlardan hosil bo'lgan kuchlanishlar bilan bir xil ishoraga ega bo'lgan dinamik kuchlanishlarga hisobga olinadi. Masalan, agar egiluvchi balkaning kuchlanishlari aniqlanayotgan bo'lsa, statik kuchlar ta'sirida hosil bo'lgan kuchlanishlarga balkaning solqiligi yo'nalishida vujudga kelgan dinamik kuchlanishlar qo'shiladi.

Dinamik kuchlanish σ_d ni aniqlash uchun kuzatilayotgan obyektga ta'sir etayotgan inersiya kuchi Q_u ni aniqlash lozim. Ushbu inersiya kuchi massa m bilan tezlanish $\ddot{x}$ ning ko'paytmasiga teng:

$$Q_u = m\ddot{x}$$

Tezlanishni akselerometr yordamida o'lchab olish yoki vibro yozuvdan quyidagi formula orqali topish mumkin:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{A}{\ddot{x}}}$$

Bu yerda: T — tebranish davri;

A — eng katta amplituda;

$\ddot{x}$ — konstruksiya elementining tezlanishi.
Bu formuladan

$$\ddot{x} = \frac{4\pi^2 A}{T^2} = 4\pi^2 A f^2 \text{ topiladi,}$$

bu yerda: f — element tebranishlari chastotasi.

Tezlanish aniqlanayotgan barcha nuqtalarga akselerometrlar, vibrograflar, dinamik solqilik o'lchagichlar yoki sim uzatkichli progibomerlar o'rnatilib, vibrogramma yoki ostsilogrammalar yozib olinadi.

Elementga bo'ylama kuch ta'sir etsa dinamik kuchlanish

$$\sigma_{din} = \frac{Q_u}{F} = \frac{m\ddot{x}}{F} \text{ bo'ladi.}$$

Q_u kuchi oddiy balkaning o'rtasiga qo'yilgan bo'lsa, dinamik kuchlanish quyidagiga teng bo'ladi:

$$\sigma_{din} = \frac{Q_u \ell}{4W} = \frac{m\ddot{x}\ell}{4W}$$

Agar oddiy balkaga tekis yoyiq kuch qo'yilgan bo'lsa, u holda dinamik kuchlanish quyidagi formuladan aniqlanadi:

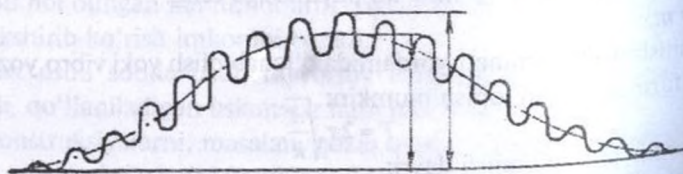
$$\sigma_{din} = \frac{17}{35} \cdot \frac{q_u \ell^2}{8W} = \frac{17}{35} \cdot \frac{m_1 \ddot{x} \ell^2}{8W},$$

bu yerda: m_1 — balkaning uzunlik birligiga to'g'ri keladigan massa;

$\ddot{x}$ — balkaning o'rtasidagi tezlanish.

Agar balkaga bir vaqtning o'zida ham teng yoyiq kuch q , ham yig'iq kuch Q qo'yilgan bo'lsa, balka o'rtasidagi dinamik kuchlanish quyidagicha aniqlanadi:

$$\sigma_{din} = \frac{Q_u}{4W} + \frac{17}{35} \cdot \frac{q_u \ell^2}{8W} = \frac{m\ddot{x}\ell}{4W} + \frac{17}{35} \cdot \frac{m_1 \ddot{x} \ell^2}{8W} = \frac{\ddot{x}\ell}{8W} \left(2m + \frac{17}{35} \cdot m_1 \ell \right)$$



8.13-rasm. Dinamik koeffitsientni y_s va y_{din} bo'yicha aniqlash

Konstruksiyalarda dinamik kuchlar ta'sirida hosil bo'ladigan kuchlanishlarni simli qarshilik uzatkichlar yordamida ham aniqlasa bo'ladi. Buning uchun uzatkichlar kuchlanishi izlayotgan nuqtalarga yopishtiriladi va to'liq kuchlanishni topish uchun aniqlangan kuchlanishlar statik kuchlanishlarga qo'shiladi.

8.4.5. Dinamik koeffitsientlarni aniqlash

Dinamik koeffitsientlar asosan harakatlanuvchi yuklar (masalan, temiryo'l poyezdlari, avtomobillar, ko'priklar) ta'sirida bo'ladigan konstruksiyalar uchun aniqlanadi va shu konstruksiyalar hisobida qo'llaniladi. Dinamik yuklar ta'siri bo'yicha analitik usulda aniqlangan kuchlanish va deformatsiyalar statik yuklardan hosil bo'lgan kuchlanish va deformatsiyalarga qo'shiladi.

Loyihalash jarayonida dinamik koeffitsient nazariy yo'l bilan aniqlanadi, yoki shunga o'xshash mavjud inshootlarning tajriba yo'li bilan aniqlangan koeffitsientdan foydalaniladi.

Amalda qo'llanilayotgan texnik me'yorlarda ko'priklar uchun dinamik koeffitsient quyidagi formuladan topiladi:

$K_d = 1 + \mu$, bu yerda μ — dinamik ko'prikning turi, materiali va uzunligiga qo'shimcha bo'lib, uning qiymati bog'liq. Avtomobil yo'llari ko'prigi uchun μ quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\mu = \frac{15}{37.5 + \lambda}, \text{ bu yerda: } \lambda — \text{ko'pri uzunligi, metrda.}$$

Dinamik koeffitsientni tajriba yo'li bilan aniqlashda quyidagi nisbatdan foydalaniladi:

$$K_d = \frac{Y_{din}}{Y_{st}}, \text{ bu erda, } Y_{st} — \text{statik yuk ta'siridagi maksimal solqilik;}$$

Y_{din} — dinamik yuk ta'siridagi maksimal solqilik.

Rels bo'ylab harakatlanuvchi temir yul poyoz, tramvay, kran va boshqalar sekin yurib o'tganda — statik, tez yurib o'tganda — dinamik ta'sir vujudga keladi.

Avtomobil yo'li ko'priklarining dinamik koeffitsientini tajriba yo'li bilan aniqlashda, tajribani aynan takrorlash qiyin bo'lganligi sababli, harakatlanuvchi yukni kerakli tezlikda bir marotaba o'tkaziladi va solqiliklar vibrogrammasi yozib olinadi (q. 13-rasm). Eng katta o'tkaziladigan maksimal dinamik solqilik Y_{din} deb qabul qilinadi. Statik yuk ta'sirida vujudga keladigan solqilikni aniqlash

uchun vibrogrammaning o'rtasidagi amplitudalarni ikkiga bo'lib turuvchi o'q o'tkaziladi. Shu o'qning eng katta ordinatasi statik solqilik y₀ deb qabul qilinadi.

8.4.6. Inshootlar tebranishining konstruksiya elementlari mustahkamligi va ishlab chiqarish texnologiyasi jarayoniga ta'siri

Inshoot tebranishi ma'lum chegaraga yetganda, bu tebranishlar inshootning o'ziga, ya'ni uning mustahkamligi va ustuvorligiga xavf solishi, ishlab chiqarish texnologiyasining to'g'ri kechishiga hamda o'sha yerda mehnat qilayotgan ishchilarning fiziologik holatiga salbiy ta'sir etishi mumkin.

Tebranishlarni bino va inshoot mustahkamligiga ta'siri uni diqqat bilan ko'zdan kechirish, dinamik kuchlar ta'sirida sinash, sinov natijalari asosida qayta hisoblash yo'li bilan tekshiriladi. Ana shunday har taraflama tekshirish asosidagina inshootning mustahkamligi va ustuvorligiga baho berish mumkin.

Inshoot tebranishlarini ishlab chiqarish jarayoni texnologiyasiga ta'sirini bilish uchun konstruksiya ayrim elementlarining tebranish chastotalari, amplitudalari va tezlanishlari asboblari yordamida o'lchab olinadi va bu qiymatlar mazkur ishlab chiqarish uchun belgilangan me'yoriy qiymatlar bilan taqqoslanadi.

Ayrim ishlab chiqarish jarayonlari uchun ko'p yillik tajribalar asosida tebranish chastotalari, amplitudalari va tezlanishlarining yo'l qo'yiladigan qiymatlari qabul qilingan; tajriba natijalariga baho berish masalasi har bir xususiy hol uchun korxona vakillari bilan birgalikda hal etiladi.

8.4.7. Balkalarda erkin tebranishlar chastotasini o'zgartirish

Bir tekisda yuklangan balkaning vertikal erkin tebranishlari chastotasi quyidagicha aniqlanadi:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{\frac{17}{35}m}},$$

bu yerda m — balka va unga qo'yilgan orayopmaning massasi;

$$K = \frac{48EI}{l^3} — \text{balkaning o'rtasiga qo'yilgan va 1 sm solqilik uyg'otadigan}$$

kuch.

Ba'zan konstruksiya rezonans holatiga tushib qoladigan bo'lsa va tebranish uyg'otuvchi kuchning chastotasini o'zgartirib bo'lmasa, konstruksiyaning erkin tebranishlari chastotasini o'zgartirishga to'g'ri keladi.

Keltirilgan formulalardan ko'rinib turibdiki, konstruksiyaning tebranishlar davrini o'zgartirish uchun yo massa m yoki K ning qiymatini, yoki har ikkalasini birgalikda o'zgartirish kerak.

Massani o'zgartirish uchun konstruksiyaga qo'shimcha yuklar qo'yish yoki mavjud yuklarni kamaytirish lozim. K kuchining qiymatini o'zgartirish uchun element ko'ndalang kesimi o'lchamlarini o'zgartirishga to'g'ri keladi, chunki bunda inersiya momenti I o'zgaradi, bu esa o'z navbatida K ni o'zgarishiga olib keladi.

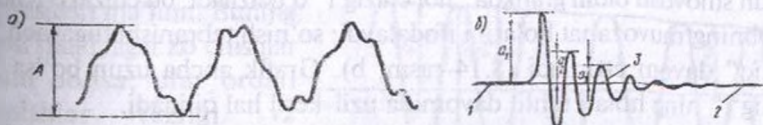
m va K ni kerakligicha tanlash orqali erkin tebranishlar chastotasini o'zgartirish va konstruksiyani rezonans holatidan saqlab qolish mumkin. m va K ning qiymatini xohlagan yo'nalishda o'zgartirsa bo'ladi, biroq konstruksiyaning mustahkamlik zahirasi (zapasiga) putur yetmasligi lozim.

Konstruksiya tebranishlari chastotasi nazariy usulda aniqlanib, m va K ning qiymatlari o'zgartirilgach, konstruksiya tebranishlari chastotasi tajriba yo'li bilan qayta aniqlanadi.

Sanoat korxonalarining birida 60 ; 120 va 150 kVt quvvatga ega bo'lgan uchta elektr dvigatel o'rnatilgan. Shulardan birinchisi ishga tushganda yuqori qavat orayopmasi tebranib rezonans holatiga tushgan. 120 va 150 kVt li dvigatellar ishlaganda orayopmada deyarli tebranish uyg'onmagan. Demak, keyingi dvigatellarning chastotasi orayopma chastotasidan ancha farq qilgan. 60 kVt li dvigatel ishlaganda hosil bo'ladigan rezonansni bartaraf etish uchun orayopmaga qo'shimcha massa qo'yilgan. Shundan keyin rezonans to'xtagan.

8.5. Sinov natijalarini qayta ishlash

Sinash ishlari tugagach, olingan natijalar avval chuqur tahlil qilinadi, keyin parametrlarning son qiymatlari aniqlanadi. Qayta ishlanadigan sinov natijalari, yozib oluvchi asboblarda qayd etilgan grafiklar yoki raqamlar ko'rinishida bo'lishi mumkin.



8.14-rasm. Tebranishlar qulochi va amplitudasini o'lchash:

a) quloch A ni o'lchash; b) amplituda a ni o'lchash; 1-sinovdan oldin o'tkazilgan nol chizig'i; 2-tebranish so'ngandan keyin o'tkazilgan nol chizig'i; 3-nol chizig'ining oraliq qismi.

Vaqt funksiyasida chizilgan grafiklar nostatsionar, ya'ni vaqt o'tishi bilan o'zgaradigan jarayonlarni tekshirishda juda qulay usul hisoblanadi. Statsionar, ya'ni barqaror jarayonlarda grafiklar uncha zarur emas, kerakli parametrlar diskret holda o'lchab olinishi mumkin.

Qayta ishlash jarayoni quyidagi bosqichlardan tashkil topadi:

1) yozuvlarda qayd etilgan murakkab jarayonlar soddaroq tashkil etuvchilarga ajratiladi.

Masalan, har qanday murakkab shaklli tebranishlar garmonik tahlil usulida oddiy garmonik tebranishlar yig'indisi ko'rinishida ifodalanishi mumkin;

2) tekshirilayotgan jarayonni o'zida aks ettiruvchi parametrlarning son qiymatlari aniqlanadi;

3) olingan parametrlar, agar zarurat bo'lsa, boshqa usulda qayta aniqlanishi mumkin.

Masalan, o'lchab olingan ko'chishlarni differensiallash va integrallash yo'li bilan tezlik va tezlanishlarni aniqlasa bo'ladi va aksincha;

4) sinov natijalarini qayta ishlash orqali sinalayotgan obyektning dinamik mustahkamligiga umumiy baho beriladi.

Yuqorida ko'rib o'tilgan bosqichlar mashinasozlik, samolyotsozlik, binokorlik, seysmologik tadqiqotlar, geologik qidiruv ishlari va boshqalarda keng qo'llaniladi. Olingan qiymatlarni qayta ishlash jarayonlari aksariyat hollarda avtomatlashtirilgan. Buning uchun maxsus asboblardan va ularning majmualari mavjud.

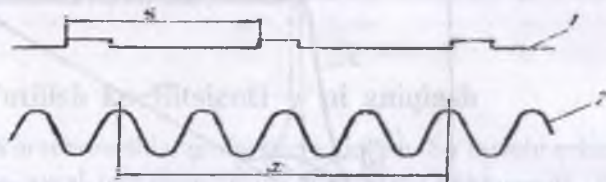
8.5.1. Tebranishlar qulochi va amplitudasini aniqlash

Tebranishlar qulochi (razmax) ikkilangan amplituda sifatida vibrogrammalardan o'lchab olinadi (8.14-rasm, a). Amplitudalarni o'lchash uchun sinovdan oldin grafikda "nol chizig'i" o'tkaziladi, bu chiziq o'lchovchi asbobning muvozanat holatini ifodalaydi; so'nish tebranishi tugagach "nol chiziq" davom ettiriladi (8.14-rasm, b). Grafik ancha uzun bo'lsa "nol chizig'i" ning holati tahlil davomida uzil-kesil hal qilinadi.

Ba'zi qiyin vibrogrammalarni tahlil qilishda, amplitudalarni aniqroq o'lchash maqsadida, o'ta sezgir fotoelementlardan foydalaniladi; bunday asboblardan chiziq qalinligining o'rtasigacha bo'lgan masofani aniq o'lchash imkonini beradi. O'lchash natijalari diskret sanoqlar ko'rinishida olinadi va qayta ishlashni davom ettirish uchun EHM ga kiritiladi.

8.5.2. Tebranishlar davrlarini o'lchash

Vaqt masshtabi aniq bo'lsa, tebranishlar davrlarini aniqlash qiyin emas. Buning uchun vibrogramma (yoki ossillogramma)ning biror barqaror uchastkasi tanlanadi (8.15-rasm). Aslida



8.15-rasm. Barqarorlashgan tebranishlar davrini aniqlashga doir:

1 — vaqt ko'rsatkichi chizig'i; 2 — qayta ishlana-yotgan vibrogramma.

tebranishlar davri T sifatida bir siklga ketgan vaqtni grafikdan o'lchab olsak ham bo'laverar edi. Ammo yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan xatoliklarni kamaytirish maqsadida vibrogrammadan bir necha sikldan tashkil topgan uchastkasini ajratib olib (rasmda x ga teng bo'lgan masofa), shu uchastkadagi tebranishlar davrini aniqlaymiz.

8.15-rasmdagi ξ -vaqt belgilari orasidagi masofa (mm); τ -berilgan vaqt intervali

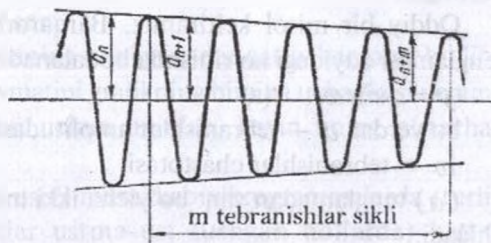
(sek); x — grafikda ajratilgan uchastka uzunligi (mm); n — tebranishlar soni bo'lsa, tebranishlarning bir sikli uchun ketgan vaqt quyidagiga teng bo'ladi:

$$T = \frac{x\tau}{n\xi} \text{ (sek) }.$$

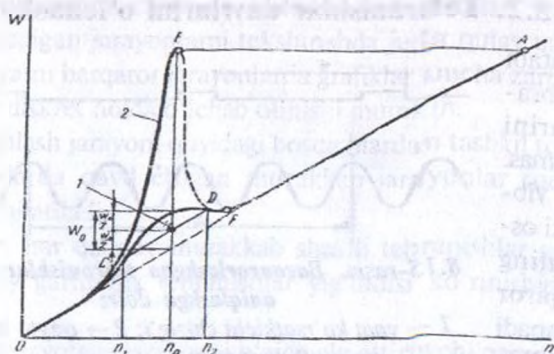
8.5.3. Ko'chishlar orqali tezlik va tezlanishlarni aniqlash

Ko'chishlar, tezliklar va tezlanishlar orasida differensial bog'lanishlar borligi bizga tebranishlar nazariyasidan ma'lum. Buning ma'nosi shuki, agar ko'chishlar ma'lum bo'lsa, ular orqali tebranishlar tezligi va tezlanishini aniqlash mumkin.

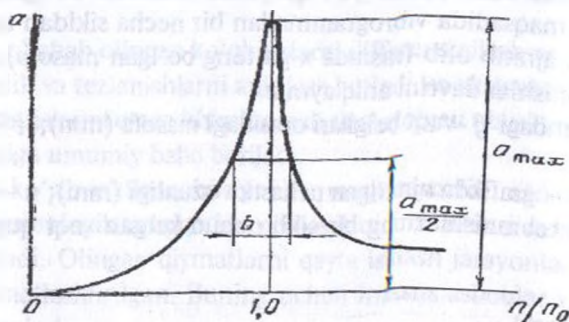
Bir turdan ikkinchi turga o'tish amallari grafik yoki analitik usullarda, shuningdek, asboblarda yordamida bevosita



8.16-rasm. Tebranishlar logarifmik dekrementini aniqlashga doir.



8.17-rasm. ψ ni rezonans holatida energiyani kengligi bo'yicha aniqlashga doir.



8.18-rasm. ψ ni rezonans amplitudasining ariflash egri chizig'idan aniqlashga doir.

2 ψ ni rezonans amplitudasining kengligi bo'yicha aniqlash.

amalg oshirilishi mumkin. Bunday usullar maxsus adabiyotda batafsil yoritilgan.

Oddiy bir misol keltiramiz. Barqarorlashgan garmonik tebranishlar tenglamasi quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$y = a \sin \omega t, \quad (a)$$

bu yerda: a — tebranishlar amplitudasi;

ω — tebranishlar chastotasi.

(a) tenglamadan vaqt bo'yicha ikki marta hosila olsak tezlanish kelib chiqadi:

$$\ddot{y} = -a\omega^2 \sin \omega t. \quad (b)$$

Maksimal tezlanish $\sin \omega t = 0$ bo'lganda vujudga keladi:

$$|\max \ddot{y}| = a\omega^2.$$

Shu yo'l bilan maksimal tezlik aniqlanadi:

$$|\max \dot{y}| = a\omega.$$

8.5.4. Yutilish koeffitsienti ψ ni aniqlash

ψ ni so'nuvchi erkin tebranishlar grafigidan aniqlash. So'nuvchi erkin tebranishlar grafigidan avval tebranishlarning logarifmik dekrementi δ aniqlanadi, chunki ψ bilan δ orasida quyidagi bog'lanish bor:

$$\psi = 2\delta.$$

Logarifmik dekrementning o'zi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\delta = \ln \frac{a_n}{a_{n+1}},$$

bu yerda: a_n va a_{n+1} grafikdan o'lchab olinadigan amplitudalar (8.16-rasm). Amplituda o'rniga quloch (razmax)lardan foydalansa ham bo'ladi, bunda grafikda nol chizig'ini o'tkazishga ehtiyoj qolmaydi.

Mazkur usulning soddaligiga qaramay, undan foydalanishda ba'zi qiyinchiliklarga duch kelinadi:

1) aksariyat hollarda tebranishlar so'nishi shunchalik sekin bo'ladiki, grafikdagi a_n va a_{n+1} amplitudalar bir-biridan juda oz farq qiladi. Bu farqni ko'paytirish maqsadida amplitudasi bilan undan ancha narida joylashgan a_{n+m} amplitudasi taqqoslanadi (o'sha rasm). Bu holda logarifmik dekrement quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\delta = \frac{1}{m} \ln \frac{a_n}{a_{n+m}},$$

bu yerda: m — tebranish sikllari soni.

2) δ ning qiymati diagrammaning oxiriga qadar qat'iy barqaror bo'lib qolmaydi. Shunga ko'ra uning qiymatini grafikning birgina uchastkasi uchun emas, balki bir necha uchastkasi uchun aniqlab, keyin uning o'rtacha qiymatini topish zarur bo'ladi.

3) ψ ni aniqlashning ushbu usuli murakkab vibrogrammalarda (turli chastotali so'nuvchi tebranishlar ustma-ust tushgan hollarda) katta qiyinchiliklar tug'diradi. Bunday hollarda ψ ni rezonans egri chizig'idan aniqlash maqsadga muvofiq bo'ladi.

ψ ni rezonans egri chizig'idan aniqlash. Majburiy tebranishlarning rezonans zonasi uchun qurilgan egri chiziqdan foydalanib yutilish koeffitsienti ψ ni aniqlash mumkin. Bunda bir qancha usullar mavjud. Shulardan ikkitasini ko'rib o'tamiz.

1. ψ ni rezonans holatida energiyani sarflash egri chizig'idan aniqlash.

8.17-rasmda vibratsion mashina harakatda bo'lganida uning energiyasi (quvvati) W sarfini ifodalovchi egri chiziqlar tasvirlangan. Bu egri chiziqlarning boshlang'ich va oxirgi uchastkalari OA punkti chizig'i bilan tutashtirilgan bo'lib, bu chiziq rezonans cho'qqisi holatini ajratib turadi. Mazkur grafikdan foydalanib yutilish koeffitsienti quyidagi formuladan topiladi:

$$\psi = \pi \frac{n_2 - n_1}{n_0},$$

bu yerda: n_0 — rezonans chastotasi; n_1 va n_2 rezonans egri chizig'idagi S va D nuqtalarining chastotalari; W_0 — rezonans cho'qqisi masofasi.

8.18-rasmda ordinata o'qi bo'yicha asboblarning yordamida sinalayotgan objektidan o'lchab olingan amplitudalar yoki deformatsiyalar qo'yilgan. Absissa o'qi bo'yicha vibromashina debolanslari aylanishlar sonini rezonans chastotasiga nisbati η qo'yilgan. Bunday grafik mavjud bo'lganda yutilish koeffitsienti quyidagi formuladan topiladi:

$$\psi = \frac{2\pi}{\sqrt{3}} b(1 - b^2),$$

bu yerda: b — rezonans sirtmog'i balandligining yarmidagi kengligi. Sirtmog' ensiz bo'lgan hollarda b ni hisobga olmasa ham bo'ladi. U holda formula

$$\psi = \frac{2\pi}{\sqrt{3}} b \text{ ko'rinishni oladi.}$$

Eslatma o'rnida. ψ ning kichik qiymatlarida rezonans egri chizig'ining «uzilish» hodisasi ro'y berishi mumkin (bu hol 8.17-rasmda EF punkti chizig'i bilan ko'rsatilgan). Bunday holda n_2 chastotasi va kenglik b ni aniqlash mumkin bo'lmay qoladi.

Vaziyatdan chiqish uchun boshqacha yo'l tutiladi: vibratsion mashina aylanishlar sonini oshira borib, rezonans egri chizig'i cho'qqisigacha, ya'ni uzilish nuqtasi E gacha olib chiqiladi; orqaga qaytishda AF chizig'iga ega bo'linadi. Shundan keyin grafikda taqriban EF chizig'i o'tkaziladi. Ko'rinib turibdiki, shu yo'l bilan aniqlangan ψ ning qiymati ham taqribiy bo'ladi.

ψ ni aniqlashda shuni ham hisobga olish lozimki, naturaviy sinovlarda vibratsion mashinaning energiyasi faqatgina sinalayotgan konstruktsiya

elementlarida tebranish uyg'otishga emas, balki birikuv yerlaridagi ishqalanishlar va boshqa narsalarga ham sarf bo'ladi. Bular ψ ning aniqlanayotgan qiymatining ortishiga olib kelishi mumkin.

8.5.5. Dinamik sinovlar natijasiga ko'ra konstruksiya holatini baholash

Dinamik kuchlar ta'siriga sinalgan konstruksiyalarning holatiga baho berish statik kuchlar ta'siriga sinalgan konstruksiyalarning holatiga baho berishga nisbatan ancha murakkab. Sinovlar oldiga qo'yilgan vazifalarga qarab, ulardan olinadigan natijalar ham o'ziga xos bo'ladi.

Birinchi masala — inshootning statik va dinamik kuchlar ta'siridagi mustahkamligini tekshirishdan iborat edi. Yuqorida shunday hollar uchun kuchlanishlarni aniqlash usullarini ko'rib o'tdik. Agar yig'indi kuchlanishlarning qiymati me'yoriy kuchlanishlardan kichik bo'lsa, bunday inshootning mustahkamligi yetarli darajada deb baholanadi va foydalanishga ruxsat etiladi.

Ikkinchi masala — inshoot tebranishlarini texnologik jarayonlarga va shu sharoitda ishlayotgan odamlarning fiziologik holatiga ta'sirini aniqlashdan iborat edi. Bunga doir sinovlar va tegishli tavsiyalar bilan tanishdik. Agar chastota va amplitudalarning ta'siri inson salomatligi va kayfiyatiga zarar yetkazadigan darajada bo'lsa, u holda buni bartaraf etish uchun inshootni qayta ta'mirlash muammosi yuzaga keladi.

Uchinchi masala — iste'moldagi konstruksiyaga, avval ko'zda tutilmagan, yangi qo'zg'alma yoki tebranma harakatda bo'ladigan asbob-uskunalarni o'rnatish zarurati tug'ilgan hol. Bunday holda konstruksiyaning xususiy tebranish chastotasi aniqlanadi, bu chastota o'rnatiladigan uskuna (stanok, agregat) ning majburiy tebranishlar chastotasi bilan taqqoslanadi; konstruksiyaning kuchlanishlari va deformatsiyalari aniqlanadi. Agar konstruksiya rezonansga tushadigan bo'lsa, u holda masala ikki yo'nalishda hal etilishi mumkin; a) konstruksiyaning xususiy tebranishlari chastotasini o'zgartirish, b) agar texnologik sharoit yo'l qo'ysa, majburiy tebranishlar chastotasini o'zgartirish.

To'rtinchi masala — bu dinamik koeffitsientning qiymatini aniqlashdan iborat. Bu koeffitsient konstruksiyani real ishlash sharoitini hisobga olib, uning mustahkamligiga baho berishda kerak bo'ladi. Dinamik koeffitsientning qiymati aniqlangach, konstruksiya shu koeffitsient bo'yicha qayta hisoblanadi va hisob natijalariga qarab sinalayotgan inshootning mustahkamligiga baho beriladi.

Inshoot va uning konstruksiyalariga dinamik kuchlar ta'sir etganda uning texnik holatiga baho berish ana shulardan iborat.

IX BOB. DEFORMATSIYA VA KUCHLANISH HOLATLARINI EKSPERIMENTAL TADQIQ ETISH USULLARI

9.1. Materiallarni va konstruksiyalarni sinash

Gap deformatsiya va kuchlanishlarni tajriba (eksperiment) yo'li bilan aniqlash usullari xaqida borar ekan, materiallarni mexanik sinash bilan konstruksiyalarni sinash orasida farq borligini unutmaslik kerak.

Materiallarni sinash ishlari oquvchanlik chegarasi, mustahkamlik chegarasi, elastiklik moduli singari mexanik xarakteristikalarini aniqlash maqsadlarida amalga oshiriladi. Bundan tashqari, tadqiqot ishlarida ham, jumladan, murakkab kuchlanish holatlarida mustahkamlik shartlarini o'rganishda yoki, umuman, turli sharoitlarda materialning mexanik xossalarini aniqlashda qo'llaniladi.

Materiallarni sinash uchun namunalar tayyorlanadi. Namunalarning shakl va o'lchamlari o'lchash asboblari va sinash shartlariga qarab belgilanadi.

Material haqida obyektiv ma'lumotlarga ega bo'lish uchun kuchlanish holatining birjinsliligini, ya'ni sinalayotgan namunaning barcha nuqtalarida kuchlanishlarning bir xil bo'lishini ta'minlash zarur. Bu shartga, jumladan, cho'zilishda, kalta namunalarni siqishda va yupqa devorli quvurlarni burashda amal qilinadi. Bunday sinovlarda materil xossalarining o'zgarishi namunaning butun hajmi bo'yicha baravar sodir bo'ladi va miqdoriy baho berishda qiyinchilik tug'dirmaydi. Yaxlit namunalarni burashda va egilishga sinashda kuchlanish holati birjinsli bo'lmaydi. Materialning alohida nuqtalarida sifat o'zgarishlarining yuz berishi, namuna xarakteristikasida sezilarli o'zgarishlar sodir bo'lishiga olib kelmaydi. Materialda vujudga keladigan jarayonlar faqat o'rtacha miqdorda ayon bo'ladi va sinov natijalari qo'shimcha ravishda qayta ishlashni talab etadi, bu esa obyektivlik darajasining pasayishiga olib keladi.

Kuchlanish holatini birjinsliligi talabi qator sinovlar natijalariga jiddiy cheklovlar qo'yadi. Masalan, hozirga qadar birjinslilik sharoitida har taraflama cho'zish bo'yicha obyektiv sinov o'tkazishning uddasidan chiqilmayotir. Bunday kuchlanish holatini hozircha namunaning faqat alohida nuqtalarida uyg'otish mumkin bo'layotir. Masalan, yaxlit sharning markazida, tashqaridan turib tez qizdirish yo'li bilan, shunday holatni vujudga keltirish mumkin.

Mexanik sinash ko'rinishlaridan biri texnologik sinovlar bo'lib bu sinovlar material xossalari haqida obyektiv ma'lumotlar emas, faqat qiyosiy ma'lumotlar

beradi, xolos. Material qattiqligi, zarba tayishqoqligi (ударная вязкость) va ba'zi boshqa shu kabi xarakteristikalarni aniqlashga doir sinovlar ham texnologik sinovlar qatorida turadi.

Konstruksiya sinovi — bu butunay boshqa gap; bunda gap butun mashina, uning alohida qismlari yoki modelining mustahkamligini sinash haqida boradi. Bunday sinovlarni o'tkazishdan maqsad, bir tomondan bajarilgan hisoblarning to'g'riligini tekshirishdan, boshqa tomondan mashinani texnologik jihatdan to'g'ri yig'ilganligiga baho berishdan iborat. Konstruksiyalarni sinash ishlari texnikaning samolyotsozlik va raketsozlik singari sohalarida ko'proq rivojlangan, chunki bu sohada vaznni yengillashtirish tufayli mustahkamlik asosalari yanada mas'uliyatliroq tus oladi. Yangi mashinani barpo etishda, uning metallardan yasalgan alohida qismlari buzuvchi kuchni aniqlash maqsadida, to'g'riligiga qadar sinaldi. So'ngra bu kuch hisobiy kuch bilan taqqoslanadi. Statik sinovlar jarayonida qo'yiladigan tashqi yuk real ishchi holatga yaqin keladigan holatga moslab qo'yiladi, masalan, samolyot g'ildiragiga qo'yiladigan yuk yo'lovchilar chiqadigan paytga, qanotlari esa pikdan chiqish holatiga moslashtiriladi va h.k.

Statik sinovlardan tashqari ko'pincha dinamik sinovlar o'tkazishga to'g'ri keladi. Masalan, tebranish (titrash) sharoitida ishlaydigan asboblarda ko'proq sinaladi. Bunday sinovlar maxsus ishlarga ta'lim beratma stollarda turli chastota va amplitudalarda o'tkaziladi. Bunday sinovlarda asboblarning tebranayotgan detallaridagi deformatsiya va kuchlanishlar o'lchanmaydi. Alohida qismlarning ishdan chiqishiga qarab ularning mustahkamligi haqida fikr yuritiladi. Ba'zan mashinaning xavfli tugunlarida tez o'zgaruvchi deformatsiyalar ossilloqraflar yordamida yoritib olinadi va keyin qayta ishlanadi.

Kuchlanish holatida bo'lgan konstruksiya eksperimental tadqiqotining hozirgi usullari, u yoki bu yo'sinda, sinalayotgan obyektning deformatsiyalarini to'g'ridan to'g'ri aniqlashga borib taqaladi. Kuchlanishlar Guk qonuni asosida blivosit deformatsiyalar orqali aniqlanadi. Konstruksiya sinovlarida plastik deformatsiyalar hosil bo'lsa, u holda kuchlanishlar aniqlanmaydi, faqat buzuvchi kuchning qiymatini aniqlash bilan kifoyalaniladi yoki plastik deformatsiya uyg'otuvchi kuch aniqlanadi.

Deformatsiyalarni o'lchashning bir qancha usullari bor. Quyida biz deformatsiyalarni mexanik va elektrik printsiplari asosida ishlaydigan o'lchash asboblari (tenzometr) bilan tanishib chiqamiz. Keyin esa optik va rengenografik usullar, muar tasmlari va loqoplash usullari bilan tanishamiz.

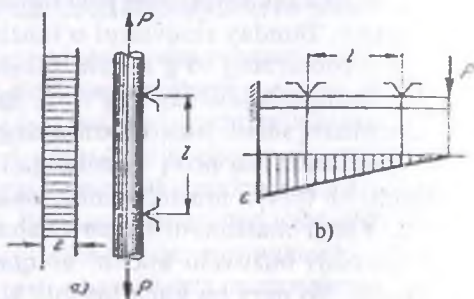
9.2. Deformatsiyalarni mexanik tenzometrlar yordamida aniqlash

Mexanik tenzometrning ishlash prinsipi namunaning ikki nuqtasi orasidagi masofani yuklanishdan oldin va keyin o'lchashga asoslanadi. Bu ikki nuqta orasidagi dastlabki masofa tenzometr bazasi l deb ataladi.

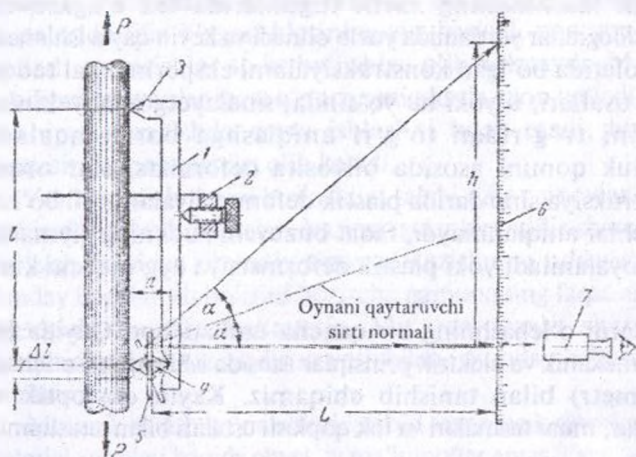
Baza uzunligi orttirmasi Δl ni l ga nisbati o'rtacha (nisbiy) uzayishni beradi. Agar deformatsiyalanish holati, 9.1-rasm, a da

ko'rsatilganidek, bir jinsli bo'lsa, o'lchash natijasida izlanayotgan deformatsiyaning aniq qiymati aniqlangan bo'ladi. Agar deformatsiya baza bo'ylab o'zgaruvchan bo'lsa (9.1-rasm, b) u holda deformatsiyaning o'lchangan o'rtacha qiymati, baza oralig'i qancha qisqa bo'lsa, haqiqiy qiymatga shuncha yaqin bo'ladi.

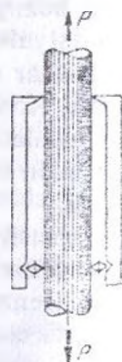
Materiallarni cho'zilishga sinashda, deformatsiyaning birjinsliligi ta'minlangan holda, bazaning uzunligi namunaning o'lchamlari bilan cheklanadi. Odatda l ning uzunligi 50, 100, 150 va 200 mm atrofida qabul qilinadi.



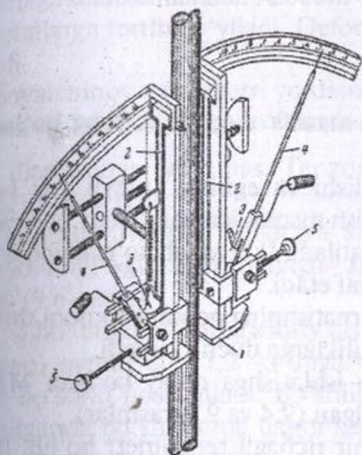
9.1-rasm.



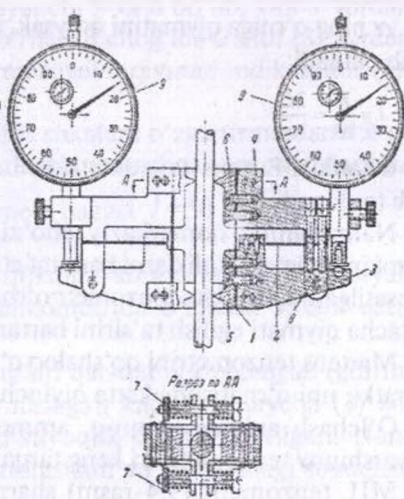
9.2-rasm.



9.3-rasm.



9.4-rasm.



9.5-rasm.

Umuman konstruksiyalarni sinashda baza uzunligini belgilash nozik masala: baza kattaroq olinsa — deformatsiyaning birjinsizligidan xatolar paydo bo'ladi; kichikroq olinsa — instrumental xatolar tufayli aniqlik darajasi kamayadi. Konstruksiyalarni sinashda mexanik tenzometrlarning bazasi odatda $2 \div 20$ mm oralig'ida olinadi.

Materialning elastiklik modulini aniqlashda elastik uzayishlarni aniq o'lchash uchun Martensning optik richagli tenzometridan foydalaniladi (9.2-rasm).

Tenzometr bikir planka 1 dan tashkil topgan bo'lib, qistingich (2) yordamida namunaga mahkamlanadi. Plankaning tepa uchi (3) qo'zg'almas, pastki uchi romsimon kesimli prizma (4) dan iborat.

Prizma diogonalining uzunligi — a . Prizmaga oyna (5) biriktirilgan. Oynadan L masofada shkala (6) qo'zg'almas o'rnatilgan. Namuna uzayganda oyna og'adi va kuzatuvchi truba (7) orqali shkaladan sanoq oladi.

Asbobning kattalashtirish masshtabi shkaladagi ko'rsatkichlar farqini Δl ga bo'lgan nisbati orqali aniqlanadi.

Oynaning og'ish burchagi

$$\alpha = \frac{\Delta l}{a}$$

Yuklanishdan oldin va keyin shkaladan olinadigan sanoqlar farqi, α kichik miqdor bo'lganligi uchun $h - L \cdot 2\alpha$ bo'ladi.

α ning o'rniga qiymatini qo'ysak, asbobning kattalashtirish koeffitsienti kelib chiqadi:

$$i = \frac{h}{\Delta l} = \frac{2L}{\alpha}$$

Odatda Martens tenzometrda L masofa $i \approx 500$ ga teng bo'ladigan qilib tanlanadi.

Namunaning nomarkaziy cho'zilishi va egilishi tufayli yuz berishi mumkin bo'lgan xatoliklarni bartaraf etish maqsadida namunaga, 9.3-rasmda ko'rsatilganidek, ikkita tenzometr o'rnatiladi. Ikki asbob ko'rsatkichlarining o'rtacha qiymati egilish ta'sirini bartaraf etadi.

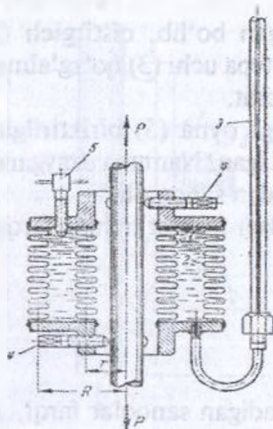
Martens tenzometrini qo'shaloq o'rnatishning noqulay tomoni shundan iboratki, uni o'rnatishda katta qiyinchiliklarga duch kelinadi.

O'lchash aniqligi kamroq, ammo ishlatishga qulay bo'lgan MIL va Boyarshinov tenzometrlari keng tarqalgan (9.4 va 9.5-rasmlar).

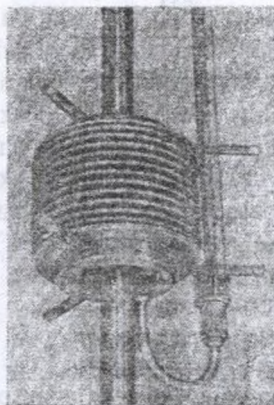
MIL tenzometri (9.4-rasm) sharnir richagli tenzometr bo'lib, bazasi 100 mm ni tashkil etadi. Bu qo'shaloq tenzometr namunaga prujinali qistirigich yordamida mahkamlanadi.

Pastki tayanchi 1 qo'zg'almas bo'lib, ustki tayanchi richag (2) bilan qo'shilgan. Ushbu richag pastki uchining qo'zg'alishi planka (3) ga, undan strelka (4) ga uzatiladi. Eksperimentni boshlashdan ilgari strelka vint (5) yordamida nol holatiga keltiriladi. Agar deformatsiya katta bo'lib, strelka shkala chegarasidan chiqib ketsa, uni tajriba jarayonida vint yordamida orqaga qaytarish mumkin. MIL tenzometri deformatsiyani 500 marta

kattalashtirib bera oladi.



9.6-rasm.



9.7-rasm.

Boyarshinov tenzometrda mexanik sharnirlar o'rniga ikkita yassi prujina 1,2 dan tashkil topgan elastik sharnir qo'llanilgan. 3 va 4 alyumin detallar namuna cho'zilganda prujinalarning kesishuv nuqtasiga nisbatan og'adi.

Tenzometrning ikkita po'lat uchli tayanchi 5 va 6 bo'lib, vint 7 yordamida namunaga mahkamlanadi. Asbobni o'rnatish chog'ida ushtif (8) yordamida 3,4 detallarga tortib qo'yiladi. Deformatsiyalar qiymati indikatorlar (9) dan olinadi.

Boyarshinov tenzometri yordamida shkalani o'zgartirishdan 4% gacha bo'lgan deformatsiyalarni o'lchash mumkin. Boshqa tenzometrlar bunaqa keng diapazonga ega emas. Tenzometr bazasi $l=50$ mm, kattalashtirish quvvati 500 ga teng.

Namunalarni cho'zilish va siqilishga sinashda deformatsiyalarni Lixaryovning «gidravlik richagli» tenzometrida o'lchash yaxshi natijalar beradi (9.6-rasm).

Ushbu tenzometrning asosiy qismlari qat-qat burmalangan (gofrirovka qilingan) metall quti 1,2 va unga tutashgan kapillyar naycha (3) bo'lib, yopiq bo'shliq hosil qiladi. Bo'shliq suyuqlik bilan to'ldirilgan. Namuna cho'zilganda bo'shliqning hajmi kattalashadi va naychadagi suyuqlikning sathi h miqdorga pasayadi.

Suyuqlik hajmining o'zgarmaslik shartiga asoslanib quyidagi tenglamani yoza olamiz:

$$(\pi R^2 - \pi r^2) \Delta l = h F$$

bu yerda: R — katta qatning o'rtacha radiusi, r kichik qatning o'rtacha radiusi, F — kapillyar kesimining yuzi. Bundan tenzometrning kattalashtirish koeffitsienti kelib chiqadi:

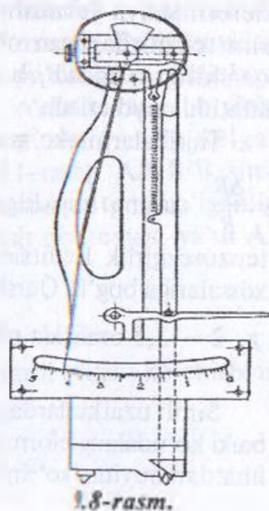
$$\pi \frac{R^2 - r^2}{F}$$

Odatda asbobning kattalashtirish koeffitsienti 2000 atrofida bo'ladi.

Tenzometr namunaga vintlar (4) orqali o'rnatiladi. Kapillyardagi suyuqlik sathini o'zgartirish va asbobni nol holatga keltirish uchun (5) vintdan foydalaniladi. Asbobning eng kichik bazasi 20 mm atrofida. Lixaryov tenzometrining umumiy ko'rinishi 9.7-rasmda tasvirlangan.

Mexanik tenzometrlarning ichida eng ko'p tarqalganlaridan yana biri Gugenberger tenzometri bo'lib, bazasi 20 mm va kattalashtirish koeffitsienti 1000 ga teng (9.8-rasm).

Kichik bazali mexanik tenzometrlar kam

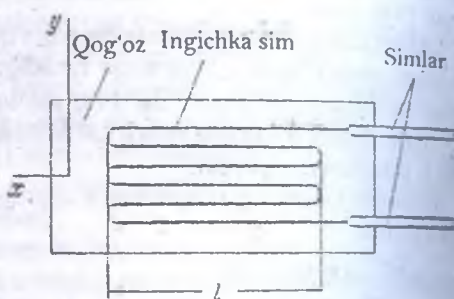


tarqalgan noyob asboblarning sirasiga kiradi. Ayrim tadqiqotchilarning bunday tenzometrlarning qo'llanish chegarasini kengaytirishga yo'naltirilgan xatti-harakatlari yaxshi samara bermadi, chunki materiallarni sinashda katta bazali tenzometrlar yuqori pog'onada turadi, konstruksiyalarni sinashda esa hozirgi davrda tenzometrlar o'mini allaqachon simli qarshilik uzatkichlar (uzatkichi soprotivleniya) egallab olgan.

9.3. Qarshilik uzatkichlarning qo'llanilishi

Konstruksiyalarni sinash texnikasida keyingi o'n yilliklar mobaynida simli qarshilik uzatkichlar keng doirada qo'llaniladigan bo'lib qoldi.

Simli uzatkich (uzatkich) qog'oz tasmaga ilonsimon shaklda yupqa qilib (0,015-0,030 mm) yopishtirilgan simdan iborat (9.9-rasm). Ingichka simning uchlariga oddiy simlar payvandlanadi.



9.9-rasm.

U z a t k i c
tekshirilayotgan detalning sirtiga shunday yopishtiriladiki, bazaning o'lcham yo'nalishi — deformatsiya yo'nalishi bilan bir xil bo'lsin. Zich yelimlangan ingichka sim tekshirilayotgan obyekt sirti bilan baravar uzayadi va uning Om qarshiligi o'zgaradi, bu holat o'z navbatida deformatsiya ko'rsatkichi sifatida qayd etiladi.

Tajribalarning ko'rsatishicha, simning Om qarshiligini nisbiy o'zgarishi

$-\frac{\Delta R}{R}$ uning uzayishiga proporsional, ya'ni $\frac{\Delta R}{R} = \gamma_0 \varepsilon$, bu yerda γ_0 — tenzosezgirlik koeffitsienti — o'lchamsiz son bo'lib, materialning fizik xossalarga bog'liq. Qarshilik uzatkichlarida ishlatiladigan materiallar uchun γ_0 2 — 3,5 oralig'ida qabul qilinadi.

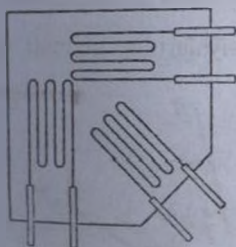
Simli uzatkichlardagi sirtmoqning yoysimon uchida nafaqat bo'ylariga, balki ko'ndalang deformatsiyalar ham sezilarli darajada bo'ladi va matematik jihatdan quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$\frac{\Delta R}{R} = \gamma_0 \varepsilon_1 + \alpha \varepsilon_2$$

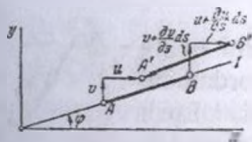
Bu yerda ε_x va $\delta\varepsilon_x$ x va y o'qlari o'nalishidagi uzayishlar, λ va δ esa uzatkichning bo'ylama va ko'ndalang tenzosezgirlik koeffitsientlari bo'lib, tarirovka (sozlash) yo'li bilan aniqlanadi.

γ ning miqdori sirtmoq uchidagi egrilik hisobiga simning tenzosezgirlik koeffitsienti dan kichikroq bo'ladi. Baza ℓ ortgan sari λ va δ orasidagi farq kamaya boradi va odatda qo'llaniladigan bazasi $\ell = 20 \text{ mm}$ bo'lgan uzatkichlarda juda ham kichik qiymatga ega bo'ladi. δ koeffitsientining qiymati ham o'sha darajada kichik bo'ladi. Kichik bazali ($\ell < 5 \text{ mm}$) uzatkichlarda δ ning qiymati λ ning qiymatiga yaqin bo'ladi, shuning uchun kuchlanishlarni hisoblashda ko'ndalang tenzosezgirlik koeffitsienti e'tiborga olinishi zarur.

Murakkab konstruksiya elementlaridagi kuchlanish holatini tekshirishda bosh. kuchlanishlarning qiymatini aniqlashdan tashqari, ko'pincha ularning yo'nalishini ham aniqlashga to'g'ri keladi. Bunday holda tekshirilayotgan sirtga bir-biriga nisbatan 450 burchak ostida bir yo'la uchta uzatkich



9.10-rasm.



9.11-rasm.

yopishtiriladi (9.10-rasm). Uchta o'lchangan uzayishlar asosida hech qanday qiyinchiliksiz bosh uzayishlar va o'qlar holatini belgilovchi burchak aniqlanishi mumkin. Bu ish quyidagi yo'sinda bajariladi: bosh o'qlar x va u bo'yicha yuzaga kelgan

$$\frac{\partial U}{\partial S} dS \cos \varphi + \frac{\partial V}{\partial S} dS \sin \varphi$$

deformatsiyani ma'lum deb faraz etamiz (9.11-rasm). AA'B'B siniq chizig'ining — I o'qiga bo'lgan proeksiyasi AB kesmasiga teng bo'lganligi sababli, A'B' va AB kesmalarining farqini aniqlash qiyin emas, ya'ni AB kesmasining mutlaq uzayishi quyidagiga teng:

$$\varepsilon_1 = \frac{\partial U}{\partial S} \cos \varphi + \frac{\partial V}{\partial S} \sin \varphi$$

Yoki

$$\varepsilon = \varepsilon_x \cos^2 \varphi + \varepsilon_y \sin^2 \varphi \text{ bo'ladi,}$$

bundan $\varepsilon_I = \varepsilon_x \cos^2 \varphi + \varepsilon_y \sin^2 \varphi$ kelib chiqadi.

Uchta uzatkichning uchta o'qi yo'nalishi bo'yicha nisbiy deformatsiyalar quyidagicha bo'ladi (9.12-rasm):

$$\varepsilon_I = \varepsilon_x \cos^2 \varphi + \varepsilon_y \sin^2 \varphi$$

$$\varepsilon_{II} = \varepsilon_x \cos^2 (\varphi + 45^\circ) + \varepsilon_y \sin^2 (\varphi + 45^\circ)$$

$$\varepsilon_{III} = \varepsilon_x \cos^2 (\varphi + 90^\circ) + \varepsilon_y \sin^2 (\varphi + 90^\circ)$$

Bular asosida quyidagi formulalarga ega bo'lamiz:

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{\varepsilon_I + 2\varepsilon_{II} + \varepsilon_{III}}{\varepsilon_I - \varepsilon_{III}}$$

$$\varepsilon_x = \frac{\varepsilon_I + \varepsilon_{III}}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{(\varepsilon_I - \varepsilon_{III})^2 + (\varepsilon_I - 2\varepsilon_{II} + \varepsilon_{III})^2},$$

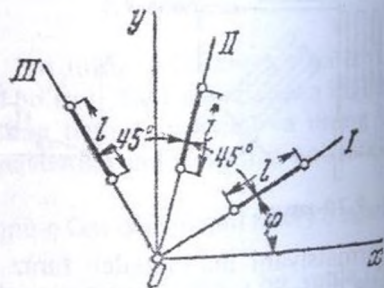
$$\varepsilon_y = \frac{\varepsilon_I + \varepsilon_{III}}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{(\varepsilon_I - \varepsilon_{III})^2 + (\varepsilon_I - 2\varepsilon_{II} + \varepsilon_{III})^2}.$$

Shunday qilib, umumiy holda bosh deformatsiyalarning qiymati va yo'nalishi ana shu formulalardan aniqlanadi.

Bosh deformatsiyalarni uchta mexanik tenzometrlar yordamida aniqlasa ham bo'ladi. Bosh yo'nalishlarni aniqlashning lok qoplash usuli ham bor (bu haqda keyinroq to'xtalamiz).

Hozirgi zamon eksperiment texnikasida qarshilik uzatkichlaridan deformatsiya o'lchashdan boshqa ishlarda ham foydalaniladi. Ko'pgina kuch o'lchaydigan uskunalar

tashqi kuchlardagi o'zgarishlarni payqaydigan sezgir element sifatida kiritiladi. Zo'riqishlarni o'lchash uchun qarshilik uzatkichlari deformatsiyalanuvchi elastik elementga yopishtiriladi va uzatkich qarshiligini o'zgarishiga qarab zo'riqishning qiymatiga baho beriladi. Bu usulning qulayligi shundan iboratki, masofadan turib oddiy o'lchash imkonini beradi, murakkab uskunalarni qo'shimcha qilishni talab etmaydi.



9.12-rasm.

Statik sinovlarda tekshirilayotgan detalga yopishtirilgan uzatkich asosiy o'lchovchi asbobga ko'prik (most) sxemasi orqali qo'shiladi (9.13-rasm). Ko'prikning to'rtta qarshiligidan biri, masalan R_1 , uzatkich qarshiligi hisoblanadi. Qolgan qarshiliklar shunday tanlanadiki, detalda uzayish bo'lmagan holda (tajribadan ilgari) ko'prik muvozanatda tursin va galvanometrda tok kuchi i_r nolga teng bo'lsin. Buning uchun quyidagi nisbat bajarilishi lozim:

$$\frac{R_1}{R_4} = \frac{R_2}{R_3} \quad (9.1)$$

Odatda R_4 qarshilik sifatida, xuddi birinchi qarshilik singari, ikkinchi uzatkich qabul qilinadi, R_2 va R_3 qarshiliklari esa o'zaro teng deb olinadi. Shunday qilib, va bu (9.1) shartni qanoatlantirilganligini anglatadi. 9.13-rasmda ko'rsatilgan zanjir uchun tuzilgan Kirxgof tenglamasidan, galvanometr orqali o'tadigan muvozanatlashmagan ko'prik tokini aniqlash qiyin emas:

$$R_1 = R_4 = R_x, \quad R_2 = R_3 = R$$

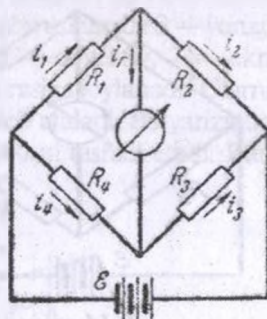
$$i_r = \varepsilon \frac{R_1 + R_3 - R_2 + R_4}{R_2 R_1 R_4 + R_1 R_2 R_3 + R_1 R_2 R_4 + R_1 R_2 R_3} \quad (9.2)$$

Bunda tok manbai va galvanometrning ichki qarshiligi R_1 , R_2 , R_3 va R_4 larning qiymatidan ancha kichik deb faraz qilinadi. Datchik ishlagan paytda R_1 qarshilik ΔR ga o'zgaradi va $R_1 = R_x + \Delta R_x$, $R_2 = R_3 = R$, $R_4 = R_x$ bo'ladi.

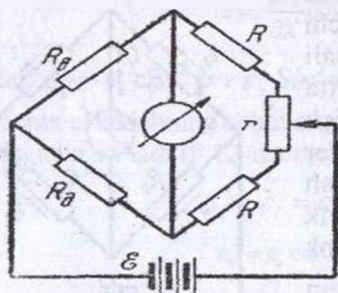
Bu holda (9.2) ifoda quyidagi ko'rinishni oladi:

$$i_r = \frac{\varepsilon}{2(R + R_x)} \cdot \frac{\Delta R_x}{R_x}$$

Shunday qilib, galvanometrda oqib o'tuvchi tok uzatkichning qarshiligiga va, binobarin, o'lchanayotgan deformatsiyaga proporsional ekan. Qarshilik uzatkichlarining asosiy nuqsoni harorat nuqsonidir. Harorat o'zgarganda uzatkichning qarshiligi sezilarli darajada o'zgaradi. Harorat nuqsonini qoplash maqsadida ko'prik sxemasidagi R_4 uzatkichi R_1 uzatkichga yopishtirmay ulanadi va ustiga teploizolyatsion material



9.13-rasm.



9.14-rasm.

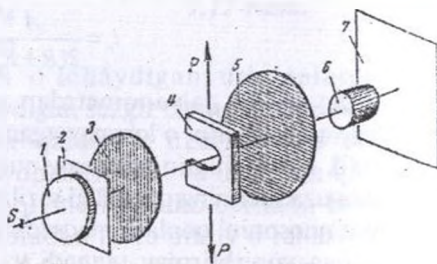
ulanadi. Manbadagi kuchlanish o'zgarishidan soqit bo'lish uchun, ya'ni uni chetlab o'tish maqsadida, har bir sanoq olishdan ilgari, o'zgaruvchi qarshilik r yordamida ko'priq muvozanatlanadi (balansirovka qilinadi) (9.14-rasm).

O'lchashlarning ko'rib o'tilgan usuli, tabiiyki, yuklar statik ta'sir etgan hollar uchun yaroqlidir. Tez sodir bo'ladigan jaryonlarda maxsus asbob va usullardan foydalaniladi. Deformatsiyalarni yozib olish uchun ossilloqraflar qo'llaniladi, sxema tarkibiga kuchaytirgich (усилитель) qo'shiladi.

9.4. Kuchlanishlarni optik usulda aniqlash

Kuchlanishlarni optik usulda tadqiq etishning mohiyati shundan iboratki, bunda optik aktiv materialdan (masalan, organik oynadan) yasalgan shaffof (прозрачный) model yuklanganda qutblangan yorug'lik uni yoritadi. Modelning ekrandagi tasvirida tasmalar sistemasi paydo bo'ladi, tasmalarning shakli va joylanishi modelning kuchlanish holatiga bog'liq. Olingan suratlarni tahlil qilish asosida hosil bo'lgan kuchlanishning qiymati aniqlanadi.

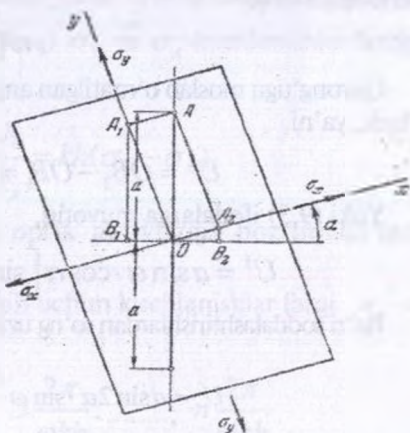
Qalinligi o'zgarmas bo'lgan modellarda optik usul yordamida tekis kuchlanish holatini osongina tahlil qilsa bo'ladi. Ayni chog'da hajmiy kuchlanish holatini tahlil qiladigan usullar ham mavjud. Ammo bu masala eksperiment texnikasi jihatidan ham, olingan natijalarni qayta ishlash jihatidan ham ancha murakkab masala sanaladi.



9.15-rasm.

Tekis modelni monoxromatik nurda yoritish holatini ko'rib o'tamiz.

Uskunaning sxemasi 9.15-rasmda keltirilgan. Ushbu uskunada S — yorug'lik manbai, 1 — kondensator, 2 — yorug'lik filtri, 6 — obyektiv, 7 — ekran. Model (4) ikkita qutblantiruvchi element (3 va 5) orasiga joylanadi. Ularning birinchisi — polarizator, ikkinchisi — analizator deb ataladi. Polarizator va analizatorlarning optik o'qlari orasidagi burchak 90° ni tashkil etadi. Bunda polarizator (3) dan o'tgan yorug'lik tutami gorizontaal tekislikda qutblanadi (qutblanish vektori gorizontaal holatda joylashadi, yorug'lik tebranishlari esa vertikal tekislik bo'yicha sodir bo'ladi). Qutblangan yorug'lik tutami analizatoridan o'tmaydi va ekran yorishmaydi. Polarizator va analizator, aytisilaricha, qorong'ulikka o'matiladi. Model yuklanganida qutblanish tekisligi aylanadi, natijada analizatoridan qisman yorug'lik o'tadi va ekranda yorug' va qora tasmlar paydo bo'ladi.



9.16-rasm.

Bu hodisani batafsilroq ko'rib o'tamiz. Qutblangan yorug'likning o'xshashi (analogi) ko'ndalang mexanik tebranishlar bo'lib, ularning ko'chishlari U garmonik qonun bo'yicha o'zgaradi:

$$U = f \sin \omega t,$$

Bu yerda: ω — ko'ndalang tebranishlar chastotasi bo'lib, qiymati yorug'lik to'liqini chastotasiga teng, a — tebranishlar amplitudasi, qiymati yorug'lik tutamining yorqinligiga (яркость) teng.

Gorizontaal tekislikda qutblangan yorug'lik tutami zo'riqqan shaffof modeldan o'tadi, deylik (9.16-rasm). Vertikal tekislikdagi OA ko'chishni bosh o'qlar x va y bo'yicha tashkil etuvchilarga ajratamiz.

U holda $U_x = a \cos \alpha \cdot \sin \omega t$ va $U_y = a \sin \alpha \cdot \sin \omega t$ ga ega bo'lamiz.

Optik aktiv materialga kuchlanish berilsa u anizotropga aylanadi va O_x hamda O_y tekisligidan o'tayotgan yorug'likning tezligi C_x hamda C_y har xil bo'lib qoladi. Shuning uchun qalinligi h bo'lgan plastinkadan o'tayotgan yorug'likning o'tish vaqti ham turlicha bo'ladi:

$$t_x = \frac{h}{C_x}, \quad t_y = \frac{h}{C_y}.$$

O_x hamda O_y tekisliklarida to'liqlar tenglamalari plastinkadan o'tgandan keyin quyidagicha ifodalanadi:

$$\left. \begin{aligned} U_x &= a \sin \alpha \cdot \sin \omega(t - t_x) \\ U_y &= a \cos \alpha \cdot \sin \omega(t - t_x) \end{aligned} \right\} (9.3)$$

Shunday qilib, tebranishlar faza bo'yicha siljigan bo'laq Fazalar farqi quyidagiga teng:

$$\omega(t_y - t_x).$$

Qorong'uga moslab o'atilgan analizatordan faqat gorizontial tebranishlar o'tadi, ya'ni

$$U^1 = OB_2 - OB_1 = OA_2 \cos \alpha - OA_1 \sin \alpha$$

Yoki (9.3) ifodalarga muvofiq,

$$U^1 = a \sin \alpha \cdot \cos \alpha \left[\sin \omega(t - t_x) - \sin \omega(t - t_y) \right].$$

Ba'zi soddalashtirishlardan so'ng uzil-kesil quyidagi tenglamaga ega bo'lamiz:

$$U^1 = a \sin 2\alpha \cdot \sin \omega \frac{t_y - t_x}{2} \cdot \cos \omega \left(t - \frac{t_x + t_y}{2} \right).$$

Bundan ko'rinadiki, namuna va analizatordan o'tgan to'liqlarning amplitudasi

$$a' = a \sin 2\alpha \cdot \sin \omega \frac{t_y - t_x}{2} \text{ bo'ladi. } (9.4)$$

Binobarin, ekranga tushayotgan yorug'lik intensivligi fazalar farqi $\omega(t_y - t_x)$ hamda α burchakka bog'liqdir.

Agar qutblanish tekisligi bosh o'qlarning birining yo'nalishi bilan mos kelsa, $\sin 2\alpha = 0$ bo'ladi. Bunda ekranning tegishli nuqtalari qorong'ulashadi. Bundan tashqari fazalar farqi

$$\omega \frac{t_y - t_x}{2}$$

π songa karrali bo'lgan nuqtalar $\omega \frac{t_y - t_x}{2} = \pi n$ da ham ekranda qora tasmlar paydo bo'ladi. Bu yerda n istalgan butun son.

Natijada ekranda kelib chiqishi ikki xil bo'lgan qora tasmlar mavjudga keladi.

Avvalambor, bosh o'qlar bilan qutblanish tekisligi o'zaro mos tushgan holda paydo bo'lgan bir yoki bir necha qora tasmlar. Bunday chiziqlar izoklin (izopona) deb ataladi. Qora tasmlarning ikkinchi turkumi $0, \pi, 2\pi \dots$ ga karrali bo'lgan $\omega \frac{t_y - t_x}{2}$ ifodaga mos keladi.

Tajribalarning ko'rsatishicha, fazalar farqi (yorug'likni O_y va O_x tekisliklaridan o'tish vaqtlari orasidagi farq) σ_y va σ_x kuchlanishlar farqiga proporsional bo'lar ekan, ya'ni

$$t_y - t_x = \frac{h}{c_y} - \frac{h}{c_x} = kh(\sigma_y - \sigma_x),$$

Bu yerda: K — materialning optik aktivligiga bog'liq bo'lgan proporsionallik koefitsienti.

Binobarin, tasmlarning ikkinchi xili uchun kuchlanishlar farqi $\sigma_y - \sigma_x$ o'zgarmas miqdordir:

$$0; \frac{2\pi}{\omega kh}; 2 \frac{2\pi}{\omega kh}; 3 \frac{2\pi}{\omega kh}; \dots; n \frac{2\pi}{\omega kh}.$$

Bu yerdagi n — tasmaning tartib raqami deyiladi.

Proporsionallik koefitsienti K (optik doimiylik) namunani tajribadan ilgari oddiy cho'zilishga sinash orqali aniqlanadi. Agar qutblangan yorug'likda namuna materialidan ishlangan sterjenni cho'zilsa va undan kuchlanish

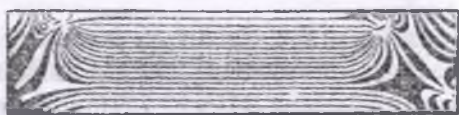
$$\frac{2\pi}{\omega kh}; 2 \frac{2\pi}{\omega kh}; \text{ va x.k.}$$

qiymatlarda o'tib tursa, namunaning ekrandagi tasviri ketma-ket qorayadi.

Ikki qorayish orasidagi yukni o'lchash orqali $\sigma = \frac{2\pi}{\omega kh}$ aniqlanadi,

keyin ω ning mazkur qiymati uchun k koefitsienti topiladi.

Modeldagi qoramtir tasmlar izoponalaridan yengil farqlanadi. Agar polarizator birgalikda og'dirilsa, ya'ni α burchagi o'zgartirilsa, izoponalar o'zining shaklini o'zgartiradi. $\sigma_y - \sigma_x$ tasmlari esa o'zgarmas bo'lib qolaveradi. Tekis modelning kuchlanish holatini tekshirishda shu usuldan foydalaniladi. Qutblanish tekisligini og'dirish yo'li bilan (ko'pincha 5° interval



9.17-rasm.

analizatorlarning holatini o'zgartirmay, modelga qo'yiladigan yukni o'zgartirilsa, modelning tasvirida tasmalarning paydo bo'lishi va siljishini ko'rish mumkin. Masalan, prizmatik brus egilganda 9.17-rasmda ko'rsatilgan tasmalar sistemasi hosil bo'ladi.

Modelning o'rta qismida, sof egilish bo'lgan joyda, tasmalarning bir tekisda joylashganligini ko'ramiz. Bu kesim balandligi bo'yicha kuchlanishlarning chiziqli qonun bo'yicha tarqalganligini bildiradi. Yuk ortgan sari brusning yuqori va pastki qirralarida yangi tasmalar hosil bo'lib neytral chiziq tomon siljiydi. Bunda tasmalar zichlashadi, biroq tarqalish tarzi o'zgarmaydi. Yukni noldan boshlab orttira borib, har bir tasmaning tartibini juda oson aniqlasa bo'ladi, $\sigma_x - \sigma_y$ farq ham aniq topiladi.

• Optik usul σ_x va σ_y ning qiymatlarini alohida aniqlash imkoniyatini bermaydi. Buning uchun boshqa yordamchi usullardan foydalanishga to'g'ri keladi. Bunday usullardan biri maxsus tenzometr yordamida turli nuqtalarda model qalinligining o'zgarishini o'lchashdan iborat. Kuchlanishlar yig'indisiga proporsional bo'lganligi sababli

$$\frac{\Delta h}{h} = -\frac{\mu}{E}(\sigma_x + \sigma_y),$$

kuchlanishlar yig'indisi va ayirmasi ma'lum bo'lgan taqdirda, kuchlanishlarning o'zini aniqlash qiyin emas. Biroq bu o'rinda elastiklik nazariyasining umumiy tenglamalaridan foydalanish maqbulroq hisoblanadi. Ammo bu usul haqida chuqurroq to'xtalish materiallar qarshiligi doirasidan chetga chiqish bo'ladi.



9.18-rasm.

Yuqorida ko'rib o'tilgan tekis modeldan monoxramatik yorug'lik o'tkazish yo'li bilan optik usulning imkoniyatlari tugamaydi. Ko'pincha modelni yoritish oq yorug'likda amalga oshiriladi. Bu holda ekranda qoramtir va yorqin tasmlar paydo bo'ladi. Bundan tashqari, modellarni yoritishda izoponalarini sindirish usuli ham bor. Fazoviy modellarning hajmiy kuchlanish holatini tekshirishda «muzlatish» usulidan foydalaniladi.

9.5. Muar tasmlari usuli

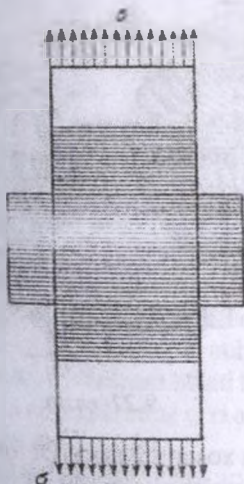
Mazkur usul kuchlanish holatlari tahlili amaliyotiga nisbatan keyinroq kirib kela boshladi va qator afzalliklarga ega bo'lishiga qaramay, hozirgi paytda kam qo'llaniladi.

Muar usuli ikkita bir xil yoki bir-biridan kam farq qiladigan parametrlil to'rni ustma-ust qo'yganda qoramtir va yorqin tasmlar paydo bo'ladigan effektga asoslanadi. Hosil bo'ladigan surat muar nomi bilan yuritiladi. 9.18-rasmida ana shu effektini tasvirllovchi fotosurat berilgan.

Agar to'rlardan birini tekshirilayotgan obyektga mahkamlansa, deformatsiya chog'ida to'rning shakli o'zgaradi; chiziqlar orasidagi masofa o'zgarib, chiziqlar egiladi. Shunga mos ravishda muar tasmlari surati ham o'zgaradi. Ularning shakli va joylashuviga qarab obyekt deformatsiyasi haqida fikr yuritish bo'ladi. Shunga doir oddiy bir holni ko'rib o'tamiz.

Ko'ndalang chiziqli to'r yopishtirilgan tasma cho'zilayapti, deylik (9.19-rasm). Bu to'rning ustiga xuddi o'ziga o'xshagan to'r erkin tashlab qo'yilgan.

Chiziqlari va yo'nalishi ham tagidagi to'r bilan bir xil. Namuna deformatsiyaga kirishmasidan ilgari ustki to'r chiziqlarining foni bir tekis bo'ladi: agar ustki chiziqlar pastki chiziqlar ro'parasiga tushsa — kulrang, yoniga to'g'ri kelsa qoramtir rang oladi. Namuna cho'zilganda birinchi to'r chiziqlari orasidagi masofa uzayadi va ko'ndalang yo'nalgan muar tasmlari hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan surat 9.18-rasm, b da tasvirlangan. Muar tasmlari orasidagi masofani aniqlash qiyin emas.



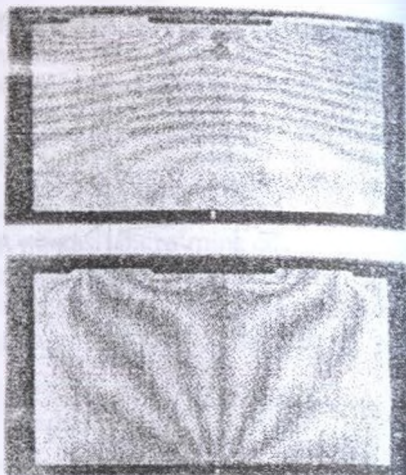
9.19-rasm.



9.20-rasm.

chiqadi. Plastik deformatsiya-
lanadigan yoki tob tashlaydigan
(ползучесть) konstruksiyalar tahlili
ana shunday masalalar jumlasiga
kiradi. Shuni qayd etish joizki, bu
turdagi masalalar tahlili optik usullar
doirasiga kirmaydi.

9.21-rasmda past modulli
materialdan ishlangan diskni
vertikal diametri bo'yicha siqqanda
hosil bo'ladigan muar tasmalari
surati tasvirlangan: a) holda to'ring
chiziqlari gorizontal; b) holda esa
vertikal yo'naltirilgan. Har bir tasma
(polosa) to'r chiziqlariga tik
yo'nalgan, o'zaro teng ko'chish-
larning geometrik o'rnini aks



9.24-rasm.

ettiradi. Tasmalar zichligi (chastotasi) b) holdagiga nisbatan a) holda ko'proq
ekanligi rasmdan yaqqol ko'rinib turibdi. Bu esa vertikal yo'nalishdagi
deformatsiyalar gorizontal yo'nalishdagiga nisbatan ko'proq ekanligini
anglatadi.

Deformatsiyalanayotgan tekislikni, masalan, elastik plastina yoki
membranalarni burchakli ko'chishlarini aniqlash usuli muar tasmalari
usulining ko'rinishlaridan biri hisoblanadi. 9.22-rasmda burchak o'lchovchi
uskunaning sxemasi berilgan. Bu yerda to'r silindrik ekranga tushiriladi,
tekshirilayotgan sirt esa yaltiroqlanadi.

Bu suratdan akslanib qaytgan to'r ikki marta fotosuratga olinadi: birinchi
marta egilmagan va ikkinchi marta egilgan plastinka holati uchun.
Akslantiruvchi sirtning og'ishi tufayli to'r siljiydi va muar effekti vujudga
keladi. 9.21-rasmda ko'rsatilgan tasmalardan farqli ravishda bu yerda sirtning
o'zaro teng og'ish burchaklari geometrik o'rni aks etgan. Burchakli ko'chishlar
orqali plastinka egriligining qonuniyati aniqlanadi, keyin bular asosida
kuchlanishlar hisoblanadi.

Misol tariqasida 9.23-rasmda bir tomoni ikki joyidan qistirilgan va
yig'iq kuch bilan yuklangan to'g'ri to'rtburchakli plastinka keltirilgan. 9.24-
rasmda to'rni joylashtirishning ikki holi uchun muar tasmalarining tarqalishi
surati tasvirlangan.

Hozirgi paytda muar tasmalari usulining bir qancha modifikatsiyalari
ishlab chiqilgan, uning aniqlik darajasini va samaradorligini oshirishning
qator yo'llari mavjud. Mazkur usul kuchlanish holati tahlili bilan

shug'ullanuvchi tadqiqotchilar uchun xizmat qiladigan yaxshi qo'shimcha qurol vazifasini o'tashi mumkin.

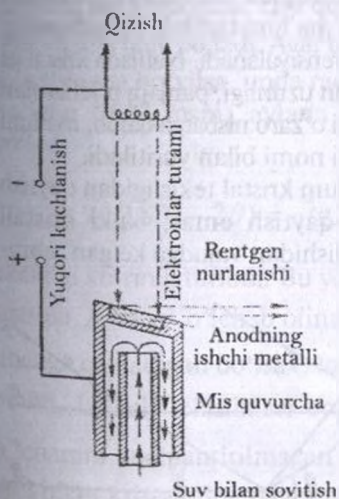
9.6. Kuchlanishlarni aniqlashning rentgen usuli

Kuchlanishlarni aniqlashning rentgen usuli metallning kristall panjarasi atomlari orasidagi masofalarni o'lchashga asoslangan. Bu masofalar ikki sababga ko'ra: harorat va kuch ta'sirida o'zgarishi mumkin. Kuch qo'yilmagan holda atomlar orasidagi masofa ma'lum. Bu masofa bilan kuchlanish holatida o'lchangan masofani taqqoslash yo'li bilan nisbiy uzayishni topamiz hamda harorat ta'sirini hisobga olib, kuchlanishni aniqlaymiz.

Aytilgan gaplardan rentgen usulining muhim jihatlari ayon bo'ladi. Mazkur usul, metall obyektga o'lchash asboblari o'rnatmasdan, unda zo'riqtirishdan avval mavjud bo'lgan kuchlanishlarni aniqlash imkonini beradi. Oddiy tenzometrlash uslubida avval yuklanmagan konstruksiyaga tenzometr o'rnatib, undagi deformatsiyalar o'lchab olinar, keyin esa konstruksiya yuklangandan so'ng yana o'lchanar va o'lchov natijalari taqqoslanar edi. Kuchlanishlarni bunday o'lchaganda tenzometrlar texnologik ta'sirlardan vujudga keladigan kuchlanishlarni ilg'ab ololmaydi. Rentgen usuli kuchlanishlarning «mutlaq» qiymatini aniqlay oladi. Rentgen usuli yordamida, masalan, payvand chok sovugandan keyin unda qoladigan qoldiq kuchlanishlarni topish mumkin. Tenzometrlar yordamida bu kabi ishlarni bajarib bo'lmaydi.

Ma'lumki, rentgen nurlanishi tezuchar elektronlar yoki ionlar tutamining (puchok) metall sirtiga urilishi natijasida vujudga keladi. Elektronlar tutami rentgen quvurchasida cho'g'lanuvchi ipni qizdirish va yuqori kuchlanish maydonida elektronlarni kuchaytirish yo'li bilan hosil qilinadi. Quvurcha anodiga urilgan elektronlar rentgen nurlarini paydo qiladi va bular aksariyat hollarda tutamga tik yo'nalishda tarqaladi (9.25-rasm). Ish jarayonida anod qattiq qiziydi va suv bilan sovitiladi. Issiqlikni tezroq kamaytirish maqsadida anod quvurchasi misdan yasaladi.

Rentgen quvurchasining nurlanish spektri elektron tutami tushayotgan



9.25-rasm.

metallga (anodning ishchi metalliga) hamda quvurchaga ta'sir etayotgan yuqori kuchlanishning qiymatiga bog'liq.

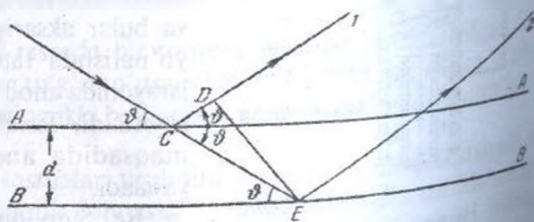
Metallardagi kuchlanishlarni rentgen usulida o'lchashda K — seriya deb ataladigan monoxramatik nurlardan foydalaniladi. Kerakli nurlanishni hosil qilish uchun quvurchaga yuqori kuchlanish beriladi. Po'lat konstruksiyalarni tekshirishda anodning ishlovchi metalli sifatida kobalt ishlatiladi. Agar quvurchadagi anod kuchlanishi 7710 b dan oshmasa, rentgen nurlarining spektri uzluksiz bo'ladi, issiqlik nurlanishining eng qisqa to'liqlaridan (1,6 A) tortib, eng uzun to'liqlarigacha qamrab olgan bo'ladi. Anod kuchlanishi 7710 b dan oshsa, vaziyat keskin o'zgaradi. Uzluksiz spektrning intensivligi kamayadi va uning fonida ma'lum to'liq uzunligiga ega bo'lgan aniq nurlanishlar vujudga keladi. Kobalt uchun bunday nurlanish uchta bo'ladi. Bular ichida intensivligi eng yuqori bo'lgan nurlanishning to'liq uzunligi $\lambda = 1,7853$ A. O'rtacha intensivlikka xos to'liq uzunligi $\lambda = 1,7893$ A. Bu

ikki nurlanish K_{α} dubletini, ya'ni ikkinchi nusxasini tashkil etadi. Uchinchi nurlanish kuchsiz bo'ladi va amaliy ahamiyatga ega emas. Kuchlanishning yanada oshirilishi spektr xarakterini o'zgartirmaydi, nurlanish intensivligi ortadi, xolos. To'liq uzunliklari ham o'zgarishsiz qoladi.

Rentgen nurlanish to'liqlari tekshirilayotgan metall atomlari elektronlariga ta'sir etib, ularni to'liq chastotasida tebranishga majbur etadi. Shunday qilib, atom elektronlarining o'zi tebranish manbaiga aylanib qoladi va rentgen nurlarini tushayotgan tutam to'liqini uzunligida tarqatadi. Atomlar tekshirilayotgan metallning kristall panjarasida ma'lum tartibda joylashganligi sababli, elektronlardan chiqadigan nurlar interferensiyalanadi. Natijada kristallga tushayotgan rentgen tutami, kristallardan to'liq uzunligi, panjara o'lchamlari va rentgen tutamining tushish burchagi orasidagi o'zaro nisbatga qarab, ma'lum yo'nalishlarda tarqaladi. Bu nisbat Breg sharti nomi bilan yuritiladi.

Breg sharti odatda rentgen nurlarini ma'lum kristal tekisligidan qaytish sharti tariqasida talqin etiladi, aslida bu qaytish emas, balki kristall panjaralardagi atomlarda elektronlar qo'zg'alishidan vujudga kelgan tebranishlar interferensiyasidir.

Agar biron kristall panjarada ikkita o'zaro parallel tekisliklar AA va BB ni ko'radigan bo'lsak, bunda Breg shartini anglash qiyin emas (9.26-rasm).



9.26-rasm.

Tekisliklarga tushayotgan va ulardan qaytayotgan rentgen nuri. 1 va 2 to'liqin yo'llari orasidagi farq butun sonlardan iborat bo'lgandagina kuchayadi. Bunda

$$CE - CD = n\lambda,$$

yoki

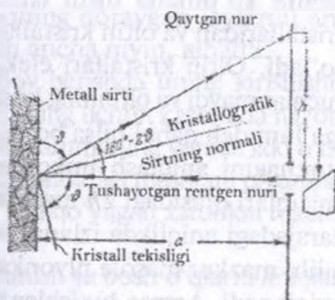
$$\frac{d}{\sin \theta} - \frac{d}{\sin \theta} \cos 2\theta = n\lambda,$$

bu yerda: d — tekisliklar orasidagi masofa. Uzil-kesil

$$2d \sin \theta = n\lambda \quad (a)$$

bo'ladi. Mana shu — Breg shartining matematik ifodasi hisoblanadi. Bu rentgen nurlarning biror tekislikdan qaytishi, tushayotgan nur ma'lum θ burchagi ostida bo'lib, yuqoridagi nisbat saqlangan holdagina yuz berishini bildiradi. n soni qaytish tartibi deb ataladi.

Endi rentgen nurini tekshirilayotgan namuna sirtidan qaytish sxemasi bilan tanishamiz. Sirtga tik ravishda tushayotgan tutam diametri 1,5-2mm bo'lgan yuzachani egallaydi (9.27-rasm). Bu yuzachada, tajribalarning ko'rsatishicha, katta miqdorda yoritilgan kristallchalar orasida Breg shartiga mos keladigan kristallar ham bo'ladi. Bunda nur kristallardan qaytadi. Qaytgan nurlar konus shaklida sirt hosil qilib, cho'qqidagi burchagi $360^\circ - 4\theta$ ga teng bo'ladi. Agar ularning yo'liga fotoplyonka qo'yilsa, unda radiusi h ga teng bo'lgan (9.27-rasm) aylana tasviri paydo bo'ladi.



9.27-rasm.

$$\operatorname{tg}(180^\circ - 2\theta) = -\operatorname{tg} 2\theta = \frac{h}{a} \quad (b)$$

ekanligi ko'rinib turibdi. Bu yerda — plyonkadan metall sirtigacha bo'lgan masofa h va a o'lchab olinadi, bular orqali θ burchak topiladi. Agar (a) ifodaga qaytadigan bo'lsak, to'liqin uzunligi λ va qaytish tartibi n ma'lum bo'lsa, kristall tekisliklari orasidagi masofa d ni topish mumkin. Bu o'lchamni kuchlantirilmagan kristall o'lchami d_0 bilan taqqoslanadi. Shu yo'l bilan kristallning qaytaruvchi sirtga tik yo'nalgan uzayishni aniqlasa bo'ladi.

Amalda aytilgan ishlarni bajarish ancha qiyin. O'lchov ishlarini bajarishda katta aniqlik talab etiladi, chunki d va d_0 miqdorlar bir-biriga yaqin miqdorlardir. Ularning farqi yanada kichik son bo'ladi.

Plyonkadan namunagacha bo'lgan masofani o'lchash ham ancha qiyinchilik tug'diradi. Bu masofa aslida 50 mm lar atrofida bo'ladi va uni chizg'ichda o'lchash yaxshi natija bermaydi, chunki mikrongacha bo'lgan katta aniqlik talab etiladi. Mikrometrga o'xshagan boshqa aniqroq o'lchov asbobidan ham foydalanib bo'lmaydi. Chunki kassetadagi plyonka o'lchov asbobi ta'sirida qirilishi yoki egilishi mumkin. Shunga ko'ra o'lchangan α masofasi haqiqiy masofadan biroz farq qilishi mumkin. Shuni ham e'tiborga olish kerakki, kunduzgi sharoitda ishlaganda plyonka oddiy yorug'likni o'tkazmaydigan qora qog'oz bilan o'raladi, biroq bu qog'oz rentgen nurlarini bemalol o'tkazadi. Qog'oz ma'lum qalinlikka ega, o'lchash jarayonida buni ham hisobga olish zarur.

Tajriba jarayonida ro'y beradigan qiyinchiliklar quyidagi tartibda bartaraf etiladi. Tekshirilayotgan nuqtada metall sirti tozalanadi, kislota surtiladi. Keyin tozalangan sirtga (odatda elektrolit yo'li bilan) boshqa biror metallning kristallari qoplanadi. Po'lat konstruksiyalarni tekshirishda bunday maqsadlar uchun ko'pincha oltin ishlatiladi. Suratga olganda plyonkada temir kristallaridan va oltin kristallaridan qaytgan rentgen nurlari chiziqlari hosil bo'ladi. Oltin kristallari elektrolit yo'li bilan qoplanganligi sababli, ular kuchlanmaydi va oltinning kristall panjarasidagi atomlari orasidagi masofasini ma'lum deb qabul qilsa bo'ladi. Bu esa Breg sharti (a) dan oltin uchun θ burchagini aniqlash imkonini beradi. Agar ishlangan plyonkadan oltin chiziqlari orasidagi $2h$ masofa o'lchab olinsa, u holda (b) ifodadan yuqori darajadagi aniqlikda izlanayotgan a masofani aniqlash mumkin. Shunday qilib, mazkur masofa plyonkadagi chiziqlarni o'lchash yo'li bilan bilvosita aniqlanadi. Ammo bu ishlar ham ba'zi qiyinchiliklardan xoli emas.

Eng avval shuni aytish kerakki, tekshirilayotgan namunaning yoritilgan yuzachasidagi qaytgan kristallar soni 10-20 marta o'lchanadi. Plyonkada esa uzluksiz qoramtir chiziqlar emas, balki radiusi h ga teng bo'lgan aylana bo'ylab joylashgan, har xil miqdorda yoritilgan yigirmaga yaqin nuqtalar paydo bo'ladi. Natijaning o'ttacha qiymatiga ega bo'lish uchun, suratga olish paytida plyonka rentgen nuri o'qi atrofida aylantiriladi. Bunda plyonkada uzluksiz ravishda yoritilgan chiziqlar vujudga keladi. Plyonka ingichka tasmacha ko'rinishida olinadi, chunki yoritilgan chiziqning diametrini o'lchash uchun to'liq tasma bo'lishi shart emas. 9.28-rasmda aks kamerasi deb atalgan, motor yordamida aylantiriladigan kasseta

ko'rsatilgan. 9.29-rasmda plyonkadan olingan fotosurat-rentgenogramma tasvirlangan. Unda temir va oltinning chiziqlari ko'rinib turibdi. Chiziqlar ikkilangan, chunki yuqorida aytganimizdek, kobalt nurlanganda uning (dubleti) ikkinchi nusxasi hosil bo'ladi. Yorqinroq chiziqlarning to'liq uzunligi

$\lambda = 1,7853 \text{ \AA}$, xirarog'ini esa

$\lambda = 1,7892 \text{ \AA}$ ga teng. Tabiiyki

rentgenogrammada nolinadigan o'lchovlar yorqinroq chiziqdan olinadi.

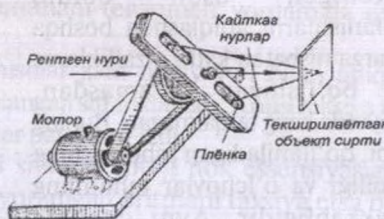
Rentgenogrammaning chiziqlari aniq tiniq ko'rinishga ega emas, shuning uchun asosiy xatoliklar ana shu chiziqlarni o'lchash jarayonida kelib chiqadi. Agar o'lchash uchun mikrofotometr deb nomlanuvchi asbobdan foydalanilsa, o'lchov natijalari aniq bo'ladi. Bunda chiziqlarning qoraygan joylarini aniq o'lchash mumkin, buni oddiy ko'zda bajarish ancha qiyin, albatta.

O'lchash jarayonida plyonkaga qayta ishlov berishda uning kirishishini hisobga oluvchi tuzatishlar amalga oshiriladi. Buning uchun kassetada nazorat tirqishlari qoldiriladi, buning natijasida rentgenogrammaning yonida ikki o'tkir tishning tasviri paydo bo'ladi (9.29-rasm). Tishlar orasidagi masofani plyonkada va kassetada o'lchash va taqqoslash usuli bilan yo'l qo'yilgan xatolikni tuzatish mumkin.

Murakkab kuchlanish holatida bosh kuchlanish va bosh o'qlarni aniqlash uchun birgina rentgenogramma kamlik qiladi. Chindan ham, yuqoridagi usul bo'yicha, tik o'qqa yaqin yo'nalishda, nisbiy uzayish aniqlanadi xolos, binobarin,

$$\frac{\Delta d}{d} \approx -\frac{\mu}{E}(\sigma_1 + \sigma_2).$$

Ikki kuchlanish va burchakni aniqlash uchun qo'shimcha ravishda yana ikkita o'lchov olish talab etiladi. Bu o'lchovlar tekshirilayotgan sirtini normal bo'yicha emas, balki burchak ostida (masalan, 45° burchak ostida) yoritish yo'li bilan amalga oshiriladi (9.30-rasm). Shunday qilib, bosh o'q va bosh kuchlanishlarni aniqlash masalasi prinsipial jihatdan hal etsa bo'ladigan masalaga aylanadi.

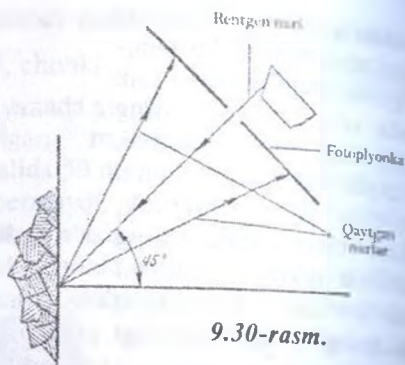


9.28-rasm.



9.29-rasm.

Rentgen usuli qoldiq kuchlanishlarni aniqlashda boshqa usullarga nisbatan katta afzalliklarga ega bo'lishiga qaramasdan, amaliyotda keng tarqalmagan. Buning sababi, qo'llaniladigan asboblarning qo'polli va o'lchovlar tahlilining murakkabligidir. Ayni chog'da rentgen usulining aniqlik darajasi ham nisbatan yuqori emas, nega deganda, plyonkadan o'lchovlar olinayotgan paytning o'zida ba'zi xatoliklarga yo'l qo'yiladi. Va



9.30-rasm.

nihojat, rentgen usuli undan foydalanishni qiyinlashtiradigan yana bir o'ziga xos jihatga ega. U ham bo'lsa shundan iboratki, rentgen nurlarining qaytarishi kristall panjara tekisliklariga nisbatan tanlash xususiyatiga ega bo'lganligi sababli, kristallning elastik anizotropi masalasi paydo bo'ladi. Tekshirilayotgan obyekt umuman izotrop, uning ba'zi kristallarigina anizotrop, kuchlanishlarni hisoblashda bu ham e'tiborga olinishi zarur, chunki qaytgan nurlar plyonkaga istalgan tekislikdan kelib tushmay, faqatgina kristallografik yo'nalishi mos bo'lgan tekislikdagina yetib keladi. Shuning uchun kuchlanishlarni hisoblashda, umuman aytganda, elastik doimiylar E va μ ning o'rtacha qiymatlaridan emas, balki kristallarning tegishli tekisliklariga xos bo'lgan qiymatlaridan foydalanish maqsadga muvofiq. Aytilgan qiyinchiliklarni bartaraf etishga doir bir qancha ishlar qilingan, ammo bu masalani uzil-kesil hal qilingan deb aytib bo'lmaydi. Kuchlanishlarni aniqlashning rentgen usuli hali ancha takomillashishga muhtoj.

9.7. Lok qoplash usuli

Lok qoplash usuli shundan iboratki, bunda tekshirilayotgan konstruksiyaga yupqa qatlamda lok surtiladi. Lok quriganda metallga zich yopishgan yupqa plyonka hosil bo'ladi. Lokning tarkibi shunday tashlanadiki, plyonkaning cho'zilishdagi uzayishi metallning elastik uzayishi chegarasida bo'lsin. Sinalayotgan obyekt yuklanganida kuchlanishlar katta bo'lgan zonada lok qoplamada mayda yoriqlar hosil bo'ladi.

Tajribalarning ko'rsatishicha, yoriqlarning yo'nalishi cho'zilish o'qiga tik bo'ladi. Izotrop material uchun bu cho'zilishdagi bosh kuchlanishlar yo'nalishiga mos keladi. Shaffof lokda bu yoriqlar ko'zga yaxshi tashlanadi va bosh o'qlarning yo'nalishi osongina aniqlanadi. Tanlangan lokning uzilish chog'idagi uzayishi

tarirovka (sozlash) payitida tekis namunani tenzometr yordamida mexanik sinash orqali aniqlanadi.

Siqilish zonasidagi bosh kuchlanishlar juda oddiy yo'l bilan aniqlanadi. Konstruksiyaga kuch qo'yiladi va kuchlangan sirt loklanadi. Konstruksiya yukdan bo'shatilganda siqilish zonasida yoriqlar paydo bo'ladi.

Lokning oddiy va qulay tarkibi sifatida 100 g nok essensiyasiga 50 g konifol va 5 g selluloida qo'shib tayyorlangan eritmani tavsiya etsa bo'ladi. Uzilish uzunligi turlicha bo'lgan loklar oilasini tayyorlash uchun juda ko'p retseptlar mavjud.

Lok qoplash usuli kuchlanishlarni aniqlashda mustaqil usul sifatida emas, balki yordamchi — taxmin qiluvchi usul sifatida ahamiyatlidir. Chunki bu usul yordamida oddiy vositalardan foydalanib, kerakli zonalarda bosh o'qlar yo'nalishini va hosil bo'layotan kuchlanishlarning taxminiy qiymatlarini osongina aniqlash mumkin. Oldindan o'tkazilgan bu kabi sinovlardan so'ng kuchlanish holatlarini bexato aniqlash uchun qarshilik uzatkichlarini maqsadga muvofiq ravishda joylashtirish imkoniyatlari paydo bo'ladi.

X BOB. QURILISH KONSTRUKSIYALARI VA INSHOOTLARNI MODELLASHTIRISH

10.1. Modellastirish haqida umumiy tushunchalar

Bino, inshoot va konstruksiyalar ishini o'xshashlik nazariyasi usullaridan foydalanib, ularning modellarida tadqiq etish modellashtirish deb ataladi. O'xshashliklar geometrik, kinematik, ashyoviy, dinamik, elastik va plastik kabi turlarga bo'linadi.

O'xshashliklarning barcha turlari quyidagi uch teoreмага asoslanadi.

Birinchi teorema o'xshashliklarning zaruriy shartlarini ta'riflaydi: agar hodisa yoki sistemalarning o'xshashlik mezonlari berilgan sistemaniki bilan teng bo'lsa, bunday hodisa va sistemalar o'xshash sistemalar deb ataladi.

Ikkinchi teorema π — teorema deb atalib, jarayon tenglamasini mezon tenglamasiga keltirish mumkinligini isbot etadi: jarayonni ifodalaydigan miqdorlar orasidagi funksional bog'lanishni o'xshashlik mezonlari orasidagi bog'lanish ko'rinishida ifoda etsa bo'ladi.

Uchinchi teorema birlamchi tajribaning tarqalish chegaralarini belgilaydi: o'xshash parametrlarning proporsionalligi o'xshashlikning zaruriy va yetarli sharti hisoblanadi.

Tegishli texnik ta'minot mavjud bo'lsa, bino va inshootlarning mustahkamligini ta'minlashga doir har qanday masalani modellar orqali hal etsa bo'ladi. Modellastirishning qurilish fanida qo'llanilishi tadqiqot ishlarini naturaviy sinovlarga nisbatan qisqaroq muddatlarda amalga oshirish imkoniyatini beradi, ba'zi hollarda esa foydalanish mumkin bo'lgan yagona uslub hisoblanadi.

Modellastirish bir qator murakkab masalalarni samarali hal etishga keng yo'l ochadi:

- material va mehnatni eng kam sarf qilgan holda konstruksiya elementlarida zo'riqlashlarning tarqalishiga oid haqiqiy va to'liq ma'lumotlarni olish imkonini beradi;

- qurilish mexanikasi va elastiklik nazariyasi usullarini qo'llash qiyin bo'lgan, murakkab konstruksiyalarning kuchlanish holatini tahlil etishda modellashtirish uslubi juda qo'l keladi;

- analitik hisobga asos qilib olingan gipotezalarning to'g'riligini tekshirish imkoniyatini yaratadi;

- inshoot hisoblash sxemasini oydinlashtiradi;

- buzilish xarakteri va buzuvchi kuchni aniqlaydi;

- inshootning real mustahkamlik zaxirasini aniqlaydi;

- konstruksiya ishiga turli omillarning ta'sirini — materiallarning xossalari.

birikish sharoitlari, zamin qayishqoqligi va boshqa ta'sirlar darajasini aniqlaydi.

Modellashtirishning matematik va fizik uslublari bor.

Matematik modellar tabiatan turlicha bo'lgan hodisalarni bir xil matematik tenglama bilan ifodalanishiga asoslanadi (bunga qurilish mexanikasi masalalarini elektr modellari orqali yechish misol bo'la oladi). Bunday holni matematik o'xshashlik deb ataladi.

Matematik o'xshashlik fizik tabiatiga ko'ra har xil, ammo matematik jihatdan bir xil tenglamalar bilan ifodalanadigan hodisalar orasida mavjud bo'ladi. Masalan, Laplas tenglamasi elastiklik nazariyasining tekis masalasida bosh kuchlanishlar yig'indisining tarqalishini ifodalaydi; aynan shu tenglamadan foydalanib, tekis o'tkazgichning har bir nuqtasidagi elektr potensialini ham aniqlasa bo'ladi. Bu esa elektr potensialini o'lchash orqali mexanik kuchlanishlarni aniqlasa bo'ladi, degan gap. O'xshash — modellar, to'rsimon integratorlar, uzluksiz ishlaydigan o'xshash (analog) mashinalar ana shu tamoyillar asosida yaratilgan.

Fizik modellarda quyidagi masalalar:

- a) konstruksiyaning buzilish tarzi va uning yuk ko'tarish qobiliyatini;
- b) inshootlarga shamol, dengiz to'lqinlari, sochiluvchi ashyolar bosimi, portlash va boshqa ta'sirlar reaksiyasini;
- d) konstruksiya va inshootlarning kuchlanish va deformatsiya holatini;
- e) dinamik, seysmik va portlash kuchlari ta'sirida vujudga keladigan inshoot tebranishlarining chastotasi, amplitudasi va shaklini aniqlash masalalari hal etilishi mumkin.

Fizikaviy o'xshashlik (podobie) natural obyektidagi fizik jarayonlarning modelda ham to'liq yoki qisman qayta tiklanishini talab etadi. Qurilish konstruksiyalarining bunday modellari, geometrik mutanosiblik saqlangan holda, naturadagiga qaraganda ancha kichik o'lchamlarga ega bo'ladi. Bunda natura bilan modelning tabiati, ya'ni fizik holati bir xil bo'lishi lozim, natura bilan model sifati bilan emas, miqdori bo'yicha farqlanadi.

Fizik o'xshashlik mexanik modellashtirishning asosi hisoblanadi. Mexanik modellashtirish asosida quyidagi ikki masala hal etiladi:

bulardan biri — konstruksiya elementlarida hosil bo'ladigan ichki kuchlarni analitik hisoblash o'miga ideallashtirilgan modelda vujudga keladigan kuchlanish — deformatsiya holatini aniqlash, ikkinchisi esa konstruksiyaning haqiqiy ishini noelastik bosqich va chegaraviy holatlarda modellashtirishdan iboratdir.

Modellashtirishda, eksperiment natijasida aniqlanishi lozim bo'lgan asosiy omillar ajratib olinadi va modelni yasashda ana shu omillar qiymatini kerakli darajada o'zgarib borishi ta'minlanadi. Model sinovlarini naturaviy

sinovlardan afzalligi shundan iboratki, laboratoriya sharoitida o'rganilayotgan barcha parametrlarni talab etilgan aniqlikda o'lchash imkoniyatlari mavjud bo'ladi.

Shuni ham alohida ta'kidlab o'tish joizki, natural o'lchamdagi qurilish konstruksiyalarini, masalan, uzunligi 24 m bo'lgan fermalar yoki o'lchamlari 3 x 12 m bo'lgan yopma plitalarni laboratoriyada sinash ham masshtabi 1:1 bo'lgan model sinovlariga kiradi, chunki bunda konstruksiyaga yuk qo'yish hamda uning tayanchlari modellashtiriladi. Shuning bilan birga, model sinovlari ko'p hollarda naturaviy sinovlarni to'ldiradi. Kranlar, texnologik jihozlar, shamol va h.k.ning inshootga bo'ladigan ta'siri faqat real sharoitlardagina o'rganilishi mumkin.

10.2. Model sinovlarini o'tkazish

Modelning masshtabi, materiali, izlanayotgan parametrlarni o'lchaydigan vositalar hamda modelni yuklash usuli modellashtirish oldiga qo'yilgan masalaga qarab hal etiladi. Agar inshootning hisoblash sxemasi modellashtirilayotgan bo'lsa yoki model konstruksiyaning elastik zonadagi ichki kuchlari va ko'chishlarini aniqlashga xizmat qiladigan bo'lsa, u holda uning masshtabini mumkin qadar kichikroq ($1/200 - 1/50$) olishga harakat qilinadi. Bunday hollarda elastiklik moduli kichikroq bo'lgan ashyolardan foydalaniladi. Murakkab shaklli qobiqlar (obolochka), ko'p qavatli binolar va fazoviy konstruksiyalarning modeli uchun elastiklik moduli $3,5 \cdot 10^3$ MPa va markasi SOL — 95 bo'lgan orgsteklo (organik oynadan) foydalaniladi. 100 °C gacha qizdirilsa organik oyna listi yumshaydi va unga istalgan shaklni berish mumkin bo'ladi. Bundan tashqari organik oynani qirqish va yelimlash mumkin. Biroq organik oynadan ishlangan modelni sinashda elastiklik chegarasida kuchlanish — deformatsiya diagrammasining nochiqizililigi va yuk ostida kichik tob tashlash (ползучесть) ning vujudga kelishini hisobga olish lozim bo'ladi.

Kichik modulli materiallardan ishlangan modellarni sinashda ularning ishlash holatiga o'lchov asboblari ma'lum darajada ta'sir ko'rsatishi mumkin. sinash jarayonida bu holat ham e'tibordan chetda qolmasligi lozim.

Metall modellarni tayyorlashda ko'pincha proporsionallik chegarasi 300 MPa dan kam bo'lmagan va elastiklik moduli $\approx 7 \cdot 10^4$ MPa bo'lgan alumin qotishmasi ishlatiladi.

Ravoq shaklli to'g'onlar, katta massaga ega bo'lgan beton inshootlarning modellari ko'pincha gipsdan quyiladi. Zarurat tug'ilsa, gipsning hajm og'irligini oshirish uchun unga qo'rg'oshin kukuni qo'shiladi yoki tashqi yuk qo'yiladi. Shu maqsadda gipsni quyish jarayonida modelga ilgaklar

joylanadi, keyin ularga ilingan po'lat simlar orqali domkratdan bosim beriladi.

Qobiqlar, osma tom yopmalari, strukturaviy sistemalarning kichik masshtabli modellari statik yuklar bilan yuklashda qo'rg'oshin kukuni to'ldirilgan qopchalar va osma yukchalardan foydalaniladi. Tajriba ishlarini qayta ishlash va tahlil qilish jarayonida, kuchlar ta'sirini qo'shish qoidasidan foydalanib, kuchlar ta'sirini xohlagancha o'zgartirsa bo'ladi. Bunga erishish uchun modelga birlik kuch turli holatlarda qo'yiladi: birlik kuch modelga diametri 6-8 mm bo'lgan po'lat simdan yasalgan dasta (skoba) yordamida o'rnatiladi. Dastaning bir uchi modelga ilinadi, ikkinchi uchiga yuk osiladi. Dasta boshqa joyga ko'chirilganda, har safar asboblari orqali qayd etib boriladi. Ko'chishlarni elektromexanik o'zgartirgichlar orqali o'lchash tavsiya etiladi.

Kichik masshtabli modellarda dinamik sinovlar o'tkazishda quyidagi ikki holat e'tiborga olinishi zarur: birinchidan, modelga o'rnatilgan asboblari massasining ta'siri; ikkinchidan, model tebranishlarining chastotasi uning geometrik masshtabi kvadratiga teskari proporsional ekanligi. Shunga ko'ra, kichik masshtabli model tebranishlari shakllarini aniqlashda, vibrometrlar o'miga ixcham va yengil akselerometrlardan foydalanish tavsiya etiladi. Akselerogrammalarni ikki marta integrallab, ko'chishlari aniqlanadi va tebranish shakllari chiziladi.

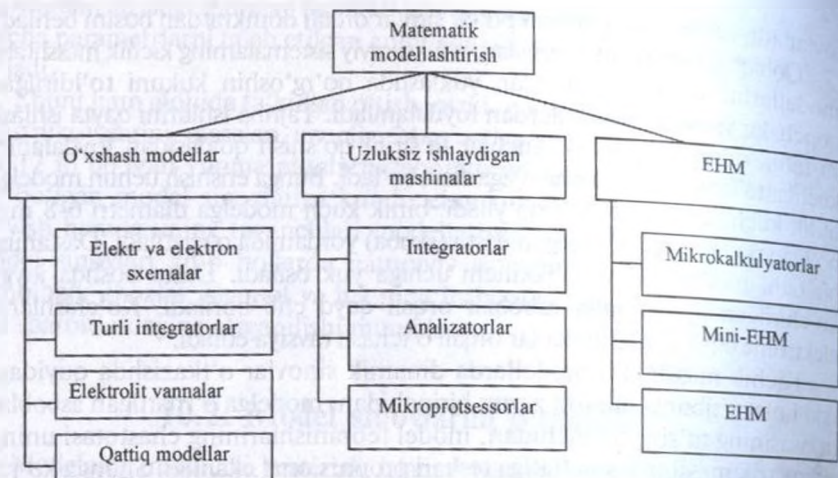
10.3. O'xshashlik bo'yicha modellashtirish

Model va modellashtirilayotgan obyektning fizik tabiati bir xil bo'lsa, fizikaviy modellashtirish uslubidan foydalaniladi. Biror hodisa, jarayon yoki sistema holatini fizik tabiati tamomila boshqacha bo'lgan boshqa sistema bilan almashtirilsa bo'ladi, buning uchun keyingi sistema yoki jarayonning matematik ifodasi modellashtirilayotgan obyektningi bilan bir xil bo'lishi shart. Bir hodisaning o'miga, laboratoriya sharoitida o'rganish qulayroq bo'lgan boshqa hodisa bilan almashtirish uslubi, hozirgi paytda keng tarqalgan.

O'xshashlik bo'yicha modellashtirishning (Аналоговое моделирование) uslub va vositalari konstruksiya yoki uning hisoblash sxemasiga bog'liq. Biror qurilish konstruksiyasining hisoblash modelini tanlashda inshootni ideallashtirishga va ba'zi ikkinchi darajali omillarni hisobga olmaslikka to'g'ri keladi.

Inshootning hisoblash modeliga hamma vaqt o'ziga teng kuchli bo'lgan boshqa obyektningi moslashtirish mumkin. Masalan, inshootning hisoblash modelida zo'riqlarni tarqalish qonuniga mos keladigan, elektr yoki elektron sxemasidagi tok va kuchlanishlarning tarqalish qonunini moslashtirsa bo'ladi.

Bunday mos kelishlik zahirida o'xshashlik tushunchasi yotadi, ya'ni predmetlarning qaysidir xossalari bir-biriga o'xshash bo'ladi, bir-biriga mos



10.1-rasm. Modellashirish uslublari orasidagi bog'lanishlarga doir sxema.

tushadi. O'xshashliklardan foydalanish evaziga hisob ishlarini avtomatlashtirish va izlanayotgan oxir natijaga tezroq erishish mumkin bo'ladi. Modellashirishning turli uslublari va ular orasidagi bog'lanishlar 10.1-rasmda tasvirlangan.

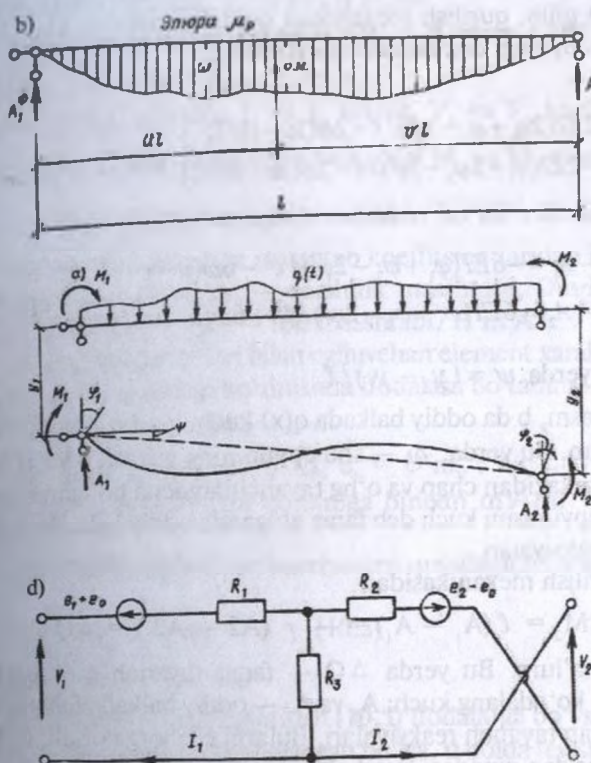
O'xshashlikka asoslangan modellar — fizik tabiatiga ko'ra modellashirilayotgan inshootdan keskin farq qiladi. Yuqorida qayd etganimizdek, elektr va elektron sxemalari mustahkamlik hisoblarida qurilish konstruksiyalarini almashtirishi mumkin.

Turli integratorlar almashtiruvchi sxemalar vazifasini o'taydi, biroq ular plastina, plita va qobiqlar singari ikki o'lchamli obyektlarda qo'llaniladi.

Elektrolit vannalar tekis va fazoviy obyektlarda kuchlanishlar tarqalishini aniqlaydi. Yarim o'tkazgich materiallardan yasalgan qattiq modellar tekis obyektlardagi kuchlanishlarni tarqalish qonuniyatini aniqlash imkoniyatini beradi.

O'xshashlik modellari har bir alohida holda masalani yechish uchun har safar differensial yoki integral tenglamalarni tuzishni talab etmaydi. Bularning o'ziga xos xususiyatlari shundan iboratki, ularning qo'llanish sohasi ancha tor, inshootlarning ayrim turlarigagina qo'llasa bo'ladi.

Uzluksiz ishlaydigan mashinalarning qo'llanish sohasi birmuncha keng. Elektr integratorlar va analizatorlardan foydalanish obyekt holatini matematik ifodalash zarurati bilan bog'liq. . Modellashirilayotgan obyektning holatini matematik ifodalash uchun differensial, integral va integro-differensial tenglamalar tuziladi. Bu kabi masalalarni yechish uchun hozirgi paytda tegishli vositalar mavjud.



10.2-rasm.

Diskret hisob mashinalari hamda elektron raqamli hisoblash mashinalari turli sistemalar ishini modellashtirish imkoniyatini beradi.

Bunday modellashtirish tufayli material mustahkamligining ehtimoliy tabiati, ta'sir etayotgan yuklarning o'zgaruvchanligi, inshootning real sxemasi bilan hisobiy sxemasi orasidagi tafovutni hisobga olish imkoniyati paydo bo'ladi. O'xshashlikka asoslangan modellashtirishga bir sodda misol keltiramiz: egilishga ishlaydigan sterjenning elektr modelini tuzamiz. Egiluvchan sterjenning bikirligi EI , uzunligi l (10.2 -rasm). Sterjen uchlariga M_1 va M_2 moment ta'sir etadi, sterjenga ixtiyoriy kuch $q(t)$ qo'yilgan. Ushbu kuchlar ta'sirida tayanchlar y_1 va y_2 masofaga ko'chadi. Buning natijasida tayanch kesimlari φ_1 va φ_2 burchakka og'adi. Har qanday tekis sterjenli sistema sterjenlar majmuasi sifatida qabul qilinishi mumkin, bunda tugunlardagi zo'riqishlar va ko'chishlarning bir xillik sharti e'tiborga olinsa kifoya.

10.2-rasm, a da ko'rsatilgan kuch va ko'chishlarning yo'nalishini musbat deb qabul qilib, qurilish mexanikasi qoidalari asosida kuch va ko'chishlar orasidagi quyidagi bog'lanishlarni yozamiz:

$$\left. \begin{aligned} M_1 &= 2EI(2\varphi_1 + \varphi_2 - 3\psi) / \ell - 2\omega(3v - 1) / \ell; \\ M_2 &= -2EI(\varphi_1 + 2\varphi_2 - 3\psi) / \ell - 2\omega(3u - 1) / \ell; \end{aligned} \right\} \quad (10.1)$$

$$\left. \begin{aligned} A_1 - A_2 &= -6EI(\varphi_1 + \varphi_2 - 2\psi) / \ell^2 - 6\omega(u - v) / \ell^2; \\ A_2 - A_1 &= 6EI(\varphi_1 + \varphi_2 - 2\psi) / \ell^2 + 6\omega(u - v) / \ell^2; \end{aligned} \right\} \quad (10.2)$$

Bu yerda $\psi = (y_2 - y_1) / \ell$.

10.2-rasm, b da oddiy balkada $q(x)$ kuchidan hosil bo'lgan M_p epyurasi tasvirlangan. Bu yerda: ω — shu epyuraning yuzasi; u va v — shu epyura og'irlik markazidan chap va o'ng tayanchlarga bo'lgan masofalar; A_1 va A_2 — M_p epyurasini kuch deb faraz etilganda oddiy balkada hosil bo'ladigan tayanch reaksiyalari.

Qurilish mexanikasidan

$$M_1 - M_2 = \ell (A_1 - A_2) = - \ell (A_2 - A_1) = \Delta Q \ell$$

ekanligi ma'lum. Bu yerda ΔQ — faqat tayanch momentlaridan hosil bo'ladigan ko'ndalang kuch; A_1 va A_2 — oddiy balkada faqat $q(x)$ kuchidan hosil bo'lgan tayanch reaksiyalari. Bularni e'tiborga olsak, (10.1) va (10.2) tenglamalaridan quyidagi burchaklar topiladi:

$$\left. \begin{aligned} \varphi_1 &= \ell M_1 / 3EI + \ell M_2 / 6EI + A_1 \ell / EI + \psi; \\ \varphi_2 &= -\ell M_1 / 6EI - \ell M_2 / 3EI - A_2 \ell / EI + \psi. \end{aligned} \right\} \quad (10.3)$$

Mazkur balkaga, ya'ni egiluvchan sterjenga mos keladigan elektr zanjiri 10.2-rasm, d da tasvirlangan. Bu yerda quyidagi belgilashlar qabul qilingan: e_1, e_2, e_0 — doimiy tok manbaidagi kuchlanishlar; R_1, R_2, R_3 — om qarshiliklari; I_1 va I_2 — chap va o'ng konturdagi elektr toklari; V_1 va V_2 — chap va o'ng konturdagi kuchlanishlar.

Kirxgofning ikkinchi qonuniga binoan kuchlanishlar quyidagi ifodalardan aniqlanadi:

$$V_1 = (R_1 + R_3) I_1 + R_3 I_2 + e_1 + e_0; \quad (10.4)$$

$$V_2 = -R_3 I_1 - (R_2 + R_3) I_2 - e_2 + e_0.$$

(10.3) va (10.4) tenglamalarni taqqoslab, ularning tuzilishi bir xil

ekanligini payqash qiyin emas. Agar elektr zanjir

$$R_1 + R_3 = \zeta / 3E_1; \quad R_3 = \zeta / 6EI; \quad R_2 + R_3 = \zeta / 3EI;$$

$$e_1 = A_1^f / EI; \quad e_2 = A_2^f / EI; \quad e_0 = \psi.$$

shartni qanoatlantirsa, u holda I_1 va I_2 toklar, V_1 va V_2 kuchlanishlarni bevosita o'lchash yo'li bilan egiluvchan balkadagi M_1 va M_2 momentlar, φ_1

va φ_2 burilish burchaklarini aniqlash mumkin bo'lar edi. Biroq elektr zanjirdan iborat modelni tuzishda masshtab ko'effitsientlaridan foydalanilsa ish yanada qulaylashar ekan: m_R — qarshilik masshtabi, $\text{Om} \cdot \text{H} \cdot \text{m}$; m_V — kuchlanishlar masshtabi, V ; m_I — tok masshtabi, $\text{H} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-1}$.

Endi elektr zanjir parametrlari bilan egiluvchan element xarakteristikalari orasidagi bog'lanishni quyidagi ko'rinishda ifodalasa bo'ladi:

$$R_1 = R_2 = R_3 = \zeta m_R / 6EI;$$

$$e_1 = A_1^f m_V / EI; \quad e_2 = A_2^f m_V / EI; \quad e_0 = \psi m_V.$$

Masshtab ko'effitsientlari Om qonuniga binoan $mV \cdot mI = mR$ ifoda orqali bog'lanadi.

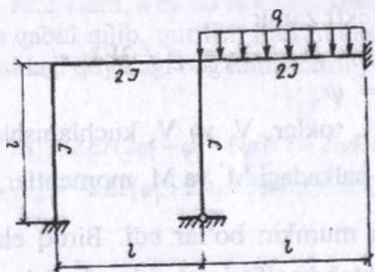
Eguvchi momentlar va burilish burchaklari quyidagicha aniqlanadi:

$$M_1 = I_1 m_I; \quad M_2 = I_2 m_I; \quad (10.5)$$

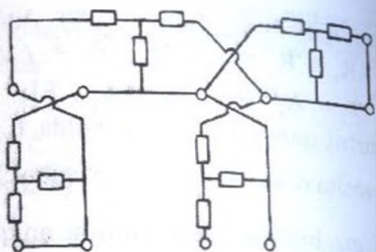
$$\varphi_1 = V_1 / m_V; \quad \varphi_2 = V_2 / m_V.$$

Chegaraviy shartlarni modellashtirish (10.5) ifodalarga bo'ysunadi. Agar egiluvchan elementning uchi erkin tayangan bo'lsa, u holda tegishli konturda tok nol bo'lishi lozim, chunki tayanchda moment nolga teng, binobarin, qarayotgan kontur ochiq bo'lishi kerak. Bunda ochiq klemmalarda potentsiallar farqi vujudga keladi, bu orqali tayanchlardagi ko'ndalang kesimlarning og'ish burchaklarini aniqlasa bo'ladi. Agar tayanch shamirsiz bikir bo'lsa, u holda og'ish (burilish) burchagi nolga teng bo'lib, tayanchda moment hosil bo'ladi. Bunday holda tegishli elektr konturi yopiq bo'lishi lozim. Bunda elektr zanjirda tok mavjud bo'ladi va bu tok orqali momentning qiymati aniqlanadi. Klemmalardagi kuchlanishlarning pasayishi nolga teng bo'ladi.

Yuqorida ko'rib o'tganimiz kabi almashtirish sxemalarini buraluvchi elementlarga, bo'ylama — ko'ndalang egiluvchi sterjenlarga, chiziqli deformatsiyalanuvchi zaminga o'rnatilgan balkalarga, garmonik tebranish holatida bo'lgan sterjenlarga va shuning kabi boshqa elementlarga ham tatbiq etsa bo'ladi. Modellashtirishning mazkur uslubini faqat tekis sterjenli sistemalarga emas, balki fazoviy sistemalarga ham qo'llash mumkin.



10.3-rasm. Tekis rama sxemasi.



10.4-rasm. Tekis ramani almashtiruvchi elektr sxemasi.

Oddiy misol tariqasida ramani modellashirish sxemasini ko'rib o'tamiz (10.3-rasm). Ushbu ramani almashtiruvchi elektr sxemasi 10.4-rasmda tasvirlangan.

Shuni ta'kidlash joizki, ramani almashtiruvchi elektr zanjirning sxemasi ramaning tuzilishiga o'xshaydi. Elektr sxemasida rama tugunlariga mos keladigan zanjir uchlari tutashgan, bu hol potentsiallar tengligini, binobarin, tutashuvchi elementlar burilish buqchaklarining tengligini ta'minlaydi. Bikir tayanchlarga yopiq, sharnirdi tayanchlarga ochiq konturlar mos keladi. Agar modellashirilayotgan ramaning tugunlari ko'chish imkoniyatiga ega bo'lsa, u holda iteratsion jarayon orqali ψ burchagini topishga to'g'ri keladi. Bu jarayon, albatta, elektron sistemalar ko'magida amalga oshiriladi.

XI BOB. GRUNTLARDA KUCHLANISH VA BOSIMLARNI ANIQLASH USULLARI

11.1. Gruntlarda kuchlanishlarni o'lchash

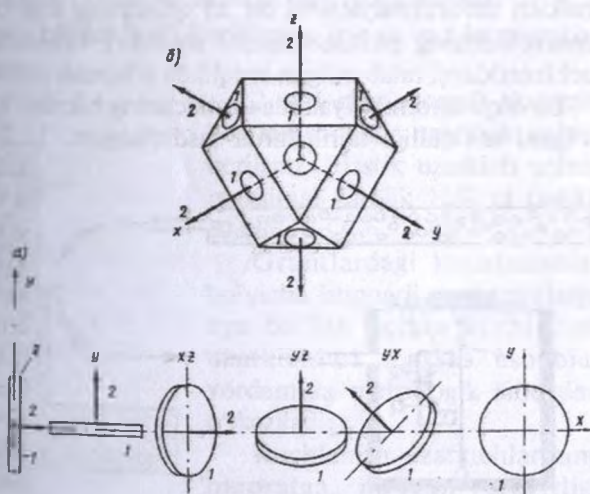
Grunt va zaminlar holatini o'rganish uchun inshootga beriladigan tashqi ta'sirlar natijasida grunt va inshoot zaminida vujudga keladigan kuchlanishlar, deformatsiyalar, kovaklardagi bosim, gruntning fizik-mexanik va filtratsion xarakteristikalarini aniqlash talab etiladi.

Gruntning kuchlanish holati grunt skeleti zarrachalari orasidagi o'zaro ta'sir kuchi, skelet zarrachalarining ichki kuchlanishlari hamda grunt kovaklaridagi suv bosimi kabilarning yig'indisi sifatida aniqlanadi. Grunt-dagi kuchlanish holati tushunchasi ma'lum darajada chekli, ammo kichik bir zonaga taalluqlidir. Agar mazkur zonada kuchlanishlarning istalgan mustaqil olti komponenti (masalan, olti yo'nalishdagi yuzalarda olti qiymatga ega bo'lgan normal kuchlanishlar) ma'lum bo'lsa, zonadagi kuchlanish holati batamom aniq deb qaraladi.

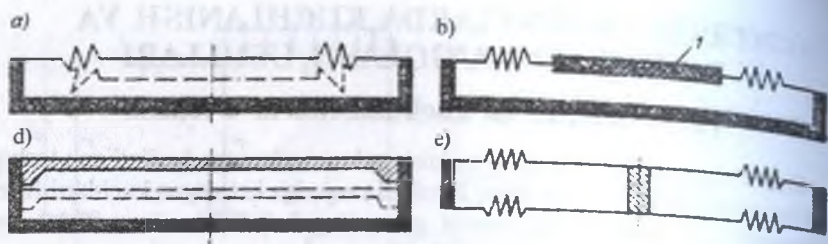
Grunt-dagi kuchlanishlar tekshirilayotgan zonaga o'rnatilgan uzatkich (uzatgich)lar orqali o'lchanadi. Datchikning deformatsion xarakteristikalari gruntning deformatsion xarakteristikalariga qancha yaqin bo'lsa, o'lchov natijalari shuncha aniq bo'ladi. Biroq gruntning deformatsion xarakteristikalari ko'p omillarga bog'liq; bular ichida namlik, zichlik va kuchlanish holatlari — asosiylari sanaladi.

Gruntga o'rnatilgan uzatkichning mexanik xarakteristikalari muhit-nikidan farq qilsa, atrof zonada kuchlanishlar konsentrat-siyasi vujudga kelishi-ga sababchi bo'ladi, bu esa o'z navbatida izlanayotgan kuchlanishlar aniqligiga putur yetkazadi.

Agar gruntning hajmiy (fazoviy) kuchlanish holatini



11.1-rasm. Gruntning hajmiy kuchlanish holatini o'lchash sxemasi.

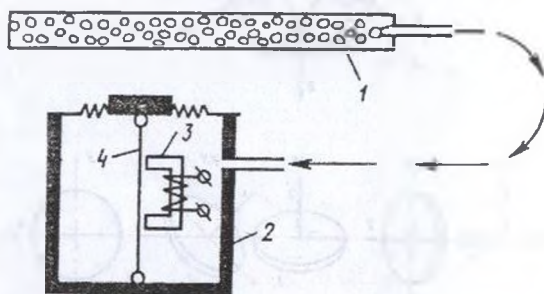


11.2-rasm. Gruntlarga qo'yiladigan kuchlanish uzatkichlarining konstruksiyalari.

aniqlash lozim bo'lsa, u holda normal (2) turli tomonga yo'naltirilgan bir necha uzatkich (1) o'rnatiladi (11.1-rasm). Bunda uzatkichlar bir o'q bo'ylab (11.1-rasm, a) yoki fazoviy holatda (11.1-rasm, b) joylashtirilishi mumkin.

Mas'ul inshootlar ishini o'rganishda o'lchov asboblari joylashtirish loyihasi tuziladi. Bunda simlarni o'tish yo'li, kommutatorlar va qayd etuvchi asboblarning o'rni aniq ko'rsatadi. Loyihada bajariladigan barcha ishlarning ketma-ketligi aks etgan bo'ladi va u inshoot loyihasining bir qismi hisoblanadi. Ishonarli natijalar olish uchun o'lchov zonalarida gruntning yotqizish va zichlashtirish usuli bir-biridan farq qilmasligi lozim. Datchiklar nazorat zonasiga grunt yotqizish bilan bir paytda joylashtirilishi zarur. Uzatkichlar o'rnatiladigan joydan grunt namunasi olinadi, keyin tajriba yo'li bilan gruntning fizik-mexanik xarakteristikasi aniqlanadi. Grunt bilan uzatkich deformatsiyalarini bir xil qilishning iloji bo'lmaganligi sababli, uzatkichlarning parametrlarini shunday tanlash kerakki, gruntidagi kuchlanishlarni talab etilgan aniqlikda o'lchash imkonini bersin.

Bir o'qli deformatsiyalarda uzatkichning bikirligi katta va qalinligi kichik bo'lgani ma'qulligi tajribalarda tasdiqlangan. 11.2-rasmda gruntlardagi



11.3-rasm. Gruntlarga qo'yiladigan elastik kuchlanish uzatkichi.

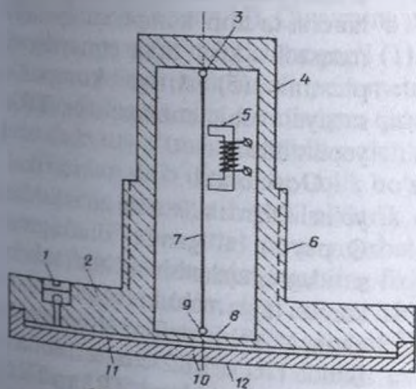
kuchlanishlarni o'lchashda keng qo'llaniladigan uzatkichlarning sxemalari ko'rsatilgan: a — egiluvchan membranali, b — bikir shayba 1 membranali, d — porshenli, e — «qo'ziqorin» tipli. Bir o'qli kuchlanish holatida, agar uzatkichning o'qi bosh kuchlanish yo'nalishi

bilan mos tushsa, xatolik miqdori 10 — 15% dan ortmaydi.

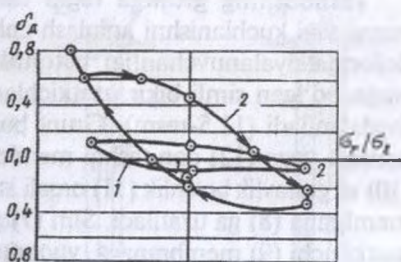
Grunt-dagi kuchlanishlarni o'ldiraydigan elastik uzatkich kam siqiluvchan, yupqa va yetarli yuzaga ega bo'ladi. Elastik uzatkich yupqa rezina diskdan iborat bo'lib, ichidagi tutash kovaklar kam siqiluvchan suyuqlik bilan to'ldiriladi.

Elastik uzatkichning konstruksiyasi (11.3-rasm) to'g'ri burchakli yupqa naycha ko'rinishiga ega bo'lib, kontur bo'ylab biriktirilgan qo'shaloq spiral yoki ikki diskdan va sirti ko'plab nuqtalardan (1) tashkil topadi. Suyuqlik hajmi uzatkich hajmining 6 — 10% ni, ko'ndalang kesim yuzasi uzatkich yuzasining 75 — 80% ni tashkil etadi. Ichki bo'shlig'i simli bosim o'ldiragich 2 bilan biriktirilgan. Grunt-dagi mavjud keladigan kuchlanish uzatkichning ishchi suyuqligida bosim paydo qiladi va bu bosim simli o'zgartirgich (4) yordamida o'ldiradi. Simning tebranishi elektromagnit (3) orqali uyg'otiladi. Nazariy va tajribaviy tadqiqotlar, agar disk qalinligi yupqa bo'lsa, normal kuchlanishlarni o'ldirashdagi xatolik $\pm 15\%$ dan ortmasligini ko'rsatadi.

11.4-rasmda egri chiziqli (1) orqali uzatkichdagi kuchlanishlar σ_g ni o'ldirashda yo'l qo'yilgan xatolar bosh kuchlanish σ_g va σ_z lar nisbatiga bog'liq holda ko'rsatilgan.



11.5-rasm. Kuchlanishlar uzatkichi sxemasi.



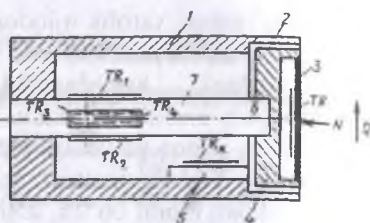
11.4-rasm. Grunt kuchlanishlarini o'ldirashda elastik va bikir uzatkichlarda yo'l qo'yilgan xatoliklar grafigi.

2-egri chiziqli orqali shu kabi bog'lanish bikir uzatkich uchun berilgan. Elastik uzatkich uchun maksimal xatolik 15% ni tashkil etadi.

Gruntlardagi kuchlanishlar bo'yicha ishonarli ma'lumotlarga ega bo'lish uchun kuchlanish uzatkichlari maxsus asboblarda yordamida metrologik sinovdan o'tkaziladi.

Kuchlanish uzatkichlarining haroratga bo'lgan sezgirligi termometrlar bilan jihozlangan termostatlar yordamida aniqlanadi.

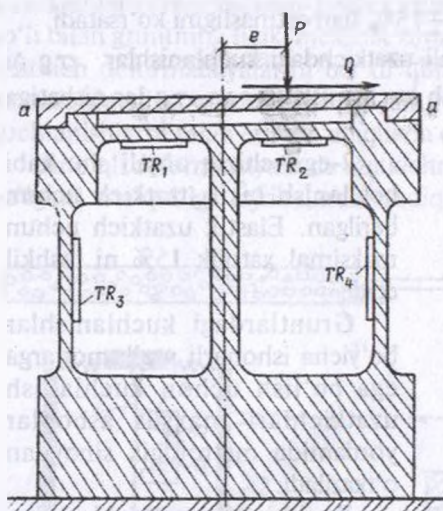
Inshootning gruntga tegib turgan yuzasidagi kuchlanishni aniqlash uchun, deformatsiyalanuvchanligi betonnikiga yaqin bo'lgan simli bikir uzatkichlardan foydalaniladi (11.5-rasm). Grunt bosimi kontakt yuza (12) dan tashqi membrana (10) va gidravlik bo'shlik (11) orqali ishchi membrana (8) ga uzatiladi. Sim (7) ning pastki uchi (9) membranaga, yuqori uchi (3) kojux (4) ga mahkamlanadi. Simning tebranishlari elektromagnit (5) yordamida uyg'otiladi. Kojux (2) quyish tuynugi (1) va inshootga uzatkich o'rnatish uchun ochilgan rezba (6) ga ega. Chiqish signali chastota o'lchagich yordamida aniqlanadi.



11.6-rasm. Normal va urinma kuchlanishlarni o'lchaydigan uzatkich sxemasi.

Uzatkichlarning ba'zi konstruksiyalarida elastik elementga yopishtiriladigan tenzorezistor o'zgartirgichlardan foydalaniladi. Kichik o'lchamli tenzorezistor o'zgartirgichli uzatkichlar modellarda o'tkaziladigan statik va dinamik sinovlarda keng qo'llaniladi.

Normal va urinma kuchlanishlarni o'lchashda kombinatsiyalashgan uzatkichlar qo'llaniladi (11.6-rasm). Grunt bosimi N ishchi diafragma (3) ga tik ta'sir



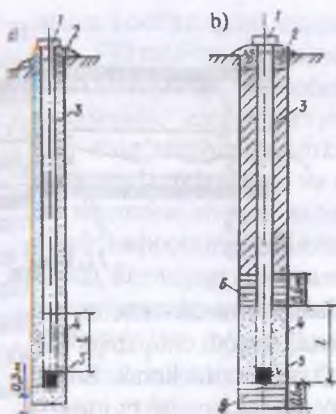
11.7-rasm. Gruntlarda normal va urinma kuchlanishlarni aniqlaydigan asbob sxemasi.

etganda, diafragma deformatsiyalanadi va uning ichki sirtiga yopishtirilgan tenzorezistor TR deformatsiyani grunt bosimiga proporsional bo'lgan elektr signaliga o'zgartiradi. Asbob bo'shlig'idagi harorat ta'sirini kompensatsiyalash maqsadida kuch ta'sir etmaydigan plastina (5) sirtiga kompensatsiyalovchi tenzorezistor TRk yopishtiriladi.

Gorizontal va vertikal yo'nalishlarda siljituvchi zo'riqishlar Q paydo bo'lganda, diafragma sirtidagi ishqalanish kuchlari asbob korpusi (1)ga mahkamlangan elastik element (7)ni deformatsiyalaydi. Bunda TR1 va TR2 tenzorezistorlari urinma zo'riqishlarni, TR3 va TR4 gorizontal zo'riqishlarni qabul qiladi.

Elastik elementning erkin uchi (6)ga mahkamlangan diafragma diski (4) tor bo'shliq (2) hisobiga korpus (1) ga nisbatan harakat qila oladi.

Sxemasi 11.7-rasmda tasvirlangan asbobning sezgir elementi sirtiga bo'ylama R va ko'ndalang Q kuchlar qo'yilgan. Nomarkaziy qo'yilgan R kuchi, ichki sirtiga TR1 va TR2 tenzorezistorlar yopishtirilgan elastik elementlarni deformatsiyalaydi. Ko'ndalang kuchlar esa, TR3 va TR4 tenzorezistorlar o'rnatilgan yupqa elementlarni egadi. Bunday sistema yelka (ekstsentrisitet) e, shuningdek R, Qy va Qz larning qiymatini aniqlash imkonini beradi.



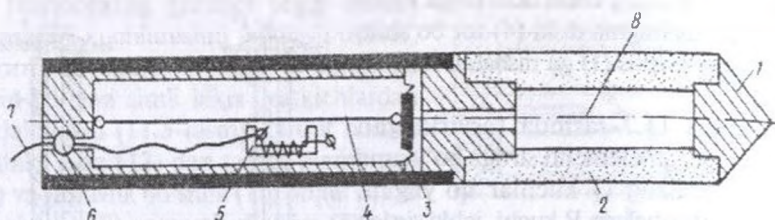
11.8-rasm. Pezometr sxemasi.

11.2. Gruntlarda kovak bosimini aniqlash

Grunt-dagi to'liq kuchlanish grunt skeleti kuchlanishi, kovaklardagi suyuqlik va gaz bosimi yig'indisidan tashkil topadi. Bu miqdorlarning qiymati grunt tarkibida qattiq, suyuq va gazsimon unsurlarning nisbiy ulushiga bog'liq. Grunt-dagi kuchlanish holatini bilish uchun kovaklardagi bosimni aniqlash talab etiladi. Kovak bosimi pezometrlar yordamida o'lchanadi.

11.8-rasm, a da g'ovak zichlamali 4 pezometr tasvirlangan. Atrofi o'ralgan quvur (3) ning pastki uchi yog'och qopqog'i bilan yopilgan. Quvur atrofi qum bilan zichlangan (4). Quvurning pastki qismi uzunlikda perfolangan. Quvurning yuqori uchida qopqog'i (1) bor va uning atrofi betonlangan. Suv o'tkazmaydigan zichlamali pezometr (11.8-rasm, b) ham yuqoridagiga o'xshaydi, faqat uning perfolangan qismidan pastki va ustki qismlari ma'lum masofada suv o'tmas grunt bilan zichlanadi (e).

Filtrdan sizib o'tgan suyuqlik bo'shliqda bosim uyg'otadi, bu bosimni gidrostatik, pnevmatik yoki elektrik o'zgarishlar yordamida o'lchash mumkin. Pezometrlar ham musbat, ham manfiy bosimni o'lchashi, tekshirilayotgan zonada gruntning fizik-mexanik xossalari-ga kamroq ta'sir etishi, kovak bosimidagi o'zgarishlarni tez ilg'ashi hamda barqaror o'lchashda asosiy xatoliklar ko'rsatkichlar berishi lozim. Kovak bosimini o'lchash sxemasining inersionligi evaziga xatolikka olib boradi. Xatolikka olib keladigan ko'p uchraydigan manba pezometr filtri zonasida yoki quvurda shuning uchun havoni yo'q to'planib qoladigan havo pufakchalardir.



11.9-rasm. Elektr simli pezometr.

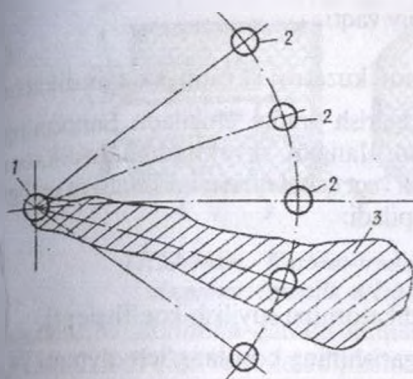
qiladigan maxsus sistema qo'llaniladi. Kovak bosimini o'lchashda sistemadan suyuqlik oqib chiqishiga hamda haroratning ta'sir etishiga (ayniqsa qishda) yo'l qo'ymaslik kerak. Bundan tashqari, filtrlar toza, filtratsiya koeffitsientlari to'g'ri tanlangan hamda pezometrlarning ishchi suyuqliklariga begona unsurlar aralashmagan bo'lishi lozim.

Laboratoriya va naturaviy distantsion o'lchov ishlarida keyingi paytlarda elektrik pezometrlar keng qo'llana boshladi (11.9-rasm). Mazkur asbobjning ishlash prinsipi ishchi bo'shliqdagi suvning diafragma (3) ga beradigan bosimiga asoslanadi. Diafragmaning ko'chishlari bosimga proporsional ravishda induktiv yoki simli o'zgartirgich (4 va 5) yordamida elektr signallariga aylantiriladi (1 — korpus, 2 — filtr, 6 — izolatsiya, 7 — sim). Bu asbobjlar kam inersiyali bo'lib, dinamik o'lchovlar olib borish imkonini beradi.

11.3. Gidrotexnika inshootlari va gruntlarda filtratsiyalar

Filtratsiya oqimlarini tadqiq etishda radioaktiv indikatorlar usuli eng samarali usul sanaladi. Mazkur usul bo'yicha radioaktiv indikator harakati yo'nalishida filtratsiya oqimi harakatining asosiy qonuniyatlari aniqlanadi. (Radioaktiv indikator — bu radioaktiv eritma bo'lib, harakatdagi oqimga qo'shiladi). Filtratsiya oqimi tarkibidagi radioaktiv indikator va uning konsentratsiyasi radioaktiv nurlanish belgilari bo'yicha radioizotop o'lchagich asbobjlar yordamida aniqlanadi. Radioaktiv indikatorlar tuz yoki rang indikatorlariga nisbatan talay afzalliklarga ega: konsentratsiya massasi juda kichik bo'lishiga qaramay, filtratsiya oqimi tarkibida tez ilg'ab olinadi; radioaktiv nurlanish tufayli bevosita oqimning o'zida konsentratsiyani ilg'ash va o'lchash yengil kechadi va h.k.

Radioaktiv usulning afzalligi bir jinsli bo'lmagan qatlamlarda katta tezlik bilan harakat qiladigan rangdor, kuchli ma'dalangan oqimlar harakatini o'rganishda yaqqol ko'zga tashlanadi. Bu usul yordamida filtratsiya oqimi yo'nalishini, filtratsiya yo'li va tezligini, grunt kovaklaridagi suv harakatining o'rtacha tezligini, suv sarfi



11.10-rasm. Skvajinalarning joylashish sxemasi.

va filtratsiya koefitsientini aniqlash mumkin. Filtratsiya oqimining parametrlari gidrotexnika inshootining qirg'oq qismida, zaminida yoki tanasida aniqlanishi mumkin; indikatorlar yordamida drenaj va suv pasaytirish sistemalari ish rejimiga baho bersa bo'ladi; inshootning temirbeton elementlarida, filtratsiyaga qarshi sun'iy to'siqlar, ekranlar va shpunt devorlarida yig'ma filtratsiya bor-yo'qligi haqida ma'lumot olish imkoniyati mavjud. Tadqiqotlarni yolg'iz skvajina yoki skvajinalar to'plami ustida olib borsa bo'ladi (11.10-rasm).

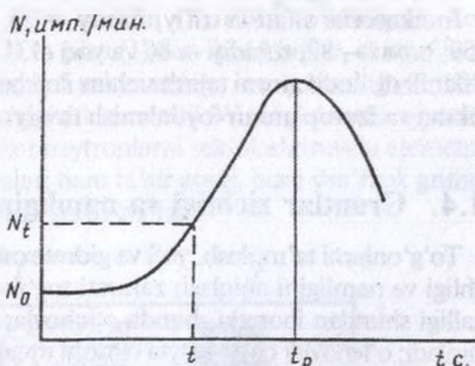
Asosiy skvajina (1) ga maxsus uskuna yordamida indikator tushiriladi, indikator ampulasi portlatilganda indikator skvajinaning ishchi bo'shlig'ida bir zumda tarqaladi. Keyin asosiy yoki kuzatuv skvajinalari (2) ga dedektor tushiriladi va uning yordamida skvajinaning balandligi bo'yicha turli nuqtalarda radioaktiv modda konsentratsiyasining o'zgarishi o'lchanadi, bu inshoot yoki zaminning turli qismlarida filtratsiya tezligini hamda indikatorning tarqalish zonasi (3) ni aniqlash imkonini beradi.

Radioaktiv indikatorning konsentratsiyasi va uning o'zgarishi skvajinadagi radioaktiv nurlanishning intensivligi bo'yicha aniqlanadi (11.11-rasm). Oqimning yo'nalishini aniqlash uchun kuzatuv skvajinalarida indikator konsentratsiyasining o'zgarishi kuzatib boriladi.

Grunt kovaklaridagi suv harakati tezligi kuzatuv skvajinalarida aniqlanadi. Oqim harakatining haqiqiy tezligi u quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$u = \ell / t_p, \quad (11.1)$$

bu yerda: ℓ — oqizilgan nuqtadan payqalgan nuqttagacha bo'lgan masofa;



11.11-rasm. Kuzatuv skvajinasida indikator konsentratsiyasining o'zgarishi.

t_p — indikator harakatining hisobiy vaqti.

t_p ning qiymatini aniqlash uchun kuzatuv skvajinasida indikator konsentratsiyasining vaqt bo'yicha o'zgarish grafigi chiziladi. Sanoqning bolanish nuqtasi sifatida harakat boshlangan skvajinadagi indikator konsentratsiyasining pasayishi boshlangan vaqt qabul qilinadi. Filtratsiya tezligi V ning qiymati quyidagi formuladan topiladi:

$$V = 0,785 \xi d / \text{kg}, \quad (11.2)$$

bu yerda: $\xi = (1/t) \ln(N_t/N_0)$ — indikatorning suyilish koeffitsienti;

t — indikator konsentratsiyasi o'zgarishining boshlang'ich qiymati N_0 dan oxirgi qiymati N_t gacha bo'lgan vaqt;

d — bosh skvajina diametri;

kg — skvajina titrashining ta'siri koeffitsienti.

Yangi kam ishlatilgan filtrlar uchun $k_s = 2$, eski filtrlar uchun $k_s = 1$ olinadi.

Filtratsiya koeffitsienti K bosh skvajina uchun quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$K = V / I, \quad (11.3)$$

$$\text{Kuzatuv skvajinalari uchun } K = U_m / I, \quad (11.4)$$

Bu yerda: $I = \Delta h / \ell$ — oqim gradienti bo'lib, quyidagi formuladan topiladi:

$$I = (\ell_n - h_H) / \ell, \quad (11.5)$$

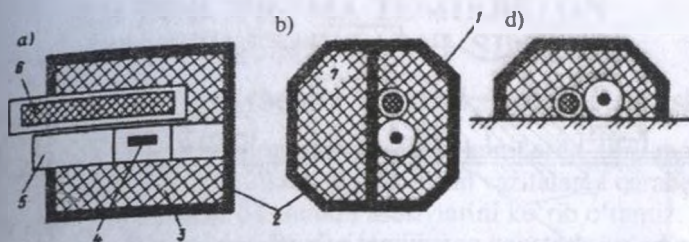
Bu yerda: h_n, h_H — bosh va kuzatuv skvajinalaridagi suv sathlari.

Indikatorlar sifatida tritiy, natriy — 24, oltingugurt (sera) — 35, temir — 59, brom — 82, rubidiy — 86 va yod — 131 radioaktiv kimyoviy birikmalari qo'llaniladi. Indikatorni tejash uchun iloji boricha gruntga kam shimiladigan birikma va izotoplardan foydalanish tavsiya etiladi.

11.4. Gruntlar zichligi va namligini aniqlashda dala usullari

To'g'onlarni ta'mirlash, yo'l va gidrotexnika inshootlari qurilishda gruntlar zichligi va namligini aniqlash zarurati tug'iladi. Buning an'anaviy usullardan afzalligi shundan iboratki, bunda o'lchovlar bevosita dala sharoitida amalga oshiriladi; o'lchovlar qayta-qayta olinishi mumkin, gruntlar zichligi va namligini uzviy ravishda kuzatib borsa bo'ladi.

Skvajinaning chuqurligi 30 m ni tashkil etishi mumkin, bu hol grunt

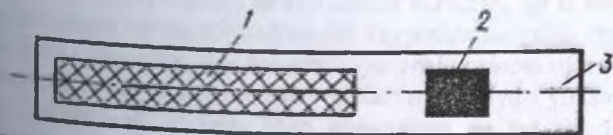


11.12-rasm. Nazorat-transport uskunali universal neytron vlagomer (namlik o'lchagich) o'zgartirgichi sxemasi.

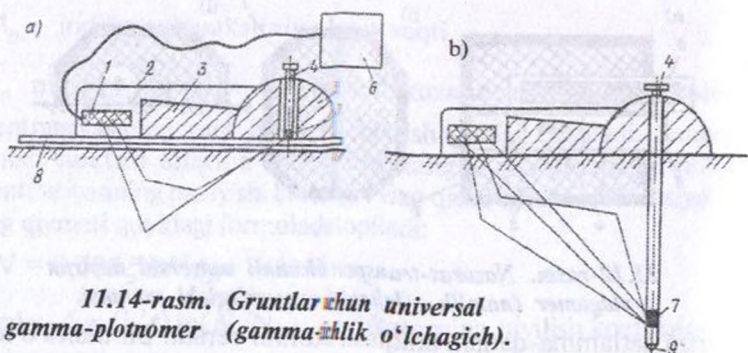
xossalari qatlam-qatlam aniqlash imkonini beradi. Bir marta o'lchash uchun 2-3 daqiqa vaqt ketadi, xolos, bu vaqt mobaynida katta maydon va hajmlarda grunt zichligi va namligi haqida to'la ma'lumot olish mumkin.

Gruntlar namligi neytron usulida aniqlanadi, bu usul tezkor neytronlarni vodorod yadrolari vositasida sekinlashtirishga asoslanadi. Grunt namligi tekshirilayotgan zonada sekinlashtirilgan neytronlarning zichligiga qarab aniqlanadi. Grunt zichligini aniqlash tekshirilayotgan muhit elementlari atomlari ta'sirida gamma-kvantlarni sochilish effektiga asoslanadi.

Grunt sirtlarida va chuqurliklarda (skvajinalarda) namlik o'lchaydigan maxsus asboblarda (vlagomerlar) mavjud. Shulardan biri 11.12-rasmida berilgan. 11.12-rasm, a da asbobning qirgimi, 11.12-rasm, b da yon tomondan ko'rinishi, 11.12-rasm, d da asbobning ishchi holati tasvirlangan. Asbob zond (5), manba (4) hisoblagich (6), nazorat-transport uskunasi va elektron blokdan tashkil topgan. Nazorat-transport uskunasi ikkita ajraladigan qismlar (1 va 7) dan iborat. Birinchi qism asosiy va qo'shimcha kanallarga ega bo'lib, sirtlar namligini o'lchashda foydalaniladi, ikkinchi qismi bur qatlami (2) bilan qoplangan. Har ikki qism parafin (3) bilan to'ldirilgan. Zond (11.13-rasm) stakan (3), manba (2) va gilza (1) dan iborat bo'lib, chuqurlikdagi namlikni o'lchashda nazorat-transporti uskunasining asosiy kanaliga kiritiladi. Neytron vlagomerlar (namlik o'lchagichlar) namlik W ning o'rtacha qiymatini beradi. O'lchashlar aniqligiga tezkor neytronlarni sekinlashtiruvchi elementlar bo'r va xlorlarning konsentratsiyalari ham ta'sir etadi, buni sho'rxok gruntlar namligini o'lchashda e'tiborga olish zarur bo'ladi.



11.13-rasm. Chuqur o'lchovlarda qo'llaniladigan zond sxemasi.



11.14-rasm. Gruntlar uchun universal gamma-plotnomer (gamma-zichlik o'lchagich).

Gruntlar zichligini aniqlashda, nurlanishlarni sochilish prinsipiga asoslangan, gamma-plotnomerlardan foydalaniladi (11.14-rasm). Gruntning ishchi hajmida ma'lumotning 90% ni, grunt zichligi 1200 kg/m^3 bo'lganda aylana radiusi 3-5 sm bo'lgan yondan olinadi. 11.14-rasm, *a* dagi sxemada asbob nurlanishlarni sochilish prinsipi bo'yicha ishlaydi. 11.14-rasm, *b* da gruntga kirib boradigan va gamma — nurlanishning keng tutamini yutishga asoslangan prinsip bo'yicha ishlagan manba ko'rsatilgan. Nurlanish manbai sifatida radioaktiv seziiy — ^{137}Cs — qo'llaniladi. Plotnomer (zichlik o'lchagich) o'zgartirgichi (2) nurlanish manbai (7), konteyner (5), qo'rg'oshin ekran (3), nurlanish detektor (1) va ayd etuvchi blok (6) dan tashkil topadi. Sirdagi zichlikni o'lchashda kasshtok (4) dan foydalaniladi. (*a*), grunt sirti bilan o'zgartirgich orasiga plastina (8) yotqiziladi. Chuqurlikdagi zichlikni aniqlashda shtok (4) uzaytiriladi va uning uchiga perforator 9 o'rnatiladi (*b*).

XII BOB. YIG'MA TEMIRBETON KONSTRUKSIYALARNI SINASH

12.1. Yig'ma temirbeton konstruksiyalarni sinash

Qurilish konstruksiyalarining sinovlari katta hamjlarda, turli maqsad va vazifalar bo'yicha amalga oshiriladi. Qo'yiladigan vazifalarga qarab sinovlar bir necha turlarga bo'linadi. Shulardan asosiylarini ko'rib o'tamiz.

Konstruksiyalarning nazorat sinovlari temirbeton konstruksiyalari zavodlari yoki poligonlarda yalpi qurilish uchun katta seriyada ishlab chiqariladigan yig'ma elementlar va konstruksiyalar ustida olib boriladi. Bunday sinovlarni o'tkazishdan maqsad, zavod mahsulotini nazorat qilishdan iborat. Nazorat sinovlari Davlat standartlari asosida o'tkaziladi. Davlat standartlari yig'ma temirbeton mahsulotlarining barcha turlariga aloqador bo'lib, unda joriy statik nazorat sinovlarini o'tkazish tartiblari va uslubiati hamda sinov natijalariga ko'ra mahsulotning mustahkamligi, bikirligi va yorilishbardoshligiga baho berish mezonlari belgilab qo'yilgan bo'ladi.

Yangi loyihalashtirilgan konstruksiyalar sinovi ularning mustahkamligi, bikirligi va yorilishbardoshligi me'yoriy talablarga qay darajada javob berishini tekshirish uchun o'tkaziladi. Davlat standartlari sinash usullarini tavsiya etmaydi, shunga ko'ra sinovlar dasturi alohida ishlab chiqiladi.

Yalpi ishlab chiqarishga mo'ljallangan tajribaviy konstruksiyalar sinovini ham shu toifaga qo'shsa bo'ladi. Tajribaviy konstruksiyalar buzilgunga qadar sinaladi. Shu yo'l bilan konstruksiyaning zaif joylarini va mustahkamlik zaxirasi koeffitsientining haqiqiy qiymatini aniqlash, loyihaga tegishli tuzatishlar kiritish imkoniyatiga ega bo'linadi.

Ilmiy tadqiqotlar jarayonida o'tkaziladigan konstruksiya sinovlari yangi ishlanayotgan temirbeton konstruksiyalarini hisoblashning nazariyasi va uslubiati takomillashtirish uchun zarurdir. Bunday sinovlar eksperimental-nazariy, loyiha-konstruktorlik ishlanmalarning tarkibiy qismi sanaladi. Tajribalar jarayonida beton va armaturaning o'zaro ta'siri, armaturaning soni, sifati va joylashuvini konstruksiyaning mustahkamligi, deformat-siyalanuvchanligi va yorilishbardoshligi hamda kuchlanish holatiga ta'siri o'rganiladi; konstruksiyaning real ishlash sharoiti bilan hisobiy gipotezalar orasidagi farq aniqlanadi va h.k. Bunday sinovlar qo'yilgan masalaga har qanday javob beradigan maxsus ishchi dastur tuzishni, ba'zi hollarda esa ya'ni o'lchov asboblari va zaruriy uskunalar tayyorlashni talab etadi.

Yangi qurilgan inshootlar yoki konstruksiyalarning sinovi ularni loyihaga qanchalik mosligini juda kam hollarda, asosan mas'uliyati yuksak bo'lgan inshootlarni (ko'priklar, fazoviy tom yopmalari va b.) foydalanishga topshirishdan oldin amalga oshiriladi.

Foydalanishda bo'lgan inshoot va konstruksiyalar zarurat tug'ilgan hollarda, masalan, inshootning yuk ko'taruvchi elementlariga qo'yiladigan yukni oshirishga ehtiyoj tug'lsa yoki konstruksiya eskirsa yoki shikastlansa, uning haqiqiy mustahkamligini, bikirligini va yorilishbardoshligini tekshirish maqsadida sinaladi.

12.2. Sinash ishlarida qo'llaniladigan asbob-uskunalar

12.2.1. Sinov presslari va mashinalari

Sinov mashinalari va presslar mexanik tajribaxonalarning asosiy asbob-uskunalaridan sanaladi.

Sinov presslari konstruksiya elementlari va namunalarni siqishga sinaganda qo'llaniladi. Presslar gidravlik yoki mexanik uzatmali (privodli) bo'ladi. Presslarning siquvchi kuchi bir necha ming tonnagacha yetadi. Qudratli presslar faqat gidravlik uzatmali qilib tayyorlanadi. Presslarda maxsus jihozlar yordamida nafaqat siqishga, balki deformatsiyaning boshqa turlariga ham sinasa bo'ladi.

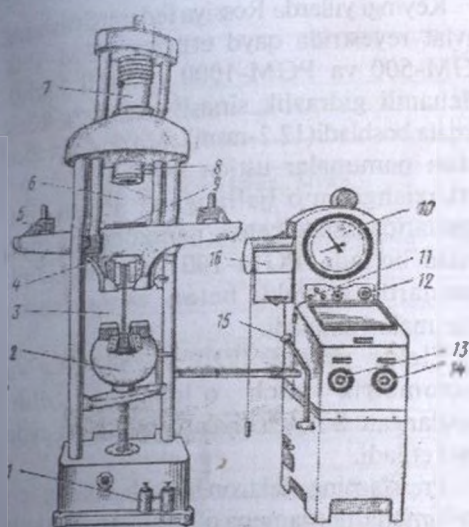
Ayrim sinovlarni o'tkazishda presslardan tashqari maxsus va universal sinov mashinalaridan foydalaniladi. Masalan, cho'zilishga sinashda cho'zuvchi kuchlarni yoki cho'zilish deformatsiyalarini o'lchaydigan mashinalardan foydalaniladi. Cho'zilishga mo'ljallangan mashinalarning asosiy ishchi organi changal (zaxvat)lardan birini harakatga keltiruvchi mexanizm va namunani cho'zilishga bo'lgan qarshilik kuchini o'lchaydigan asbobdan iborat. Cho'zilish jarayonida sinalayotgan namunaning o'qi joylashuviga qarab mashinalarga gorizontaal va vertikal turlarga ajratiladi.

Zo'riqishlar richagi uskunalar, richag-mayatnikli sistemalar, prujinali kuch o'lchagichlar, manometrlar, mesdozalar, kuch o'lchagich gidrotsilindrlar, kombinatsiyalashgan sistemalar va boshqalar yordamida o'lchanadi.

Qurilish tajribaxonalarida maksimal zo'riqishni 5 dan 80 mN gacha bo'lgan mashina va presslardan foydalaniladi. Agar sinalayotgan konstruksiyalarning o'lchamlari va talab etilgan yuk shu yerdagi sinov mashinalarida mavjud bo'lsa, sinovni aniqlik darajasi ancha past bo'lgan yig'ma standlar o'miga, aynan shu mashinalarda o'tkazish maqsadga muvofiqdir.

Sinov mashinalari (12.1-rasm) gidravlik ta'sir prinsipida ishlaydi. Mashina rama ko'rinishidagi vertikal staninaga ega, uning yuqorigi traversasiga ishchi tsilindr o'rnatilgan, uning ostida sinovlar o'tkaziladigan bo'sh joy ko'zda tutilgan. Boshqaruv pultida moy idishi, elektr uzatma va mayatnikli manometr joylashgan.

Zo'riqishning chegaraviy qiymati 50 tk ($\sim 500\text{kN}$) dan yuqori bo'lgan mashinalarda boshqaruv pulti staninada alohida o'rnatiladi.



12.1-rasm. Sinov mashinasi:

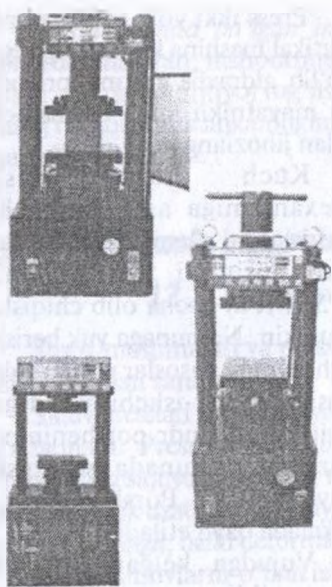
1-pastki changal (zaxvat)ni ko'tarib-tushirish ulagichi; 2-pastki changal; 3-cho'zilish sinovlari o'tkazish joyi; 4-ishchi stol, bir vaqtning o'zida ustki changal; 5-egilish sinovlari uchun qo'zg'uluvchi tayanch; 6-siqilish, bo'ylama egilish, ko'ndalang egilish va boshqa sinovlar o'tkazish joyi; 7-ishchi silindr; 8-mahkamlash tuguni; 9-pastki tayanch plitisi; 10-mayatnikli manometr ko'rsatkichlari kuzatiladigan shkala; 11-berilgan yukni barqarorligini ta'minlovchi uskuna shkalasi; 12-nasos dvigatelini o'chirib-yoquvchi knopka; 13-berilgan yukning barqarorligini ta'minlovchi uskunani ulaydigan dastgak; 14-aniq boshqarish dastagi; 15-yukni berish va olish richagi; 16-«Kuch-masofa» yoki «Kuch-vaqt» diagrammasini o'zi yozadigan asbob.

Sinov mashinalari va presslarda ularni tekshirilganligi va sozlaganligi haqidagi guvohnoma bo'lgan taqdirdagina foydalanish mumkin. Sinov mashinalari bir yilda bir marta, qudratli presslar ikki yilda bir marta tekshiriladi va sozlanadi (tarirovka qilinadi). Bundan tashqari, mashinalar ta'mirlanganda yoki asosiy detallari almashtirilganda ham tekshirilib, sozlanadi.

Press ikki yoki to'rt ustunli vertikal mashina ko'rinishiga ega bo'lib, gidravlik uzatma (privod) va mayatnikli kuch o'lchagich bilan jihozlangan.

Kuch hosil qilish mexanizmiga asta ishlovchi nasoslar to'plami kiradi, ular moy bosimini 500 kgk/sm² (~50 MPa) gacha olib chiqishi mumkin. Namunaga yuk berish uchun moy nasoslar yordamida bosim ostida ishchi silindrga kiritiladi. Silindr porshenining harakati namunada zo'riqish paydo qiladi. Porshen holati shkalada qayd etiladi.

Vujudga kelgan kuchlar mayatnikli manometr bilan o'lchanadi. Mayatnikli manometrning ishlash prinsipi shundan iboratki, moyning bosimi ishchi porshendan o'lchagich quvur orqali manometrda kichik o'lchagich porshenga o'tkaziladi. Shamlirli biriktirilgan mayatnik, o'lchagich porshenning harakati bilan to muvozanat holatiga kelguncha og'adi. Mayatnikning og'ishiga qarab namunaga ta'sir etayotgan kuch aniqlanadi. Harakatlanuvchi strelka shkaladagi kuchning miqdorini ko'rsatadi.



12.2-rasm. PGM — 1000, PGM — 500 va PGM — 100 presslari.

Keyingi yillarda Rossiya federatsiyasining davlat reyestrda qayd etilgan PGM-100, PGM-500 va PGM-1000 rusumli kichik o'lchamli gidravlik sinash presslari keng tarqala boshladi (12.2-rasm). Mazkur presslar beton namunalar ustida siqilish sinovlari o'tkazishga mo'ljallangan. PGM-500 presslarida asfalt-beton namunalarni ham sinasa bo'ladi. PGM-100 rusumli kichik presslarda g'ovakli beton va qorishma namunalari sinaladi.

Elektr privod (220 V, 50 Gs) va tenzometrik kuch o'lchagich bilan jihozlangan. Sinov natijalari grafik displeyda qayd etiladi.

Presslarning elektron bloki boshlang'ich ma'lumotlarni (namuna o'lchamlari, yuklash tezligi, seriya raqami) kiritadi, yuklash tezligini bir me'yorda ushlab turadi va yuklash natijalariga qarab, beton mustahkamligini hisoblaydi.

Sinov jarayonida olingan ma'lumotlar kuni va soati ko'rsatilgan holda belgilanadi va keyingi foydalanishlar uchun avtomatik ravishda saqlab qo'yiladi. Presslarning texnik xarakteristikalari 12.1-jadvalda berilgan.

12.2.2. Kuch plitasi va stend jihozlari

Kuch plitasi. Sinalayotgan konstruksiyaga kuchlar faqat sinov mashinalari yoki presslari orqali qo'yilmaydi. Konstruksiya o'lchamlari yoki unga qo'yiladigan yuk miqdori press imkoniyatlariga to'g'ri kelmagan hollarda maxsus stend jihozlaridan foydalaniladi. Balkalar, fermalar, devor panellari, rama va arka konstruksiyalarini vertikal, ya'ni ishchi holatda sinaydigan statsionar stendlar keng tarqalgan. Stendlar poydevorga yoki kuch plitasiga mahkamlanadi.

Kuch plitalari qalinligi 1000-1500 mm bo'lgan temirbeton qatlamdan iborat. Kuch plitasi sinalayotgan konstruksiyaga tayanch vazifasini o'taydi; unga domkratlar va konstruksiyaga yuk beruvchi tyaga (tortgich)lar mahkamlanadi.

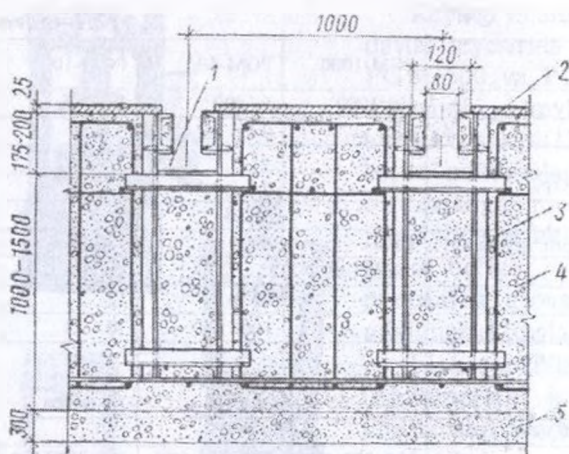
Kuch plitasi (12.3-rasm) bo'ylama va ko'ndalang yo'nalishlarda

12.1-jadval

Tavsif nomlari	PGM-1000	PGM-500	PGM-100
Yuklash quvvati, kN	10...1000	5...500	1...100
Bo'linish usuli	0.1	0.1	0.01
Nisbiy xatolik, %		±1	
Boshqariladigan yuklash tezligi, MPa/s		0.6 ± 0.4	
mm/min		3±0.3	
Ma'lumotlarni arxivlashtirish hajmi, qiymatlari	1000	1000	500
PK bilan aloqasi	Interfeys RS-232		
Porshen qadami, mm	10	15	12
Vint qadami, mm	100	100	30
Namunaning maksimal o'lchami, mm :			
— planda	200x200	150x150	100x100
— balandligi	205	205	105
Iste'mol qilinadigan quvvat (220V, 50 Gts), Vt	300	300	150
Gabariit o'lchamlari, mm	380x270x880	390x300x800	230x160x500
Og'irligi, N	1750	1200	350
Tavsif nomlari	PGM-1000	PGM-500	PGM-100
Yuklash quvvati, kN	10...1000	5...500	1...100
Bo'linish usuli	0.1	0.1	0.01
Nisbiy xatolik, %		±1	
Boshqariladigan yuklash tezligi, MPa/s		0.6 ± 0.4	
mm/min		3±0.3	
Ma'lumotlarni arxivlashtirish hajmi, qiymatlari	1000	1000	500
PK bilan aloqasi	Interfeys RS-232		
Porshen qadami, mm	10	15	12
Vint qadami, mm	100	100	30
Namunaning maksimal o'lchami, mm :			
— planda	200x200	150x150	100x100
— balandligi	205	205	105
Iste'mol qilinadigan quvvat (220V, 50 Gts), Vt	300	300	150
Gabariit o'lchamlari, mm	380x270x880	390x300x800	230x160x500
Og'irligi, N	1750	1200	350

armaturalanadi. Ankerlash (mahkamlab ulash) uchun kuch plitasida gorizontal jo'yaklar (anker tirqishlari) qoldiriladi. Anker tirqishlari orasidagi masofa 1000 mm ni tashkil etadi.

Plitaning ichki qismiga just fermalar o'rnatiladi; fermaning tasmasi shvellerlari oralig'i va bu shvellerlarning pastki qismi betonlanmay, bo'sh qoldiriladi, sinov jarayonida ana shu bo'shliqqa ankerlar kiritiladi va mahkamlanadi. Yuqori tasmani kuchaytirish va ankerlar ta'sirida polkalarni bukilishdan asrash maqsadida shveller polkalari orasi har 200 mm masofada qovurg'achalar bilan payvandlanadi va shvellerning ichki bo'shlig'i



12.3-rasm. Kuch plitasi konstruktsiyasi.

1-anker tirqishlari; 2-kuch plitasining tsement poli;
3-120x120x12 mm o'lchamli po'lat prokat teng yonli
burchakli; 4-M200 markali beton; 5-qum-shag'al
to'shama.

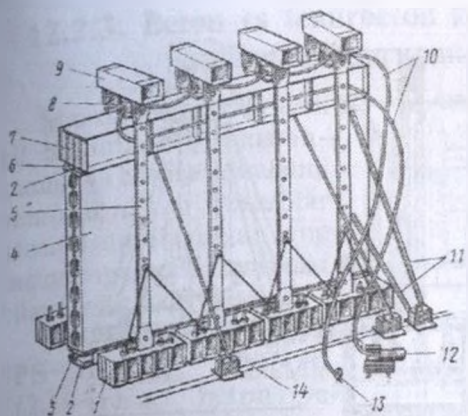
betonlanadi. Anker tirqishlarini ifloslanishdan asrash uchun uning ustiga 10 mm qalinlikdagi po'lat tunuka yopiladi. Sinaladigan konstruktsiyalarni o'rnatishdan oldin tunuka olib tashlanadi.

Sinalayotgan konstruktsiyalarga kuchlar vertikal yoki gorizontal holatda qo'yilishi mumkin. Shunga ko'ra stend sinov uskunalarini ikki xil bo'ladi: yuklarni vertikal va gorizontal yo'nalishda uzatuvchi uskunalar.

Odatda konstruktsiyalar ishchi holatda, ya'ni bino yoki inshootda qanday holatda bo'lsa, tajribada ham o'sha holatda sinaladi. Kuchlarni vertikal yo'nalishda yuklaydigan stend uskunalaridan biri 12.4-rasmda tasvirlangan. Sinaladigan konstruktsiyaning o'lchamlari va tajriba xarakteriga qarab, uskuna kuch plitasiga alohida tugunlar va detallardan yig'iladi. Uskuna kompanovkasi konstruktsiyani siqilish, bo'ylama va ko'ndalang egilish, shuningdek, siljish deformatsiyalariga sinash imkonini beradi.

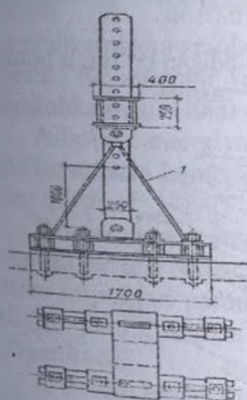
Domkrat uskunasi (12.5-rasm) domkrat traversasi, har qaysisi to'rttadan mahkamlovchi anker boltlariga ega bo'lgan ikkita pastki traversa, domkrat traversasi harakatlanadigan ikkita torqich, tirgaklar va mahkamlash detallardan tashkil topadi. Uskuna sinov jarayonida 200 tk (~ 2 mn) kuch qabul qilishga mo'ljallangan.

Uskunani o'rnatish va unga tegishli asboblarni mahkamlash quyidagi tartibda amalga oshiriladi. Kuch plitasi tirqishlari ustiga pastki traversalar o'rnatiladi va ularning har biri to'rtta ankerli bolt yordamida mahkamlanadi. Pastki traversalar yelkachalariga tortqichlar o'rnatiladi va silindrik sterjenlar bilan mahkamlanadi. Keyin traversalar to'g'ri o'rnatilganligi tekshiriladi, tayanch jihozlari o'rnatiladi va ularga sinaladigan konstruktsiya mahkamlanadi. Keyin taqsimlovchi traversaga ega bo'lgan uski tayanch o'rnatiladi, tortqichlarga domkrat traversalari kiygiziladi va silindrik sterjenlar



12.4-rasm. Devor panellariga vertikal yuk beradigan sinov uskunasi sxemasi:

1-pastki traversa; 2-qalinligi 40 mm bo'lgan po'lat tasma; 3-pastki qo'zg'aluvchi tayanch; 4-sinaladigan konstruktsiya; 5-tortqichlar; 6-ustki qo'zg'aluvchi tayanch; 7-taqsimlovchi traversa; 8-DT-200 domkratleri; 9-domkrat traversalari; 10-yuqori bosim shlanglari; 11-yon tirgaklar; 12-nasos uskunasi; 13-manometr; 14-kuch plitasi tirqishlari.



12.5-rasm. Yuqlarni vertikal uzatuvchi domkrat uskunasi:

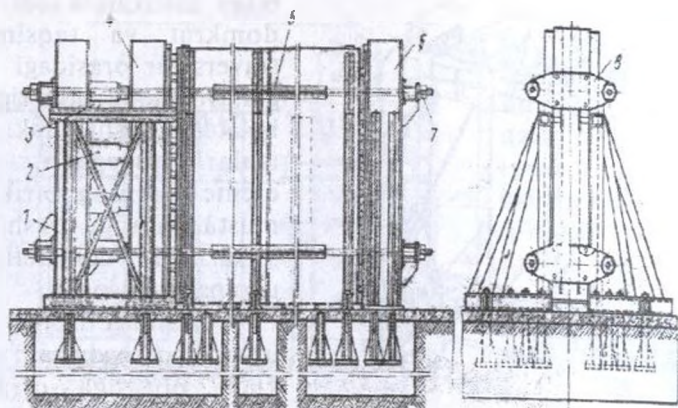
1-tirgaklar; 2-silindrik sterjen; 3-tortqichlar; 4-domkrat traversasi; 5-pastki traversa; 6-kuch plitasi tirqishi; 7-mahkamlash boltlari.

bilan mahkamlanadi, bunda domkrat va taqsimlovchi traversalar orasidagi masofa gidravlik domkratlar sig'adigan holatda bo'lishi kerak. Montaj ishlari tugagach, yig'ma elementlarning biriktirilish mustahkamligi tekshiruvdan o'tkaziladi va domkratlar nasos uskunasi ulanadi.

Yuqlarni gorizontol holatda uzatadigan stand sinash uskunasi kuch plitasiga o'rnatiladi (12.6-rasm). Vertikal traversalar orasiga gidravlik domkratlar o'rnatiladi. Sinaladigan konstruktsiya traversalar bilan qo'zg'aluvchi tayanch orasiga o'rnatiladi. Vertikal traversalar bilan tayanch to'rtta tortqich va gorizontol traversalar orqali birikkan. Mazkur uskunada

balandligi 2 qavat, kengligi 3,6 m gacha bo'lgan konstruktsiyalarni markaziy va nomarkaziy siqilishga sinash mumkin. Uskuna bera oladigan maksimal kuch 400 tk (~ 4 mn) ni tashkil etadi.

E g i l i s h g a ishlaydigan uzun o'lchamli konstruktsiyalarni sinaydigan standlar balandligi 1,2–1,5 m bo'lgan temirbeton bloklardan tashkil topadi (12.7-rasm). Stand

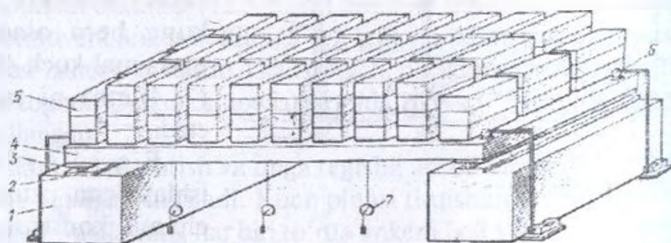


12.6-rasm. Yuklarni gorizontal holatda uzatuvchi domkrat uskunasi:

1,4—vertikal traversalar; 2—DG-100 gidravlik domkratleri; 3—domkrat tutqichlari; 5—tortqichlar; 6—tayanch; 7—gaykali boltlar; 8—gorizontal traversalar.

ikki: qo'zg'aluvchi va qo'zg'almas tayanchga ega. Tayanchlar po'lat plastina va katak (dumaloq sterjen)lardan ishlanadi. Sinalayotgan konstruksiya tagiga qo'qqisidan sinib ketishiga qarshi, ehtiyot moslamasi uskunalanadi. Bu stendda konstruksiyani sinashda tekis yoyilgan kuch sifatida beton yoki cho'yandan yasalgan donali yuklardan foydalaniladi. Yuklar og'irligi ma'lum bo'lib, 50–200 mm oraliqda joylashtiriladi. Yuklarning uzunligi oraliq (prolyot) uzunligining $1/6$ – $1/10$ qismidan oshmasiligi kerak.

Bunday stendlarda yuklar domkratlar orqali beriladigan bo'lsa, u holda taqsimlash to'sinlaridan foydalaniladi (12.8 va 12.9—rasmlar).



12.7-rasm. Yopma panellarini tekis yoyilgan yuk bilan sinash stendi:

1—tayanch bloklari; 2—plastinalar; 3—dumaloq sterjenlar; 4—sinalayotgan panel; 5—donali yuklar; 6—messuralar; 7—salqilik o'ichagichlar (progibacherlar).

12.2.3. Beton va temirbeton konstruksiyalarni sinashda qo'llaniladigan zamonaviy asboblari

Mazkur paragrafda turli xil betonlarning mustahkamligi va boshqa xossalarini yemirmaydigan uslublar asosida aniqlaydigan eng zamonaviy asboblari majmuasi bilan tanishib chiqamiz.

IPS-MG4.01 va **IPS-MG4.03** asboblari

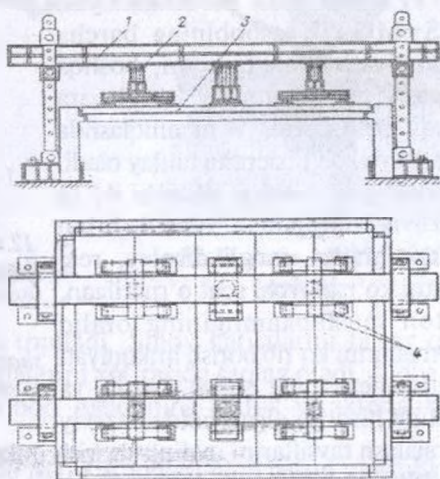
(12.10-rasm) beton va qorishma mustahkamligi va birjinsligini impulsli zarba usulida tezkor aniqlash imkonini beradi. Asboblarning vazifasi — qurilish industriyasi korxonalarida hamda bevosita qurilish obyektlarida, shuningdek, foydalanilayotgan bino va inshootlarni tekshirishda beton va qorishmalar mustahkamligini aniqlashdan iborat. Bu asboblari yordamida g'isht va binokorlik sopoli (keramikasi) mustahkamligini ham o'lchash orqali aniqlasa bo'ladi.

Asboblari energiyaga bog'liq bo'lmagan xotira (память)ga hamda ma'lumotlarni kompyuterga uzatish tizimi mavjudligi bilan boshqalaridan farq qiladi.

Beton mustahkamligini o'lchash uchun konstruksiyaning tekshiriladigan qismiga zarbalar beriladi (~15 zarba). Elektron blok sklerometrda kelayotgan zarba impulsleri parametri asosida sinalayotgan materialning kattaligi va elastik—plastik xossalariga baho beradi, impuls parametrini mustahkamlikka o'zgartiradi.

O'lchash natijalarini qayta ishlash algoritmi quyidagicha:

- oraliq qiymatlardan o'rtachasini topish;
- har bir oraliq qiymatni o'rtacha qiymat bilan taqqoslash, o'rtacha qiymatdan farqi kattalarini chiqarib tashlash;
- chiqarib tashlangandan keyin qolgan qiymatlarning o'rtachasini topish;



12.8-rasm. Temirbeton yopma plitani sinashda, unga gidravlik domkratlardan beriladigan kuchlarni to'shnlar orqali taqsimlash sxemasi:

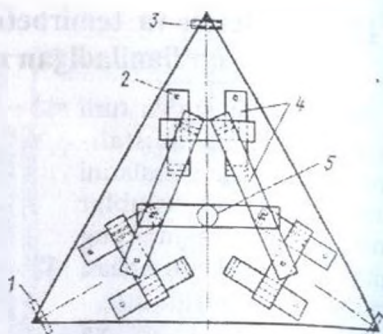
1—uskuna treversasi; 2—gidravlik domkrat; 3—sinalayotgan panel; 4—taqsimlash to'shnari.

o betonning aniqlangan mustahkamligi va sinfini kompyuter xotirasiga kiritish;

IPS-MG4.03 modifikatsiyasi IPS-MG4.01 asbobining barcha imkoniyatlaridan tashqari, boshqa yana bir qancha funksiyalarni bajara oladi: beton sinfi V ni aniqlashda variatsiya koeffitsientini tanlay oladi, beton turini hisobga oluvchi 44 ta bazaviy darajalash tavsifi bilan ta'minlangan, rangli displey, real vaqtni ko'rsatuvchi soat o'rnatilgan, beton mustahkamligining oraliq qiymatlarini ko'rib borish imkoniyati hamda betonning qotish sharoiti va yoshini hisobga olgan holda bazaviy darajalash tavsiflarini oydinlashtirish imkoniyatiga ega. Asboblarning texnik tavsiflari 12.2-jadvalda keltirilgan.

POS — 2 MG4P asbobi (12.11-rasm) serg'ovak betonlar mustahkamligini olishga asoslangan. Ushbu asbobning ishlash prinsipi spiralsimon ankerni sug'urib olishga asoslangan. Mazkur asbob yordamida serg'ovak (ячеистый) betonlarning mustahkamligi yemirmaydigan usullarda nazorat qilinadi. Polietrol ? beton va ko'pik-betonlarni tekshirishda ham shu asbobdan foydalansa bo'ladi.

Asbobning elektron kuch o'lchagichi ankerni sug'urganda betonning qo'porilgan qismida vujudga kelgan zo'riqishni aniqlaydi va shu zo'riqish



12.9-rasm. Uchburchak shaklli temirbeton plitani domkratlar va taqsimlash to'shnarlari orqali sinash sxemasi:

1—qo'zg'aluvi tayanch; 2—qo'zg'almas shar; 3—qo'zg'almas tayanch; 4—taqsimlash to'shnarlari; 5—gidravlik domkrat.

12.2-jadval

Tavsif nomlari	IPS-MG4.01	IPS-MG4.03
Mustahkamlikni o'lchash chegarasi, MPa	3÷100	
O'lchashdagi asosiy nisbiy xatoliklar, %	±10	±8
Ma'lumotlarni arxivlashtirish hajmi, qiymatlari	500	15000
Energiya ta'minoti-autonom, elementlar	6F22, 6LR61 (9 volt)	2xAALR6 (2x1.5 volt)
Indivudual darajalash bog'lanishlari soni, dona	9	20
Iste'mol qilinadigan tok, ko'pi bilan, mA	10	
Bazaviy darajalash bog'lanishlari soni, dona	1	44
Gabarit o'lchamlari, mm		
— elektron blok	175x90x30	
— elektrometr	180x135x70	
Og'irligi, N	8.5	



12.10-rasm. Beton mustahkamligini o'lchaydigan IPS-MG4.03 asbobi.



12.11-rasm. POS-2MG4P asbobi.

orqali betonning mustahkamligi topiladi. Sinov natijalarini tahrir qilish imkoniyatiga ega. 99 o'lchov natijalarini xotirasida saqlay oladi. Individual darajalovchi bog'lanishlar rejimi bor. Asbobning texnik xarakteristikalarini 12.3-jadvalda berilgan.

POS — 30 MG4 va POS — 50 MG4 asboblari ham beton mustahkamligini yemirmaydigan uslublarda nazorat qiladigan asboblarni sirasiga kiradi (12.12-rasm). Mazkur asboblarni qo'llashda sindirib sug'urish va po'lat disklarni uzib olish kabi usullardan foydalaniladi.

Ushbu asboblarni boshqalaridan farqi shundan iboratki, bularda ankerning sirpanishini o'lchaydigan uskuna hamda yukning oraliq va maksimal qiymatlarini qayd etuvchi elektron kuch o'lchagich mavjud, ayni chog'da sinash jarayonida yuklanish tezligi nazorat qilib boriladi.

Aniqlik darajasini oshirish va foydalanishni qulaylashtirish maqsadida,

12.3-jadval

Tavsif nomlari	POS-2MG4P
Mustahkamlikni o'lchash chegarasi, MPa	0.5÷8
Ankerni maksimal sug'urish kuchi, kN (kGk)	1.96 (200)
Kuchni o'lchashdagi asosiy nisbiy xatolik, %	±3
Anker ishchi qismining o'lchami, mm	ø 8x35
Energiya ta'minoti-avtonom ("Korund" elementi), Vol't	9
Iste'mol qilinadigan tok, mA	10
Individual darajalovchi bog'lanishlar soni	9
Gabarit o'lchamlari, mm	
— ankerni sug'uruvchi uskuna	ø 60x130
— ankerni o'rnatuvchi uskuna	ø 60x100
— elektron blok	70x45x70
Asbob og'irligi, N	11

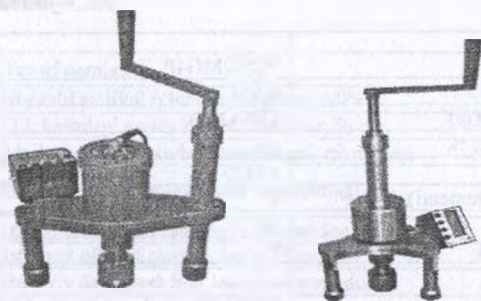
12.4-jadval

Tavsif nomlari	POS-30MG4	POS-50MG4
Mustahkamlikni o'lchash chegarasi, MPa	5...100	
Ankerni cheraraviy sug'urish kuchi, kN	29.4	49
Kuchni o'lchashdagi asosiy nisbiy xatolik, %	±2	
Anker o'lchamlari, mm	Ø16x35	Ø 24x48 Ø 16x35
Energiya ta'minoti-avtonom ("Kor-und" el-ti), Volt	6...9	
Iste'mol qilinadigan tok, mA	10	
Gabarit o'lchamlar, mm:		
— press-nasos	460x150x150	325x230x80
— elektron blok		325x230x210
	70x75x45	
Asbob og'irligi, N	42	50

asboblarga quyidagi parametrlarni kiritish imkoniyati ko'zda tutilgan: betonning turi (og'ir/yengil), qotish sharoiti, nazorat qilinayotgan buyum va ankerlarga belgi qo'yish va boshqalar. Parametrlarni tanlash asbob klaviaturasi orqali amalga oshiriladi. Bunda beton mustahkamligini, yuklanish natijalari asosida, avtomatik ravishda aniqlaydigan koeffitsientni tanlash imkoniyati mavjud.

Asboblarning 99 ta o'lchov natijalarini xotirada saqlash imkoniyatiga ega, individual darajalashtiruvchi bog'lanishlar rejimini o'rnatadi. Asboblarning xotirasiga kiritilgan ma'lumotlar tekshirilayotgan buyum markasi bo'yicha qayd etiladi, bunda o'lchash kuni va soati aniq ko'rsatiladi. Natijalar raqamlarda kN va MPa birliklarida qayd etiladi. Asboblarning asosiy texnik xarakteristikalarini 12.4-jadvalda berilgan.

POS — 30 MG4 «Skol» va POS — 50 MG4 «Skol» asboblari (12.13-rasm) ham beton mustahkamligini yemirmaydigan uslublarda nazorat



12.12-rasm. POS — 30 MG4 va POS — 50 MG4 asboblari.

Prospekt, 7 bet, ikkala rasm

qilishga mo'ljallangan asboblardan sanaladi. Ushbu asboblarning yordamida beton qirralarini parchalash, sindirib uzish va po'lat disklarni sug'urish yo'li bilan ularning mustahkamligini aniqlanadi. Asboblarning ankerni sug'urishda sarf bo'ladigan kuchni aniq o'lchay oladigan elektron kuch o'lchagich bilan ta'minlangan.

Asboblarning betonni sinashda



12.13-rasm. POS-50MG4 asbobi.

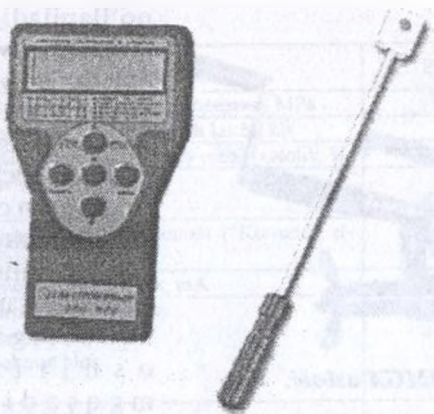
qo'llaniladigan almashtiruvchi nasadkalar bilan jihozlanadi. Asboblarni ishga tayyorlash uchun 5 daqiqadan ortiq vaqt ketmaydi. Aniqlik darajasi va mehnat samaradorligini oshirish maqsadida

asboblarga quyidagi parametrlarni kiritish imkoniyati berilgan: beton turi, betonni qotish sharoiti, to'ldiruvchining yirikligi, ankerning turi. Parametrlar dialog rejimida asbob klaviaturasi orqali kiritiladi.

Asboblarni energiyadan mustasno ravishda 99 ta o'lchash natijalarini xotirada saqlash imkoniyatiga ega. Xotiraga kiritilgan natijalar belgilangan tartibda, o'lchashlar kuni va vaqti ko'rsatilgan holda saqlanadi. Natijalar raqamlar orqali kN va MPa da qayd etiladi. Asboblarni asosiy texnik xarakteristikalarini 12.5-jadvalda keling.

12.5-jadval

Tavsif nomlari	"Qirani sindirish" komplektida	"Sindirib uzish" komplektida
Mustahkamlikni o'lchash chegarasi, MPa	10...70	5...100
Sindirish (sug'urish)dagi maksimal kuch, kN/kGk	29.4/3000(POS-30MG4 "skol") 49.0/5000(POS-50MG4 "skol")	
Kuchni o'lchashdagi asosiy nisbiy xatolik, %	±2	
Sindirish bo'yum qirrasining uzunligi, mm	200...500	—
Anker uzunligi	—	Ø 16x35(POS-30MG4 "skol") Ø 16x35, Ø 24x48(POS-50MG4 "skol")
Energiya ta'minoti	"Korund" elementi (6LR61)6...9	
Iste'mol qilinadigan tok, mA	10	
Gabarit o'lchamlari, mm: — kuch bergich (yig'ma holda)	600x145x140(POS-30MG4 "skol") 440x220x210(POS-50MG4 "skol")	460x150x150(POS-30MG4 "skol") 325x230x210(POS-50MG4 "skol")
— elektron blok	70x75x45	
To'liq komplekt og'irligi, N	79 (POS-30MG4 "skol") 98 (POS-50MG4 "skol")	



12.14-rasm. Armaturadagi kuchlanishlarni o'lcaydigan EIN-MG4 asbobi.

EIN — MG4 asbobi temirbeton konstruksiyalarda oldindan zo'riqtirilgan armaturalardagi kuchlanishlarni nazorat qilishga mo'ljallangan asbob. Bu asbob yordamida sterjenli, simli va kanatli armaturalarda hosil bo'ladigan kuchlanishlar chastota usulida aniqlanadi. Bu asbobning boshqa shu kabi asboblardan farqi shundan iboratki, EIN-MG4 tekshirilayotgan armaturaning uzayishi ? lo, tayyor armaturaning uzunligi lz, anker kallaklari orasidagi masofa ? lk larni

texnologik hisoblashga doir amallarni avtomatik ravishda bajaradi (12.14-rasm).

Asbob o'lchash natijalarini eslab qoladigan xotira va elektron magnit hamda armatura garmonik tebranishlari beradigan xalaqitlarni (pomexa) bartaraf etuvchi raqam filtr bilan jihozlangan.

O'lchashlar jarayonida asbob armatura tebranishlari chastotasini bir necha bor avtomatik ravishda o'lchab oladi, ularni o'zaro taqqoslaydi, ishonchli qiymatlarni ajratib olib mexanik kuchlanishlarga o'zgartiradi. O'lchov natijalari raqamli ko'rinishda qayd etiladi. Asbob test-nazorat rejimiga ega. Asbobning mexanik xarakteristikalarini 12.6-jadvalda keltirilgan.

12.3. Sinash ishlarini tashkil etish

12.3.1. Sinash uslubiyati

Temirbeton konstruksiyalarining sinovlari noldan yuqori haroratlarda o'tkazilishi lozim. Sovuqda saqlangan konstruksiyalar sinashdan oldin iligunga qadar iliq xonalarda saqlanadi.

Sinovlarga tayyorgarlik davrida konstruksiyani sinash sxemasi tuziladi, bunda kuchlarni qo'yilishi va konstruksiyani o'rnatish tartibi ko'rsatilgan bo'ladi. Sxemada yana hisobiy va nazorat yuklari, sinovni o'tkazish uslubi qisqacha bayon etiladi. Keyin montaj sxemasi tuziladi, bu sxemada konstruksiyani sinov stendi yoki pressga mahkamlash hamda o'lchash asboblari joylashtirish tartibi batafsil ko'rsatiladi. Montaj sxemasida sinov ishlari jarayonida xafvsizlik texnikasiga doir tadbirlar ham o'z aksini topadi.

12.6-jadval

Tavsif nomlari	EIN-MG4
O'lchanadigan kuchlanishlar ko'lami, MPa	100...1800
Armaturaning nazorat qilinadigan diametrlar, mm	3...32
Armaturaning nazorat qilinadigan uzunligi, m	3...18
Chastota o'lchashdagi asosiy nisbiy xatoliklar, %	±4
Kuchlanish o'lchashdagi asosiy nisbiy xatoliklar, %	±3
Bir tsikl o'lchashga ketadigan vaqt, sek.	2...5
Energiva ta'minoti "Korund" batareyasidan, (6LR61), V	6...9
Gabarit o'lchamlari, mm	177x90x30
Datchik bilan birgalikdagi, kg	0.5

Konstruksiya yuk qo'yilishi bosqichma-bosqich amalga oshiriladi, har bosqichda yukning ma'lum ulushi qo'yiladi: konstruksiyaning bikirligini tekshirishda ulushning miqdori nazorat yukining 0,2, mustahkamligini tekshirishda esa 0,1 qismidan ortmasligi kerak.

Yukning har bir ulushi qo'yilgan konstruksiyaning yuk ostida kamida 10 minut ushlab turiladi. Nazorat yuki to'liq qo'yilgach, konstruksiya shu kuch ostida kamida 30 daq. saqlanadi. Yuklanishning har bir bosqichida asboblarning ko'rsatkichi ikki marta yozib olinadi: biri yuk qo'yilgan zahoti, ikkinchisi yuklanish oxirida. Yuk ushlab turilgan vaqtda konstruksiya obdon ko'zdan kechiriladi, paydo bo'lgan yoriqlar belgilanadi, ochilgan yoriqlar kengligi o'lchanadi, deformatsiyalarning o'zgarish xarakteriga qarab, konstruksiyaning ishi tahlil etiladi.

Sinov jarayonida asboblarning ko'rsatkichlarini yozib boriladigan jurnal daftar tutiladi; ushbu daftarda yoriqlarning joylashuvi va o'lchamlari, sinalayotgan konstruksiyaning holati qayd etib boriladi. Sinovlar jarayonida ishlarning xavfsizligini ta'minlaydigan chora-tadbirlar o'tkazilishi zarur. Sinov ishlariga maxsus tayyorgarlikdan o'tgan va tajriba jarayonida qo'llaniladigan asbob-uskunalar bilan yaxshi tanish bo'lgan kishilarga jalb etilishi mumkin.

Nazorat sinovlaridan so'ng konstruksiya sinovlari natijalarini jamlab, protokol (bayonnoma) tuziladi. Bayonnomada nazorat sinovlari o'tkazishga asos bo'lgan hujjatlar, sinovlar o'tkazilgan vaqt va sinovni qaysi tashkilot o'tkazganligi qayd etiladi; sinalgan konstruksiyaning tavsifi, sinash uslubi va sinov jarayonidagi konstruksiyaning holati bayon etiladi, qayta ishlangan sinov natijalari grafik, jadval yoki diagramma ko'rinishida rasmiylashtiriladi; konstruksiya sifatiga davlat standartlari va texnik shartlari asosida baho beriladi.

Tajriba konstruksiyasini sinash bo'yicha texnik hujjatnomalar sinov o'tkazish ishchi dasturi va sinov natijalari bo'yicha texnik hisobotdan tashkil topadi. Ishchi dasturda sinovning maqsad va vazifalari, ishning hajmi,

mazmuni va tajribani o'tkazish uslubiyati bayon etiladi. Ishchi dasturda tajribaning hisoblash va montaj sxemalari keltiriladi, sinash uslubi batafsil yoritiladi, sinov stendi yoki pressini tanlash asoslanadi; o'rnatiladigan o'lchov asboblarning turi va soni asoslab beriladi; xafvsizlik texnikasi tadbirlari ko'rsatiladi. Tajriba konstruksiyalari sinovlari hamda sinov natijalarining tahlili tugagach, tajriba natijalari haqida texnik hisobot tayyorlanadi. Hisobotda tajriba natijalari asosida konstruksiyaga baho beriladi, xulosa chiqarilib, tavsiyalar ko'rsatiladi.

Tadqiqot dasturida tajriba o'tkazish zarurati matematik va iqtisodiy hisoblar orqali asoslanadi. Dasturda tadqiq qilinadigan konstruksiyaning ishchi chizmalari, buyumlarni tayyorlash bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar beriladi. Tajribalarni o'tkazish uslubi va xafvsizlik texnikasi bo'yicha ishlangan tadbirlar alohida bayon qilinadi, tadqiqot konstruksiyasining hisobi, sinovlarni o'tkazish uchun qilinadigan sarf-xarajatlar sxemasi va sinovlarni o'tkazish taqvimiy rejasi ilova qilinadi.

Yig'ma temirbeton zavodlarida har bir partiyada 1 % buyum, agar partiyada buyumlar soni 200 dan kam bo'lsa, kamida 2 ta buyum sinaladi.

Zavodlarda seriyali chiqariladigan konstruksiyalar ichidan sinash uchun namuna tanlashda tashqi ko'rinishiga qarab eng yaxshisi yoki eng yomonini emas, sifat jihatidan o'rtachasini tanlash lozim; tanlovlarda sinov guruhi bilan birga zavod rahbariyati ham ishtirok etishi zarur; sinash uchun tanlab olingan konstruksiya namunalari raqamlanadi, belgi qo'yiladi va akt bilan mustahkamlanadi.

12.3.2. O'lchash asboblari o'rnatish

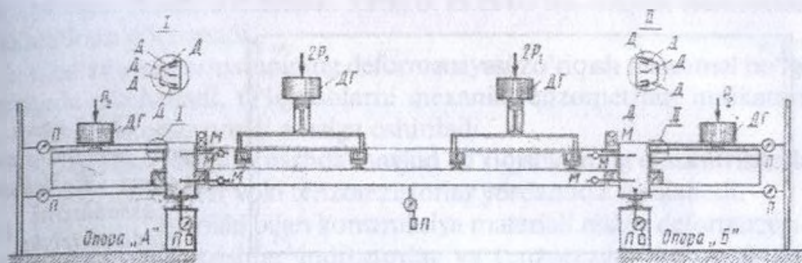
Sinaladigan konstruksiyalarga kerakli asboblarni tanlash va ularni joylashtirish sinovlar maqsadi va vazifalariga bog'liq.

Barcha o'lchov asboblari ishlatishdan ilgari atseton yoki spirtda ho'llaniladi latta bilan artib moyi ketkiziladi, keyin quruq latta bilan artiladi.

O'lchash asboblari konstruksiyaning ko'chishlari va deformatsiyalari xarakterli bo'lgan kesimlariga (nuqtalariga) o'rnatiladi.

12.15–12.18-rasmlarda turli xil konstruksiyalarga o'lchash asboblari o'rnatish namunalari ko'rsatilgan.

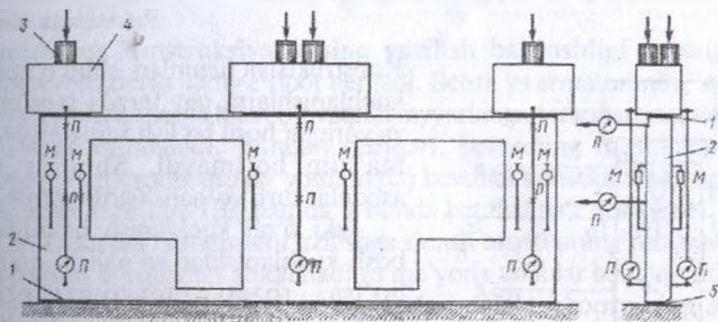
Umumiy holda o'lchash asboblari joylashtirish va ulardan foydalanish borasida quyidagi qoidalar mavjud: konstruksiyalarni sinashda iloji boricha kamroq asbob o'rnatgan ma'qul, chunki o'lchangan deformatsiyalar bo'yicha beton va armaturadagi kuchlanishlar aniqlanadi; indikatorlar bir nuqtaning ikkinchi nuqtaga nisbatan ko'chishi katta bo'ladigan joylarga o'rnatiladi; progibomerlar (solqilik o'lchagichlar) konstruksiyaning solqiligi katta



12.15-rasm. Rigel bilan konsolli ustunning tugunini sinash sxemasi va o'lchash asboblarning joylashtirilishi:

DG—gidravlik domkrat; M—indikatorlar (messuralar);

P—progibomerlar (solqilik o'lchagichlar); D—tenzorezistorlar.



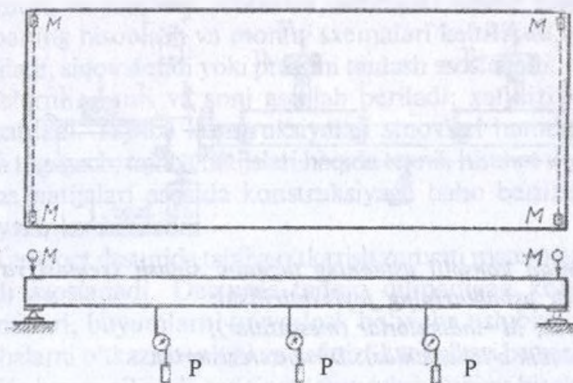
12.16-rasm. Ikki modulli tashqi devor panelini sinash sxemasi va o'lchash asboblari joylashtirish:

1—montaj qorishma choklari; 2—panel; 3—gidravlik domkrat; 4—temirbeton taqsimlash yostig'i; 5—kuch plitasi; M—messuralar; P—progibomerlar (solqilik o'lchagichlar).

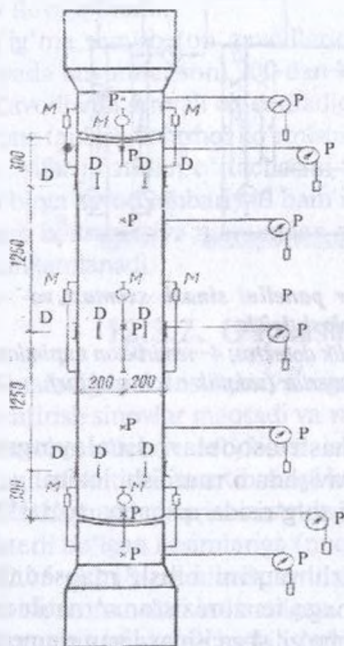
bo'ladigan nuqtalarga o'rnatiladi; o'lchash asboblari sinalayotgan konstruksiyaning ikki tomoniga simmetrik ravishda o'rnatilishi lozim.

U yoki bu asboblarni o'rnatish zarurati to'g'risida qisqacha to'xtalib o'tamiz.

Konstruksiyada yoriqlar paydo bo'lish vaqtini bilish maqsadida konstruksiyaning cho'zilish zonasidagi betonga tenzorezistor o'rnatiladi. Tenzorezistorlarni egilishga yoki nomarkaziy cho'zilishga ishlaydigan element kesimining balandligi bo'yicha bir necha tolalarga o'rnatish qulay, chunki deformatsiya kesimning balandligi va kengligi bo'yicha bir xil emas. Tenzorezistorlarning bunday joylashtirilishi deformatsiyalarning taqsimlanish epyurasini qurish imkoniyatini beradi. Tenzorezistorlarni bevosita armatura karkasiga o'rnatilishi konstruksiya ishini aniqroq bilish imkoniyatini yaratadi.



12.17-rasm.
Yopma panelini sinash
sxemasi va o'lchash
asboblari
joylashtirish:
M—messuralar; P—
progibomerlar.



12.18-rasm. Temirbeton ustunni
sinash sxemasi va o'lchash
asbollarini joylashtirish:
M—messuralar; P—progibomerlar;
D—tenzorezistorlar.

Konstruktsiya tugunlari ishini o'rganishda kuchlanishlarni qay tarzda taqsimlanishi va yoriqlar hosil bo'lish xarakteri oldindan ma'lum bo'lmaydi. Shuning uchun asbollar turli yo'nalishlarda o'rnatiladi.

Ikki o'qli kuchlanish holatida, agar bosh kuchlanishlar yo'nalishi noma'lum bo'lsa, rozetka—tenzorezistorlardan foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi. To'rt komponentli tenzorozetka alohida e'tiborga sazovor. Bunda to'rtinchi tenzorezistor zaxira rezistor rolini o'ynaydi.

Konstruktsiyalarni sinash jarayonida, konstruktsiya ishini xarakterlovchi, quyidagi deformatsiya va solqilik o'lchanadi:

1. Solqiliklar tayanchlarning cho'kishi va og'irligi hisobga olgan holda o'lchanadi. Konstruktsiya ikki uchidan tayangan bo'lsa, uning o'rtasidagi solqilik, shuningdek, tayanchlarning cho'kishi o'lchanadi. Bir uchi mahkamlangan konsollarni sinashda konsolning erkin uchi solqiligi bilan tayanchning cho'kishi va og'ishi o'lchanadi.

Sinalayotgan konstruktsiyaning kengligi 100 sm dan kichik bo'lsa, solqilik element

kengligining o'rtasida o'lchanadi. Kenglik katta bo'lsa, solqilik elementining chekkalaridan o'lchanadi.

2. Cho'ziluvchi armaturaning deformatsiyasi zo'riqish maksimal bo'lgan nuqtalarda o'lchanadi. O'lchashlarni mexanik tenzometrlar, indikatorlar yoki tenzorezistorlar orqali amalga oshiriladi.

3. Konstruksiyalarni sinashda mavjud zo'riqishlarning eksentrisitetlari o'rnatilgan indikatorlar yoki tenzorezistorlar yordamida aniqlanadi.

4. Yukning o'zgarishi bilan konstruksiya materiali nisbiy deformatsiyani yuz beradigan o'zgarishlar indikatorlar va tenzorezistorlar yordamida aniqlanadi.

5. Vertikal va gorizontal deformatsiyalar indikatorlar va menzorezistorlar yordamida o'lchanadi.

6. Yoriqlarning hosil bo'lishi va ularning kengayishida o'lchash asboblari vositasida aniqlanadi.

Temirbiton konstruksiyalarining yorilish bardoshligi masalalariga (трещиностойкость) jiddiy e'tibor beriladi. Beton va armaturaning xossalari sinalayotgan konstruksiya bilan bir vaqtda tayyorlangan standart namunalarni sinash orqali aniqlanadi. Bundan tashqari, betonning mustahkamligini (ultratovush va mexanik usullar yordamida) bevosita konstruksiyaning o'zida ham aniqlash mumkin. (Bu haqida 5-bobda batafsil so'z yuritilgan.)

Po'lat armatura namunasini uzilishga sinash orqali uning mustahkamlik va oquvchanlik chegaralari aniqlanadi va me'yoriy talablar bilan qiyoslanadi.

Payvand choklarning sifati va nuqsonlari defektoskopiyaning alohida usullari, payvandlangan namunalarni mexanik sinash va payvand choklar zichligini aniqlash yo'li bilan tekshiriladi.

Agressiv muhit yoki yuqori darajadagi namlik sharoitida ishlaydigan egiluvchan konstruksiyalarga qo'yiladigan yorilishbardoshlik talablari, mustahkamlik talablaridan kam emas. Yoriqlarning rivojlanishi konstruksiya bikirligini keskin pasaytiradi. Shunga ko'ra har bir sinovda dastlabki yoriqlarning paydo bo'lishi va rivojlanishini sinchiklab kuzatib borish lozim bo'ladi.

Yoriqlarni ilg'ash oson bo'lishi uchun namuna sinovlardan oldin bo'r yoki ohak bilan oqlanadi. Oqlangan sirtlarda yoriqlar ko'zga tez tashlanadi, maydaroqlari katta diametrli (8-12sm), 2-4 marta kattalashtiradigan lupa yoki MPB-2 mikroskopi yordamida aniqlanadi. Yoriqlarning kengayishi oynasida o'lchov chiziqlari bo'lgan lupa yordamida aniqlanadi. Lupa konstruksiya sirtiga zich o'rnatiladi va yoriqni 10 marta kattalashtirib ko'rsatadi. Yoriqlarni o'lchash har safar muayyan bir joyda bo'lishligi uchun, lupa oynasi qo'yilgan joy qalam bilan chizib belgilab olinadi. Keyingi o'lchovda lupa aynan o'sha joyga qo'yiladi.

12.4. Konstruksiya sifatiga sinov natijalari asosida baho berish.

12.4.1. Sinov natijalarini statistik qayta ishlash

Konstruksiyalarni chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblash. So'ngi yillarda konstruksiya holatini aniqlovchi parametrlarni statistik xarakterga ega bo'lishi ma'qulligi va me'yoriy hujjatlarda kengroq o'rin olishi lozimligi ko'pchilik tomonidan tobora ko'proq e'tirof etilmoqda. Qurilish me'yorlari va qoidalarida barcha qurilish konstruksiyalari uchun yagona-chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblash usulining qabul qilinishi bunga yaqqol misol bo'la oladi. Chegaraviy holat deb shunday holatni aytiladiki, bunda konstruksiya tashqi kuchlar ta'sirida o'ziga qo'yilgan talablarga javob berolmay qoladi. Ayrim hollarda

chegaraviy holatning boshlanishi buzilish xavfi vujudga kelganida, konstruksiyadan foydalanish tartibi buzilganidan darak beradi, boshqa hollarda konstruksiyaning me'yordan ortiqcha solqilanishi, tebranishlari va h.k.lar undan normal holatda foydalanish imkonini bermaydi, inshootni ta'mirlash zarurati tug'iladi.

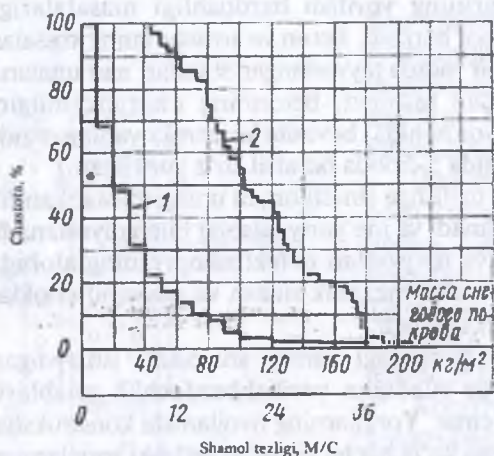
Konstruksiyalarni chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblashda quyidagi funksional bog'lanishdan foydalaniladi:

$$\sum S_i n_i \leq m F(K_1 R_1, K_2 R_2, \dots, K_n R_n)$$

Bu yerda S_i -konstruksiyaga ta'sir etuvchi

me'yoriy (normativ) yuklar; n_i -ortiqcha yuk (peregruzka) koeffitsienti; m -inshootni ishlash sharoiti koeffitsienti; K_i — materiallarning birjinslilik koeffitsienti; R_i — konstruksiyada qo'llanilgan materialning mustahkamlik chegarasi.

Bir qancha hisobiy koeffitsientlardan foydalanish — chegaraviy holatlar usulining o'ziga xos xususiyati hisoblanadi, bu koeffitsientlar orqali turli omillarning ta'sirlari alohida hisobga olinadi. Bu koeffitsientlar qiymatlarini



12.19-rasm. Statistik tarqalish funksiyasi:

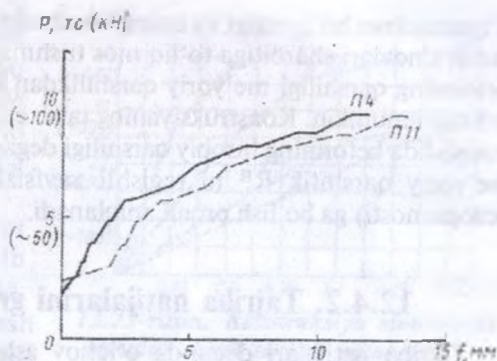
1 — ochiq joydagi shamol tezligi; 2 — qor qatlaminin yillik maksimumlari.

belgilash statistik uslublar yordamida amalga oshiriladi. Masalan, ortiqcha yuk koefitsienti n , tashqi kuchlar o'zgaruvchanligini inobatga olib, tashqi yuklarni me'yoriy yuklarga nisbati tariqasida aniqlanadi. Birjinslilik koefitsienti K , ham shu tariqa aniqlanib, material mustahkamligining o'zgaruvchanligini ifodalaydi.

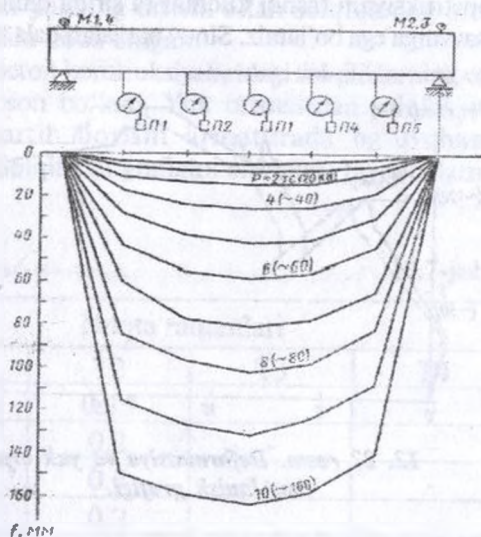
Qor og'irligi va shamol kuchlari bo'yicha ortiqcha yuk koefitsienti ko'p yillik kuzatishlar asosida qabul qilinadi (12.19-rasm).

Qurilish materiallarining tashqi kuchlar ta'siriga qarshiligini ifodalaydigan asosiy parametr me'yoriy (normativ) qarshiliklar RH bo'lib, ularning qiymatlari davlat standartlari orqali rasmiylashtiriladi.

Masalan, betonning me'yoriy xarakteristikalaridan biri uning me'yoriy kubik mustahkamligi R^H sanaladi. Kubik shaklidagi etalon — namunalar ustida o'tkazilgan ko'p sonli tajriba natijalari asosida siqilishdagi mustahkamlik chegarasi statistik funksiyani chizish mumkin. Mazkur egri chiziq va matematik statistika nazariyasiga asoslanib, R^H ni topish uchun quyidagi asosiy parametrlar: betonni mustahkamlik bo'yicha loyihaviy makasi M (buning qiymati etalon namunal kubni siqilish qarshiligi R ga teng bo'ladi) va beton mustahkamligi variatsiyasi koefitsienti V aniqlanadi. Biroq betonning mexanik xossalari



12.20-rasm. Konstruksiya solqiliklarini yuklarga bog'liqligi grafi.

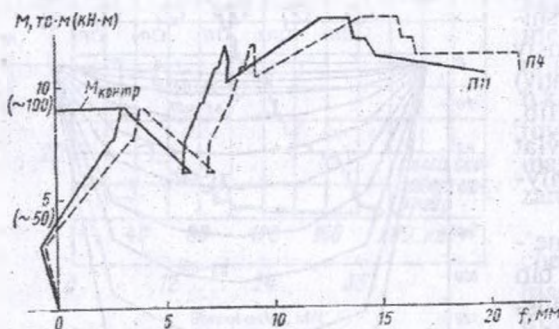


12.21-rasm. Yukning ortishi bilan konstruksiya solqiligining ortishi epyurasi: P —progibomer (solqilik o'lchagich); M —messuralar.

o'zgaruvchan bo'lganligi va uning konstruksiya tarkibidagi ishlash sharoiti kubik sinovlari sharoitiga to'liq mos tushmasligi sababli, konstruksiyadagi betonning qarshiligi me'yoriy qarshilikdan kichikroq bo'lib qolish hollari uchrashi mumkin. Konstruksiyaning talab etilgan ishonchlilikini ta'minlash maqsadida betonning hisobiy qarshiligi degan miqdor kiritiladi. Bu miqdor me'yoriy qarshilik R^H ni tegishli xavfsizlik koeffitsienti (koeffitsient bezopasnosti) ga bo'lish orqali aniqlanadi.

12.4.2. Tajriba natijalarini grafik qayta ishlash

Tajriba natijalari deganda o'lchov asboblardan olingan qiymatlar, yoriqlarning qoralama rasmlari va o'lchamlari, yemirilgan joylar, materiallar yoki konstruksiyaning mustahkamlik va deformatsion xarakteristikalari tushuniladi. Bu ma'lumotlarni tahlil qilish va qayta ishlash orqali konstruksiyani tashqi kuchlar ta'sirida qanday ishlashi to'g'risida ma'lum tasavvurga ega bo'lamiz. Sinov natijalari dala sharoitida, konstruksiya sanalgan



12. 22-rasm. Deformatsiya va yuk orasidagi bog'lanish grafigi.

joyning o'zida (qisman qayta ishlov) va maxsus xonalarda (kame-ral qayta ishlov) qayta ishlanadi. Tajriba natijalarini grafik usulda qayta ishlash orqali konstruksiyani sinovlarning alohida bosqichlaridagi holatiga baho berish mumkin bo'ladi.

Sinovlardan olingan tajriba natijalari quyidagi

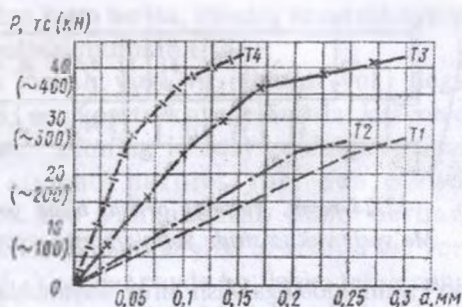
shakllarda sxemalashtiriladi: kuchlar eksentrisitetlari grafigi; yuk ta'sirida deformatsiyalarning tarqalish grafigi; po'latning «zo'riqish — deformatsiya» diagrammasi; beton deformatsiyasi va kuchlanishlari orasidagi bog'lanishlar grafigi va prizmatik beton namunalari bo'yicha betonning elastiklik modulini o'sishini ifodalovchi grafiklar ana shular jumlasidandir.

Vujudga kelgan yoriqlar sxemasini chizish, xarakterli yoriqlarning kengayishi jadvalini hamda sinov asboblari joylashuvini ko'rsatgan holda sinovlarni o'tkazish sxemasini tuzish; armaturalarning amaldagi holatini aks ettiruvchi kesimning chizmasini berish; beton va po'lat namunalari

ustida nazorat sinovlari o'tkazilganligi to'g'risida bayonnom (протокол) tuzish; sino natijalari bo'yicha umumiy jadval tuzish kabi ishlar ham tajrib natijalarini qayta ishlash sirasig kiradi.

O'lchash asboblari yordamida yozib olinib vedomostlarda qayd etilgan kameral qayta ishlash materiallari grafiklar, epyuralar va diagrammalar ko'rinishida umumlashtiriladi. Masalan, P-4 va P-11 progibometrlar (solqilik o'lchagich) lar orqali olingan natijalar solqilik f bilan yuk R orasidagi bog'lanish ko'rinishida (12.20-rasm) yoki yukning ortishi bilan solqilikning ortishi epyuralari (12.21-rasm) shaklida ifoda etilgan.

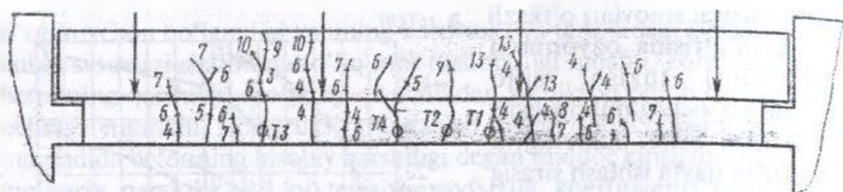
Solqiliklar grafigidan temirbeton konstruksiyalaridagi solqiliklarning ortib boshlash nuqtalarini ilg'ash oson bo'ladi. Yuk ortmasidan solqilik yoki boshqa deformatsiyalarni ortib borishi armaturada og'uvchanlik boshlanganidan darak beradi. Solqiliklar grafigini chizishda tayanchlarning



12.23-rasm. Konstruksiya sinovlarida yoriqlar hosil bo'lish xarakteri.

12.7-jadval

Bosqichlar	Nuqta raqamlari			
	T1	T2	T3	T4
2	0.12	0.15	-	-
3	0.2	0.2	-	-
4	0.25	0.2	-	-
5	0.25	0.2	-	-
8	0.25	0.2	-	-
12	0.25	0.2	0.1	-
13	0.3	0.25	0.1	0.05
15	-	-	0.1	0.05
17	-	-	0.1	0.1
19	-	-	0.2	0.1
21	-	-	0.3	0.15



12.24-rasm. Yukning ortishi bilan yoriqlarning kengayish grafigi.
Me'yoriy yuk ta'sirida yoriqlarning kengayishi, mm.

cho'kishini inobatga olish zarur. Tayanchlarning cho'kish miqdori solqiliklar miqdoridan chegirib tashlanishi lozim.

Tenzometr, indikator yoki qarshilik datchigi D (tenzorezistor) dan olingan qiymatlar yuklanish va deformatsiyaning orasidagi bog'lanishni ifodalaydigan egri chiziq ko'rinishida tasvirlanadi (12.22-rasm).

Yoriqlarning hosil bo'lish xarakteri va kengaya borish jarayoni (12.23) va (12.24) rasmlarda ko'rsatilganidek sxemalashtiriladi. Yoriq hosil bo'lish grafiklari va bularga ilova qilingan jadvallar asosida yukning qanday qiymatida yoriqning kengligi ruxsat etilgan kenglikdan oshib ketganligini aniqlash mumkin. Bundan tashqari yoriq kengligini keskin oshgan vaqtini ham topsa bo'ladi, bunday holda beton bilan armatura orasidagi tishlashish (ssepelenie) buziladi, bu esa o'z navbatida konstruktsiya bikirligining kamayishiga olib keladi. Yoriqlar hosil bo'lish jarayonini o'rganishda konstruktsiyadan to'rtta nuqta (T1, T2, T3, T4) tanlab olinadi va shu nuqtalardagi yoriqlarning kengayishi bosqichma-bosqich o'lchab boriladi (12.7-jadval). Tajriba natijalarini grafik qayta ishlovlar sinov natijalarini tahlil qilish jarayonida katta ahamiyatga ega.

12.4.3. Konstruktsiya sifatiga chegaraviy holatlar bo'yicha baho berish

Konstruktsiya sifatiga baho sinash jarayonida olingan tajriba natijalarini uchta hisobiy chegaraviy holatlar bo'yicha tegishli me'yoriy talablar bilan taqqoslash orqali beriladi. Bunda davlat standartlariga amal qilinadi.

Sinashdan oldin, sinash davomida hamda sinashdan keyin olingan kuzatish natijalari; tekshiruv hisoblari ma'lumotlari; sinashlar davomida o'lchash orqali aniqlangan deformatsiyalar, ko'chishlar, solqiliklar va zo'riqishlar konstruktsiya sifatiga baho berishda asosiy material hisoblanadi.

Agar konstruktsiyaga ta'sir etayotgan buzuvchi kuch yoki deformatsiya

(solqilik) lar me'yoriy qiymatlardan katta bo'lsa, bunday konstruksiyadan foydalanib bo'lmaydi, u bosib qolishi mumkin.

Konstruksiyalarni sinashda sinash yuki va nazorat yuki degan tushunchalar kiritiladi. Sinash yuki deb konstruksiyaga sinovlar jarayonida qo'yiladigan (xususiy og'irlik ham shuning ichida) yuklarga aytiladi. Sinash yukining chegaraviy qiymati nazorat yuki deb ataladi, konstruksiyaning sifatiga ana shu yukka qarab baho beriladi. Konstruksiyalar bikirligini tekshirishda nazorat yuki qiymatini me'yoriy (normativ) yukka teng deb olinadi. Yoriqlar paydo bo'lishini tekshirishda nazorat yuki yorilish bardoshlik (трещиноустойчивость) bo'yicha birinchi toifa (kategoriya) dagi oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalar uchun hisobiy yukka, ikkinchi toifadagi shu xil konstruksiyalar uchun esa me'yoriy yukka teng deb qabul qilinadi. Me'yoriy yukka ortiqcha yuk (перепрузка) koeffitsientiga ko'paytmasi buzuvchi nazorat yuki deb ataladi. Nazariy buzuvchi kuch — bu konstruksiya nazariy (ideal) sharoitlarda ishlagandagi kuchdir.

Sinalayotgan konstruksiyaning mustahkamligi buzuvchi kuchning eng kichik qiymatiga qarab belgilanadi, bu kuchning qiymati esa nazariy buzuvchi kuchning qiymati bilan ortiqcha yuk koeffitsientining ko'paytmasiga teng bo'ladi, amalda ortiqcha yuk koeffitsienti konstruksiyaning tuzilishi va ishlash sharoitiga qarab 1.2-2.0 atrofida qabul kilinadi.

Sinalayotgan konstruksiya mo'ljaldagi buzuvchi nazorat yukini olib bo'lgandan keyin, konstruksiyaning mustahkamlik zaxirasi va yorilish bardoshlilikini aniqlash maqsadida konstruksiya buzilgunga qadar yuklash davom ettiriladi. Sinovlarni bu tariqa o'tkazish orqali konstruksiya ishi to'g'risida to'laroq ma'lumot olish imkoniyatiga ega bo'linadi. Kerak bo'lsa loyihaga o'zgartirishlar kiritiladi, tejamliroq varianti yaratiladi yoki hisobiy yuklardan kattaroq bo'lgan yuklarga moslashtiriladi. Sinovlarni konstruksiya buzilgunga qadar o'tkazish sinovlarning eng maqbuli hisoblanadi.

Konstruksiyaning hisobiy chegaraviy holati deganda, hisoblashlar natijasida aniqlanadigan zo'riqishlar, deformatsiyalar yoki yoriqlarning qiymati me'yoriy qiymatlarga teng kelgan holat tushuniladi.

Konstruksiyalarni mustahkamlik yoki ustuvorlikka hisoblashda tashqi kuchlar miqdori — hisobiy yuklarga; chidamlilik, deformatsialanish va yoriqlarning paydo bo'lishi va kengayishiga hisoblaganda — me'yoriy yuklarga tenglashtiriladi. Barcha konstruksiyalar yuk ko'tarish qobiliyati

bo'yicha mustahkamlikka hisoblanadi. Konstruksiyada, normal foydalanishga to'sqinlik qiladigan, katta solqilliklar vujudga keladigan hollarda deformatsiya hisoblari amalga oshiriladi. Bunda ba'zi konstruksiyalarda solqilik yoriqlarni e'tiborga olgan holda aniqlansa, ba'zi konstruksiyalarda umuman yorilishga yo'l qo'yilmaydi. Cho'zilish zonasida joylashgan yoriqlarning kengligi: markaziy yoki nomarkaziy cho'ziluvchi elementlar uchun — 0,1 mm; egiluvchi, nomarkaziy siqiluvchi yoki cho'ziluvchi elementlar uchun — 0.2mm; qolgan barcha elementlar uchun — 0,3mm deb qabul qilinadi.

Konstruksiya sifatini birinchi chegaraviy holat — mustahkamlik bo'yicha baholash. Konstruksiyaning mustahkamligi undan foydalanishda eng asosiy ko'rsatkich hisoblanadi, shuning uchun uning mustahkamligiga baho berishda quyidagi holatlardan birini yuzaga kelishiga sababchi bo'ladigan kuchning miqdori hal qiluvchi rolni o'ynaydi.

a) konstruksiya oraliq (prolyot) ning 1/50 qismidan ko'proq masofaga egilganda sterjenli armaturada oquvchanlikning yuz berishi;

b) bikirlikga tekshirishda konstruksiyaning solqinligi nazorat yoki ta'sirida hosil bo'lgan solqinlikdan 1,5 yoki undan ko'proq marta katta bo'lganda betonning yemirilishi tufayli armaturada oqishning yuzaga kelishi;

d) konstruksiyaning solqinligi me'yoriy yuk ta'sirida hosil bo'lgan solqinlikdan 1,5 baravar kam bo'lib armaturada oquvchanlik boshlanmasdan ilgari betonda siquvchi kuchlar ta'sirida yemirilishning yuz berishi;

e) armaturaning uzilishi;

f) qiya kesimlar bo'yicha yemirilish;

g) armaturaning sug'urilib chiqishi.

Agar sinov jarayonida konstruksiyaning buzilishi mustahkamlik bo'yicha nazorat yukiga teng yoki undan ortiq yuk ta'sirida sodir bo'lsa bunday konstruksiya shunga yaroqli deb qabul qilinadi.

Konstruksiya butkul sinab qulab tushmasada, yuqorida sanab o'tilgan holardan birortasining sodir bo'lish belgilari paydo bo'lsa, konstruksiya buzilgan sanaladi.

Tekshirish uchun ajratilgan konstruksiya partiyasidan birorta namuna nazorat yukidan kichik yuk ta'sirida buzilsa, yana shuncha namuna qo'shimcha ravishda sinaladi. Qo'shimcha namunalarni sinashda buzuvchi yukning qiymati nazorat yuki yoki qiymatidan 85 % dan kamroq bo'lsab butun partiya yaroqsiz hisoblanadi.

Konstruksiya sifatini ikkinchi chegaraviy holat — birlik (ko'chishlar, deformatsiyalar) bo'yicha baholash. Konstruksiya bikirligiga baho berish uchun amaliy va nazariy solqinliklarning chegaraviy qiymatlari taqqoslanadi.

Me'yoriy ko'rsatmalarda beton va temirbeton konstruksiyalar uchun chegaraviy solqinlar qiymati oraliqqa nisbatan ulushlarda quyidagi miqdorlarda belgilangan: kran osti to'siqlari uchun $1/200$ — $1/300$; qovurg'ali ship tomlar va zinapoya elementlari uchun $1/200$ — $1/400$.

Taqqoslanganda tajribaviy va nazariy solqinlar, konstruksiya xususiy og'irligini chegirib tashlangan holda me'yoriy yuklar bo'yicha qabul qilinadi. Nazariy solqilikning qiymati konstruksiyaning haqiqiy o'lchamlari, materiallarning haqiqiy xossalari yuklar ta'sirining haqiqiy sistemalari va tayanch turlari bo'yicha hisoblanadi. Konstruksiyalarning chegaraviy solqiliklari to'g'risida me'riy ma'lumotlar bo'lmasa buni loyiha tashkilotlari ishchi chizmalarda berishlari shart.

Tajriba jarayonida uchun uchun konstruksiyada me'yoriy yuk ta'sirida hosil bo'lgan solqiliklar o'lchanadi. Yuklanish davri nisbatan qisqa bo'lganligi sababli betonning tobtashlashi (ползучесть) to'liq namoyon bo'lib ulgurmaydi va solqilik o'zining chegaraviy qiymatiga erishmaydi. Bu ham o'lchangan eng katta solqilikni 1,5 koef. ga ko'paytirish orqali hisobga olinadi. Hisobiy solqilik chegaraviy solqilikning 85% dan ko'prog'ini tashkil etsa, konstruksiya ishga yarkli deb topiladi. Agar birorta namunaning solqiligi nazorat solqiligidan 10% ortiq va 15% dan kam bo'lsa, miqdor bo'yicha yana o'shancha namuna qayta solinadi.

Agar qayta sinovdan keyin o'lchangan solqilik miqdori nazorat solqiligidan 15% dan oshmasa, konstruksiya foydalanishga yaroqli deb topiladi.

Konstruksiyalar sifatini uchinchi chegaraviy holat — yorilishbardoshlik (трещиностойкость) bo'yicha baholash. Konstruksiyalarni uchinchi chegaraviy holat bo'yicha baholash amalda paydo bo'lgan yoriqlar va ularning kengligini nazariy va me'yoriy qiymatlari bilan taqqoslash orqali amalga oshiriladi.

Yorilishbardoshlik borasida konstruksiyaga qator talablar qo'yiladi. Oddiy temirbeton konstruksiyaga quyidagi talablar qo'yiladi: yog'in — sochindan himoyalanmagan yoki yuqori darajada nam havo ta'sirida bo'ladigan, umrboqiylik (долгойчность) bo'yicha birinchi darajaga mansub inshootlar uchun loyiha me'yorlariga ko'ra yoriqlar kengligi 0,2mm dan oshmasligi kerak; qolgan zo'riqtirilmagan konstruksiyalar uchun yoriqlar kengligi ishchi chizmalarda berilgan bo'lishi shart.

Oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalar uchun yorilishbardoshlik talablari

Bunday konstruksiyalar qurilish me'yorlari va qoidalariga ko'ra uch toifaga bo'linadi:

I — o'tkazmaslik talabi qo'yiladigan konstruksiyalar (bosim ostida ishlaydigan quvurlar, rezervuarlar va b.);

II — agressiv muhit yoki ko'p karra makrorlanadigan yuklar ta'siridagi konstruksiyalar, shuningdek, zangga qarshi chidamliligi past bo'lgan armaturali (me'yoriy qarshiligi 1000 MPa dan kam bo'lmagan sovuqlayin tortilgan yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan sim) va (ochiq havoda) yog'in-sochin ta'siri siri ostida bo'lgan va ishorasi o'zgaruvchan yuklar ta'sirida bo'lgan konstruksiyalar;

III — qolgan boshqa konstruksiyalar.

Foydalanish jarayonida yorilish yo'l qo'yilmagan (yorilishbardoshlik bo'yicha I va II toifadagi oldindan zo'riqtirilgan) konstruksiyalar, shuningdek, nomarkaziy siqilgan devor panellarida dastlabki yoriq nazorat yukidan katta bo'lgan yuk ta'sirida paydo bo'lsa, shu partiyaning barcha konstruksiyalari yaroqsiz deb topiladi. III toifadagi konstruksiyalarda yoriqlar paydo bo'lishini qayd etish shart emas. Foydalanish davrida yoriqlar paydo bo'lishiga yo'l qo'yiladigan (armaturasi zo'piqtirilmagan, III toifali) konstruksiyalarda nazorat yuki ta'sirida hosil bo'lgan yoriqlarning kengligi nazorat miqdoridan ko'pi bilan 50% ga farq qilsa, konstruksiya yaroqli deb topiladi. Yorilishbardoshlikni aniqlash uchun nazorat yuklarini belgilashda sinalayotgan konstruksiyalar nisbatan yosh ekanligi, ya'ni oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalarda tobtashlash (ползучесть) va betonning kirishishi (usadka) sodir bo'lib ulgurmagan holatda ekanligi inobatga olinishi zarur. Shuning uchun bu sinov konstruksiya yorilishbardoshligini kattalashtirib ko'rsatadi va u vaqt o'tishi bilan kamayib boradi.

Konstruksiyalarga sinash yo'li bilan baho berishda masalaga katta e'tibor va mas'uliyat bilan qarash talab etiladi. Ko'plab ishlab chiqariladigan konstruksiyalar orasida ajratib olingan namunalarga noto'g'ri berilgan baho tayyor konstruksiyalarning turkum partiyasini xato baholanishiga olib keladi, natijada konstruksiyalarning qurilish maydoniga yetib borishi kechikadi yoki, aksincha, qurilish maydoniga sifatsiz mahsulot kirib boradi. Tajribaviy sinov konstruksiyalarini baholashda yo'l qo'yilgan xato ilg'or va samarador konstruksiyalarni hayotga tatbiq

etishni kechiktiradi yoki ishonchsiz va nomaqbul konstruksiyalar kirib borishga yo'l ochib beradi.

Agar tajriba konstruksiyasi nazorat yukidan ancha katta yukni benuqson qabul qilib, bikirlik va yorilishbardoshlik talablariga to'la javob bersa, u holda konstruksiyani qayta loyihalab, uning tejamliroq variantini yaratish maqsadga muvofiq sanaladi. Agar sinalayotgan konstruksiyada yemirilish alomatlari nazorat yukidan ancha ilgari paydo bo'lib, bir va bir necha chegaraviy holatlarni qondirmasa, xulosalarda konstruksiyaning talablarga javob bermasligini qayd etish bilan birga, uni yaxshilashga doir tavsiyalar ham beriladi. Masalan, konstruksiyaning ayrim elementlari va tugunlarini kuchaytirish; qo'shimcha armaturalar kiritish; armatura va ankerlar betonda joylashuvini yaxshilash; konstruksiyalarni tayyorlash texnologiyasini takomillashtirish singari tavsiyalar beriladi. Konstruksiya sinovlaridan so'ng yoziladigan dastlabki xulosalar va hisobot yakuniy hujjat hisoblanadi.

Sinov natijalari asosida chiqarilgan xulosalar va tavsiyalardan bunday konstruksiyalarni yanada takomillashtirishda, ularning iqtisodiy ko'rsatkichlarini yuqori pog'onaga ko'tarish va ishlab chiqarish texnologiyasini yaxshilashda foydalaniladi.

12.5. Konstruksiyalarni sinashda mehnat muhofazasi va xavfsizlik texnikasi.

12.5.1. Konstruksiyalarni sinashda mehnat muhofazasi va xavfsizlik texnikasi tadbirlari

Sinash ishlariga hozirlik ko'rish va uni o'tkazish jarayonida mehnat muhofazasi va xavfsizlik texnikasiga oid davlat ko'rsatmalariga, qoida va yo'riqlariga og'ishmay amal qilish talab etiladi. Sinovlar o'tkaziladigan barcha tajribaxona va poligonlarda mehnat muhofazasi, xavfsizlik texnikasi va ishlab chiqarish sanitariyasi bo'yicha belgilangan tadbirlarni bajarilishini nazorat qiladigan davlat va jamoatchilik organlari ish olish boradi.

Xavfsizlik texnikasi sinov ishlarining xavfsizligini ta'minlaydigan, ishchilarni turli jarohatlardan va zararli ta'sirlardan asraydigan, shikast yetkazuvchi sabablarning oldini olishga qaratilgan tadbirlar majmuasidan iborat.

Sinov ishlarini tashkil etish uslubiyati xavfsizlik texnikasi bilan chambarchas bog'liq. Mehnatning xavfsiz sharoitini ta'minlash sinash ishlarining barcha pog'onalarida ta'minlanishi zarur bo'lgan talabdir: jumladan, konstruksiyani tayyorlash va tashish jarayonida, montaj ishlarida, konstruksiyani stand yoki pressda sinash chog'ida, demontaj ishlarida bu talablarga to'liq amal qilinishi talab etiladi.

Konstruksiyalarni sinash dasturida ishlarni xavfsiz tashkil etish bo'yicha alohida bandlar kiritilgan bo'lishi zarur bo'lgan talabdir: jumladan, konstruksiyani tayyorlash va tashish jarayonida, montaj ishlarida, bu talablarga to'liq amal qilishi talab etiladi.

Konstruksiyalarni sinash dasturida ishlarni xavfsiz tashkil etish bo'yicha alohida bandlar kiritilgan bo'lishi zarur. Ishchi dasturda konstruksiyani sinash uchun tanlangan montaj sxemasi, mashina, mexanizm va uskunalarni xavfsizlik nuqtayi nazaridan asoslash talab etiladi. Ehtiyot uskunalarini hisobi va chizmalari montaj va sinov jarayonida xavfsiz zonalarning ko'rsatilishi, sinovlarda yo'l qo'yiladigan maksimal zo'riqishlar berilishi zarur.

Ishchi dasturda xavfsizlik texnikasi bo'yicha ko'zda tutilgan barcha chora-tadbirlardan sinov ishtirokchilari ogoh etiladi, bu haqida sinov daftarchasida alohida qayd qilinadi.

Sinov zonasiga begona kishilarning kirishi taqiqlanadi. 1,5m dan ortiqroq balandlikda ish olib borish lozim bo'lsa-yu, havoda o'rnatish va ishlash joyini to'siqlar bilan himoyalash iloji bo'lmasa, ishchilar muhofaza kamarlari bilan ta'minlanishi zarur. Tegishli himoya uskunalarisiz bir vaqtning o'zida bir vertikal va ikki yarusli ish bajarish ruxsat etilmaydi.

Ishchilar amaldagi me'yorlar, qoidalar va ish xarakteriga qarab korjana (спецодежда), ish poyabzali va shaxsiy himoya vositalari bilan ta'minlanadilar.

Yilning har choragida barcha xodimlarning xavfsizlik texnika qoidalari bo'yicha bilimlari tekshirib turilishi lozim. Qoidalar bo'yicha bilimlari sayoz xodimlar ishga qo'yilmasligi darkor.

Ishga yangi kelganlar ishga tushishdan avval xavfsizlik texnikasi umumiy qoidalari bilan tanishtiriladi, ish joyining o'zida yo'l-yo'riqlar tushuntiriladi. Ish sharoiti va sinovlar tarzi o'zgarganda ham instruktaaj o'tkaziladi.

Instruktaaj o'tkazishda (yo'l-yo'riq va ko'rsatmalar berishda) quyidagi tartibga amal qilish tavsiya etiladi.

Mehnat muhofazasi bo'yicha kirish instruktaji (yo'l-yo'rig'i) quyidagilarni o'z ichiga oladi: korxonaning ichki tartib-qoidalari bilan tanishtirish, korxona hududida harakatlanish, sinash maydonida o'zini tutish qoidalari tushuntirish; sinash jihozlari bilan ishlashda va ta'mir ishlarida mehnat muhofazasi qoidalari bilan tanishtirish; yuklarni tashish va elektor qoidalari; shaxsiy gigiyena qoidalari; xavf paydo bo'lganda sinovchilar guruhining vazifalarini tushuntirish ana shular jumlasidandir. Kirish yo'riqnomasini olmagan xodim sinash sexi yoki poligonga qo'yilmaydi.

Mehnat muhofazasi bo'yicha ish joyida o'tkaziladigan instruktajda: xodimlar konstruksiyani sinash uslubiyati, sinash ishlarini tashkil qilish texnologiyasi, mehnatni muhofaza qilish talablari, tajriba o'tkaziladigan sinov pressi stend uskunolari, kuch plitasi va mexanizmlar, xavfli zonalar va muhofaza jihozlari, ishlarni beshikast tashkil qilish usullari bilan tanishtiriladi. Har bir xodimning xavfsizlik texnikasi bo'yicha instruktaj olganligi maxsus jurnalda qayd etiladi.

Konstruksiyalarni sinashga tayyorlashda montaj ishlari xavfsizligiga doir instruktaj. Bu ishlarni bajarishda quyidagi qoida va tartiblarga qat'ian amal qilish talab etiladi: yuk ortishi ishlarida yuk ostida turish yoki yuk harakatlanadigan zonada yurish qat'ian taqiqlanadi; ko'tariladigan yukning og'irligi kraning yuk ko'tarish imkoniyatidan ortiq bo'lmasligi kerak; yuklarni osish ishlari amaldagi qoidalar bo'yicha bajariladi; yuklarni sinash stendlari ustidan olib o'tish taqiqlanadi; montaj va yuk ortish ishlari olib borilayotgan joyda ishga bevosita aloqasi bo'lmagan shaxslarning yurishi mumkin emas; yuklarni noustivor holatda ko'tarish ruxsat etilmaydi; yuk ko'tarilayotgan paytda uni tortish, siljitish yoki pasaytirish taqiqlanadi; ko'tarilayotgan yoki ko'chirilayotgan yukni odamlar massasi yoki qo'shimcha yuk bilan to'g'irlash mumkin emas; buzuq krandan foydalanish taqiqlanadi; kran ta'mirdan chiqqandan so'ng, kran bo'yicha mas'ul xodimning ruxsati bilan ishga tushiriladi; yuklarni osish-ko'tarish ishlarida albatta qo'lqop kiyish tavsiya etiladi; montajchi-ishchilarga qo'lda 32 kg dan og'ir bo'lmagan yuklarni ko'tarish ruxsat etiladi; balandlikda ishlaydigan ishchilar himoya kamarlaridan foydalanishlari lozim.

Konstruksiyalarni sinash jarayonida mehnat muhofazasiga doir instruktaj. Sinashni boshlashdan ilgari press jihozlari yoki stend uskunasi gidrosistemasining ishi; konstruksiya, uskunalar va o'lchash asboblarning himoyalanganligi tekshiruvdan o'tkazilishi lozim; konstruksiyaga kelish

Sinov ishlarini tashkil etish uslubiyati xavfsizlik texnikasi bilan chambarchas bog'liq. Mehnatning xavfsiz sharoitini ta'minlash sinash ishlarining barcha pog'onalarida ta'minlanishi zarur bo'lgan talabdir: jumladan, konstruksiyani tayyorlash va tashish jarayonida, montaj ishlarida, konstruksiyani stend yoki pressda sinash chog'ida, demontaj ishlarida bu talablarga to'liq amal qilinishi talab etiladi.

Konstruksiyalarni sinash dasturida ishlarni xavfsiz tashkil etish bo'yicha alohida bandlar kiritilgan bo'lishi zarur bo'lgan talabdir: jumladan, konstruksiyani tayyorlash va tashish jarayonida, montaj ishlarida, bu talablarga to'liq amal qilishi talab etiladi.

Konstruksiyalarni sinash dasturida ishlarni xavfsiz tashkil etish bo'yicha alohida bandlar kiritilgan bo'lishi zarur. Ishchi dasturda konstruksiyani sinash uchun tanlangan montaj sxemasi, mashina, mexanizm va uskunalarni xavfsizlik nuqtayi nazaridan asoslash talab etiladi. Ehtiyot uskunalarini hisobi va chizmalari montaj va sinov jarayonida xavfsiz zonalarining ko'rsatilishi, sinovlarda yo'l qo'yiladigan maksimal zo'riqishlar berilishi zarur.

Ishchi dasturda xavfsizlik texnikasi bo'yicha ko'zda tutilgan barcha chora-tadbirlardan sinov ishtirokchilari ogoh etiladi, bu haqida sinov daftarchasida alohida qayd qilinadi.

Sinov zonasiga begona kishilarning kirishi taqiqlanadi. 1,5m dan ortiqroq balandlikda ish olib borish lozim bo'lsa-yu, havoda o'rnatish va ishlash joyini to'siqlar bilan himoyalash iloji bo'lmasa, ishchilar muhofaza kamarlari bilan ta'minlanishi zarur. Tegishli himoya uskunalarisiz bir vaqtning o'zida bir vertikal va ikki yarusli ish bajarish ruxsat etilmaydi.

Ishchilar amaldagi me'yorlar, qoidalar va ish xarakteriga qarab korjana (спецодежда), ish poyabzali va shaxsiy himoya vositalari bilan ta'minlanadilar.

Yilning har choragida barcha xodimlarning xavfsizlik texnika qoidalari bo'yicha bilimlari tekshirib turilishi lozim. Qoidalar bo'yicha bilimi sayoz xodimlar ishga qo'yilmasligi darkor.

Ishga yangi kelganlar ishga tushishdan avval xavfsizlik texnikasi umumiy qoidalari bilan tanishtiriladi, ish joyining o'zida yo'l-yo'riqlar tushuntiriladi. Ish sharoiti va sinovlar tarzi o'zgarganda ham instruktaj o'tkaziladi.

Instruktaj o'tkazishda (yo'l-yo'riq va ko'rsatmalar berishda) quyidagi tartibga amal qilish tavsiya etiladi.

Mehnat muhofazasi bo'yicha kirish instruktaji (yo'l-yo'rig'i) quyidagilarni o'z ichiga oladi: korxonaning ichki tartib-qoidalarini tanishtirish, korxona hududida harakatlanish, sinash maydonida o'zini tutish qoidalarini tushuntirish; sinash jihozlari bilan ishlashda va ta'mir ishlarida mehnat muhofazasi qoidalarini tanishtirish; yuklarni tashish va elektor qoidalarini; shaxsiy gigiyena qoidalarini; xavf paydo bo'lganda sinovchilar guruhining vazifalarini tushuntirish ana shular jumlasidandir. Kirish yo'riqnomasini olmagan xodim sinash sexi yoki poligonga qo'yilmaydi.

Mehnat muhofazasi bo'yicha ish joyida o'tkaziladigan instruktajda: xodimlar konstruksiyani sinash uslubiyati, sinash ishlarini tashkil qilish texnologiyasi, mehnatni muhofaza qilish talablari, tajriba o'tkaziladigan sinov pressi stend uskunalarini, kuch plitasi va mexanizmlar, xavfli zonalar va muhofaza jihozlari, ishlarni beshikast tashkil qilish usullari bilan tanishtiriladi. Har bir xodimning xavfsizlik texnikasi bo'yicha instruktaj olganligi maxsus jurnalda qayd etiladi.

Konstruksiyalarni sinashga tayyorlashda montaj ishlari xavfsizligiga doir instruktaj. Bu ishlarni bajarishda quyidagi qoida va tartiblarga qat'iyon amal qilish talab etiladi: yuk ortishi ishlarida yuk ostida turish yoki yuk harakatlanadigan zonada yurish qat'iyon taqiqlanadi; ko'tariladigan yukning og'irligi kraning yuk ko'tarish imkoniyatidan ortiq bo'lmasligi kerak; yuklarni osish ishlari amaldagi qoidalar bo'yicha bajariladi; yuklarni sinash stendlari ustidan olib o'tish taqiqlanadi; montaj va yuk ortish ishlari olib borilayotgan joyda ishga bevosita aloqasi bo'lmagan shaxslarning yurishi mumkin emas; yuklarni noustivor holatda ko'tarish ruxsat etilmaydi; yuk ko'tarilayotgan paytda uni tortish, siljitish yoki pasaytirish taqiqlanadi; ko'tarilayotgan yoki ko'chirilayotgan yukni odamlar massasi yoki qo'shimcha yuk bilan to'g'irlash mumkin emas; buzuq krandan foydalanish taqiqlanadi; kran ta'mirdan chiqqandan so'ng, kran bo'yicha mas'ul xodimning ruxsati bilan ishga tushiriladi; yuklarni osish-ko'tarish ishlarida albatta qo'lqop kiyish tavsiya etiladi; montajchi-ishchilarga qo'lda 32 kg dan og'ir bo'lmagan yuklarni ko'tarish ruxsat etiladi; balandlikda ishlaydigan ishchilar himoya kamarlaridan foydalanishlari lozim.

Konstruksiyalarni sinash jarayonida mehnat muhofazasiga doir instruktaj. Sinashni boshlashdan ilgari press jihozlari yoki stend uskunasi gidrosistemasining ishi; konstruksiya, uskunalar va o'lchash asboblarning himoyalanganligi tekshiruvdan o'tkazilishi lozim; konstruksiyaga kelish

yo'lini bo'shatish; sinash maydonchasini belgilash va unga to'siqlar qo'yish; barcha sinov qatnashchilari bilan ish joyida instruktaj o'tkazish; sinovlar jurnalida tayyorgarlik ishlari tugaganligi va sinovlarni boshlash mumkinligi haqida belgilab qo'yish talab etiladi.

Konstruksiyalarni sinash jarayonida quyidagi tartibga amal qilish talab etiladi: konstruksiyani yuklash va o'lchash asboblari ko'rsatkichlarini qayd etish faqat tajriba rahbarlarining ko'rsatmasi bilan amalga oshiriladi; o'lchov asboblari ko'rsatkichlarini yozib olish jarayonida sinalayotgan konstruksiya yonida uzoq turib qolish tavsiya etilmaydi; sinash ishlarida band bo'lmagan sinalalayotgan konstruksiyaga yaqin yo'latilmaydi; konstruksiyaga qo'yilayotgan yukning qiymati hisobiy buzuvchi kuchning 0,7 qismiga yetganida, o'rnatilgan o'lchov asboblari yig'ishtirib olinadi; konstruksiya buzilishiga yaqin sinovchi xodimlar xavfsiz zonaga o'tkaziladi; press gidrosistemi yoki domkratlardagi moy tushirilgandan keyingina sinalayotgan konstruksiyaga yaqin kelish mumkin bo'ladi; beton prizmalar, kublar va armatura namunalari sinashda to'suvchi simto'rlar yoki maxsus himoya qovchi shittlardan foydalaniladi.

Konstruksiyalarni sinashga tayyorlash jarayonida elektr payvandchiga mehnat muhofazasi bo'yicha beriladigan yo'l-yo'riq Payvandchi ish boshlashdan ilgari tokga ulangan simlarning, elektr ushlagich dastasi izolatsiyasini va payvand uskunasi yerga ulanganligini (заземление) yaxshilab tekshirishi zarur; biror nuqson aniqlansa — ish boshlash mumkin emas; korjoma (спецодежда) but holatda bo'lishi kerak; nam joylarda payvandchi oyog'iga kalish yoki rezina etik kiyib olish shart; payvandchi qo'lga albatta quriq va toza kiyib ishlashi talab etiladi; payvandchi yonidagi ko'makdoshlar qora ko'zoynak taqishlari shart; kerosin, benzin, moy, karbidsingari yonuvchi moddalardan bo'shagan bo'chka, bak va boshqa idishlarni payvandlash qat'iyan man etiladi; payvand ishlari olib boriladigan joy yonuvchi materiallardan va umuman payvandchiga xalaqit qiladigan barcha narsalardan tozalangan bo'lishi zarur.

Elektr xavfsizligi. Odamlarni tok urishidan asrashning eng asosiy choralaridan biri sinash mashinalari, presslar va elektr uskunalarining metall qismini yerga ulashdan (заземление) iboratdir. Yerga ulamay turib, hattoki juda qisqa vaqtga ham, elektr asboblari, sinash mashinalari, press va mexanizmlarni, payvand apparatlari va transformatorlarni ishga solish taqiqlanadi.

Sun'iy yerga ulagich sifatida yerga vertikal qoqilgan, diametri 50

mm dan va uzunligi 2-2,5 m dan kam bo'lmagan va zanglamagan po'lat quvurlardan, shu o'lhagichlardagi doiraviy sterjen yoki burchakliklardan, yerga gorizontol holatda yotqizilgan 40*4 mm kesimli po'lat tasmalardan foydalanish mumkin. Vertikal qoqilgan yer-ulagichlar orasidagi masofa 2,5-3 m dan, gorizontol tasmalar orasi — 1,5 m dan kam bo'lmashligi kerak.

Binolarning metall konstruksiyalaridan (fermalar, ustunlar, rigellar va b.); korxonaning metall konstruksiyalardan (kranosti yo'llari, maydonchalar, kuch plitasining karkaslari va b.); elektr o'tkazgichlarning po'lat quvurlari, vodoprovod kanalizatsiya va issiqlik ta'minlash tamog'ining po'lat quvurlaridan yerga ulash o'tkazgichi sifatida foydalanish mumkin. Vaqtinchalik kommunikatsiya tarmoqlari bundan mustasno.

Sinash mashinalari, presslar va yuk ko'taruvchi kranlarning qo'l tegishi mumkin bo'lgan tokli qismlari to'silgan bo'lishi, tokga ulash uskunolari — rubilnik qutuli o'chirgich (выключатель), reostatlarning tok o'tadigan qismlari yopiq bo'lishi shart.

Elektr shchitlar va rubilniklar qulflanadigan metall quti ichiga joylashtirilishi va quttiga tokning kuchlanishi yozib qo'yilishi shart.

Mashina va mexanizmlarni ta'mirlash jarayonida ular tokdan butunlay uzib qo'yiladi va o'chirilgan joylarga albatda ogohlantiruvchi varaqalar osib qo'yiladi. Elektrni o'chirib — yoqishni navbatchi elektrik bajaradi.

Qo'lda ko'tarib yuradigan elektr asbob-uskunalar bilan ishlaydigan ishchilar rezina qo'lqop, kalish va dielektrik rezina gilamchalar bilan ta'minlanishi zarur. Elektr jihozlardan foydalanish elektr xavfsizligi qoidalariga amal qilingan holda tashkil etilsa, konstruksiyalar sinovi bexatar o'tadi.

Sinov jarayonida konstruksiyani ehtiyotlash. Sinovlarda qatnashayotgan kishilarning xavfsizligini ta'minlash va konstruksiya birdaniga qulaganda uning massasini ushlab qoladigan ehtiyot xovozalari quriladi. Ehtiyot xovozalarining mustahkamligi hisoblash yo'li bilan tekshiriladi. Sinovlar chog'ida konstruksiya bemaolol harakat qila olishligi uchun xovoza bilan konstruksiya orasida ochiq joy qoldiriladi. Konstruksiyalarni ehtiyot qilishda tortqichlar, tirgaklar, traversalar, ramalar va boshqalardan ham foydalaniladi.

12.5.2. Konstruksiyalarni rentgen va radiometrik usullarda sinashda mehnat muhofazasi

γ -defektoskopiya sohasidagi ishlarga maxsus o'qishlarni bitirgan va bu haqda tegishli guvohnomaga ega bo'lgan, yoshi 18 dan oshgan shaxslar jalb etilishi mumkin.

Radioaktiv moddalar bilan ishlashda radioaktiv nurlanish xavfi bo'ladi, buning oldini olish uchun sanitar qoidalari va me'yorlariga so'zsiz amal qilish talab etiladi. Nurlanishlarni aniqlash va ularning ta'sirini o'lchashda cho'ntak dozimetrlari va Geyger — Myuller hisoblagichlardan foydalaniladi.

Radioaktiv nurlanishlarning o'lcham birliklari quyidagilardan iborat: Rentgen R — ekspozitsiya birligi, ulush (doza) quvvati; Kyuri Si — radioaktiv moddaning faolligi; Rentgenning biologik ekvivalenti ($\rho\delta e$) — ionlashtiruvchi nurlanishlar soni.

Dozimerik nazorat quyidagilardan tashkil topadi: radioaktiv nur olish shaxsiy dozalari tekshirish; asosiy va yordamchi xonalardagi, shuningdek, atrof hududdagi radioaktivlik darajasini aniqlash; himoya vositalarining samaradorligi va konteyner, asbob-uskunalar va ko'chma konteynerlar zaryadka qilingan xonalarning radioaktiv izotoplar bilan ifodalanish darajasini aniqlash ana shular jumlasidandir.

Radioaktiv nurlanish manbaida ish boshlashdan ilgari barcha xodimlar shaxsiy dozimetr bilan ta'minlanadi. Har bir xodim olgan nurlanish dozasi maxsus jurnalda qayd etib boriladi.

Haftalik doza 0,1 R, yillik doza esa — 5 $\rho\delta a$ dan oshmasligi kerak. Rentgenometrik va radiometrik sinovlar olib borilayotgan paytda tadqiqotchi turgan joyidagi nurlanish quvvati 2,8 mR/ch dan, yon atrofdagi ish joylarida 0,28 mR/ch dan ortmasligi lozim. Radioaksiya darajasi 0,28 mR/ch dan oshgan joylarga ko'chma to'siqlar qo'yiladi.

Defektoskopiyaning ko'chma uskunolari maxsus jihozlangan omborxonalarda saqlanishi zarur. Uskunalar saqlanadigan joylar puxta himoyalaniishi lozim. Ko'chma defektoskopiya uskunolari saqlanadigan ombor-xonalarda xodimlarning doimiy ishlashi va tez alanganuvchi portlovchi moddalarning saqlanishi man etiladi.

Radiometriya va rentgenoskopiya uskunalarida foydalanishda davlat sanitariya inspeksiyasining talablariga qat'iy amal qilish lozim.

MUNDARIJA

SO'Z BOSHI	3
KIRISH	5

I BOB. QURILISHDA METROLOGIYA VA STANDARTLASHTIRISH ASOSLARI

1.1. Qurilishda metrologiya	7
1.2. Qurilishda standartlashtirish	9
1.3. Qurilishda sifat nazorati	11
1.4. Qurilish ashyolari va konstruksiyalarining umumlashgan sifat ko'rsatkichlarini aniqlash.....	13
1.5. Qurilish konstruksiyalari, bino va inshootlarning ishonchligini baholash	16

II BOB. KONSTRUKTSIYALAR, BINOLAR VA INSHOOTLARNI TEKSHIRISH VA SINASH

2.1. Inshootlarni tekshirish va sinashdan maqsad	18
2.2. Inshootlarni tekshirish va sinash uslublari	18
2.3. Bino va inshootlarni sinash usullarining taraqqiyot yo'llari	21

III BOB. TAJRIBA JARAYONIDA YUKLARNI QO'YISH VOSITALARI VA USULLARI

3.1. Kuchlar (yuklar) klassifikatsiyasi	29
3.2. Yig'iq va yoyiq statik yuklarni o'rnatish usullari	32
3.3. Dinamik yuklash usullari	36

IV BOB. O'LGHASH ASBOBLARI VA ULARNING QO'LLANILISHI

4.1. Umumiy ma'lumotlar	42
4.2. Chiziqli ko'chishlarni o'lchaydigan asboblari	42
4.3. Ko'chishlarni o'lchashning geodezik usullari	47
4.3.1. Geodezik usullar	47
4.3.2. Hidrostatik nivellirlash	48
4.3.3. Shovun (otves)*lar	49
4.3.4. Fotogrammetrik va stereofotogrammetrik usullar	50
4.4. Burchakli ko'chishlarni o'lchash	51
4.4.1. Klinometr* (burchak o'lchagich)lar	51
4.4.2. Bikir richag (pishang) usuli	52
4.4.3. Burchakli ko'chishlarni optik usulda aniqlash	53
4.5. Deformatsiyalarni o'lchash	54
4.5.1. Tenzorezistorlar	54
4.5.2. O'lchash ishlari	56
4.5.3. Elektromexanik tenzometrlar	57
4.5.4. Simli tenzometrlar	57
4.5.5. Mexanik tenzometrlar	58
4.6. Dinamometrlar	60

V BOB. QURILISH KONSTRUKSIYALARINI SINASHDA YEMIRMAYDIGAN USULLAR

5.1. Materiallarning fizik-mexanik xossalarini aniqlash	62
5.2. Sizish muhiti usuli	63

5.3. Mexanik sinov usullari	64
5.4. Konstruksiyalarni akustik usulda sinash	69
5.5. Radiatsion usullar	71
5.6. Magnit va elektromagnit usullari	72

VI BOB. INSHOOT VA KONSTRUKSIYALARNI TEKSHIRISH

6.1. Naturaviy tekshirishlarning maqsadi, vazifalari va uslubi	75
6.2. Obyektni ko'zdan kechirish va hujjatlar bilan tanishish	76
6.3. Konstruksiyalarning geometrik va fizik parametrlarini asboblarni vositasida o'lchash ..	82
6.4. Qayta hisoblash va tekshiruv natijalari bo'yicha umumiy xulosalar	84

VII BOB. BINO VA INSHOOTLAR KONSTRUKSIYALARINI SINASH

7.1. Naturaviy sinash uslubi asoslari	86
7.2. Inshoot konstruksiyalaridagi kuchlanishlarni aniqlash	88
7.3. Sinov natijalari bo'yicha konstruksiyalarning hisoblash sxemalarini oydinlashtirish ..	90
7.4. Statik sinovlar uslubi	93

VIII BOB. QURILISH KONSTRUKSIYALARINI DINAMIK KUCHLAR TA'SIRIGA SINASH

8.1. Umumiy ma'lumotlar	100
8.1.1. Konstruksiyalarni dinamik kuchlar ta'siriga sinashdan maqsad	100
8.1.2. Dinamik sinov vazifalari	100
8.1.3. Dinamik kuchlar ta'siridagi bino va konstruksiyalar	101
8.1.4. Materialning dinamik xarakteristikalari	104
8.2. Dinamik ta'sirlar	105
8.2.1. Zarbali yuklar	105
8.2.2. Vibratsion mashinalar	106
8.2.3. Gidravlik pulsatorlar	109
8.2.4. Qisqa muddat ta'sir etuvchi dinamik kuchlar	110
8.3. Dinamik sinovlarda qo'llaniladigan asboblarni	111
8.3.1. Ko'chishlarni o'lchash	111
8.3.2. Vibroo'zgartirgich	114
8.3.3. Deformatsiyalarni o'lchash. Chastotalarni aniqlash	115
8.4. Sinov ishlarini bajarish	116
8.4.1. Tayyorlov ishlari	116
8.4.2. Asboblarni joylashtirish va sinovlarni o'tkazish	117
8.4.3. Konstruksiyalarning erkin tebranishlari chastotasini tajriba yo'li bilan aniqlash	117
8.4.4. Konstruktsiya elementlarida dinamik kuchlar ta'sirida vujudga keladigan kuchlanishlarni aniqlash	118
8.4.5. Dinamik koeffitsientlarni aniqlash	120
8.4.6. Inshootlar tebranishining konstruktsiya elementlari mustahkamligi va ishlab chiqarish texnologiyasi jarayoniga ta'siri	121
8.4.7. Balkalarda erkin tebranishlar chastotasini o'zgartirish	121
8.5. Sinov natijalarini qayta ishlash	122
8.5.1. Tebranishlar quchochi va amplitudasini aniqlash	123
8.5.2. Tebranishlar davrlarini o'lchash	124
8.5.3. Ko'chishlar orqali tezlik va tezlanishlarni aniqlash	124
8.5.4. Yutilish koeffitsienti ψ ni aniqlash	125
8.5.5. Dinamik sinovlar natijasiga ko'ra konstruktsiya holatini baholash	129

IX BOB. DEFORMATSIYA VA KUCHLANISH HOLATLARINI EKSPERIMENTAL TADQIQ ETISH USULLARI

9.1. Materiallarni va konstruksiyalarni sinash	130
9.2. Deformatsiyalarni mexanik tenzometrlar yordamida aniqlash	132
9.3. Qarshilik uzatkichlarning qo'llanilishi	136
9.4. Kuchlanishlarni optik usulda aniqlash	140
9.5. Muar tasmlari usuli	145
9.6. Kuchlanishlarni aniqlashning rentgen usuli	149
9.7. Lok qoplash usuli	154

X BOB. QURILISH KONSTRUKSIYALARI VA INSHOOTLARNI MODELLASHTIRISH

10.1. Modellastirish haqida umumiy tushunchalar	156
10.2. Model sinovlarini o'tkazish	158
10.3. O'xshashlik bo'yicha modellastirish	159

XI BOB. GRUNTlarda KUCHLANISH VA BOSIMLARNI ANIQLASH USULLARI

11.1. Gruntlarda kuchlanishlarni o'lchash	165
11.2. Gruntlarda kovak bosimini aniqlash	169
11.3. Gidrotexnika inshootlari va gruntlarda filtratsiyalar	170
11.4. Gruntlar zichligi va namligini aniqlashda dala usullari	172

XII BOB. YIG'MA TEMIRBETON KONSTRUKSIYALARNI SINASH

12.1. Yig'ma temirbeton konstruksiyalarni sinash	175
12.2. Sinash ishlarida qo'llaniladigan asbob-uskunalar	176
12.2.1. Sinov presslari va mashinalari	176
12.2.2. Kuch plitasi va stend jihozlari	178
12.2.3. Beton va temirbeton konstruksiyalarni sinashda qo'llaniladigan zamonaviy asboblari	183
12.3. Sinash ishlarini tashkil etish	188
12.3.1. Sinash uslubiyati	188
12.3.2. O'lchash asboblarini o'rnatish	190
12.4. Konstruksiya sifatiga sinov natijalari asosida baho berish.	194
12.4.1. Sinov natijalarini statistik qayta ishlash	194
12.4.2. Tajriba natijalarini grafik qayta ishlash	196
12.4.3. Konstruksiya sifatiga chegaraviy holatlar bo'yicha baho berish	198
Oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalar uchun yorilishbardoshlik talablari.	202
12.5. Konstruksiyalarni sinashda mehnat muhofazasi va xavfsizlik texnikasi.	203
12.5.1. Konstruksiyalarni sinashda mehnat muhofazasi va xavfsizlik texnikasi tadbirlari.	203
12.5.2. Konstruksiyalarni rentgen va radiometrik usullarda sinashda mehnat muhofazasi	208

**Q.S. ABDURASHIDOV, B.A. HOBILOV,
M.Q. NAZAROVA**

QURILISHDA METROLOGIYA, STANDARTLASHTIRISH VA SIFAT NAZORATI

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan
Oliy o'quv yurtlarining arxitektura va qurilish ta'lim yo'nalishi talabalari
uchun darslik sifatida tavsiya etilgan*

O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti.
100029, Toshkent shahri, Matbuotchilar ko'chasi, 32-uy.
Tel: 236-55-79; faks: 239-88-61.

Muharrir *U. Ro'ziyev*
Musahhih *H. Zokirova*
Sahifalovchi *M. Shukurov*

Nashriyot litsenziyasi: AI №110, 15.07.2008.
Bosishga ruxsat etildi: 10. 07. 2011. «Tayms» garniturasida. Ofset usulida chop etildi.
Qog'oz bichimi 60x84 1/16. Shartli bosma tabog'i 14,0. Nashr bosma tabog'i 13,25.
Adadi 500 nusxa. Buyurtma № 20. Bahosi shartnoma asosida.

«START-TRACK PRINT» MCHJ bosmaxonasida chop etildi.
Manzil: Toshkent shahri, 8-mart ko'chasi, 57-uy.

**O'ZBEKISTON FAYLASUFLARI
MILLIY JAMIYATI NASHRIYOTI**

ISBN 978-9943-391-22-2



9 789943 391222