

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAHSUS
TA'LIM VAZIRLIGI
TOSHKENT ARXITEKTURA-QURILISH INSTITUTI**

N.Z.Tolipova

QURILISH MATERIALLARINI TADQIQ ETISH VA SINASH USULLARI

Toshkent – 2009

MUNDARIJA

KIRISH

MATERIALLARNI TADQIQ ETISH VA SINASH USULLARI

I BOB. QURILISH MATERIALLARINI TADQIQ ETISHNING FIZIK-KIMYOVIY USULLARI	
1.1. Termik tahlil	
1.1.1. Differensial - termik tahlil	
1.1.2. Sifatli va miqdoriy faza tahlillari.	
1.1.3. Fazali tahlilning termogravimetrik usuli.	
1.1.4. Devrivatografik va gazovolyumetrik tahlil.	
1.2. Petrografik usul.	
1.3. Mikroskopik tahlil.	
1.3.1. Qutblangan mikroskop MIN – 8 ning tuzilishi.	
1.3.2. Materiallarni mikroskopik tahlil uchun tayyorlash.	
1.4. Tekshirishning elektron mikroskopik usuli.	
1.4.1. Mikroskopning ishlash prinsipi.	
1.4.2. Elektron mikroskop ostida tekshirish usullari.	
1.5. Rentgenstruktura tahlili.	
1.5.1. Umumiy ma’lu motlar.	
1.5.2. Rentgen uskunolari.	
1.5.3. Fotoplyonkada nurlarni qayd qilishdan foydalanuvchi rentgenstrukturaviy tahlil usuli.	
1.5.4. Nurlanishning ionlashgan qayd qilinishi bilan boruvchi rentgenstrukturaviy tahlil usuli.	
1.5.5. Lokal rentgenstruktura tahlili.	
1.5.6. Elektronografik tahlil usuli.	
1.6. Spektral tahlil.	
1.6.1. Emission spektral tahlil.	
1.6.2. Alangali fotometriya usuli.	
1.6.3. Molekulyar spektral tahlil.	
1.6.4. Elektron paramagnit rezonans.	
1.7. Kalorimetrik usullar.	
1.7.1. Bog’lanishlarni hosil qilish issiqligini aniqlash.	
1.7.2. Bog’lovchi moddalarning gidratatsiya issiqligini aniqlash.	
1.8. Materiallardagi g’ovaklar tuzilishini aniqlash usullari.	
1.8.1. Zichlikni aniqlash.	
1.8.2. Simbli porometriya usuli bilan g’ovaklikni aniqlash.	
1.9. Dispersli tizimlarni tekshirish usullari.	
1.9.1. Disperslik darajasini aniqlash.	

- 1.9.2. Elakli tahlil usuli.
- 1.9.3. Havoni o'tkazish usuli orqali solishtirma yuzani aniqlash.
- 1.9.4. Sedimentatsion tahlil.

II BOB. MATERIALLARNING MUSTAHKAMLIK VA DEFORMATSION TAVSIFLARINI ANIQLASH.

- 2.1. Qisqa muddatli siqish va cho'zishda betonning mustahkamlik va deformatsion tavsiflarini aniqlash.
- 2.2. Yuklanish uzoq vaqt ta'sir etganda betonni sinash.
- 2.3. Betonning o'z-o'zini kuchlantirishni aniqlash uslubiyati.
- 2.4. Armaturani cho'zishga va bukishga sinash.
- 2.5. Armaturani relaksatsiyaga sinash.
- 2.6. Armaturani va qo'yilgan detallarni toliqishga sinash.
- ADABIYOTLAR.

KIRISH

Kapital qurilish - texnika taraqqiyotini tezlashtirishga katta ta'sir ko'rsatib, xalq xo'jaligining barcha sohalarida fan va texnika yutuqlarini hayotga tadbiq etishning muhim omili hisoblanadi. Hozirgi paytda mamlakatimizdagi kapital qurilishda yig'ma va monolit temirbeton, shuningdek metall konstruksiyalar muhim ahamiyatga ega bo'lmoqda.

Respublika iqtisodiyotining jadal sur'atlar bilan rivojlanishi sharoitida qurilish muddatlarini qisqartirish, kapital mablag'larni, moddiy va mehnat resurslarini to'plash yo'li bilan korxonalarni va ob'ektlarni kengaytirish hamda qayta qurish, qurilish ishlab chiqarishining sifat darajasini oshirish juda muhim hisoblanadi.

Zavodlarda tayyorlanadigan yiriklashtirilgan va yengillashtirilgan qurilish konstruksiyalarini ishlab chiqarishni rivojlantirish zarur, bu qurilish ishlab chiqarishni industrlashtirish darajasini oshiradi va ma'lum darajada qurilish muddatlarining qisqarishini ta'minlaydi. Ishlab chiqarilayotgan mahsulotning barcha turlarining, shu jumladan yig'ma va monolit temirbeton konstruksiyalarning sifatini yaxshilash masalalariga alohida diqqat-e'tibor qaratilmoqda. Temirbetonning fizik-mexanik xossalarini yaxshilash, uning mustahkamlik tavsilotlarini oshirish bino va inshootlar konstruksiyalari hamda shakllarining takomillashuviga imkon beradi.

Beton va temirbetonning rivojlanish va takomillashish yo'nalishlaridan biri konstruksiyalarning mustahkamligi, ishonchligi va tejamliligini ta'minlovchi, yangi avlod betonlarini ishlab chiqish va qo'llanishi hisoblanadi. Bu yo'nalishni muvaffaqiyatli amalga oshirish uchun sement va betonlarning strukturasi shakllanishining xususiyatlarini tadqiq etish hamda ularning fizik-mexanik xossalarini yaxshilash yo'llarini aniqlash muhimdir. Bu muammolarni hal etish materiallar strukturasi shakllanishini mikrodarajada tadqiq etishning, shuningdek ularning fizik-mexanik, fizik-kimyoviy xossalarini sinash bo'yicha apparatura va jixozlardan foydalanishning zamonaviy usullarini qo'llamasdan mumkin emas.

Yangi samarali materiallarni yaratish qurilayotgan binolar va inshootlarning ishonchliligi va tejamlilikini ta'minlashning muhim, tekin hali yetarli bo'lmagan shartidir. Bunday binolarni va inshootlarni qurish va foydalanish jarayonida jiddiy nuqsonlar paydo bo'lishining oldini olish maqsadida ularning hisob-kitoblari real hisob-kitob sxemalariga asoslanishi kerak. Taqribiy hisoblash usullari konstruksiyaning real ishlashini aks ettirmaydi, buning natijasida ayrim elementlar ortiqcha mustahkamlikka ega bo'lsa, konstruksiyaning ba'zi qismlarida nuqsonlar paydo bo'ladi.

Ravshanki, murakkab muhandislik masalalarini yechishga bunday yondashish faqat nazariy yo'l bilangina cheklanib qola olmaydi, balki tekshirilgan eksperimental ma'lumotlarga asoslanishi kerak. Hozirgi paytda qurilish konstruksiyalarini va qurilish materiallarini sinash va tadqiq etishlar laboratoriya ilmiy tajribasi doirasidan tashqariga chiqdi va turli sohadagi muhandis-quruvchilarning amaliy faoliyatlarining tarkibiy qismi bo'lib qoldi.

MATERIALLARNI TADQIQ ETISH VA SINASHNING USULLARI. QURILISH MATERIALLARINI TADQIQ ETISHNING FIZIK-KIMYOVIIY USULLARI.

1.1. Termik tahlil.

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

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

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

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

Termik tahlilning vatani Fransiya. 1886-1897 yillarda ohakli va loyutuproqli minerallar uchun isitish egri chiziqlari Le-Shatellye tomonidan birinchi marta ro'yxatga olingan. Rossiyada ushbu usulning asoschisi akademik N.S.Kurnakov (1904y) bo'lgan. Kurnakov pirometrining zamonaviylashtirilgan modeli - isishlar va sovishlar egri chiziqlarini avtomatik tarzda yozish uchun qo'llaniladigan qurilmasi hozirgi vaqtgacha ko'pgina laboratoriyalarda ishlatilib kelinmoqda. Keyinchalik akad. N. S. Kurnakov, D. S. Belyankin, N.P.Urazova va ularning o'quvchilari hamda izdoshlari L. G. Berg, A.V. Nikolayev, E.L. Rod, A. M. Svetkova, G.O. Piloyan, N. D. Topor va boshqalarning mehnatlari bilan termik tahlil maktabi yaratildi. Termik tahlil usulining rivojlanishiga R.E.Grim, R.S. Makkenzi, L. Erdey, F. Paulika, V.S. Ramachandran va boshqalarning ishlari yordam berdi.

Termik tahlil isitish jarayonida moddalarning quyidagi xususiyatlarini uzluksiz aniqlashga asoslangan: 1) energiya o'zgarishini-differensial-termik tahlil (DTA); 2) massa o'zgarishini -termaogr'irlik yoki termogravimetrik tahlil; 3) gaz ajralib chiqishini-gazovolyumetrik tahlil; 4) namunalar o'lchamining o'zgarishini dilatometriya; 5) elektr o'tkazuvchanlik va boshqalar aniqlanadi. Termik tahlil jarayonida bir vaqtning o'zida ikkita, uchta va undan ortiq usullardan foydalanish

mumkin. Materiallarni isitishda uning xususiyatini kompleks o'rganish, undagi jarayonlarda sodir bo'ladigan tabiatni batafsil va chuqurroq tadqiq qilish imkonini beradi.

1.1.1. Differensial - termik tahlil.

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

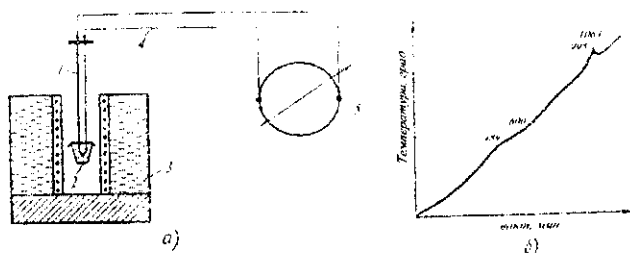
Termik tahlilning barcha ushbu turlari ham mustaqil ravishda, ham bir-biri bilan birgalikda qo'llaniladi. Kompleks termik qurilmalar ma'lum, ularda moddani qizdirishda, ajralgan gaz energiyasi, og'irligi va hajmining o'zgarishini qayd qilishdan tashqari, namunaning chiziqli o'lchamlari (dilatometriya), elektr xususiyatlari (elektr o'tkazuvchanlik) va ba'zi bir boshqa xususiyatlari ham qayd qilinadi.

Differensial-termik tahlil (DTA) qizdirish jarayonida tizim energiyasining o'zgarishini o'lchashga asoslangan. Issiqlikni yutish yoki ajratish bilan kuzatiladigan fizik va kimyoviy jarayonlar muayyan endotermik va ekzotermik effektlar seriyasi bilan uzluksiz differensial egri chiziqda ifodalanadi.

Qizdirishning oddiy va differensial egri chiziqlari.

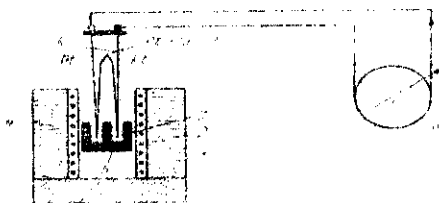
Oddiy harorat egri chizig'ini hosil qilish uchun maxsus tigel tekshirilayotgan modda bilan to'ldiriladi, bu tigel elektr pechiga joylashtiriladi. (1.1.a. rasm). Material harorati termopara yordamida o'lchanadi. Uning ulanishidagi EYUK (elektr yurituvchi kuch) ning o'zgarishi galvonometr bilan qayd qilinadi. Qizdirish jarayonida material haroratini o'lchash natijalari "harorat - vaqt" grafigiga tushiriladi. Agar moddada hech qanday reaksiya yuz bermasa qizdirishning egri chizig'i to'g'ri chiziq ko'rinishiga ega bo'ladi. Issiqlik ajralishi yoki yutilishi bilan kuzatiladigan reaksiyalarning o'tishi hollarida qizdirish egri chizig'ining yurishi to'g'ri chiziqli yo'nalishdan yuqoriga yoki pastga og'adi. Og'ish vaqtincha xarakterga ega bo'lib, reaksiya tugashi bilan to'xtaydi. 1.1.b-rasmda kaolinitni

qizdirishning egri chizig'i ko'rsatilgan, unda issiqlikning yutilishi bilan (endotermik effektlar) reaksiyalarning o'tishi bilan shartlangan ikkita to'xtash va ikkita ekzotermik effekt (985-1065°C) ko'rinib turibdi.



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

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



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

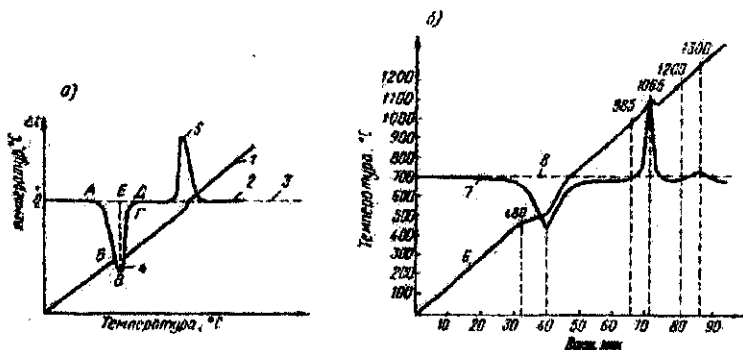
Qizdirishda termoparalarda yuzaga keladigan E.YU.K lar bir-biriga qaratilgan bo'lib, o'zaro to'ldirilishi mumkin. Agar modda yoki etalon modda bir maromda pechda qizdirilganda moddada hech qanday o'zgarish yuz bermasa, u holda termoparalarda hosil bo'ladigan E.YU.K. lar teng kattalikda bo'lib, galvanometr zanjirida hech qanday tokning yo'qligini ko'rsatadi, differensial termogramma esa, abssissalar o'qiga parallel bo'lgan tekis chiziq ko'rinishiga ega (1.3-rasm). Tekshirilayotgan modda turli o'zgarishlarga duch kelganda, bu davrda uning harorati etalon materialning haroratidan ham yuqori, ham past bo'lishi mumkin.

Tekshirilayotgan va etalon materiallarning haroratlari o'rtasidagi turlilikning paydo bo'lishi ularda teng kattalikdagi E.YU.K. larning paydo bo'lishiga olib keladi va qayd qiluvchi asbob tegishli yozuvni amalga oshiradi. Termograflarning barcha tizimlarida shunday qabul qilinganki, endotermik reaksiyalarda differensial egri chiziq nolinch chiziqdan pastga og'adi, ekzotermik reaksiyalarda - yuqoriga ko'tariladi. Og'ish kattaligi (harorat cho'qqisi) namuna va etalon haroratlarning turlligi darajasini tavsiflaydi, hamda o'zgarayotgan modda miqdorining va reaksiya o'tishining jadalligini ko'rsatadi. Termogrammadagi termik effekt holati tegishli reaksiya o'tishining harorat chegaralari bilan belgilanadi-asosiy davr (maksimum) va oxirining boshlanishi. Cho'qqilar shakli asosan ikki omilga bog'liq: pechdagi haroratning ko'tarilish tezligiga, ya'ni sekin qizdirilganda cho'qqilar keng va dumaloq, tez qizdirilganda, aksincha, ingichka va uchli bo'ladi, hamda ikkinchi omil tekshirilayotgan materialning miqdoriga bog'liq, uning miqdori ozroq bo'lganda cho'qqilar yanada uchliroq shaklga ega. Cho'qqining perimetri bo'ylab reaksiyaning alohida bosqichlarining taqsimlanishini quyidagicha qabul qilish mumkin (1.3a-rasm). A nuqta - endotermik reaksiyaning boshlanishi, B nuqta - reaksiya tezligi maksimal kattalikka yetadigan harorat; V nuqta - reaksiya asosiy davrining oxiri; G nuqta - reaksiyaning to'liq tugashi; D nuqta - tizimda muvozanatning o'rnatilishi: namuna va etalonning harakatlari tenglashadi va At nolga teng bo'ladi. B nuqtaning cho'qqi chizig'ida topish qiyin bo'lganligi sababli, qoidaga ko'ra effekt harorati V nuqta bo'yicha, ya'ni cho'qqi minimumi bo'yicha aniqlanadi. Cho'qqi maydonini aniqlashda I-D nuqtalari orasidagi masofa uning kengligi E-V orasidagi masofa uning chuqurligi sifatida qabul qilinadi.

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

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

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



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

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

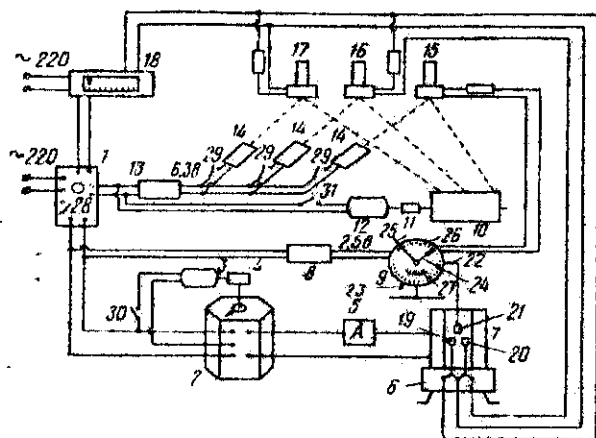
Termograf qurilmasi.

Termograf konstruksiyalarining bir qancha turlari mavjud, ularning asosiy bog'lamlari quyidagilar: qizdirish egri chiziqlarini avtomatik yozib olish qurilmasi; termoo'zgartgichli elektr pechi; namunalar tutqichlariga ega termoparalar. 1.4-rasmda ancha keng tarqalgan termograf - pirometr FPK-59 ning prinsipial sxemasi keltirilgan.

FPK-59 pirometridagi qizdirish egri chiziqlarini avtomatik yozib olish qurilmasi (qayd qiluvchi asboblari) maxsus metall g'ilofga joylangan qattiq qobiqda montaj qilingan. qurilma quyidagilarni o'z ichiga oladi: fotoqayd qiluvchi kamera, uchta ko'zguli galvanometr, uchta yoritgich, uchta ko'zgudan iborat tizimlar, vizual kuzatish uchun shkala, sinxron kichik motor, reduktor, friksiyon uzatgich.

Ko'zguli galvanometrlar differensial termoparada uzluksiz egri chiziq ko'rinishidagi EYUK o'zgarishining mexanik prinsipi bo'yicha ishlaydi: EYUK kattaligiga bog'liq holda elektromagnit tizimining o'zagiga kvars tolaga olib qo'yilgan ko'zguning og'ish burchagi o'zgaradi. Ko'zguning egri xarakteriga muvofiq fotoqozda uzluksiz egri chiziqni yozadigan, u aks ettiradigan nur taramining yo'nalishi o'zgaradi. qurilma uchta galvanometr bilan oddiy va differensial egri chiziqlarni yozib olishini amalga oshiradi, uchinchi esa,

materialning qandaydir boshqa xususiyatini o'lchash uchun foydalanilishi mumkin (vazn yo'qotish va h.k.).



1.4-rasm. FPK-59 fotoqaid qiluvchi pirometrning prinsipial shemasi:

1-elektron rele; 2-pech izziqlik rostlagichi; 3-elektr motor; 4-reduktor; 5-ampermetr; 6-pech uchun taglik; 7-elektr pechi; 8-220/2,5 voltli transformator; 9-torzion tarozi; 10-fotobaraban; 11-reduktor; 12-elektromotor; 13-220/6,3 e transformatori; 14-yoritgichlar; 15-vaznni yoqotishni yozib olish uchun galvanometr; 16-differensial egri chiziqni yozib olish uchun galvanometr; 17-oddiy egri chiziqni yozib olish uchun galvanometr; 18-elektron potensiometr; 19-tekshirilayotgan modda solingan tigil; 20-etalonli tigil; 21-vazn yoqotishlarini aniqlash uchun tigil; 22-tarozining shaymlari; 23-richag; 26-shkala; 27-muvozanat ko'rsatkichi va shkalasi; 28,29,30,31-tumblerlar.

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

Qizdirish pechi ichida qizdiruvchi element joylashgan ichki termoizolyatsiyasi metall g'iloidan iborat. Zarur haroratga bog'liq holda, qizdiruvchi sifatida niromli (1000°C gacha), №2-son qorishmadan (1200°C gacha) va diametri 0,5-1 mm bo'lgan platinali rodii simli (1500°C gacha), shuningdek, tegishli diametr va uzunlikdagi silitli va karborundli o'zaklar (1500°C gacha) xizmat qilishi mumkin. Yanada yuqori

haroratlarga erishish uchun (2000-2400°C) qizdiruvchi sifatida elektr grafitdan yo'niladigan trubalardan foydalaniladi. SO₂, N₂, SO₂, H₂O bug'lari muhitida ishlash uchun mo'ljallangan pechlar ham ma'lum.

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

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

Termoparalar qayd qiluvchi asboblardan tomonidan qayd qilinadigan E.YU.K. ning datchiklari hisoblanadi. Termoparalar materialiga qo'yiladigan asosiy talab - o'rganilayotgan modda bilan kimyoviy o'zaro ta'sirining bo'lmashligi. Tadqiqot ishlari amaliyotida eng ko'p 1000°C haroratgacha konstantali misli, konstantali temirli, alyumelli hromelli, nikel - nihromli termoparalardan foydalaniladi, 1300-1500°C haroratgacha platinali va platina - platinorodiyli va 2000°C haroratdan yuqorisi uchun volfram - molibdenli termoparalardan foydalaniladi. Shu maqsadda termoparalarni tayyorlash uchun ingichka simdan foydalaniladi; oddiy metallardan yasalgan simning tavsiya etilgan diametri - 0,2-0,4 mm, noyob metallardan esa - 0,2 mm va undan kichik. Termoparalarning payvandlanishi ham o'lchami bo'yicha minimal bo'lishi kerak. Past haroratlarda platina - platinarodiyli termoparalar, masalan, hromel - alyumelli termoparalarga nisbatan kamroq sezgir bo'ladi, shuning uchun aniq o'lchashlarda 1000°C dan past harorat sohasida ulardan foydalanish maqsadga muvofiq emas.

Termik tahlilni o'tkazishning optimal shartlarini belgilash.

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

Preparatlarni tayyorlash. DTA aniqligi ko'p darajada o'rganilayotgan moddani preparatlash sifatiga bog'liq. Qotib qolgan sement (sementli tosh) o'lchami 1-3 mm atrofidagi bo'laklarga agatli yoki chinni havonchada maydalanadi. 1-2 g maydalangan material moddasi byuksga solinadi, absolyut etil spirti quyiladi va 10-20 soat ga qoldiriladi. Spirtni materialdan ajratish qog'oz filtri orqali filtrlash yo'li bilan amalga oshiriladi. Yanada to'liqroq suvsizlantirish uchun cho'kindi filtrning o'zida 2-3 marta oltingugurtli efir bilan yuviladi. Suvsizlantirilgan material 4900, 5100 yoki 10000 tesh/sm² li elakdan o'tadigan kukun holatigacha havonchada

maydalanadi. Bu operatsiyani biriktiruvchi komponentlarning karbonlanishini istisno etuvchi maxsus kamerada o'tkazish maqsadga muvofiqdir. Keyin kukundan 0,3-0,5 g ga teng o'rtaacha modda tanlab olinadi, uni termografiyning korundli yoki platinali tigelga joylanadi. Shunga o'hshash tarzda bog'lovchi moddalar boshqa turlarining qotib qolgan namunalaridan (ohak, gips va h.k.) preparatlar tayyorlanadi.

Bog'lovchi moddalardan preparatlarni boshqa usulda ham tayyorlash mumkin. Preparat kukun holatigacha maydalanadi, qog'oz filtrlga olib, suvsizlantirish uchun 2-3 marta absolyut etil spirti bilan yuviladi. Filtrlash vakuum ostida amalga oshiriladi, buning uchun varonkaga suv oqimli nasos ulanadi. Bu usul preparatni tayyorlash uchun kamroq vaqtini talab qiladi, ammo avvalgisiga nisbatan namunaning kamroq suvsizlashtirishga olib kelishi mumkin.

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

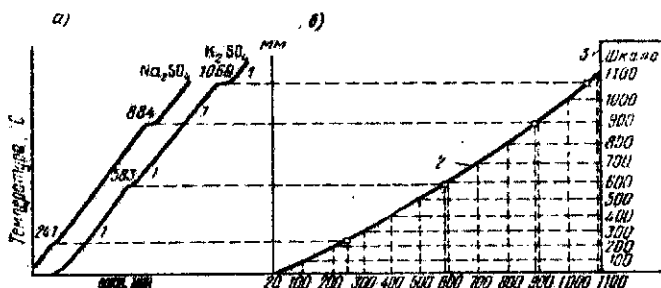
Suyuqliklarni tahlil qilganda preparat quyidagicha tayyorlanadi: tigelga etalon modda solinadi va unga o'rganilayotgan suyuqlikdan 0,15-0,2 ml shimdiriladi.

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

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

Termoparalarni darajalash va ularni o'rnatish.

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



1.5-rasm. Darajalash grafigi va harorat chizig'ining qurilishi:

a - Na_2SO_4 va K_2SO_4 ni qizdirish egri chiziqlari, b - darajalash grafigi;

1-harorat to'xtalishlari (maydonchalari), 2-darajalash egri chizig'i; 3-harorat shkalasi.

Termoparani darajalash polimorf o'zgarishlar va eritishning aniq haroratlari bilan tavsiflanuvchi moddalar bo'yicha amalga oshiriladi. Termoparani darajalash uchun turli harorat sohalarida olingan to'rtta nuqta yetarlidir. Na_2SO_4 va K_2SO_4 tuzlari bo'yicha darajalash ancha tarqalgan. Fotoqog'ozda avval Na_2SO_4 ni qizdirishning oddiy egri chizig'i yozib olinadi, Keyin pech sovitilganidan so'ng qaytadan xuddi shu qog'ozda K_2SO_4 ning harorat egri chizig'i qayd qilinadi (1.5-rasm). Fotoqog'oz kabi o'lchamdagi millimetrl qog'ozda nolinci nuqtalar orqali abssissalar va ordinatalar o'qlari o'tkaziladi. Ordinatalar nolinci nuqtadan qizdirish egri chiziqlaridan gorizontaal maydonchalargacha masofa (mm), abssissaga - tegishli haroratlar qiymatlari tushiriladi. Olingan to'rtta nuqtalar bo'yicha egri chiziq o'tkaziladi. Keyin abssissalar o'qiga interpolyatsiya usuli bilan har bir 100°S orqali 100 dan 1200°S gacha barcha qolgan haroratlar, ordinatalar o'qiga esa - mm dagi masofa tushiriladi. Darajalash grafigi hosil bo'ladi (1.5, b-rasm).

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

Termoeffektlar haroratlarini hisoblashni tezlashtirish uchun mutaxassislar, odatda, darajalash grafigi bo'yicha maxsus harorat chizg'ichini quradilar. Uzunligi 25-30 sm va kengligi 2-3 sm bo'lgan tiniq organik plyonka olinadi va unga quyidagi prinsip bo'yicha haroratlar tush bilan yoziladi. Plyonka ordinatalar o'qiga qattiq parallel ravishda darajalash grafigiga qo'yiladi. Plyonkadagi harorat

shkalasining noli sifatida termopara suvoq payvandining harorati (masalan, $+20^{\circ}\text{S}$) qabul qilinadi. Chizg'ichni ordinatalar o'qiga parallel yurgizib, har bir 50°S da unga plyonka chetining darajalash egri chizig'i bilan kesishish nuqtalariga abssissalar o'qidagi muayyan haroratlar muvofiq keladi. Bu haroratlar plyonkaga tushiriladi, shu tariqa uni harorat chizg'ichiga aylantiriladi (1.5, b-rasm). Chizg'ichdagi haroratlar shkalasi bir tekis emas, bunga termoparalar EYUK ning haroratga nochiziqli bog'liqligi sabab bo'ladi. Shuning uchun ikkita harorat nuqtalari o'rtaidagi haroratning oshishi bilan ajratish darajasi kattalashadi. Ko'rsatilgan usulda olingan chizg'ichni faqat bir hil sharoitlarda yozib olingan qizdirishning egri chiziqlari uchun qo'llash mumkin.

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

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

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

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

1.1.2. Sifatli va miqdoriy faza tahlillari. Sifatli faza tahlili.

Moddalarning sifatli faza tahlili moddalar o'zgarishining harorat chegaralari o'rganilayotgan birikma so'f holatdami yoki boshqa tuzlar va minerallar bilan aralashma holatida ekanligiga bog'liq bo'lmagan holda o'zgarmasdan qoladi. Albatta, aralashmadagi moddalar qizdirishda bir-biri bilan reaksiyaga kirishmasligi sharti bilan. Demak, o'zgarishlarining harorat effektlari bir-biriga mos kelmaydigan minerallar aralashmalarini qizdirishda bu birikmalarni identifikatsiya qilish mumkin. Agar mineral bir qancha termik effektlarga ega bo'lsa, ulardan ba'zilarining boshqa birikmalar effektlari bilan mosligi to'g'ri sifatli tahlilga halaqit qilmasligi mumkin.

Tajriba o'tkazish uslubi. Preparatni tahlilga tayyorlash avvalroq bayon etilgan uslublardan biri bo'yicha amalga oshiriladi. Gigroskopik namlikka ega bo'lmagan va mayda yanchilgan material 500 mm^3 sig'imli tigelga $\sim 800 \text{ mg}$ miqdorida solinadi. Tigel (1.4-rasm.) tepasigacha o'rganilayotgan material va etalon modda bilan to'ldiriladi va stolga ko'p marotaba urib-urib zichlanadi. Materiallar bilan to'ldirilgan tigellar pechga qo'yiladi va bevosita termoparadagi maxsus taglikka o'rnatiladi. Bunda murakkab termoparaning oddiy (harorat) shahobchasining issiq payvandiga o'rganilayotgan moddali tigel, differensial shahobchaning issiq payvandiga - etalonli tigel joylashtiriladi. Pech yengil vaznli shamotli taglikka o'rnatiladi.

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

Keyin torziyon tarozining muvozanati tekshiriladi. Buning uchun 23- richagni o'ngga surish ("erkin" holati) orqali tarozi shayini bo'shatiladi va 25-richag yordamida 24-strelka 26- shkalaning noliga o'rnatiladi. Tigel termogrammaning syomkasi uchun yoki ular bilan bir darajada 19, 20- tigellar ustida pech o'rtaida joylashtirilishi kerak.

220 v li tarmoqqa EPV 18 potensimetri va I- rele ulanadi. 1 min dan keyin 28- tumbler orqali termografning butun tizimiga elektr taminoti ulanadi. Reledan tok 2,5 v kuchlanishli transformator orqali torziyon tarozining induksiya g'altagiga keladi, g'altakni qizdirish 10-15 min ichida amalga oshiriladi. Shundan so'ng 21 bo'sh tigelni quyidagi tartibda amalga oshiriladi: 23-richag ochiladi va 25- richag yordamida 26-strelka muvozanat ko'rsatkichi 27-muvozanat shkalasining noli bilan to'g'ri kelmaguncha aylantiriladi. Keyin shkala bo'yicha mg dagi tigel og'irligi belgilanadi. 23-richag yopiladi, tigel pechdan olinadi, o'rganilayotgan modda bilan 100-200 mg miqdorida to'ldiriladi, Yana bir bor shayinga qo'yib tariflangan usulda

tortiladi. Tigellarning bo'sh va to'ldirilgan tarozilarining farqlari bo'yicha modda kattaligi aniqlanadi. Pech qopqoq bilan yopiladi.

29-tumblerlar vositasida 14-yoritgichlar yoqiladi vizual kuzatuv shkalasi bo'yicha "quyonchalar" holati aniqlanadi: oddiy harorat egri chizig'ini yozib oluvchi yorug'lik nuri chap tarafda bo'lishi kerak; differensial egri chiziqni yozib oluvchi yorug'lik nuri - o'rtada va termik og'irlik egri chizig'ini yozib oluvchi yorug'lik nuri - shkalaning o'ng qismida bo'lishi kerak. "quyonchalar" tebranishi to'xtaganidan keyin pirometr g'ilofining chap tomonidagi mavjud tirqishga kiritiladigan kalit bilan fotokamera pardasi "ochiq" holatigacha buraladi. Bu holatda nurlar fotoqog'ozga tushadi. Termogrammani rasshifrovka qilishda (ochib o'qiganda) haroratlarni yanada to'liqroq aniqlash uchun tajribani boshlashdan avval fotoqog'ozda nolinch nuqtalar belgilanadi. Buning uchun baraban limbning muayyan bo'linishlarida davriy to'ltashlar bilan o'qi atrofida qo'l bilan aylantiriladi va keyin yana boshlang'ich holatiga qaytariladi.

LATR 2 strelkasi boshlang'ich kuchlanishga, LATR yuritmasi reduktorining shesternalari esa, pechdagi harorat ko'tarilishining talab etilayotgan tezligini taminlovchi holatga o'rnatiladi. 30 tumbleri bilan pech va uning yuritmasi yoqiladi, 31-tumbler bilan - fotobaraban yuritmasi yoqiladi.

Pirometr berilgan haroratga erishilganidan keyin EPV potensiometri bilan avtomatik ravishda elektr tarmogidan uzib qo'yiladi. Kalit bilan fotobaraban tirqishining pardasi yopiladi, shuningdek barcha tumblerlarni "uzib qo'yilgan" holatiga o'tkaziladi. Fotobarabanli kasseta uskuna g'ilofidan olinadi va fotoqog'oz fotolaboratoriyada qizil chiroqda, kontrast ishlovchi metal - gidrohinonli pryavitelada chiqariladi. Surati chiqarilgan fotoqog'oz qurishi kerak; qog'ozning siqilishi yoki cho'zilishining oldini olish uchun qog'ozni oynaga yoki elektr yaltiratuvchi plastinasi ga o'rab ishlov berish taqiqlanadi.

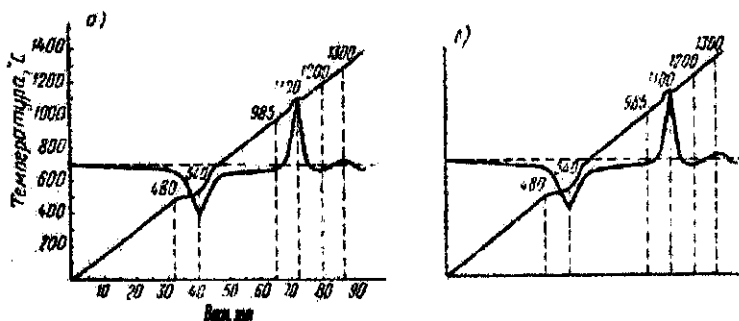
Olingan termogramma rasmiylashtiriladi va rasshifrovka qilish quyidagicha amalga oshiriladi. Asbobda olingan termogramma qo'shimcha rasmiylashtirilishi kerak. Fotoqog'ozni boshlang'ich holatdagi galvanometrlardan kelatitgan nur taramlari bilan unga yorug'lik tushirish natijasida fotoqog'ozda paydo bo'lgan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

Harorat egri chizig'ini yozib olish boshlanishi nuqtasida absissalar o'qiga perpendikulyar o'tkaziladi va ordinatalar o'qi hosil bo'ladi. Absissalar o'qida barabanning aylanishi tezligiga bog'liq bo'lgan masshtabda minutdagi vaqt ajratiladi. Ordinatalar o'qida harorat chizig'i nushalanadi. U yoki bu effektning haroratini yoki umuman differensial egri chiziqda siniqni belgilash uchun termogrammaga oddiy chizg'ich shunday qo'yiladiki, u ordinatalar o'qiga parallel bo'lishi, uning cheti esa, egri chiziqning talab etilayotgan nuqtasidan o'tishi kerak va vertikal chiziq o'tkaziladi. Bu chiziqning oddiy va harorat yozuvining egri chizig'i bilan kesishgan joyi harorat aniqlanadigan nuqta hisoblanadi. Ko'rsatilgan nuqta orqali absissalar o'qiga parallel bo'lgan chiziqni ordinata bilan kesishishgacha o'tkazib, qidirilayotgan harorat topiladi. Shuningdek, absissalar o'qiga parallel bo'lgan nolinch chiziq o'tkaziladi. Termoeffektlar boshi, maksimumi va oxiri

haroratlari bevosita fotoqog'ozga qo'yiladi. Termogrammani bunday rasmiylashtirish misoli 1.6 a-rasmda ko'rsatilgan.

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

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



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

Miqdoriy fazali tahlil.

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

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

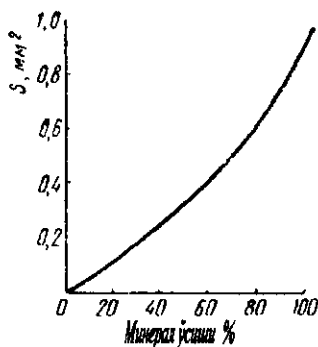
bu erda m_i - tekshirilayotgan jins yoki aralashmadagi birikma massasi, g; m_a - sof birikma massasi, g; ΔS_i - jins yoki aralashma termogrammasidagi ushbu birikmaning termik effekt maydoni, mm^2 ; ΔS_a - sof birikmaning termogrammasidagi termik effekt maydoni, mm^2 .

Ko'rsatilgan usul termik effekt maydoni va noma'lum birikmaning miqdori o'rtasida to'g'ri chiziqli bog'liqlik mavjudligi $\pm 5\%$ dan oshmasligi kerak.

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

$\Delta S = km^2$ tenglamasi bilan ifodalanadi, bu erda ΔS - termogrammadan termik effekt maydoni, mm^2 ; k - proporsionallik koeffitsienti; m - aralashmadagi tekshirilayotgan mineral massasi, g.

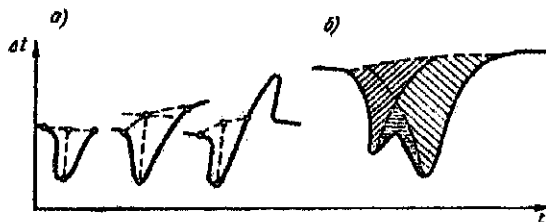
Bunday sharoitlarda miqdoriy termik tahlilni o'tkazish uchun kalibrangan egri chiziq uslubi qo'llanadi. Kalibrangan egri chiziqni qurish uchun tekshirilayotgan jins kabi petrograf-mineralogik tavsifga ega etalon aralashma tayyorlanadi. Etalon aralashmaga 10, 30, 50, 70, 100% miqdoridagi yoki har qanday dozadagi aniqlanadigan mineral kiritiladi. Bunda termotahlil uchun material moddasi har doim qattiy bir hil bo'lishi kerak. Olingan termogrammalarda katta aniqlik bilan tegishli termik effektlar maydoni aniqlanadi va "effekt maydoni (ΔS) - mineral tarkibi" koordinatalaridan grafik tuziladi (1.7-rasm).



1.7-rasm. Miqdoriy fazali termik tahlil uchun kalibrangan egri chiziqning umumiy ko'rinishi

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

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



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

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

Termoch'o'qqilar maydonini o'lehash ko'pincha planimetr orqali amalga oshiriladi, ammo shuningdek, tortuvchi usul ham qo'llanadi - tekshirilayotgan cho'qqilar kesib olinadi va fotoqog'oz tarozida tortiladi.

1.1.3. Fazali tahlilning termogravimetrik usuli.

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

Qizdirishda material vaznining kamayishi ham, ko'payishi ham yuz berishi mumkin. Vaznning kamayishi, qoidaga ko'ra, moddadan gaz xosil qiluvchi mahsulotlarning (SO_2 , SO_2 , N_2O bug'lari va h.k.) ajralishi, vaznning ko'payishi esa

- oksidlanish jarayonida, rekarbonlash jarayonida va sh.k. da moddaning kislorodni yutishi bilan belgilanadi. Ammo ko'pgina minerallar uchun qizdirishda vaznning o'rtishi juda kam va unga e'tibor berilmaydi. Vaznning yo'qotilishi esa, aksincha anchagina va tahlilning ushbu usuli aynan ularni belgilashga asoslangan.

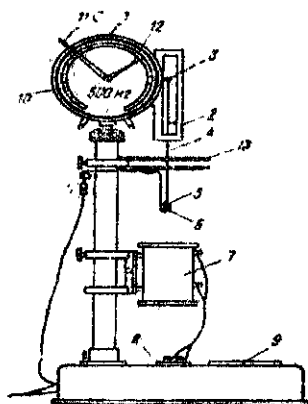
Uzluksiz qizdirishda vazni yo'qotish egri chiziqlarini olish usuli (dinamik tortish usuli), qurilma torziyon tarozi, elektr pechi va millivoltmetrli termoparadan iborat (1.9 - rasm).

500 yoki 1000 mg uchun shkalali 1 torzion tarozi qo'llanadi. 2 tarozi yon qutisining tagida 5 mm diametrli teshik teshiladi va u orqali qalinligi 0.03-0.05 A/m platinali yoki niromli 4 sim o'tqaziladi, u orqali 3 tarozi shayiniga platinali palla yoki 5 tigel osib qo'yiladi. 127 yoki 220 v li tarmoqdan taminlanadigan 7 tigel elektr pechi 50-80 sm masofadagi tarozi ostida joylashadi. Issiqlik pechining yuqori uchi ip uchun teshik mo'ljallangan sopol qopqoq bilan yopiladi. Pechda pallaning bevosita yonida qizdirish haroratini 9 millivoltmetr yordamida ko'rsatuvchi 6 termopara montaj qilinadi. qizdirish tezligi 8 avtotransformator yordamida tartibga solinadi. Torzion tarozi muvozanatga keltiriladi. Keyin bo'sh palla tortiladi, uning vazni torzion tarozi shkalasida belgilanadi. Pallaga 100 mg miqdoridagi material moddasi joylanadi va yana tortiladi. Modda kattaligi bo'sh va to'ldirilgan pallalar tarozisining turilligi sifatida belgilanadi. Material joylangan palla pechga qo'yiladi va tarozi shayiniga osib qo'yiladi. Issiqlik quvuri qopqoq bilan yopiladi va pech elektr tarmoqiga ulanadi. qizdirilayotgan material vaznining o'zgarishi torzion tarozi shkalasida har bir 10°C'da vizual ravishda qayd qilinadi. hisoblash aniqligi - shkala bo'linishining 0.2 (0.2 mg) yoki 0.1%. qizdirish to'liq ciklining davomyiligi -60 - 120 min. Mg dagi vazn yo'qotilishi vazni foizga o'tkaziladi va ular bo'yicha haroratga bog'liq ravishda vazni yo'qotishning egri chizig'i (millimetrlil qog'ozda) chiziladi.

Vazni yo'qotish egri chiziqlarida faqat material vazning o'zgarishi bilan bog'liq bo'lgan termik effektlar aks etadi; polimorf o'zgarishlar, masalan, ularda qayd qilinadi. Vazni yo'qotishning olingan oddiy egri chizig'i asosida vazni yo'qotishning differensial egri chizig'ini qurish mumkin. Buning uchun oddiy egri chiziqning grafik differensiallashi amalga oshiriladi, buning uchun 1.10 - rasm grafigida har bir 50°S dan keyin vertikal chiziq o'tkaziladi va tegishli YA ordinatalarining balandligi o'lchanadi (abssissalar o'qidan egri chiziqdagi nuqtasigacha). DA ning hisoblangan qiymatlari bo'yicha - fS abssissa koordinatalarida boksit vazni yo'qolishining differensial egri chizig'i quriladi, ordinata A4 (1.10, b - rasm). Shu rasmda termografga olingan boksitning differensial termogrammasi keltirilgan. Ko'rinib turganidek, bu ikki differensial egri chiziqlar - avtomatik yozib olingan va grafik ravishda tuzilgan bir-biriga mos keladi.

Termogravimetrik tahlil uchun qurilmalar (TV-200, TV-500, TVU-3) kompleksda ishlovchi ikki asbobdan iborat: differensial egri chiziqlarni olish uchun termograf va vazn yo'qotilishini aniqlash uchun torzyon tarozilar bilan avtomatik tizim. TVU-3 qurilmasining shemasi 1.11-rasmda keltirilgan. Termogrammaga oddiy usulda ishlov beriladi (1.11, b - rasm). Differensial egri chiziqdagi termik effektlarning boshlanishi, yo'qotilishi egri chizg'ida ham, shuningdek, eng chekka

o'ngdagi vertikal chiziq (o'q) bilan kesishishgacha gorizontal chiziqlar, absissalarning parallel o'qlari o'tkaziladigan qaytarish nuqtalari belgilanadi. h-u umumiy masofa mm da o'lchanadi va qizdirilganda material vaznining umumiy yo'qotilishini bilgan holda (% da), h-u shkalasining bo'linishi bahosi belgilanadi. ko'rib chiqilayotgan holda vaznning yo'qotilishi 20% ni tashkil etadi, h-u masofa 35 mm ga teng va bo'lish bahosi - 1 mm uchun vazn yo'qotilishining 20:35x0,57 % ni tashkil etadi. Termogravimetrik egri chiziqning alohida uchastkalarida vazni yo'qotish: ha - 5,72%; ab - 8,58%; bs - 3,99%; su - 1,71% ni tashkil etadi.

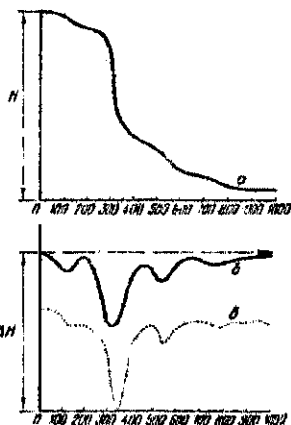


1.9-rasm. Qizdirishda material vazni yo'qotilishini aniqlash uchun torzion tarozli qurilma:

1-torzion tarozi; 2-torzion tarozining ion qutisi; 3-tarozi shayini; 4-sim; 5-modda uchun tigil; 6-termopara; 7-elekt pechi; 8-pech ishining termorostlagichi; 9-millivoltmetr; 10-torzion tarozi shkalasi; 11-richag; 12-vazn ko'rsatkichi; 13-issiqlik ekrani.

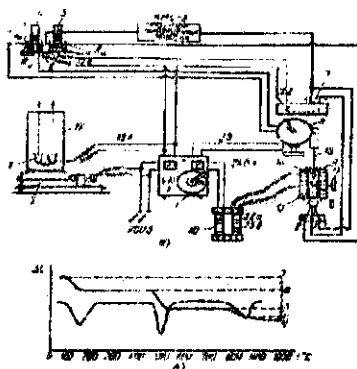
1.11-rasm. Termik va termogravimetrik tahlil uchun TVU (TG)-Z qurilmasining shemasi (a) va termogravimetrik egri chiziq ko'rinishi (b).

1-boshqaruv pulti; 2-fotoqaid qiluvchi kamera; 3-yoritgichlar; 4-tortuvchi galvanometr v; 5-differensial galvanometr G; b-fotoqog'ozda haroratni belgilash uchun lampochka; 7-haroratni avtomatik belgilash uchun moslamali millivoltmetr; 8-torzyon elekt tarozi; 9-elekt pechi; 10-transformator; 11-elektpechini surish uchun dastak; 12-himoya ekrani; 13-tekshirilayotgan modda va termojuftli etalon uchun blok; 14-vaznning yo'qotilishini aniqlash uchun tekshirilayotgan materialli tigil; 15-tigelni osib qo'yish uchun sim.



1.10-rasm. Boksit vazni yo'qotilishning oddiy va egri chiziqlari.

a-oddiy egri chiziq; b-oddiy egri chiziqqa qurilgan differensial egri chiziq; v-differensial-termik tahlil qurilmasida olingan differensial egri chiziq (termogramma).

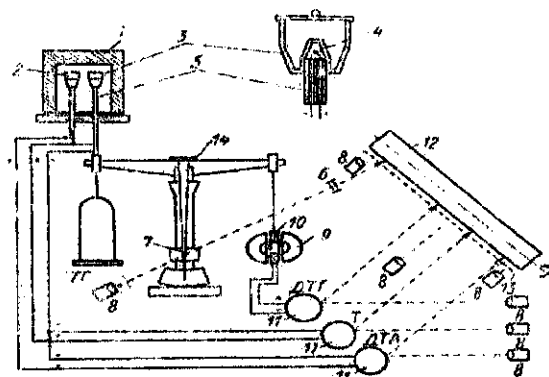


1.1.4. Derivatografik va gazovolyumetrik tahlil. Derivatografiya.

Derivatografiya. Derivatograf-fotoqog'ozning aynan bitta varog'ida bir vaqtning o'zida avtomatik ravishda qizdirishning harorat va differensial egri chiziqlarini hamda vaznni yo'qotishning oddiy (integral) va differensial egri chiziqlarini olish imkonini beruvchi termogravimetrik. Derivatograf sxemasi 1.12-rasmda ko'rsatilgan. 1 elektr pechida 2 etalon va 3 tekshirilayotgan moddalardan iborat platinali tigellar o'rnatilgan. Tekshirilayotgan moddali tigel ichida kombinatsiyalangan (differensial) platina - platina jinsli termopara bitta bo'g'inining simlari o'tadigan chinni (farfor) trubka - 5 ushlagichda o'rnatilgan. Differensial termopara DTA ko'zguli galvanometr yordamida 12 o'ziyozgich barabaniga o'ralgan fotoqog'ozdagi qizdirishning differensial egri chizig'ini yozib olishni amalga oshiradi. Chinni (farfor) trubka - 5 ushlagich 14 analitik tarozi shayinining bitta uchida mahkamlangan, shayinning boshqa uchiga ingichka ipda qutblar o'rtasida erkin harorat qiluvchi 10 elektr g'altak osib qo'yilgan; 9 doimiy magnitning. Magnitning kuchlanish maydoni harakatlanuvchi g'altakda kuchlanishi tarozining og'ishiga proporsional bo'lgan kuchlanishni doimiy tokni induksiyalaydi. G'altakda hosil bo'ladigan tok ko'zguli DTG ga beriladi, undan kelayotgan yorug'lik signali fotoqog'ozda vazn o'zgarishining differensial egri chizig'ini - derivato termogravimetrik egri chiziq DTG ni yozib oladi. Bu egri chiziq material vazni o'zgarishining tezligini tavsiflaydi. Ayni paytda tarozi strelkasida mahkamlangan optik tirqishli plastinka yordamida fotoqog'ozga vaznni yo'qotishning oddiy (integral) egri chizig'i - termogravimetrik egri chiziq TG uzluksiz yozib boriladi. Qizdirishning oddiy egri chizig'i T, tekshirilayotgan moddaga joylashtirilgan oddiy termopara bilan ulangan galvanometr G yordamida yozib olinadi. Platinali egri chiziqlar termojuftlar payvandining material bilan to'g'ridan-to'g'ri kontaktini istisno etuvchi maxsus formaga ega. Material moddasi 0,2 dan 10 g chegarasida tebranishi mumkin. Vaznni yo'qotishning egri chizig'ini yozib olishda tarozining maksimal sezgirli 0,2 g moddada bo'linishi uchun 0,2 mg ni tashkil etadi. Elektr pechi qizishi tezligi minutiga 0,5 dan 200 °C gacha chegarada dasturiy tuzilmasi tomonidan tartibga solinadi. Qizdirishning maksimal haroratlari - 150, 300, 600, 900 va 1200°C. Fotoqog'ozda haroratlarni hisoblash 0,5% aniqlik bilan yuz beradi. O'ziyozgich barabanining bitta aylanish vaqti 50, 100, 200 va 400 min dan iborat.

Derivatogrammadagi barcha egri chiziqlar bitta koordinataga ega - vaqtga. Ammo absissalarning qo'shimcha harorat shkalasini qurish mumkin. Buning uchun harorat egri chizig'ining T 2 gorizontal kalibrlangan chiziqlari bilan kesishish nuqtalari orqali ordinatalar o'qiga parallel vertikal chiziqlarni o'tkazish va haroratning tegishli ko'rsatmalarini absissalar o'qiga o'tkazish zarur. Shu tariqa

olingan gorizontal harorat shkalasi termoeffektlarning harorat chegaralarini aniqlash imkonini beradi.



1.12-rasm. Derivatograf sxemasi:

1-elekt pechi; 2-etalon uchun tigeli; 3-proba uchun tigeli; 4-termoparaning issiq payvandi; 5-chinni (farfor) trubka; termopara va tigeli ushlagichi; 6-fokuslovchi linza; 7-tarozi strelkalari; 8-yoritgichlar; 9-doimiy magnit; 10-elekt g'altak; 11-ko'zguli galvanometrlar; 12- o'ziyozgich barabani; 13-shkalalarni optik bosish uchun shablonlar uchun shablonlar; 14-analitik tarozi.

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

Fazali tahlilning gazovolyumetrik usuli.

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

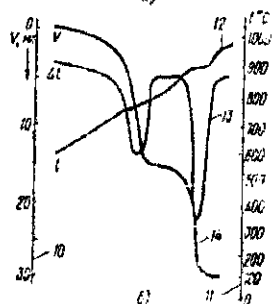
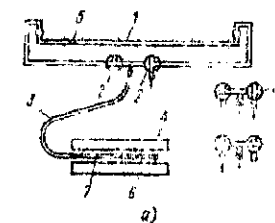
Gazovolyumetrik tahlilning turli maqsadlari uchun tuzilishi bo'yicha turli gaz byuretkalari ishlab chiqilgan.

Oddiy gaz byuretkasi 1 (1.13-rasm) ikkita uch yo'li jo'mraklar 2 va trubkasimon elekt pechli 4 rezina trubka vositasida ulangan, diametri 2,4 mm va uzunligi 1000 mm bo'lgan gorizontal joylashgan shisha trubkadan iborat. Byuretkaning darajalangan qismi ichida 5 simob tomchisi mavjud. 0,2-1,0 g miqdoridagi tekshirilayotgan material shisha probirkaga joylanadi, shundan so'ng unga hajmini kamaytirish uchun 7 chinni (farfor) sterjen (o'zak) kiritiladi. chunki probirkadagi havo hajmi qanchalik kam bo'lsa, ajralgan gazlarning hajmini shunchalik aniqrog' aniqlash mumkin. 6 moddali probirka trubkasimon gorizontal

yoki vertikal elektr pechiga qo'yiladi va 3 rezina shlang yordamida gaz byuretkasi bilan ulanadi. Elektr pechi berilgan tezlikda qizdiriladi va materialdan ajralayotgan gazlar rezina shlang va uch yo'lli jo'mraklardan biri orqali gaz byuretkasiga kelib tushadi va undagi simob tomchisini joyidan ko'chiradi. Ikki jo'mrakning mavjudligi gazni byuretkaning istalgan uchiga yuborish imkonini beradi; simob tomchisi nolinish holatidan o'ngga ko'chib ohirgi bo'linishgacha yetib borganda, jo'mraklar 9 holatiga o'tkaziladi va gaz simob tomchisini chapga, yana nolinish holatga ko'chirib, boshqa tomondan byuretkaga tushishni boshlaydi. Bunday o'tkazishlarni muvofiq ravishda gazning har qanday hajmlarini o'lhagan holda bir necha marta amalga oshirish mumkin. Tajriba uzluksiz o'tkazilganda harorat (30, 40, 500 va sh.k.) va ajralayotgan gazlar hajmi hisoblanadi. Byuretkaning hajmi katta bo'lmaganligi sababli gazlar hajmini hisoblashni aniq amalga oshirish mumkin. Olingan ma'lumotlar asosida gaz ajratishning koordinatalardagi egri chizig'i quriladi: harorat So da - gaz hajmining kattaligi sm^3 da (1.13, b - rasm).

Gazlarning belgilangan hajmi V ga probirka va shlangdagi gazning termik kengayishi keltirib chiqargan tuzatishni kiritish zarur. Gazning haqiqiy hajmi teng, bu erda V - byuretkaga ko'rsatmalari bo'yicha eksperimental topilgan gazning hajmi, sm^3 ; V - gazning kengayish kattaligi (zararli hajmi) sm^3 ; V_{pn} - reaksiya idish hajmi, sm^3 ; T_r - reaksiya idishidagi absolyut harorat, oK; T_h - honadagi havoning absolyut harorati; oK - ajralgan gazlar alohida idishlarga iqlilib, boshqa metodlar bilan tahlil qilinishi mumkin.

Avtomatik o'zi tenglashuvchi gaz byuretkalarining bir qancha konstruksiyalari mavjud.



1.13 - rasm. Gazovolumetrik tahlil uchun oddiy byuretkasi shemasi (a) va termogrammalari dolomitning gaz ajralishining egri chizig'i (b):

1-gaz byuretkasi; 2-uch yo'llik jo'mrak; 3-rezina shlang; 4-elektr pechi; 5-simob tomchisi; 6-modda joylashgan probirka; 7-chinni (farfor)sterjeni; 8-jo'mraklarning birinchi holati - simob tomchisi o'nga harakatlanadi; 9-jo'mraklarning ikkinchi holati - simob tomchisi chapga harakatlanadi; 10-ajralgan gaz hajmining shkalasi; 11-harorat shkalasi; 12-qizdirishning oddiy egri chizig'i.

1.2. Petrografik usul.

Texnik toshning petrografiya materiallar va jinsini tadqiq qilish polarizatsion mikroskop yordamida amalga oshiriladigan tabiiy petrografiya boshlanadi. Fanning yangi sohasini rivojlantirish ishiga katta ulushni olimlar D.S. Belyankin, V.V. Lapin, N. A. Tropov, I.U.M. Butt, S.D. Chetverikov, N.N. Smirnov, O.M. Astreeva, B.V. Volkonskiy va boshqalar qo'shishdi.

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

Yorug'lik mikroskopi usulining mohiyati kristallarning ichki tuzilishi bilan bog'liq bo'lgan va boshqa har bir material uchun o'ziga hos hisoblangan kristallarning optik xususiyatini aniqlashdan iborat. Ichki tuzilishga bog'liq holda minerallar ettita tizimga bo'linadi:

- 1) kubik - yorug'lik sinishining ko'rsatgichi n;
- 2) trigonal
- 3) tetragonal
- 4) geksagonal
- 5) monoklin
- 6) triklin
- 7) rombik

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

Maxsus adabiyotlarda kristall optikadan ma'lumotlar va tuzilmaning fazoviy modeli haqida ma'lumotlar mavjud. Ushbu qo'llanmada asosiy optik xususiyatlar ko'rsatilgan bo'lib, unda texnik minerallarni polarizatsion mikroskop ostida aniqlash mumkin. Bular yorug'lik sinish ko'rsatgichlari, ikkilik nur sinishi kuchi, asosi, optik belgi, rang, pleohroizm, so'nish burchagi ayrim kristallar shakli va o'lchami hamda ularning to'planishidir.

Shuni ta'kidlash kerakki, mikroskop yordamida material strukturasi o'rganish va materiallar xarakteristikasini aniqlash uchun maxsus preparatlar zarur. Sementli tosh va betondan, odatda, immersion preparatlar, tiniq va polirovka qilingan shliflar tayyorlanadi. Immersion preparatlarni tayyorlash uchun beton bo'lasi yoki uning ayrim tashkil qiluvchilarini (sementli tosh, to'ldiruvchi va boshqalar) agat havonchada mayda kukun bo'lguncha maydalanadi. Tadqiqot og'ir suyuqliklarda sentrifugalash usuli bilan poliminerallarni namunasini tarkibiy qismlarga oldindan bo'linishini osonlashtiradi.

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

Gitratatsiya, zanglash va boshqa jarayonlarni o'rganish uchun mikropreparatlar tayyorlanadi. Bunda shishalar o'rtasidagi immersion suyuqlik o'rniga distillangan suv yoki sho'r suv quyiladi. Suv bug'lanishini yoki tadqiq qilinayotgan materialga havo korbanat kislotasini tasir etishini oldini olish uchun yopiladigan shisha perimetr bo'ylab maxsus zamazka bilan qoplanadi. Bunday mikropreparatni uzoq vaqt davomida o'rganish mumkin. Keyin esa, qoplamani shishadan olinishi va immersion suyuqliklarda yangi xosil bo'lgan preparat aniqlanishi mumkin.

Tiniq va polirovka qilingan shliflarni tayyorlash uchun malakaviy mahorat talab qilinadi. Sifatli shliflar bir hil jinsli bo'lmaganligi sababli sement tosh yoki betondan tayyorlash ancha qiyindir. Beton tuzilmasini saqlash maqsadida shlifni turli tayyorlash bosqichlarida eritilgan konifolda namunalarni bir necha marta qaynatishni (70°C dan yuqori temperatura) taklif qilamiz.

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

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

Nurning sinishi bilan bir qatorda barcha anizotrop kristallarda uning ikkiga bo'linishi (ikkitali nur sinishi xodisasi) kuzatiladi. Yorug'lik nuri bunday kristallar orqali o'tganda oddiy va oddiy bo'lmagan "e" nurga bo'linadi.

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

Mineralning nur sinish ko'rsatkichi immersion preparatlarda polarizatsion mikroskop yordamida aniqlanadi. Immersion suyuqlikka cho'ktirilgan mineral donasining atrofida berk yorug' polosa hosil bo'ladi. Tadqiq qilinayotgan mineral va suyuqlikning nur sinish ko'rsatkichlari turlicligini bildiradi. Mikroskop tubusini ko'targanda (ko'tarish vintini "o'ziga qaratib" aylantirganda). Bekke polosasi eng ko'p nur sinish ko'rsatkichi bilan muhit tomon harakatlanadi (mineral yoki suyuqlik), immersion suyuqlik mineral va suyuqlikning nur sinish ko'rsatkichi mos

kelguncha, Bekk polisasi yo'qolguncha tanlanishi kerak. Har bir immersion suyuqlikning sinish ko'rsatkichini bilgan holda mineralning nur sinish ko'rsatkichini aniqlash mumkin.

Agar analizatorlik sinish ko'rsatkichi 1.53-1.54 ga teng bo'lgan balzamli mineral bilan tenglashtirilsa, shaffof shliflarda mineralning nur sinishi ko'rsatkichi to'g'risida tahminiy baho berish mumkin. Agar mineralning nur sinish ko'rsatkichi balzamdin yuqori bo'lsa, mineral qavargan, agar past bo'lsa botiq bo'lib ko'rinadi. Shlifda mineral va balzamning sinishi ko'rsatkichlariga yaqin bo'lgan qiymatlarida immersion preparatlarda bo'lgani kabi Bekke polisasi bo'yicha tariflanadi.

Mineral rangi tiniq shliflarda mikroskop yordamida (analizatorsiz) belgilanadi. Portlandsement klinkerda sarg'ish donasi va braunilleritning to'q kul rang donasi jaqqol ko'rinadi. Bo'yalgan ikkita sinuvchi minerallar pleohroizmga ega, yani mikroskop stolini aylantirishda rangini o'zgartirish imkoniyatiga ega. Biroq, bunday hodisa tabiiy minerallar uchun o'ziga xos hisoblanadi, sementlar gidrotatsiyasining maxsulotlari ko'pincha rangsiz bo'ladi. Mineralning rangi interferensiyangiz rangiga ajratish kerak. Interferensiyangiz rang ikkita sinish xususiyati bo'lgan kristallarda yuzaga keladi va shliflar kristallarni optik aniqlashga bog'liq. Interferensiyangiz rang, agar analizator bilan mikroskop ostida tiniq shlifni ko'rganda yaxshi ko'rinadi.

Rangning intensivligi bo'yicha kristalda ikkitali nur sinish kuchi to'g'risida baho berish mumkin.

Kristallarning so'nish burchagi eng yuqori bo'lgan interferensiyangiz rang bilan kesimlardagi tiniq shliflarda (analizator bilan) hisoblab chiqildi. Kristallning ulangan tekislik yo'nalishi Okulyarning biriga parallel qilib o'rnatiladi va mikroskop stolining konusi bo'yicha birinchi hisob bajariladi. Keyin kristallning so'nish yo'nalishi bo'yicha stol buriladi va ikkinchi marta hisoblab chiqiladi. Hisoblar o'rtasidagi farqi so'nish burchagining qiymatini beradi.

Kristallarning shakli va o'lchami hamda ularning shlifda to'planishi mikrometrik lineyka yordamida analizatorsiz aniqlanadi. Okulyar-mikrometr Okulyar-mikroskopga qo'yiladi. Lineykaning bo'lish bo'lagi mikroskopga qo'shib qo'yilgan ob'ekt-mikrometr bo'yicha hisoblab qo'yiladi.

Sement tosh yoki betondagi minerallarning asosiy optik tavsifini aniqlash juda qiyin bo'lganligi sababli tarkibining va ingichka yangidan paydo bo'lish kristalizatsiyangiz murakkabligi, biroq, ishda ayrim ko'nikmalarga ega bo'lib va materiallarning ayrim tavsiflari bo'yicha belgilab ushbu materiallarni polarizatsiyangiz mikroskop Min-8 yordamida o'rganish mumkin.

Yorug'lik o'tishda (tiniq shliflar) sement toshning mineral-faza tarkibi va to'lgichni aniqlash, sement tosh hamda sement tosh va to'ldirgich donalari o'rtasidagi kontaktlar holatini o'rganish; shakl, o'lcham va kovakchalar hamda yoriqlarni aniqlash kovakchalar soni va beton tarkibini hisoblab chiqish (klinker doni, qo'shimcha don, yangi paydo bo'lishlar to'planishi, to'ldirgichlar doni va boshqalar) mumkin miqdorni aniqlash Okulyar setka yoki integratsiyangiz stol yordamida o'tkaziladi. Yangi asbob AMA-I "Kontrast" shliflarda kovakchalar yoki donlar soni tez va aniq hisoblab chiqish imkonini beradi. Ishonchli natijalarni

olish uchun har bir namunadan bir nechta shliflarni hisoblab chiqish va o'rtacha qiymatini olish kerak.

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

Polirovkalarning shliflaridagi tadqiqot ishlari kristallar xususiyatidan foydalanishga ularning polirovkalangan tekislikka tushuvchi yorug'likning aks etishiga asoslangan. Aks etish imkoniyati kristall tuzilishi, uning yorug'lik sinish ko'rsatkichlari va so'nish ko'effitsientiga bog'liq. Polirovkalangan shlifning ochiq tekisligini o'yish va o'yish natijalarini qaid etish mumkin. Ushbu usul yuqori aks etish imkoniyati bo'lgan minerallarni o'rganishda foydalanish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Aks etgan yorug'likdagi sement tosh va betonda sementning gidratlanmagan doni, kalsiy yoki magniyning oksidlanishi, sulfatlarning aniqlash, ingichka donli yoki mayda kovakchali tuzilmani o'rganish, kontakt zonani tadqiq qilish mumkin.

Oxirgi yillarda polirovkalangan shliflarda mikroqattqlikni o'lehash usuli keng tarqalgan. Uni betonni tashkil etuvchilarning mikroqattqliqligini aniqlash uchun qo'llaniladi. Betonlarda kontakt zonaning holatini o'rganishda ushbu usul yordamida ishonarli natijalar olingan usul uzoq vaqt davomida yoki turli omillar (issiq, muzlatish, zanglash) tasir etganda, umuman kontakt zona yoki beton holatining o'zgarishini ob'ektiv kuzatish imkonini beradi.

1.3. Mikroskopik tahlil

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

Mikroskopik tahlil asosida har qanday turli jarayonlarni bevosita yoki bilvosita tekshirish uchun ham foydalanishi mumkin. Eng ko'p bu tahlil quyidagi masalalarni o'rganish uchun qo'llanadi: xom-ashyo materiallari kristallarining shakllari va o'lehamlari ularni pishirish mahsulotlari va qovushoq moddalar gidratatsiyasi mahsulotlarini; kristallar o'sishi va ularning yemirilish jarayonlarini; minerallarning optik konstantalarini o'lehash yo'li bilan ularni identifikatsiya qilish; kristallar tuzilishining bazi bir kristalkimyoviy xossalarini belgilash (kristallarining tashqi ko'rinishi, payvandiligi, darzligi, mintaqalanishi, qo'shimchalar mavjudligi, g'ovakliligi va sh.k.) moddalardagi faza o'zgarishlari; diffuziya jarayonlarini va sh.k. Boshqacha qilib aytganda, sifatli mikropreparatlarni tayyorlash imkoniyati mavjud bo'lganda mikroskopik tahlil har qanday jarayonning alohida bosqichlarini nazorat qilish imkonini beradi. Aynan shuning uchun mikroskopik

tahlildan sement zavodlarining laboratoriyalari va ilmiy - tekshirish institutlarida keng foydalaniladi. Undan foydalanib, 5 - 10 min ichida ishlab chiqarish texnologik jarayoning buzilishi va mahsulot sifatining o'zgarish sabablarini aniqlash mumkin: klinkerni yaxshi kuydirilmaganligi, sementning dispersligi, uni qo'shimchalar bilan aralashtirishning bir tekisligini aniqlash; betonning strukturasini - undagi to'ldiruvchilar taqsimlanishining bir tekisligini, g'ovakligi va sh. k. ni o'rganish.

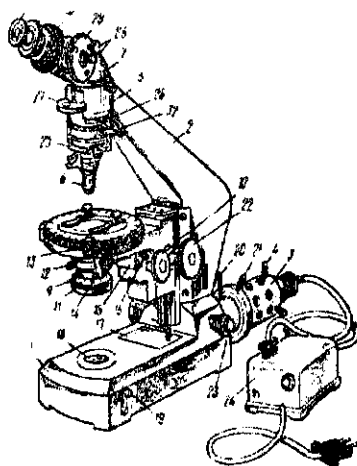
So'nggi yillarda mikroskopiyaning texnik imkoniyatlari quyi va yuqori haroratlarda, ultrabinafsha va infraqizil narda, ultra tovush tasir qilganda va b. da tekshirishlarni o'tkazishga imkon beradigan usullarni ishlab chiqish natijasida ancha kengaygan.

1.3.1. Qutblangan mikroskop MIN – 8 ning tuzilishi.

Mikroskop o'tuvchi yorug'likda shaffof preparatlarni tekshirish uchun mo'ljallangan. Mikroskop (1.14 - rasm) 2 - tubus ushlagich qattiq mahkamlangan asosga ega. Asosning orqa devorida 4 vintlar bilan markazlashgan elektr lampali 3 fonar o'rnatilgan. 5 - mikroskopning 5 tubusi 2 tubus tutqich mahkamlanadi, uning quyi qismi 6 ob'ektiv mahkamlanadigan qisqichli mexanizm bilan salazkalarni mahkamlash uchun "qaldirg'och" turidagi yo'naltiruvchi bilan tugallanadi. Tubusning yuqori qismi sinish prizmasi; Bertran linzasi, iris diafragmasi va 8 Okulyardan iborat bo'lgan 7 qiya uchlikni mahkamlash uchun mahsus uyaga ega. Dumaloq predmetli stol kronshteynda mahkamlangan va G bo'linishi bahosi bilan 360 ta bo'linishga ega. 9 korpusda kondensator va qutblagich joylashgan. Korpusni 10 vint yordamida optik o'q bo'ylab vertikal siljitish mumkin. qutblagich tashqi yuzasida 3600 li shkala o'yib yozilgan 11 mahsus gardishga joylashtirilgan. qutblagich ostida irisli apertura diafragmasi joylashtirilgan. Gardishdagi analizator "qaldirg'och dumi" turidagi pazda harakatlanadigan 26 salazkiga qo'yilgan. Analizator dastak vositasida 900 ga burilish mumkin. Analizatorni burish burchagini nazorat qilish doiraviy shkalaning segmenti bo'yicha 900 ga amalga oshiriladi. Analizator shkalaning 0 va qutblagich shkalasining 90 bo'linmalari qutblovchi qurilmalarning kesishgan holatiga muvofiq keladi.

Mikroskop tubusidagi analizator ostida qavariqli pona yoki 32 kompensatsiyalovchi plastinalarni kiritish uchun teshik mavjud. Teshik mikroskop simmetriyasining tekisligiga nisbatan 450 burchak ostida joylashgan. Analizator ustida uchta monohromatik filtrlar va bitta bo'sh teshik bilan 27 burilish diski mavjud.

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



1.14 - rasm. qutblangan mikroskop MIN - 8:

1-asos; 2-tubus tutqich; 3-fonar; 4-markazlashgan vintlar; 5-tubus; 6-obektiv; 8-okulyar; 9-kondensator va qutblagich korpusi, 10-9 korpusni ko'chirish uchun dastak; 11-qutblagich gardishi; 12-vint; 13-tormoz vinti; 14-linzani aylantirish uchun dastak; 15-kondensator kronshteyni; 16-vint; 17-uks ettirilgan yorug'likdagi yirik shaffof bo'lmagan ob'ektlarni tekshirish uchun foydalaniladigan lyuk; 18-polyaroidli plastinkani mahkamlash uchun flanets; 19-qo'shimcha linzani yoritish tizimiga kiritish uchun dastak; 20-maydon diafragmasi teshigini o'zgartirish dastagi; 21-vint; 22-o'zgartirish mahovig'i; 23-mikrometrli uzatish mahoviklari; 24-transformator; 25-qisqich qurilmali salazkalar; 26-analizator salazkalari; 27-yorug'lik filtri; 28-Bertran linzasini markazlash uchun dastak; 29-Bertran linzasini ulash va uzish uchun halqa; 30-irisli diafragmani rostlash uchun halqa; 31-okulyarni siljitish uchun halqa; 32-kompensatorlar.

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

Mikroskopda olinadigan tasvir sifatiga butun optik tizimning va birinchi navbatda ob'ektivning holati tasir ko'rsatadi. Mikroskopda turli ajratish qobiliyatiga ega 5 ta ob'ektiv mavjud. Ob'ektivning kattalashishi uning aperturasi qiymatlarining ortishi bilan ko'payadi Ob'ektiv aperturasi deganda quyidagi ifoda

tushuniladi: $A = n \sin \delta$, n - ob'ekt va ob'ektiv o'rtasida muhitning yorug'lik sinishi ko'rsatgichi, δ - ob'ektiv tomon yo'nalishda ob'ektdan chiquvchi nurlar hosil qiladigan konus balaridligidagi burchak yarmi $n = 1$ bilan havo aperturasi uchun 26 burchak qiymatlari 180° ga yaqinlashishi mumkin. Ob'ektivlar aperturasini oshirish uchun ular va ob'ektlar o'rtasidagi fazoni $2 > 1$ muhit bilan to'ldirish kerak. Ko'pincha bu sifatda ketr moyidan foydalaniladi. Mikroskop komplektida bitta shu turdagi ob'ektiv mavjud, uning aperturasi kattaligi 1.25 ga kattalashtirish esa - 90 x ga teng.

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

Mikroskopning optik tizimi, odatda yetarli darajada bo'lmagan tekis tasvirni beradi, bunga bog'liq holda chetlardagi va markazdagi tasvir aniqligi turlicha bo'ladi, ayniqsa surat olganidan keyin kattalashtirilganida. Bu xodisani bartaraf etish uchun mahsus fotoob'ektivlar qo'llanadi: ushbu mikroskopdagi 10h okulyari asosan tekis tasvirni olish imkonini beradi. Turli aperturaga ega mikroskopning barcha obektivlaridan jahshirog' foydalanish uchun mikroskopda son jihatidan alohida obektivlar aperaturasiga teng bo'lgan turli aperturaga ega bo'lgan uchta almashtiriladigan kondensor ko'zda tutilgan.

Konoskopik yorug'likda ishlanganda kondensor va ob'ekt o'rtasiga Lazo linzasi, uchlik (nasadka) ga esa - Bertran linzasi kiritiladi. Konoskopik manzaraning keskinligiga fokuslash okulyarni siljitish orqali amalga oshiriladi. Mikroskopda aks ettirilgan yorug'likda ishlanganda 25 qisqichli qurilma o'nimga OI - 12 Yoritgichi o'rnatiladi va ob'ektiv bevosita 1 Yoritgichga mahkamlanadi. Okulyar uchlik (nasadka) bu holda 180° buriladi, yani 3 fonari olib qo'yiladigan Yoritgich tomonidan joylashtiriladi. Yoritgich lampasidan kelayotgan yorug'lik nurlari ularni ob'ektga yo'naltiruvchi kerakli burchak ostida o'rnatilgan shisha plastinaga tushadi. Ob'ektdan aks ettirilgan nurlar bundan keyin mikroskopning oddiy optik tizimi bo'yicha ketadi.

Fazakonstrastli qurilma bilan ishlanganda mikroskop tizimidan kondensor bilan 15 kronshteyn o'nimga boshqa kronshteyn o'rnatiladi. Ish kfl komplektiga kiruvchi faza ob'ektivlarida amalga oshiriladi. Fazakonstrastli qurilma mayda kristalli moddalar sinishi ko'rsatkichlarini aniqlash va maiin tarkiblar (Loyli minerallar va sh.k.) ni o'rganish imkonini beradi. Minerallarning optik zichligini aniqlash uchun zarur bo'lgan qutblangan yorug'lik 18 flanec yo'nib kengaytirilishiga o'rnatiladigan qoplama polyaroid vositasida hosil qilinadi.

Mikroskopning umumiy kattalashtirishi

$$V = V_1 \cdot V_2 \text{ ni tashkil etadi,}$$

Bu erda, V_1 -ob'ektiv beradigan kattalashtirish; V_2 - Okulyar beradigan kattalashtirish.

1.3.2. Materiallarni mikroskopik tahlil uchun tayyorlash.

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

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

Immersion preparatlarni tayyorlash. Materialning 100g gacha og'irlikdagi o'rta probasi cho'yan havonchada 2-3 mm o'lchamidagi donalargacha maydalanadi, shundan so'ng 0.5g atrofidagi modda olinadi va u agat havonchada maydalanadi. Yirikroq donalar holida qoplama shisha qiyaligi shunchalik katta bo'lishi mumkin, tekshirishda kuchli ob'ektivlarni qo'llash mumkin bo'lmaydi.

Toza predmet shisha markaziga 10-12 mg kukun joylashtiriladi va 0.3-1.0 sm² yuzaga ega qoplama shisha bilan yopiladi. qoplama shishada barmoq izlari qolmasligi uchun, uni chetlaridan ushlab kerak. qoplama shisha tagiga tez oqib ketadigan va kukunni bir tekis qo'llaydigan immersion suyuqlik tomchisi quyiladi. qoplama shisha atrofida ortiqcha suyuqlik kuzatilsa u filtrlash qog'ozi bilan tortib olinadi. Suyuqlikdagi kukunning bir tekis taqsimlanishi uchun qoplama oyna extiyotkorlik bilan 1-2 mm ga turli yo'nalishlarda siljtiladi.

Bog'lovchi moddalarning gidratatsiya jarayonini tekshirishda preparatlar o'hshash usulda tayyorlanadi, faqat immersion suyuqlik o'rniga distillangan suvdan foydalaniladi.

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

Shaffof shliflarni tayyorlash. Shaffof shlif predmet va qoplamali shishalar o'rtasida pihtali balzam yordamida yopishtirilgan materialning yupqa qatlamidan (0.015-0.03 mm) iborat. qattiq jismlar probalarining shilish va silliqlash ishchi qismi 800-900 ayl/min tezligi bilan aylanuvchi, diametri 200-300 mm bo'lgan po'lat yoki cho'jan diskdan iborat silliqlash stanogida amalga oshiriladi. Stanok ikki diskka ega bo'lishi kerak: bittasi yirik kukunlar bilan, ikkinchisi mayda kukunlar bilan ishlash uchun. Silliqlangan namunani kodlash diametri 150 mm bo'lgan va 550 ayl/min aylanuvchi diskka ega yaltiratuvchi stanokda amalga oshiriladi. Abrziv material sifatida donalarining o'lchami 5-200 mk bo'lgan korund kukunidan foydalaniladi. Silliqlash kukun raqami korundning mk dagi maksimal o'lchamiga muvofiq kelishi kerak. Korund yirikligi sinflaririning belgilanishi uning suspenziyadagi cho'kish vaqtiga (min) to'g'ri keladi.

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

Shlifni tayyorlash quyidagi ketma-ketlikda olib boriladi. Material bo'lagida tekis yuza hosil qilishi uchun uni shilish M-60;M-200 abrazivlari yordamida silliqlash stanogining cho'yan diskida amalga oshiriladi. Silliqlash kukunlaridan pasta sifatida foydalaniladi, bu pasta kukunni suyuqlik bilan aralashtirish yo'li orqali tayyorlanadi. Agar material suv bilan o'zaro tasirlanmasa, u holda organik suyuqliklar qo'llaniladi: suvsizlantirilgan kerosin, benzin, spirt, benzol, toluol, ksilol, turli moylar. Keyin hosil bo'lgan tekislik M20, M28 abrazivlarning cho'yan diskida silliqlanadi va keyin M14, M10, M7 yoki M5 abrazivlari bilan ketma-ket shisha plastinada qo'l bilan bajariladigan mikro silliqlash amalga oshiriladi. Shundan so'ng plastina spirt, benzin va sh. k. da yaxshilab yuviladi, havoda, k. eyin esa, spirtli yondirgich alangasida yoki elektr plitasida ehtiyotkorlik bilan qizdirish yo'li bilan quritiladi. Shuningdek, predmet oynasi ham avval tozalab yuviladi va quriguncha artiladi. Predmet shishasi va namuna elektr plitasida 60-800°C gacha qizdiriladi, oynaga Kanada (yoki pixtali) balzam tomchisi tomiziladi va unga silliqlangan tomoni bilan namuna zich yopishtiriladi. Oyna va namunaning yuzasi orasida havo pufakchalari qolmaganligini kuzatib turish kerak, chunki namuna keyingi silliqlanganda plastinaning ko'chib ketishiga olib kelishi mumkin. 20-30 min dan keyin balzam qotadi va namunani boshqa tomonidan silliqlashni boshlash mumkin.

Preparatni predmet shishasi tomonidan olinadi va M200 abrazivi bilan cho'yan diskda namunani qo'pol silliqlash (shilish) amalga oshiriladi. Bu operatsiyaning maqsadi-plastinaning qalinligini 0.3-0.5 mm gacha etkazish. Keyin yuzasi spirt, benzin va sh. k. bilan yuviladi va sement klinker minerallari uchun 0.02-0.03 mm bo'lgan shaffof shlifning normal qalinligigacha M20, M10, M7 abrazivlari bilan shishada qo'l bilan silliqlanadi. Shlifning talab etilayotgan qalinligida qutblangan yorug'likdagi minerallar rangi jadvalda ko'rsatilganidek (och kulrang), shlif qalinroq bo'lganda esa - u rangliroqdir. Shlifning talab etilayotgan yo'g'onligiga erishilganda, uni ehtiyotkorlik bilan, ammo yaxshilab inert suyuqlik muhitida abraziv kukun qoldiqlaridan cho'tka bilan tozalanadi, Keyin havoda quritib, ozgina qizdiriladi. qizdirilgan silliqlangan yuzaga unchalik quyuq bo'lmagan balzam tomchisi tushiriladi va yuzasiga toza qoplamali shisha zich yopishtiriladi. havoda quritilganidan keyin shishalarning yuzasidan britva yordamida ortiqcha balzam qirib olinadi va spirtida yuviladi. Shuni nazarda tutish kerakki, shliflarni malakali tayyorlashda ham ularning quyidagi nuqsonlari bo'lishi mumkin: material qatlamining bir xil bo'lmagan qalinligi (markazda qalinroq va chetlarida yupqarog'), shlifning tekis bo'lmagan yuzasi - tiralgan joy, ariqchalarning bo'lishi, shuningdek, abraziv kukunlar ortiqcha donalarining mavjudligi. Juda kam g'ovak, kam mustahkam bo'lgan materiallar silliqlanganda qisman yemirilishga duchor qilinadi: shlif qattamlidan qattiq donalar va kristallar maydalanadi, zaif uchastkalar deformatsiyalanadi va sh. k. Buning uchun bunday materiallarning namunalari ulardan shliflarni tayyorlashdan oldin kanifol, Kanada balzami yoki oltingugurtida bir yoki ko'p marotaba provarka qilish yo'li bilan mustahkamlanadi. Buning uchun chinni (farfor) tigelga konifol yoki balzam joylanadi, oz miqdorda atseton qo'shiladi va aralashma bir turdagi eritmani hosil

qilishi uchun xumda qizdiriladi. Eritmaga namuna tushiriladi va 100°S atrofidagi haroratda 60 min davomida qaynatiladi. Eritma namunaga singiydi va namuna eritmadan olinib, havoda soviganidan keyin sezilarli darajada mustahkamlanadi, qaynatish-singdirish operatsiyasi bir necha marta amalga oshirilishi mumkin: shlifni tayyorlashdan oldin, shilishdan so'ng.

Qizdirilishda o'z tarkibi va tuzilishini o'zgartiruvchi materiallardan shliflarni tayyorlashda ularning yuqori haroratlarga qizdirish bilan bog'liq bo'lgan operatsiyalarni istisno etish zarur. Natijada bunday materiallar uchun qaynatish namunalarga 1-2 soat davomida 50°C dan past haroratda kanifolning artoksilidagi eritmasini singdirish vositasida amalga oshiriladigan "sovuq sementlash" bilan almashtiriladi. Namuna predmet shishasiga yopishtirilganda shlif boshqa tomonini qoplamali shisha bilan yopishda plastina ham, shlif ham qizdirilmaydi, faqat balzam 50-60°C haroratgacha qizdiriladi, namunani silliqlash uni qizib ketishining oldini olish uchun tanaffuslar bilan amalga oshiriladi.

Yaltiratilgan shliflarni tayyorlash. Yaltiratilgan shlif bitta tekisligi yahshilab yaltiratilgan material bo'lagidan (2-30 mm) iborat. Namunaning tanlangan tekisligini shilish, uni M14, M7 va M5 abrazivlari bilan qo'pol silliqlash va mikrosilliqlash shaffof shliflar holatidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi. Ammo tekislikka keyingi ishlov berilishi o'zgacha: shlifning silliqlangan tekisligi yaltiruvchi stanokning doirasida xrom oksidining mayda dispersli kukuni yordamida yaltiratiladi. S₂ O₈ kukuni suvsiz organik suyuqlik (spirt, kerosin, va sh.k.) da pastasimon konsistensiyagacha aralashtiriladi, uni keyin movutga surtiladi, yaltiratish vaqti 3-5 min ni tashkil etadi. Yaltiratilganidan keyin shlifning yuzasi ko'zgudek yaltirashi kerak. Amaliyot shuni ko'rsatadiki, shlifni xrom oksidisiz movut bilan qo'lda bir necha minut davomida yaltiratishni davom ettirish foydalidir.

Tayyorlangan shlif neytral suyuqlikda tozalab yuviladi va havoda quritiladi. Unda Cr₂ O₃ qo'shimchalari, kerosin izlari, tirlangan joylari bo'lmashligi kerak, uning yuzasi chetlariga og'ishlarsiz mutlaqo tekis bo'lishi kerak.

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

Tiniq yaltiratilgan shliflarni qo'llash ob'ekting aynan bitta uchastkasini ham aks ettirilgan yorug'likda ko'rish imkonini beradi.

Materialning mikrokесimlarini hosil qilish. Nisbatan yumshoq materiallardan o'tuvchi yorug'likda mikroskop ostida tekshirish uchun tiniq plastinalarni mahsus asbob-mikrotomda olinadigan qalinligi 1 mk va undan yuqori bo'lgan kesimlar ko'rinishida tayyorlash mumkin. Ultramikroton yordamida qalinligi 1 mk dan k5am bo'lgan kesimlarni tayyorlash mumkin.

"Tangachalar" usuli. quruq mayda donali material (loy, trepel va h) amilatsetat bilan qo'llangan shisha plastinalarda silliqlanadi. Keyin shishadagi material donalari

piroksilin bilan qoplanadi va preparat quritiladi, hosil bo'lgan tangachalar plastinadan olinadi va mos keladigan sementlovchi muhitda, masalan, Kanada balzamida mahkamlanadi. Bu usul tuproqning yiriklashtirilmagan kristallarini kuzatish imkonini beradi.

1.4. Tekshirishning elektron mikroskopik usuli.

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

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

1.4.1. Mikroskopning ishlash prinsipi

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

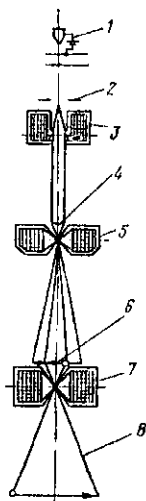
1-sinf-ajratish qobiliyati $< 5-15Q$ (UEMB-100, UMV-100, EM-7, JEM-5H va NI-10 mikroskoplari (Yaponiya), VS-413 (Chehoslovakiya) va b); 2-sinf-ajratish qobiliyati $20-30Q$ (EM-5, EM-T4, TESLA-VS-242 mikroskopi) va 3-sinf-ajratish qobiliyati $50-150Q$ (UEM-100, EM-3, NM-3 mikroskopi (Yaponiya)).

Elektron mikroskopidagi nurlar yurishining sxemasi 1.15-rasmda keltirilgan. elektron mikroskopning sxemasi oddiy yorug'lik mikroskopining sxemasiga yaqin. Voltfram simdan iborat 1 katod qiziganda elektronlarni chiqaradi. Katod va 2 anod o'rtasidagi bir necha o'nlab kilovatlarga teng bo'lgan potentsiallarning turiligi sababli elektronlar katta tezlik bilan anod tomon harakatlanadi va undagi teshik orqali 3 magnit linzaga o'tadilar. Linza 4 ob'ekt tekisligida elektronlar taramini fokuslaydi. Ob'ekt orqali o'tgan elektronlar 6 tekislikda ob'ektning kattalashtirilgan tasvirini hosil qiladigan ikkinchi magnit linzasiga 5 tushadi. Bu elektron tasvirini ko'rinarli qilish uchun, ushbu tekislikda flyuoresensiya qiluvchi ekran o'rnatiladi.

Ob'ektning hosil qilingan ko'rinadigan tasviri oraliq tasvir deb ataladi. Umumiy tasvirning muayyan qismini eltuvchi elektronlar qismi ekran markazidagi teshik orqali o'tadi va uchinchi magnit linzasi 7 yordamida 8 tekislikda kattalashtirilgan holda fokuslanadi. Oxirgi tasvir tekisligida ham, shuningdek, elektron tasvirni yorug'lik tasviriga o'zgartiruvchi flyuoresensiya qiluvchi ekran

mayjud. Flyuoresensiya qiluvchi ekran ostida eksponat qilish mumkin bo'lgan oddiy fotosurat plastinkali kasseta joylashtiriladi. Butun mikroskop tizimi 1-104-5-105 mm sim. ust. ga teng bo'lgan vakuum ostidagi ustunda joylashgan. Mikroskopning umumiy kattalashtirishi 3 va 5 linzalari beradigan kattalashtirishlar ko'paytmasiga teng. Agar 3 linza 150 marta kattalashtirishni, linza esa -5-200 kattalashtirishni bersa, mikroskopning umumiy kattalashtirishi 30 000 ga teng.

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



1.15-rasm. Elektron mikroskopdagi nurlarning harakatlanish sxemasi

1-katod (elektron to'p); 2-anod (anod diafragmasi); 3-magnit linza (kondensator haltagi); 4-preparat-obekt joylashgan tekislik; 5-magnit linza (obektiv g'altak); 6- flyuoresensiya qiluvchi ekranli oraliq tasvir tekisligi; 7-magnit linza (tasvir haltagi); 8- flyuoresensiya qiluvchi ekran va fotokassetali oxirgi tasvir tekisligi.

1.4.2. Elektron mikroskop ostida tekshirish usullari.

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

Bevosita usullar 105 mm tartibidagi mayda zarralar yoki yupqa qatlamlar ko'inishida hosil qilish mumkin bo'lgan ob'ektlarni tekshirishda qo'llaniladi: submikrokristallar, kolloidlar, loylar, tutunlar va sh. k.

Yorug' maydon bo'yicha ishlaganda elektronlar qismi ob'ektiv linzadan to'siqsiz o'tadi va to'g'ri, og'magan nur ko'inishida flyuoressentli ekranga tushadi. Ob'ektning o'tishida uning zich kristalli uchastkalariga tushgan va og'irgilari tomonidan sochilgan elektrodlar fluoressensiya qiluvchi ekranga yetib bormaydi va ohirgi tasvirni hosil qilishda ishtirok etmaydi. Ekrangacha to'siqsiz yetib borgan nurlar unda shakli bo'yicha ob'ektning zich qismlariga javob beruvchi uchastkalar - qorong'i joylarni o'rab olgan yorug' fonning hosil bo'lishini ta'minlaydi.

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

Qorong'i maydon usuli bo'yicha ishlaganda aperturali diafragmadan faqat namuna tomonidan sochilgan elektronlarga o'tadi, bunda ekranda shakli bo'yicha zich ("sochuvchi") zarralariga javob beruvchi yorug' uchastkalarni o'rab olgan qorong'i maydon kuzatiladi. qorong'i maydon usulining hususiyati tasvirning yuqori kontrastligidir. Qorong'i maydon usulidan foydalanib, ko'rib chiqilayotgan materialning moddalarining kristall yoki amorf sinfiga tegishligini aniq belgilash mumkin, bu suv bilan birikkan yangi hosilalar va aralashmaning komponentlarini ajratishda ayniqsa muhimdir.

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

Bevosita usullar elektron mikroskopiyada keng tarqalgan: ulardan foydalanganda ob'ektning o'zi emas, butun rel'efning nusxasi (ko'chirmasi) - izi, replikasi tekshiriladi.

Elektron-mikroskopik tekshirishdagi eng murakkab masalalardan biri bo'lgan tasvirning talqin etilishi yanada qiyinlashadi. Bu qiyinlik qisman bartaraf etiladi, agar ob'ektning aynan bitta uchastkasi turlicha tasir ko'rsatilganidan keyin uni kuzatish imkoniyati bo'lsa, bu o'rganilayotgan mikrouchastkani nazorat qilish imkonini beradigan replikasi belgilash mahsus uslub yordamida amalga oshiriladi.

Tekshirilishi kerak bo'lgan shlif oddiy yorug'lik mikroskopida ko'riladi va kerakli joyi olmos belgilagich bilan chiziladi. Belgilangan shlifdan oddiy usullar bilan replika tayyorlanadi.

Bu asbobning imkoniyatlarini ancha kengaytiruvchi, elektron mikroskop ostida tekshirishning mahsus usullari keyingi vaqtda keng tarqalmoqda.

Stereo mikroskopik usul tekshirilayotgan material yuzasining tuzilmasining, ayrim amorf va kristallar va sh. k. ning joylashish xarakterini aniqlash imkonini beradi. Ob'ekt stereoskopik tuzilmasining elektron-mikroskopik fotosurati ob'ektni turli burchaklar ostida suratga olish va stereoskopda ikkita suratni Keyingi birgalikda foydalanish yo'li bilan olinadi. Turli burchaklar ostida ob'ektning ma'lum uchastkalarini suratga olish uchun preparatni mikroskopning o'qiga nisbatan og'dirish imkonini beruvchi mahsus stereopatronlar qo'llanadi. Stereokomparatorda ikkita stereo mikrofotosuratlarni ko'rib chiqishda nafaqat ob'ektning sifatli fazaviy tuzilmasini olishga, balki murakkab rel'ef ayrim elementlarining o'lehamlarini aniqlashga imkon yaratiladi.

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

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

Elektronograflash usuli kristall panjaraning muayyan tekisliklaridan elektronlar taramining aks ettirilishiga olib keluvchi elektronlar taramining to'liqini xossalriga asoslangan. Bunday holda elektron mikroskop tizimi oddiy elektronograf rejimida ishlaydi. Kristall panjara bilan difraksiya qilingan elektron nurlar tushayotgan elektronlar tarami atrolida konuslar seriyasini tashkil etadi. Tushayotgan taramga perpendikulyar joylashgan fotoplastinkaning kesishishi konsentrik halqalar seriyasini hosil qiladi. Hosil bo'ladigan difransion surat tekshirilayotgan zarraning kristallografik qurilishi to'g'risida fikr yuritish, boshqa so'zlar bilan aytganda uning tarkibini solishtirish imkonini beradi. Bu tekshirish usulining murakkabligi ushbu aniq mikrozaradan difraksion tasvirni olishning qiyinligidadir. Bunday turdagi elektronograflash maxsus moslamalar yaratilishini talab qiladi. Oxirgi markadagi elektron mikroskoplar (UEMB - 100 va EM - 5) va ko'plab elektron asboblari 0.2 - 1 mk^2 maydonga ega preparat yuzasidan uchastkalaridan elektronograflash (elektron suratga olish) ni amalga oshirish imkonini beradi.

Muar usuli tuzilmaviy tahlilning bilvosita usuli hisoblanadi. Undan foydalanib, kristall jismlar tuzilishini va hususan, kristall panjaralardagi turli hil

joylashishlarni taqsimlash harakterini tekshirish mumkin. U bir - biriga yaqin bo'lgan kristallografik parametrlar bilan ustma - ust qo'yilgan kristall panjaralardan difraksiya qilingan elektron nurlar murakkab tasviri (muar naqshlar)ni hosil qiladi, ammo uni kristall panjaralardan birining ko'rsatkichlarini bilgan holda, rasshifrovka qilish mumkin.

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

Ionli yedirish har qanday minerologik ob'ektlarga nisbatan qo'llaniladi.

Dekodlash usuli vakuumli changlatish usuli bilan konglomerat yoki monokristall yuzasiga tekshirilayotgan material bilan kimyoviy birikishni hosil qilmaydigan oz miqdordagi modda bilan qoplashdan iborat. Natijada miqdori yaxlit monomolekulyar plyonkasining hosil bo'lishi uchun kerakli darajadan kam bo'lgan namunaviy modda faqat ob'ekt yuzasining faol qismlarida (nuqsonlar, bog'lamalar va sh. k.) to'planadi va bu bilan ularni ko'zga ko'rinarli qiladi, (ularni bezaydi). Mineralogik ob'ektlarni oltin bilan dekodlash usuli keng tarqalgan. Dekodlash, masalan kaolinit konglomeratini dekodlashdagi operatsiyalar ketma-ketligi quyidagicha: konglomerat yangi yuzasini ochish uchun uni qo'l bilan ushatiladi, material bo'laklaridan biri vakuum uskunaga joylashtiriladi va yuzasini aralashmalar va yopishib qolgan bo'lakchalardan tozalash uchun 15-40 min davomida 300-4500°C gacha qizdiriladi; qizdirish tugaganidan keyin bir necha minutdan so'ng vakuumni buzmasdan oltinni changlatish amalga oshiriladi, Keyin yuzasiga ko'mir plyonkasi (replika) tushiriladi, uning ajratilishi namunani o'lchov kislotada eritish yo'li bilan amalga oshiriladi.

Elektron mikrofraktografiya sun'iy tayyorlangan shlifning tasodifiy tekisligini emas, obektlarning yemirilishi, siniqlari va sh. k. da kelib chiqadigan

tabiiy yuzasini tekshiradi. Bu usuldan foydalanib, turli qattiq jismlarning yemirilishi sabablari va xarakterini o'rganish mumkin. Elektron optikaga hos katta chuqurlikdagi keskinlik elektron mikrofraktografiyaning yutug'idir. Sinishtar ko'pincha ko'mir replikalar yordamida tekshiriladi.

Rastrli elektron mikroskopiya. Rastrli elektron mikroskop (REM)- ishlash asosida tekshirilayotgan namunaning yuzasi bo'yicha elektronlar (yoki ionlar) ingichka taramini joylashning televizion prinsipi yotadi. Namuna yuzasiga tushadigan elektronlar to'plami modda bilan o'zaro tasirga kirishadi, buning oqibatida bir qator fizik xodisalar paydo bo'ladi. Muvofig datchiklar yordamida u yoki bu nurlanishni (masalan, ikkilamchi elektronlar) qayd qilib va kineskopga signallarni berib ekranda namuna yuzasini tasvirlashning rel'efli tasviri hosil qilinadi.

REM ning ajratish qobiliyati namuna bo'yicha skanerlovchi elektron nur kesimiga bog'liq: nur qanchalik ingichka bo'lsa, kattalashtirish shunchalik kattadir. REM-50 da erishilgan eng yaxshi ajratish-100A, yani 1 sinf oddiy elektron mikroskopdan deyarli 10 marta kam. Ammo REM ning katta yutug'i 0.6-0.8 mm ga yetadigan keskinlikning nihoyatda yuqori chuqurligi hisoblanadi. Bu holat REM da massiv ob'ektlar yuzasini o'rganish imkoniyatini beradi.

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

Boshqa usullar. Elektron mikroskopiya yuqori (2000°C gacha) va quyi (-180°C gacha) haroratlarda kristallar shakli va tuzilishini tekshirishda ham qo'llanilgan. Bunday tekshirishlarning o'tkazilishi mahsus qizdiruvchi va sovituvchi qurilmalarni yaratish zaruriyatiga, shuningdek, ob'ektlarni ishlab chiqish uslubiyatlarining o'zgarishiga olib keladi.

1.5. Rentgenstruktura tahlili.

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

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

1.5.1. Umumiy ma'lumotlar.

Rentgen nurlari elektron rentgen trubkalarda bazi materiallarning yuzalarini elektronlar bilan maxsus idishda elektronlar oqimining katod nurlari tasiri ostida kelib chiqadi.

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

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

Rentgen nurlarining tabiati, ko'zga ko'rinadigan yorug'lik nurlarining tabiatiga o'xshash, ammo keyingisidan farqli ravishda rentgen nurlarining uzunligi ancha qisqa va yumshoq nurlar uchun 0.6-6 Å, qattiq nurlar uchun -0.6-0.06 Å ni tashkil etadi. Anoddan keladigan rentgen nurlarining oqimi ("oq" rentgen yorug'ligi) turli uzunlikdagi to'lqinlar nurlanishlaridan iborat (shu jumladan, faqat muayyan uzunlikdagi to'lqinlar bilan karakterli nurlanishdir). Trubka anodida elektronlarning to'xtashi natijasida hosil bo'ladigan "oq" rentgen yorug'ligi antikatodning har qanday materialida hosil bo'ladigan va plyonkaning yaxlit qorayishini keltirib chiqaruvchi yaxlit spektrni hosil qiladi. Anod atomlaridagi energetik o'zgarishlar natijasida karakterli nurlanish alohida liniyalar bilan chiziqli spektrni beradi va antikatod materialining kristall panjarasining qurilish va hamda berilgan kuchlanish kattaligi bilan bog'liq. Katod nurlar elektronlari o'z energiyasining bir qismini antikatod materialining atomlariga beradi, shunga bog'liq holda keyingilar elektronlari atom yadrosidan ancha uzoqda bo'lgan orbitalarga "sakrab o'tadi", orbittadan orbittaga elektronlarning bu o'tishida avval yutilgan energiya monoxromatik nurlanish ko'rinishida ajraladi. Hosil bo'lgan rentgen nurlanishi elektronlarning bitta orbittadan boshqasiga o'tishini aks ettiruvchi faqat bir qancha chiziqlarning mavjudligi bilan tavsiflanadi va uning karakterli spektrini yuzaga keltiradi. Monohromatik rentgen nurlanishini olish uchun trubka antikatodi molibden, rodiiy, temir, mis, hrom, nikel, kobaltdan tayyorlanadi, "oq" rentgen nurlanishini olish uchun - platina, volfram, iridiidan tayyorlanadi.

Turli birikmalarning kristall panjalarida tekisliklararo masofalarni hisoblash Vulf-Bregg formulasi bo'yicha amalga oshiriladi, kristall parallel joylashgan va chegaralarida moddaning barcha atomlari joylashgan, bir-biridan teng uzoqlashgan tekisliklar summasidan iborat. Bu turdagi parallel tekisliklar kristall ichida turli yo'nalishlarda o'tadi va bu yo'nalishlarning har birida Kristall xossalari o'zgaradi (antizotropiya xossasi); hususan, parallel tekisliklar orasidagi masofa ham o'zgaradi (tekisliklararo masofa d).

λ uzunligiga ega monohromatik rentgen nurlarining tarami kristallning parallel atom tekisliklari qatoriga 0 burchagi ostida tushib, shu burchak ostida ulardan aks ettiriladi. Tekisliklarning bu qatoridan aks ettirilgan nurlar bitta fazada bo'ladi va

agar tartibi bo'yicha u yoki hoshqa tekislielar tomonidan ular yurishning turliligi to'liqlanlarning butun soniga teng bo'lgan holda ular bir-birini kuchaytiradir (H^2p . bu erda p-butun sonlar-1.2.3 va h. da aks ettirish tartibi). Ikki qo'shni tekisliklardan aks ettirilgan nurlar urishining turliligiga 2 (d·sin θ) ga teng. Demak, interferensiyali nurlar tarami quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

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

bu erda n - aks ettirilish tartibi (butun son: 1, 2, 3...n); λ - rentgen nurlari, d - tekisliklararo masofa. A yoki θ - tushuvchi rentgen nurlari taramining yo'nalishi va aks etiruvchi tekisliklar o'tirasidagi burchak, grad.

1.5.2. Rentgen uskunalarl.

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

1.5.3. Fotoplyonkada nurlarni qayd qilishdan foydalanuvchi rentgenstrukturaviy tahlil usuli.

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

Debay - Sherer usuli (kukunlar usuli). Bu usul yetarli darajada kristallashgan moddalarning rentgenstruktura tahlilining keng tarqalgan usuli hisoblanadi. Tekshirishlar nurlarning monohromatik tarami bilan o'tkaziladi. Usulning mohiyati quyidagidan iborat: Rentgen nuri qaytariladigan kristall tekisligini bu rentgen nuri atrofida (o'q sifatida) aylantirilsa, 3600° ga burilishda aks ettirilgan rentgen nuri yassi (tekis) fotoplastinkada doira hosil qiladi, fazoda esa, shakl - konusni hosil qiladi.

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

fotoplyonkali, qaytarilgan nurlar hosil qilgan konuslar kesishishi natijasida fotoplyonkada yo'ylar shakliga ega chiziqlar tushiriladi.

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

1.5.4. Nurlanishning ionlashgan qayd qilinishi bilan boruvchi rentgenstrukturaviy tahlil usuli.

Keyingi yillarda tekshirishlar amaliyotida rentgenstrukturaviy tahlilda nurlanish jadalligini qayd qilishning ionlashgan usuli katta ahamiyatga ega bo'ldi. Bu usuldan foydalanishda qaytarilgan nurlarni qayd qilish Geyger - Myuller hisoblagichlari yordamida URS - 50 I, URS - 50 IM rentgen apparatlari va Dron-I sintillyasiyalı aparatda amalga oshiriladi. Bu usulning ayrim minerallarga nisbatan yuqori sezgirligi va tahlil vaqtining ancha qisqarishi ushbu usulning katta afzalligidir. Asbestosement ITI ning fizik-kimyoviy laboratoriyasining ma'lumotlari bo'yicha aylanayotgan namunaning suratga olinishi bilan qaytarilgan rentgen nurlarini ionlashgan qayd qilish usulining qo'llanishi va suratga olish tartibining to'g'ri tanlanishi u yoki bu mineralning 2-3% miqdorida klinkerda bo'lishida uning mavjudligini aniqlash imkonini beradi.

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

Tekshirilayotgan material №008-son elagidan to'liq o'tish darajasigacha maydalanadi, shundan so'ng xalqasining diametri 20-25 mm va chuqurligi 3 mm gacha diametrga ega bo'lgan organik shishadan yasalgan tutqichga to'ldiriladi. To'ldirish qatlam ketidan qatlam, asta-sekinlik bilan amalga oshiriladi, bunda har bir qatlamı absolyutlashgan spritning bir necha tomchilari bilan namlanadi. qatlamlarni zichlash mahsus kurakcha bilan amalga oshiriladi. Chetlarigacha to'ldirilgan kyuvetaning yuzasidan ortiqcha kukun o'tkir tig'li pichoq bilan shunday olinadiki, namunaning yuzasi silliq bo'lib qolishi kerak, chunki bunga tajribaning aniqligi bog'liq. Material bilan to'ldirilgan kyuveta goniometrning preparat tutqichga o'rnatiladi va keyin apparat ishlashining u yoki bu rejimida rentgenogrammaning yozib olinishi amalga oshiriladi. Ishonchli ma'lumotlarni olish uchun ikkita rentgeno grammani suratga olish va ularni solishtirish bilan kyuvetaga kukunni ikki marotaba qayta to'ldirish olib boriladi.

1.5.5. Lokal rentgenstruktura tahlili.

Rentgen nurlanishidan foydalanishda tasvirni qurish uchun rastarli elektron mikroskopiya (REM) qo'llash keng tarqalgandir.

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

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

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

Miqdoriy kimyoviy tahlilni o'tkazish uchun tekshirilayotgan ko'p komponentli namuna va toza elementdan iborat bo'lgan etalonda aynan bir hil sharoitlarda ushbu elementning rentgen o'qiga hos chiziqining jadalligi o'lanadi. Bu chiziqlar jadalliklari nisbati materialdagi elementning miqdori to'g'risida ta'ribii malumotlar beradi. Ma'lumotlarning aniqligini oshirish uchun olingan natijalarga toza etalonga nisbatan ko'p komponentli namunadagi element mavjudligining alohida sharoitlarini hisobga oluvchi majburiy tuzatishlarni kiritish zarur. Bu tahlil qilinayotgan namuna va etalondagi rentgen nurlanishning yutilishidagi farqni, aniqlanayotgan elementning namunada boshqa elementlarning o'ziga hos (harakterli) nurlanishi orqali qo'shimcha qo'zg'alishini va sh.k.ni tashkil etadi. O, Si, Al, Mg kabi elementlar tomonidan rentgen nurlarining yutilishi koeffitsientlari kattaliklari to'g'risida aniq malumotlarning yo'qligi materiallarda ularning miqdoriy tarkibini katta aniqlik bilan aniqlash imkoniyatini bermaydi.

1.5.6. Elektronografik tahlil usuli.

Elektronografiya usuli tekshirilayotgan moddalarning kristall panjarasiga kirib boruvchi elektronlar difraksiyasiga asoslangan. Modda massasiga elektronlarning kirib borish chuqurligi 100dan oshmaydi, shunga bog'liq ravishda elektronografik

usuldan yuza qatlamlar yoki juda yupqa plyonkalar qurilishini tekshirish uchun foydalaniladi. Elektronografiya usuli yordamida ilgari ma'lum bo'lmagan kristall tuzilmalarining to'liq belgilanishini amalga oshirish, qattiq eritmalar va amorf fazalar qurilishini tekshirish, diffuziya jarayonlarini, to'yingan qattiq eritmalar yemirilishini, kristall jismlar tuzilmalarining nuqsonlarini o'rganish, birikishlarni tahlil qilish, vodorod atomlarining koordinatalarni belgilash va qandaydir boshqa tekshirishlarni o'tkazish mumkin. Shu tariqa, elektronografiya usuli materiallarni tekshirishning rentgen usulini to'ldiradi.

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

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

1.6. Spektral tahlil

1.6.1. Emission spektral tahlil.

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

1) tadqiq etilayotgan modda yuqori harorat (6000° gacha) tasir etish sharoitlarida gazsimon yoki bug'simon holatga o'tkaziladi;

2) bug' yoki gazni tashkil etuvchi ion va atomlar kuchli elektr zaryadining tasiri ostida qo'zg'aladi va yorug'lik kvantlari hosil qiladi;

3) turli uzunlikdagi to'qimalardan iborat yuzaga kelgan nur (yorug'lik) spektrga yoyiladi;

4) spektr fotosuratga olinadi;

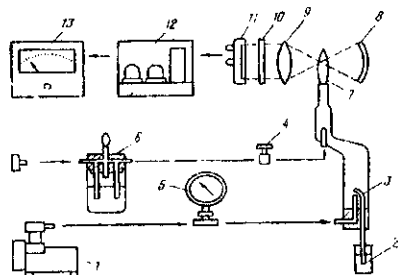
5) spektr rasshifrovka qilinadi va moddaning elementli kimyoviy tarkibi hisoblab chiqiladi.

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

Har bir element o'ziga hos xususiyatga ega chiziqli spektrga ega. Ushbu spektr valent elektronlar elementga qancha ko'p ega bo'lsa, shuncha murakkab hisoblanadi. Ko'p chiziqli murakkab spektrlar, masalan temir, marganets, xrom va boshqalarga mansub, aksincha bir valentli natriyva kaliy ko'p bo'lmagan chiziqlar soni bilan oddiy spektrlarga ega. Bir nechta elementlardan tarkib topgan modda spektri chiziqli hisoblanadi va uning tarkibiga kirgan barcha elementlar spektrining majmuidan iborat. Bunday spektrdagi turli chiziqlar holati va sonining tahlili moddaning sifatli elementar kimyoviy tarkibini aniqlashning asosi hisoblanadi. Ayrim belgilangan spektral chiziqlar intensivligini mos keluvchi etalon materiallardagi shunday spektral chiziqlar intensivligiga taqqoslash bilan miqdoriy elementlar kimyoviy tahlilini o'tkazish mumkin.

1.6.2. Alangali fotometriya usuli.

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



1.16-rasm. Yorug'lik fotometriyning prinsipial sxemasi:

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

Alanga atsetilin, vodorod, yonadigan gaz va boshqalarni yoqish natijasida olinadi. Alanga harorati 2500°C dan oshmaydi, natijada alanga fotometriya usuli bilan past qo'zg'atish potensialiga ega bo'lgan elementlar aniqlanadi. Bu asosan ishqorli va ishqorli yer elementlar: litiy, natriy, kaliy, rubidiy, seziy, magniy, kalsiy, stronsiy, bariy, marganets, hosil bo'lgan spektrlar juda oddiy. Aniqlanayotgan elementning monohromatik nurlanishli modda bilan nurlanishdan alangani ajratish uchun yorug'lik filtri, shuningdek, monohromatorli spektral asboblari (UM-2, SF-4 va boshqalar) qo'llaniladi.

1.6.3. Molekulyar spektral tahlil.

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

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

Molekulyar spektrlar to'liqlar uzunligi, tebranishlar chastotasi, to'liqli sonlar va boshqalarni tavsiflaydi. Spektral tahlil amaliyotda turli o'lchamlar birligining quyidagi turli spektr sohalarida to'liqlar uzunligini ko'rinadigan va ultrabinafsha sohalarida - angstrom yoki millimikron; infraqizil sohada - mikronlarda baholash qabul qilingan.

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

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

Infraqizil spektrlarni olish uslubi quyidagilardan iborat: material istalgan agregat holatida o'rganilishi mumkin. Gazlar yopiq kyuvetlarda, suyuqliklar - maxsus kyuvetlarda joylashadi. qattiq jins kukuni poroshoklar bilan birgalikda presslangan tabletkalar ko'rinishida o'rganiladi.

1.6.4. Elektron paramagnit rezonans usuli.

Elektron paramagnit rezonans (EPR) radiospektroskopiyaning - 106 -108 gts radiochastota diapazonidagi moddalarning elektromagnit spektrlarini tadqiq qilish

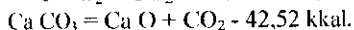
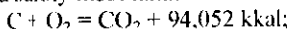
usullaridan biri hisoblanadi. Atomning magnit xususiyati elektronlarning yadro atrofida harakat qilishiga, elektronlarning o'z o'qi (spini) atrofida aylanishi, proton va neytronlarning o'qi ichida harakatlanishiga asoslangan. EPR usuli elektronlar va ular spinlarining orbital harakatlanishi bilan yuzaga kelgan atomning magnit xususiyatini qayd etishga asoslangan. Orbita bo'yicha harakatlanayotgan elektron aylana elektr tokidan iborat, ya'ni magnit maydon manbai hisoblanadi. Elektronning mexanik momenti bilan bog'langan o'zining magnit momentiga elektron ega bo'ladi. Natijada moddaning kristallaridagi har bir atomi magnit maydoni bilan o'ralgan turli kattalikdagi o'zining doimiy momentiga ega kichik magnitlardan iborat. Paramagnit moddalarda bunday "atomlar-magnitlar" oddiy sharoitlarda tartibsiz bo'ladi, natijada ularning magnit tasiri o'zaro yo'qolib ketadi. Modda doimiy tashqi magnit maydonga (TMM) joylashganda paramagnit jismining atomlari magnit strelka kabi tashqi magnit maydonning yo'nalishi bo'ylab (odatdagi diomagnit moddalardan farqliroq) joylashishga intiladi. Ideal holatda, magnit momentlar yo'nalishi tashqi magnit maydon yo'nalishi bilan mos keladi, amalda esa, bunday holat bo'lmaydi. Biroq barcha holatlarda shunday joylashgan atomlardan farqli o'laroq umumiy magnit orqali tashqi magnit oqimi tashqi magnit maydon oqimini kuchaytiradi. Barcha elektronlar tizimi tashqi magnit maydoni tasirida aniq aylana chastota " V_0 " bilan sodir bo'ladigan TMM yo'nalishi atrofida tekis yo'nalish harakati sodir bo'ladi. Agar keyin TMM ni V_1 chastota bilan TMM atrofida aylantiradigan sust doimiy yuqori chastotali magnit maydonini (O'YUS) perpendikulyar holatda qo'yilsa, unda V_0 va V_1 chastotalar mos tushganda O'YUS maydoni energiyasining yutilish hodisasini kuzatish mumkin. Tizimning bunday holati elektron paramagnit rezonans xususiyatini aks ettiradi. EPR hodisasi paramagnit atomlari bilan o'zgaruvchan magnit maydon energiyasining yutilishi rezonansidan iborat. Rezonans natijasida atomlar elektronlarining tizimi qo'shimcha aylana harakatlanuvchi momentiga ega bo'ladi, zarraning magnit momenti esa, TMM yo'nalishidan og'ishga intiladi. Modda bilan yutilgan maydonning O'YUS bilan energiya unda issiqlik energiyaga aylanadi. Kvantli vaziyatlarda EPR xodisasi quyidagilardan iborat bo'ladi: kvantli holati S tavsifladigan paramagnit atomni doimiy magnit maydonga kiritishda uning asosiy energetik darajasi turli elektronlar bilan joylashgan $2S+1$ kichik darajaga parchalanadi. Maydonning O'YUS (o'ta yuqori sezgirlik) tasirida kichik darajalar joylashishini to'g'rilashga yo'naltirilgan quyi qo'shni kichik darajalar o'rtasida elektronlar qayta taqsimlanadi. Ushbu o'tishlar hisobiga, rezonans holatda O'YUS energiya yutiladi. Energiyaning qismini yutgan elektron eng yuqori kichik darajaga o'tadi, biroq u ortiqcha energiyani berishga va quyi kichik darajada o'zining barqaror holatiga qaytishga intiladi. Bunday jarayon ikkala kichik darajada elektronlar soni teng bo'lmagunga qadar uzluksiz davom etadi, Bunday holatda modda bilan energiyaning yutilish to'xtaydi. Energetik darajalarni (spektral chiziqlar) elektromagnit parchalash xususiyatiga modda kristalli panjarasining tuzilishi, kimyoviy aloqasining tabiati, ionning koordinatsion holati va shu kabilar katta ta'sir ko'rsatadi.

1.7. Kalorimetrik usullar.

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

Termokimyo asosida "kimyoviy reaksiyalarning issiqlik effekti dastlabki moddalar va oxirgi mahsulotlarning turi va holatiga bog'liqligiga, lekin o'tish yo'liga bog'liq bo'lmashligidan" iborat G.I.- Gess qonuni yotadi. Ushbu qonun doimiy bosim ostida jiddiy hisoblanadi. Bundan tashqari tasirlarning issiqlik effektlarini solishtirishda moddaning bir jinsli kimyoviy tarkibi, ularning agregat holati, polimorfli holatiga rioya qilish, jarayonning tashqi sharoiti - harorat, bosim bir hil bo'lishi va shu kabilar zarur. Tasir etishning issiqlik effekti, agar dastlabki moddalar turli aralashmalar har xil miqdorda bo'lsa, turlicha bo'ladi.

Tasir etishning issiqlik effekti Q_p tenglamaning o'ng qismida ko'rsatiladi. Agar reaksiya issiqlik ajralishi bilan kuzatilsa, unda issiqlik effekti ijobiy, agar tasir etishda issiqlik yutilsa, unda salbiy hisoblanadi. Masalan:



Doimiy bosim ostida hosil bo'ladigan tasir etishning issiqlik effekti oxirgi H_1 va dastlabki H_2 holatlarda moddalarning issiqlik miqdorining ayirmasi ko'rinishida ifoda etiladi:

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

Entalpiyaning bunday o'zgarishi uchun ΔH_0 298 (yuqoridagi belgi standart holatni, yani bosimni 1 at, pastdagi indeks - haroratni bildiradi), belgi qabul qilingan. 25°C dan farq qiluvchi haroratlarda oddiy faktlarning hosil bo'ladigan issiqlik sharoitlarida termodinamikaning birinchi qonuni asosida effekt kattaligining haroratga bog'liqligini chiqarish kerak. Silikatlar bosimdagi gazli fazasi bo'lmagan kondensirlangan tizimlar hisoblansa, unda kichik bo'lgan tashqi bosimga e'tibor bermasa ham bo'ladi. Tasir etish issiqlik effekti kattaligi ΔH tenglamaning o'ng qismida, Q_r belgidan boshqa belgi qo'yiladi. ΔH belgi, agar tasir etish issiqlik yutilish bilan (yani $+ Q_p = - \Delta H$) hosil bo'lsa ijobiy, aksi bo'lsa, agar tasir etish issiqlik ajralishi bilan hosil bo'lsa (yani $- Q = + \Delta H$) salbiy bo'ladi.

Bog'loveli moddalar kimyosida Kalorimetriya usuli bog'lanishlarni hosil qilish issiqligini va eritish issiqligini hamda moddalar gidratatsiyasini aniqlash uchun qo'llaniladi.

1.7.1. Bog'lanishlarni hosil qilish issiqligini aniqlash

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

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

Ta'sir etishning issiqlik effekti tenglamaning o'ng qismida ko'rsatilgan barcha moddalarning hosil qilish issiqligi va tenglamaning chap qismida ko'rsatilgan barcha moddalarning hosil qilish issiqligi o'rtasidagi farqqa teng. (tegishli koeffitsiyentlar bilan birga). Barcha jadvalga oid hosil qilish issiqligi tajribani o'tkazishning bir hil shartlariga kirishi zarur. Masalan, hosil qilish ta'sirining issiqlik effekti - 25°S bo'lganda, quyidagi formula hosil bo'ladi.

$$1. 2\text{Ca O} + \text{Si O}_2 \text{ kvars} = \beta - \text{Ca}_2 \text{ Si O}_4 + Q;$$

$$\text{Sa} + \text{O}_2 = \text{Ca O} + 151,8 \text{ kkal/mol } (Q_1);$$

$$\text{Si} + \text{O}_2 = \text{Si O}_2 \text{ kkal/mol} + 205,4 \text{ kkal/mol } (Q_2);$$

$$2\text{Ca} + \text{Si} + 2\text{O}_2 = \beta - \text{Ca}_2 \text{ Si O}_4 + 539,4 \text{ kkal/mol } (Q_3);$$

$$Q \text{ reakcii} = Q_3 - (2Q_1 + Q_2) = 539,4 - (303,6 + 205,4) = 30,4 \text{ kkal/mol}$$

$$2. 2\text{Ca O} + \text{Si O}_2 \text{ kvars} = \beta - \text{Ca}_2 \text{ Si O}_4 + 30,4 \text{ kkal/mol}$$

1.7.2. Bog'lovchi moddalarning gidratatsiya issiqligini aniqlash

Bog'lovchi moddalardan iborat minerallarning suv bilan o'zaro ta'sir etishi ekzotermik hisoblanadi, ya'ni reaksiya issiqlik ajralishi bilan o'tadi. Bunda issiqlik miqdori materiallarning tashkil qilish gidratatsiya issiqligining yig'indisi hisoblanadi. Turli namlanish, eritish, gidratlarni kristallizatsiya qilish va boshqa ikkilamchi jarayonlarni rivojlantirish natijasida "bog'lovchi-suv" tizimida ajratuvchi issiqlik miqdori nisbatan kam. Ishlab chiqarish nuqtai nazaridan to'liq bog'lovchi gidratatsiyasida ajratiladigan aksariyat issiqlik miqdori kabi, issiqlik ajratish kinetikasini ham bilish muhimdir. Ushbu ko'rsatkichlar gidrotexnika qurilishida sementlarni qo'llashda muhim ahamiyatga ega. Betonning ichki qatlamlarida uning kam issiqlik o'tkazishi sababli katta ko'ndalang kesimi (qalinligi) bo'lgan inshootlarda 50-700°C gacha sekin kamayadigan yuqori harorat oshadi. Binodagi tashqi va ichki qismlar haroratining farqi yuzaga kelishi natijasida Keyinchalik yoriqlar hosil bo'lishiga olib keladigan ichki kuchlanish oshadi. Qishki betonlashda qotishning dastlabki muddatlarida kam miqdorda issiqlikning ajralishi foydali hisoblanadi, chunki u betonning sovish darajasini kamaytiradi va sementning uzluksiz gidratatsiyasi uchun qulay sharoitni ta'minlaydi.

Bog'lovchi moddaning gidrotatsiyasida ajraladigan issiqlik miqdori ikkita-to'g'ri va bevosita usullar bilan eksperimental aniqlash mumkin.

To'g'ri usulda sementning qotishida bevosita ajraladigan issiqlik miqdori kalorimetrdan o'lchanadi. qotadigan massada issiqlik ajralishning to'g'ri o'lchash shunday afzalliklarga egaki, unda vaqt bo'yicha ushbu sementning issiqlik ajralishini belgilash va boshqa usullar bilan bajarish qiyin bo'lgan boshlang'ich gidratatsiya davrida tizim tomonidan ajralgan issiqlik miqdorini aniqlash imkoniga ega. Issiqlik ajralishini bevosita kalorimetrdan o'lchashda butun vaqt davomida, hamda namunaning qotish davrida, ya'ni 1,3,7,28 kun va hakoza o'tkaziladi. Tabiiyki, kalorimetrga joylashtirilgandan keyin 1 yil o'tib sement massasida ajraladigan issiqlik miqdorini aniqlash juda murakkab, chunki gidratatsiya tasir etishning issiqlik effektini bu davrda katta emas va miqdoriy ma'lumotlarni olish uchun atrof-muhitda issiqlik yo'qolishini aniqroq aniqlash juda zarur. Shuning uchun issiqlik ajralishini to'g'ri o'lchash usuli, odatda, birikishning boshlang'ich qotish muddatlarini 3-7 kungacha o'lchash uchun qo'llaniladi. Gidratatsiyaning bevosita issiqligini o'lchashni adiabatik hamda izotermik kalorimetrlarda amalga oshirish mumkin.

Bevosita usul talab etilgan vaqtda boshlang'ich sement kukunini eritish va qotgan sement tosh issiqligining farqini aniqlashga asoslangan. Olingan ΔQ kattalik o'tgan vaqt mobaynida tizim tomonidan ajratilgan issiqlik miqdorini o'z ichiga oladi. Ushbu usulning afzalligi istalgan harorat-namlik sharoitlarida sementning gidratatsiya va qotishning uzoq muddatda issiqlik ajratishni aniqlash imkoniyati hisoblanadi. Usulning kamchiligi gidratatsiyaning dastlabki davrida issiqlik ajralishini aniqlash mumkin emasligi va eksperimental nuqtalarning ko'p sonini olishda ko'p mehnat talab etilishi hisoblanadi. Erish issiqligini aniqlash turli tizim kalorimetrlarida amalga oshirish mumkin.

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

O'zgaruvchan haroratli kalorimetrlar kalorimetr tizim harorati tajriba vaqtida o'zgarishi bilan harakterlanadi. Bu holat kimyoviy tasir etishda issiqlik ajralganligi sababli yoki qobiq orqali atrof-muhit bilan issiqlik almashinishi natijasida sodir bo'ladi. Kalorimetrik tizimda va qobiqdagi issiqlik almashinuvi hisobga olinishi yoki bartaraf etilishi mumkin. Agar issiqlik almashinuvi hisobga olinsa, unda bunday turdagi kalorimetrlar oddiy (termosli), agar issiqlik almashinuvi bartaraf etilsa, unda adiabatik deb nomlanadi. Adiabatik kalorimetrlarda issiqlik almashinuvinii bartaraf etish kalorimetr va qobiq haroratning aniq teng uzluksiz ta'minlanishiga erishiladi. Adiabatik kalorimetr yordamida uzoq muddat o'tuvchi jarayonlarning issiqlik ajralishini o'lchash mumkin. Bunday holatda issiqlik reaksiyasiga o'zgartirish kiritish shart emas. Oddiy kalorimetrdan bunday jarayonlarning issiqlik ajralishini ajralgan issiqlik miqdorini aniqlashda katta hatoliklar sababli o'lchash mumkin emas.

Doimiy haroratli kalorimetrlar (yoki izotermik) tajriba vaqtida kalorimetr tizimining harorati o'zgarmasligi, ya'ni tizimda issiqlik akkumulyatsiyalanmasligi bilan harakterlanadi. Bu kimyoviy tasir etishda ajralayotgan issiqlik kalorimetrik

tizim tarkibiga kirgan moddaning agregat holati o'zgarishiga yoki ajralgan barcha issiqlikning tizimdan tez ajralishini ta'minlash yo'li bilan sarflanadi. Bu muzlagan kalorimetr (muzning erishi), difenilmenli (difenilmetanning erishi) va boshqalar. Tasir etishning issiqlik effekti o'zining agregat holatini o'zgartirgan moddaning miqdori bo'yicha aniqlanadi.

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

Ushbu usul bo'yicha qotishning issiqligini aniqlash uchun quyidagi apparatura zarur: 25-30 sm balandlikdagi, 5-7 sm ichki diametrli silindr shakldagi termos (Dyuar idishi) unga halqalar va aylanadigan simli ilgaklar bo'lgan termos silindrik qismining balandligidan 1 sm dan kichik oq tunukadan silindr idish; 0.1-0.20 ajratish yuklamasi bilan va termosda harakatni o'lchash uchun uzun dum qismi bilan 500°C termometr; 60 sm diametrli va 40 sm balandlikdagi silindr shakldagi bak ko'rinishidagi, aralashtirgich, 5 va 30 om reostatli elektr isitish haroratni ta'minlash imkoniga ega istalgan tizim termosozlagichi, isitgich zanjirida tokni avtomatik yoqish va o'chirish uchun rele termostatda berilgan suv haroratining doimiyligini nazorat qilish uchun Bekman termometri bilan taminlangan suvli termostat.

Umumiy o'rnatish sxemasi 1.17-rasmda keltirilgan. Po'stloq tiqinli (probka) termosga rezina yelim yoki ishqorning spirtli eritma bilan shindirilgan yoki parafinda pishiriladi. Qurigandan keyin teshikka termometr uchun yupqa devorli shisha trubka bir uchiga kavsharlangan tiqinlar zich qilib tiqiladi, trubka termosning o'rtaidan pastrog'igacha tushiriladi. Tiqin va trubka o'rtaasidagi bo'sh joy Mendeleev zamaskasi bilan to'ldirilib, biriktiriladi. Termosda haroratni o'lchash uchun xizmat qiladigan termometr ko'rsatkichi 15, 20, 30 va 40°C haroratda nazorat (tekshirilgan) termometr ko'rsatkichlari bilan tekshirilgan bo'lishi kerak. Olingan ko'rsatkichlar asosida tuzatadigan egri chiziqli chiziladi.

Gidrotatsiya issiqligi ikkita: bir vaqtda termosda yig'iladigan va atrofi muhitga termosdan beriladigan issiqlik summasi kabi aniqlanadi.

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

Agar sinov vaqtida harorat maksimal oshishi 10°C dan kam yoki 16 °C dan ko'p bo'lganda, sement va qumning nisbatini o'zgartirib, sinovni takrorlash zarur.

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

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

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

Eritishning oddiy kalorimetri ilmiy-tadqiqot ishlarida, shuningdek, bir qator davlatlarda sementning standart sinovlarida keng qo'llaniladi. Britaniya standarti "VS 1370" quyidagi gidratatsiya issiqligini aniqlash uslubini ko'zda tutgan.

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

Issiqlikni izolyatsiya qiluvchi material sifatida probka qatlami, ip-gazlama ip yoki shunga o'xshash materiallardan foydalaniladi. Issiqlikni izolyatsiya qiluvchi qatlamning qalinligi quyidagicha tanlanadi: kalorimetrik idishga 400 sm^2 iliq suv (50°C hona haroratidan yuqori) quyiladi va 30 minut davomida Bekman termometri bo'yicha uning haroratining pasaiishi nazorat qilinadi. Issiqlikni izolyatsiyasini yaxshi deb, agar harakatsizlikda bo'lgan suvning harorati shu vaqtda pasayishi minutiga 0.002°C dan oshmaganda, hisoblanadi. Odatda, issiqlikni izolyatsiya qilish qalinligi 25 mm ni tashkil qiladi.

Idishning (probkadan pastki qismi), shuningdek, termometr qismi va aralashtiruvchi qurilmaning ichki yuzasi quyushlashish nuqtasida mumli parafin turidagi kislotaga chidamli tarkibi bo'yicha tekis tekislanadi. Bunda, agar ushbu

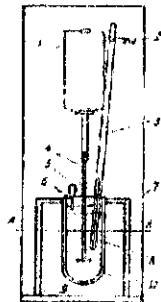
qopqama buzilsa (boshlang'ich isish yoki sovush jarayonida harorat tuzatishlarini aniqlashda odatdan tashqari harorat oshishini ko'rsatadi), yani parafin oldindan olishgan, erigan va joylashgan bo'lishi kerak.

Termometning yuqori qismi 22°C belgisigacha yetganda termometr sozlangan bo'lishi kerak. U aralashtiruvchi qurilmasining parragi bilan tasodifan tegib ketish imkoniyatining oldini olish kerak. Termometr po'stlog'i probkani olish oson bo'lish uchun, ikki qismga bo'linadi, birinchisiga termometr, ikkinchisiga voronka biriktiriladi. Harorat termometr bo'yicha yengilgina urilgandan keyin lupa yordamida xisoblab chiqiladi.

Aralashtiruvchi qurilma diametri 38 mm shishali ikki lopastli propeller ko'rinishida bo'lishi kerak va u dyuar idishning tagidan 38 mm tepada bo'lishi kerak. Aralashtirgichni harakatga keltiruvchi motor 400 ayl/min tartibining doimiy aylana sonini taminlaydigan reduktor bilan sinxron ko'rinishida bo'lishi zarur, aralashtirgichni motordan o'chirib qo'yish imkoniyati ko'zda tutiladi. Issiqlik ajratish hajmi aralashtirgichning uzluksiz aylanishidan 0,4 kal/minut dan oshmasligi kerak. Voronka filtrlangan bo'lishi kerak, trubkaning ichki diametri 6,3 mm; korpus uzunligi 25 mm.

Voronka trubasi probkaning pastki qismidan 3 mm dan ko'p bo'lmaganda ko'rinmasligi kerak. O'lchashlar o'tkazish vaqtida voronka probka bilan yopilishi kerak. Dyuar idishi probkali shtativga o'rnatiladi.

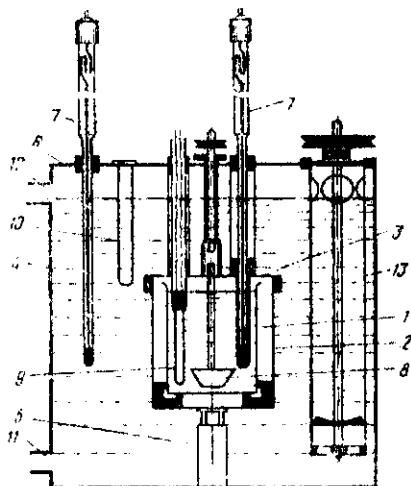
Kalorimetrik Suyuqlik azot kislotasining toza 2 n ($\pm 0,05$) va 40 foizli fluorvodorod kislotasining kimyo aralashmasidan iborat.



1.17-rasm. Oddiy eritish kalorimetri

1-elektromotor, 2-hisob lupasi, 3-Bekman termometri, 4-shisha aralashtirgich, 5-modda kukunini to'kish uchun voronka, 6-teshikli po'stloq probka, 7-jashik, 8-kalorimetrik suyuqlik, 9-issiqlik izolyatsiya qiluvchi material, 10-Dyuar idishi

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



1.18 - *rasm.* Eritish adiabatik kalorimetrlarning sxemasi;

1-plastinkali kalorimetrik idish; 2-jez silindr idish; 3-jez qopqoq; 4-suv termostati; 5-organik materialdan taglik; 6-termostat qopqog'i; 7-Bekman termometri; 8-plastinka konusli aralashtirgich; 9-elektir isitgich; 10-erishdan oldin namuna materialini termostatlash uchun trubka; 11-issiq yoki sovuq suvni quyish uchun teshik; 12-ortiqcha suvni tushurish uchun teshik; 13-propeller aralashtirgich.

Adiabatik kalorimetr konstruksiyasidan birining sxemasi 1.18-rasmda keltirilgan. Plastinkali kalorimetrik idish usti qopqoq bilan germetik yopiladigan silindr idishga 2 ebonit taglikka o'rnatiladi (qopqoq idishga 2 boltlar bilan buraladi, qopqoq va idish o'rtasida qistirma qo'yiladi yoki qopqoq idishning 2 aylana shaklida teshigiga kiritiladi). Shuning uchun kalorimetrik idish 1 atrofida havo qobig'i xosil bo'ladi. Idish oson olinadigan maxsus taglikdagi suv termostatiga 4 joylashtiriladi. Termostat qopqog'ida to'rtta teshigi mavjud ularga Bekman termometri, plastina konusli aralashtirgich, elektr isitgich va to'kish moslamasi qo'yiladi (rasmda ko'rinmaydi). Termometr va elektr isitgich flor vodorodining suvda eritilgan zararli eritmasining tasiridan saqlash uchun plastina g'ilofiga joylashtiriladi. Issiqlik o'tkazishni yaxshilash uchun g'iloflarga simob quyiladi. Elektr isitgich shishada kavsharlangan konstanta sindan iborat. Plastinka aralashtirgich kalorimetrik idishning yuqori qismidagi platina aralashtirgich tashqariga chiqib turgan sterjenli ebonit mufti bilan bog'langan, metallga yuqoridagiga asosan issiqlik yo'qolishi kamayadi. Termostatga kalorimetrik idishda ko'rsatkichi Bekman termometrlining ko'rsatkichi bilan solishtiriladi. Bekman termometri qo'yiladi.

Kalorimetrik idishdagi eritmaning haroratini o'zgartirish xususiyatiga muvofiq termostatdagi suv haroratini o'zgarishi ushbu kalorimetrdagi termostatga teshik 11 orqali mos ravishda issiq yoki sovuq suv beriladi. Issiq suvni laboratoriya stolidan 1 m balandlikda joylashgan ikkinchi termostatdan (yoki oddiy isitgichdan) sovuq suvni vodoprovoddan beriladi. Suv oqimi kran bilan rostlanadi. Termostatdagi ortiqcha suv teshik 12 orqali chiqariladi. Termostatda suvni idish tubidan tortadigan va qopqoq oldidagi teshik orqali chiqariladigan propellyar aralashtirgich 13 bilan suv tez aralashtiriladi. Termostatda suvni elektr isitgich bilan isitish sovitgich bilan sovutish mumkin. Elektr isitgich va sovitgichni boshqarish kuzatish tizimi

yordamida avtomatik ravishda amalga oshiriladi. Bunday adiabatik kalorimetrlarning konstruksiyasi bir nechta.

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

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

Tajribani o'tkazishda maydalangan va quritilgan sementdan 0,25-0,50 tahlil uchun tartib olingan narsa trubkaga 10 joylashtiriladi va unda 15 minut to'liq termostatlash uchun ushlab turiladi. Shundan keyin tajribaning vaqti boshlangan hisoblar adi.

Dastlabki davrda 30 sekund interval bilan haroratni o'n bir marta o'lchanadi. Eritma harorati $0,001^{\circ}\text{C}$ gacha aniqlik bilan Bekman bo'yicha o'lchanadi. Kalorimetridishga o'n bir marta o'lchangandan keyin sementning tahlil uchun olingan naveskasi kalorimetrik idishga kiritiladi. Shundan keyin haroratni tez oshishi bilan xarakterlanadigan tajribaning asosiy davri boshlanadi, haroratning oshishi tugagunga qadar davom etadi. Harorat asta-sekin tushishining oxirida o'nta o'lchashlar o'tkaziladi. Sement erishining ko'rsatilgan miqdori, taxminan eritmaning 200 ml da haroratning oshishi $0,7-1,5^{\circ}\text{C}$ ni tashkil qiladi.

Mikrokalorimetrlar ko'p miqdorda bo'lmagan bog'lovchi materialning gidratatsiyasida (gramm bo'lagi) turli konstruksiyadagi mikrokalorimetrdan foydalaniladi.

Issiqlik ajralish kinetikasi murakkab bog'liqlik bilan xarakterlanadi. Gidratatsiyaning birinchi bir necha minutida issiqlik ajralish tezligi juda yuqori bo'ladi (I pik), Keyin uning kattaligi tez, nolgacha tushib ketadi. Boshlang'ich ravishda issiqlikning intensiv ajralishi sementning S3 A tez gidratatsiyasi va namlanishning issiqlik effekti hosil bo'lishi bilan bog'liq bo'ladi. Gidratatsiyaning tezligining kamayishi va kam miqdorda issiqlik ajraladigan davrning yuzaga kelishi sement bo'lagining yuzasida gidratatsiya mahsulotidan zich qobiqning hosil bo'lishi sabab bo'ladi. Shu davrda gidratatsiya uchun zarur bo'lgan suv plyonka orqali differendlanadi va kimyoviy reaksiya tezligi molekular diffuziya tezligi bilan limitatsiya qilinadi. Asta-sekin plyonkaning butligi buziladi, suv molekulari gidratatsiyalanmaydigan bo'lakning yuzasiga oson erishadi va issiqlik ajralish tezligi (mos ravishda gidratatsiya) keskin oshadi. Issiqlik ajralish egri chizig'ida ikkinchi maksimum (II pik) yuzaga keladi. Induksion davrning davomiyligi odatda, bir necha soatni tashkil etadi (taxminan 1-4 soat), issiqlik ajralishning ikkinchi maksimumiga erishish vaqti gidratatsiya boshlangan vaqtdan boshlab 6 dan 12 soatgacha

chegaralarda joylashadi. Ikkinchi maksimum sement massani qamrab olinishiga mos keladi. Gidrotatsiyaning keyingi (II pikdan keyin) davri issiqlik ajralish tezligining asta-sekin kamayishi bilan xarakterlanadi. Bu birlik vaqtda uning soni kamayishi natijasi kabi boshqa sabablar bo'yicha yuzaga keladigan biriktiruv ta'sir qiluvchi bo'lakning asta-sekin kamayishi bilan bog'liqdir. Ayrim hollarda issiqlik ajralish egri chiziqlarda, Tadqiqotchidarning ta'kidlashicha, alyuminatlar gidrotatsiyasi va ularning gidratlari o'zgarishi bilan bog'liq bo'lgan issiqlik ajralishining uchinchi maksimumi yuzaga keladi. Ularda bo'sh gipsning etishmasligi bilan xarakterlanadigan sementlarda u yuzaga keladi. Odatda, uchinchi pik issiqlik ajralish egri chizig'ida aniq qayd qilinmaydi.

1.8. Materiallardagi g'ovaklar tuzilishini aniqlash usullari.

Sun'iy va tabiiy qurilish materiallarining ko'pchiligi g'ovakli kappilyar jismlar bo'lib, ularning strukturasi buyumlarning ko'pgina fizik-texnik xossalriga; mustahkamligi, qattiqligi, termomustahkamligi, issiqlikni va tovushni o'tkazuvchanligi, sovuqqa bardoshligiga va boshqalarga katta ta'sir ko'rsatadi.

G'ovak jismlardagi bo'shliqlar shaklining xilma-xilligi bilan ifodalanadi, biroq ularning hammasini bir qancha asosiy guruhlarga ajratilish mumkin: berk, kanal hosil qiluvchi va boshi berk guruhlar. Berk g'ovaklar asosan yumaloq shaklda va ajralgan holda bo'ladi.

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

Bo'shliqlar odatda materialda tartibsiz joylashadi, ular bir-biri bilan qo'shilib ketib, ulanib ham keladi. Shuning uchun g'ovak kanallar uzunligi bo'yicha kesim yuzi o'zgaruvchi nihoyatda murakkab tuzilishga ega.

Bir qator sun'iy va tabiiy qurilish materiallari serg'ovak - kapillyar jism bo'lib hisoblanadi, uning tuzilmasi buyumlarning ko'pgina fizik - texnik xususiyatlariga bir muncha (ko'pincha hal qiluvchi) ta'sir ko'rsatadi: mustahkamlik, qattiqlik, termomustahkamlik, issiqlik va tovush o'tkazuvchanlik, sovuqqa bardoshlilik va hokazo.



1.19-rasm. G'ovakning asosiy shakllari

(A.S. Berkman va I.G. Melnikova ma'lumotlari bo'yicha): a-yopiq yoki berk g'ovaklar; b-ochiq kanal hosil qiluvchi g'ovaklar; g-tupikli g'ovaklar; 1-to'g'ri; 2-chuvalchangsimon; 3-halqasimon

1.8.1. Zichlikni aniqlash.

Gidrostatik usul bilan hajmiy og'irlikni aniqlash.

Sinov uchun mo'ljallangan namuna (kub 3h3h3 sm va h.k.) qattiq shetka bilan changdan tozalanadi, 100-110 °Cda doimiy og'irlikkacha quritiladi va 0.01 g. gacha aniqlik bilan o'lchanadi. Namuna maxsus asbob – yong'inga chidamli itmiy - tadqiqot instituti konstruksiyasining vakuum katagida vakuum ostida suv bilan to'ldiriladi. Asbobning katagida (metall stakanda), nasos yordamida 15-20 mm. sim. ust. Elektr zarjadsizlanishishi hosil qiladi. Keyin esa, stakanga namuna to'liq yopilguncha suv quyiladi. Stakan suv bilan to'lgandan Keyin kran yordamida atmosfera bilan qo'shilishadi (havoga chiqariladi). Shu bilan namunani suv bilan to'ldirish tugaidi. Tajribaning to'liq vaqti 8-10 minutni tashkil qiladi.

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

1.8.2. Simobli porometriya usuli bilan g'ovaklikni aniqlash.

Materiallarning g'ovakli-kapilyar tuzilmasini simob hususiyatiga asoslangan simobni siqish usuli bilan tadqiq qilish ko'pgina qattiq jismlar namlanmasligiga asoslangan. qattiq jismning g'ovaklari va kapilyarlarini simob bilan yoki namlanmaydigan suyuqlik bilan to'ldirilganda, simobning yuzasini tortilishida va ho'llashning kosinus burchagiga g'ovak perimetri ifoda birligining miqdoriga teng qarshilikka erishiladi.

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

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

Bu erda- F g'ovak kesimining $\frac{\pi D^2}{4}$ maydoni, sm^2 ; R - tashqi bosim (simob bosimi) kgs/sm^2 ; n - g'ovak perimetri, sm ; a - simobni yuzaki tortishi, din/sm^2 ; θ -ho'llash burchagi, grad .

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

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

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

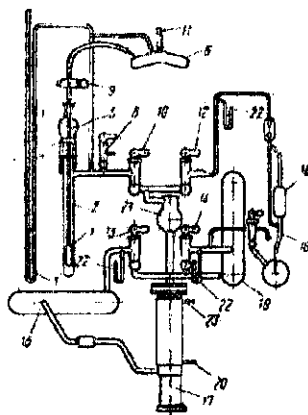
Bosim oshishi bilan simob materialning barcha mayda kapillyariga singib ketadi. Simobli pirometrik qurima P-3 m quyi va yuqori bosim poromerlardan iborat. Uning yordamida 25 dan 350000 gacha g'ovaklarning ekvivalent radiusi bilan g'ovakli jismlar dasturini aniqlash mumkin va tadqiq qilinayotgan jismlarning

ko'ringan va haqiqiy solishtirma o'g'irlik kattaligi asosida radiuslar bo'yicha g'ovaklarni taqsimlash hisoblab chiqiladi.

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

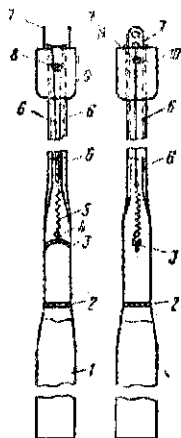
Quyi bosim poromerning asosiy qismi (1.20-rasm) bo'lib shisha dilatometr 1, simobning bosimini aniqlash uchun monometrik tizim, farvakuum va diffuzyon monometrlar, diffuzion nasos elektrpechka va simob uchun idish hisoblanadi. Poromerning shisha qismi, monometrlar, diffuzyon nasos va isitish pechi metall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

Yuqori bosim poromeridagi dilatometr quyi bosim poromerdagi dilatomeridek. Shuning uchun quyi bosim poromerida atmosfera bosimiga erishilgandan Keyin dilatometr yuqori bosim poromerga o'tkaziladi va po'lat mahsus idishga joylashtiriladi. Bunda dilatometr kontakti doimiy tok ko'prigiga ulangan mahsus idishning bekutuvchi kallak kontaktlariga ulanadi.



1.20-rasm. quyi bosim poromerning sxemasi: 1-dilatometr; 2-shisha silindr; 3-molibden sim uchi; 4-shayba; 5-simob uzatish uchun kapilyar; 6-simob uchun idish; 7-monometrik truba; 8,9,10,11,13, 14-kranlar, 11-probka; 15,19-forbalon; 16-Mak 1.002 monometri; 17-diffuzion nasos; 18-monometr; 21-simob bug'larini tushirish joyi; 22-simob monometrlari; 23-suvni tushirish uchun shtuser.

Keyinchalik namunaning g'ovaklariga kirgan simob hajmini hisoblash imkoniyatiga ega bo'lishi uchun, dilatometr kapillyaridagi konstantani bilish zarur. Dilatometr - bu shisha truba (1) bo'lib, uning ichiga tekshirilayotgan namunalar joylashtiriladi. (rasm 1.21.).



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

Dilatometning elektr zanjiri tekshiriladi, bosituvchi kallak bilan mahsus idish yopiladi va birinchi o'lchash ishlari amalga oshiriladi elektr zanjir kapilyarining boshlang'ich qarshiligi aniqlanadi. Keyin "azot" va "moyli tushirish" kranlari tushiriladi, kranlar ochiladi va azotli ballon hamda shtutserga trubkali strubcina ulanadi. Azot 50 kgs/sm² bosimgacha mahsus idishga asta-sekin beriladi, bu monometr ko'rsatgichda ko'rinadi. Bunda "azot" krani yopiladi va elektr zanjirning qarshiligi (R_1) o'lchanadi. Maxsus idishda 80 kgs/sm² gacha bosim azot yordamida oshiriladi. Azot bosimi foydalangandan keyin ballondagi "azot" krani yopiladi va knopkani bosish yo'li bilan moyli nasos yoqiladi. 200 kgs/sm² gacha bosimning oshishi 250 kgs/sm² uchun ikkinchisi monometri bo'yicha. keyingi bosimning P oshishi 4000 kgs/sm² uchun uchinchi monometri bo'yicha nazorat qilinadi. Har bir tanlangan bosimda elektr zanjirning qarshiligi R_n o'lchanadi.

1.9. Dispersli tizimlarni tekshirish usullari.

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

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

Ba'zi hollarda zarralarning o'lchamlari bo'yicha taqsimlanishi, boshqa hollarda zarralarning o'rtacha o'lchami yoki solishtirma yuzasini bilish muhimdir. Disperslik tavsiflari o'ziga xosdir.

Dispers tahlil usullari bevosita va bilvosita usullarga bo'linadi. Bevosita usullarga qandaydir shkala yordamida zarralar o'lchamlarining bevosita o'lchashlari kiradi. Bu guruhga mikroskopik va elastik tahlil, pona va oddiy yoki

avtomatlashtirilgan mikrometr bilan mehanik o'lehash usullari kiradi. Bilvosita usullar guruhiga zarralar o'lehamlari yoki ularning shakllari bilan bog'liq bo'lgan qandaydir belgi bo'yicha aniqlanadiganlar kiradi. Bu guruhga sedimentatsiyali tahlil elektr maidonidan zarralarni hisoblash va kalibrlash usullari, solishtirma yuzani o'lehashning barcha usullari va ko'pgina boshqa usullar kiradi.

Dispers tahlilni mukammallashtirishning ikki yo'nalishini belgilash mumkin. Ulardan biri ma'lum usullar va asboblarni modernizatsiya qilish (zamonaviylashtirish) va yangilarini ishlab chiqarishdir. Ikkinchi yo'nalish texnologik liniyadagi disperslikni nazorat qilish uchun mo'ljallangan usul va qurilmalarni qamrab oladi. Disperslik uzluksiz yoki davriy ravishda o'lehanadi, olinadigan axborot esa bevosita avtomatik boshqaruv tizimiga kiritiladi.

Elakli tahlilning mohiyati tekshirilayotgan material namunasini elaklar to'plamidan o'tkazish va boshlang'ich namunaning og'irligiga nisbatan ulardan har birida qoldiqning foiz tarkibini belgilashdan iborat.

Mikroskopik tahlil foizda ifodalangan ushbu o'leham zarralari sonining nisbiy tarkiblarini olish mumkin.

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

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

Havoni o'tkazish usuli bilan zarralar va agregatlarning tashqi solishtirma yuzasi o'lehanadi, bu ularning o'rtacha o'lehamini topish imkonini beradi.

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

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

Sanoatda ham, laboratoriya amaliyotida ham maydalash uchun to'rt turdagi tegirmonlar qo'llanadi: aylanuvchi, barabanli, sharli, tebranma, dezintegratorli va oqimli. Keyingi yillardagi tekshiruvlar shuni ko'rsatadiki, qattiq jismlar yemirilishi, ularning mustahkamligi va mo'rtligiga ichki bo'shliqlarning tashqi yuzalarida kimyoviy yoki jismonii yutilgan bazi suyuqliklar katta tasir ko'rsatadi.

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

1.9.1. Disperslik darajasini aniqlash.

Bog'lovchi moddalar dispersligining darajasi quyidagilar bilan karakterlanadi: elakli tahlil bilan aniqlanadigan tortishning botib ketishligi, yuzani o'lhagich, separatsion va sedimentatsion qurilmalar va boshqa apparatlar yordamida aniqlanadigan solishtirma yuza va donali tarkib bilan bog'lovchi moddalar zarralari yuzasini o'lchash, shakli va morfologik hossalari optik yoki elektron mikroskoplar yordamida aniqlanishi mumkin.

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

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

Disperslik darajasining tavsifi uchun sement kukunining solishtirma yuzasini aniqlash maqsadga muvofiqdir. Aynan bir hil klinkerdan tayyorlangan turli hil tortuvchi apparatlar yordamida elakli tahlil bilan belgilangan tortishning bir hil maydalik darajasiga yetkazilgan sementlar turli solishtirma yuzaga va mayda zarralar tarkibiga ega bo'lishi va natijada o'zlarining bir qator hossalari bo'yicha bir-biridan farqlanishi mumkin. Solishtirma yuza sementning ancha muhim xarakteristikasi hisoblanadi, chunki sementning qotishida yuz beradigan reaksiyalar jadalligi sement kukunining yuzasining kattaligiga bog'liq.

1.9.2. Elakli tahlil usuli.

Elakli tahlil ishlab chiqarish nazoratida, shuningdek, zavodning va ilmiy-tekshirish laboratoriyalarida o'tkaziladigan turli tekshirishlarda kukunsimon materiallarni tortishning maydaligini aniqlash uchun qo'llanadi. Elaklardan materialni, shuningdek, muaiyan yiriklikdagi donlar bilan fraksiyalarni ajratish zarur hollarda ham foidalaniladi. Bu ishlarning hammasi uchun kvadrat teshikli standart normalashtirilgan metall elaklardan foidalaniladi. Elaklarning turli

belgilanishlari mavjud: to'ring rahami, 1 sm kvadrat to'r uchun jacheikalar teshiklarining miqdori bilan, 1 pog. sm. uchun teshiklar miqdori bilan va b.tar.

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

1.9.3. Havoni o'tkazish usuli orqali solishtirma yuzani aniqlash.

Sementlarning solishtirma yuzasini aniqlash usuli hajm birligidagi bo'shliqlarni muayyan tarkibigacha zichlashgan ko'ndalang kesimning belgilangan qalinligi orqali so'riladigan havoga ko'rsatiladigan qarshilikning o'lchashga asoslangan. Sementning solishtirma yuzasini havoni o'tkazish usuli bilan aniqlash GOST 310-60 ga muvofiq olib boriladi.

Sementning solishtirma yuzasini aniqlash uchun yuzani o'lchagich (1.22, a-rasm) beshta asosiy qismdan iborat: 1-gilza, 2-monometr-aspirator, 3-kran, 4-siyraklashtirish rostlagichi va 5-siyraklashtirish manbasi (suv oqimli nasos).

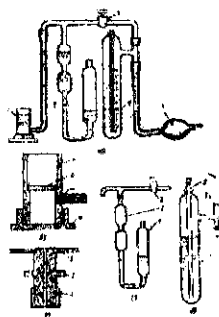
Sinalayotgan sement joylashtiriladigan gilza (1.22, b-rasm) ichki diametri $25,2 \pm 0,1$ mm va ko'ndalang kesimining maidoni 5 sm^2 bo'lgan po'lat trubkadan iborat. Gilzaning quyi qismida 2-perforatsiya qilingan disk joylashtirilgan mahsus joy yo'nilgan. Perforatsiya qilingan disk darajasidan quyida gilzani asbobga ulash uchun xizmat qiladigan 3-trubka mavjud. Gilza 4-tag qismining halqasiga o'rnatiladi. Sement qatlami joylashtiriladigan perforatsiya qilingan disk uning butun maydoni bo'yicha tekis taqsimlangan, diametri 1,2 mm bo'lgan 88 ta teshikli, qalinligi 2 mm li metall plastinkadan tayyorlanadi.

Plunjer (1.22, v-rasm) gilzadagi sement kukunini zichlashtirish uchun xizmat qiladi va 1-korpus, korpus bilan birga bitta metall bo'lagidan yo'nilgan 2-tirkali halqadan va 3-dastakdan iborat. Plunjer o'qi bo'ylab havoning o'tishi uchun kanal o'tkazilgan. Plunjer 0,1mm li tirqish bilan gilzaga moslashtirilishi kerak. Plunjerning quyi tekisligi uning vertikal o'qiga perpendikulyar bo'lishi kerak. Tirkakli halqa plunjerning quyi tekisligidan shunday balandlikda bo'lishi kerakki, plunjerni gilzaga kiritishda halqaning gilzaning yuqoridagi chetlariga tegishigacha plunjer quyi tekisligi va perforatsiya qilingan disk o'rtasidagi masofa $15 \pm 0,5$ mm ni tashkil etishi kerak.

Monometr - aspirator (1.22, g-rasm) suv bilan to'ldirilgan shisha idishdan iborat va kukun qatlami orqali havoning so'rilishini chaqiruvchi siyraklashtirishni hosil qilish, shuningdek, bu siyraklashtirishni o'lchash uchun xizmat qiladi. Monometr-aspiratorning ichki diametri - 5mm atrofida, balandligi - 250 mm.

Monometrning bir tirsagi ochiq, 2-gilza va siyraklashtirish rostlagichiga ulanadi. Monometrning bu tirsagida ikkita kengaytirish mavjud: Yuqoridagi katta solishtirma yuzasini o'lash uchun mo'ljallangan, quyidagisi kichik solishtirma yuzaga ega sement kukunlarining solishtirma yuzasini o'lash uchun mo'ljallangan. Kengaytirishlardan yuqorida va quyida belgilar mavjud. Bundan tashqari quyidagi belgilar tushirilgan: monometr-aspirator suyuqlik bilan to'ldiriladigan nolinci belgilar va o'lashni boshlashdan avval suyuqlik darajasi ko'tarilishi kerak bo'lgan yuqoridagi belgi. Monometr-aspiratorni siyraklashtirish rostlagichidan uzib qo'yish uchun 3-kran xizmat qiladi. Siyraklashtirishning gidravlik rostlagichi (1.22, d-rasm) osh tuzining to'yingan eritmasi bilan to'ldirilgan shisha idishdan iborat. Idishga havoning kirishi uchun 2-shisha nai (trubka) va asbobga ulanish uchun 3-nai (trubka) biriktirilgan. Rostlagich shundai darajaga to'ldiriladiki, syilaklashtirish hosil qilingandan monometr-aspiratorning yopiq tirsagidagi suyuqlik ikki nuqta bilan belgilangan nuqtagacha ko'tarilishi kerak. Siyraklashtirish suv oqimi nasos yordamida hosil qilinadi. Bunday nasos bo'lmaganda bitta yo'nalishda havoning harakatlanishi uchun klapanlari bo'lgan oddiy (grusha) - aspiratordan foydalanish mumkin.

Sinovdan oldin sement 09-sonli elak orqali o'tkaziladi va 25 g. og'irligidagi modda 105-110 °C da 2 soat mobaynida quritish javonida quritiladi. Gilza va asbob ulanishlarining germetikligi tekshiriladi, buning uchun gilzaning usti rezina tig'in bilan zich yopiladi, monometr-aspiratorda siyraklashtirish hosil qilinadi va kran (jo'mrak) beriktildi. Gilzalar va ulanishlarning to'liq germetikligida monometr-aspiratordagi suyuqlik darajasi pasaymasligi kerak. Aks holda havoning so'rilayotgan joyini topib, to'liq germetiklikka erishish kerak.



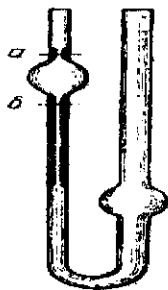
1.22-rasm. Sementning solishtirma yuzasini aniqlash uchun asbob:a-umumiy ko'rinish; b-gilza; v-plunjer; g-monometr-aspirator; d-siyraklashtirishning gidravlik rostlagichi.

1.9.4. Sedimentatsion tahlil.

Kukunlarning granulometrik (donli) tarkibini aniqlashning bevosita usuli bo'lgan sedimentatsion tahlil suyuq muhitda donlarning tushish tezligi ularning

o'lchamlariga bog'liq holda o'zgarishiga asoslangan. Bu usuldan foydalanishda suyuqlikning tanlanishi katta ahamiyatga ega. Bu maqsadda eng ko'p suv qo'llaniladi, ammo sement donlarini fraksiyalarga ajratish uchun suv yaroqsizdir, chunki u sementni gidratatsiya qilib unga faol tasir ko'rsatadi. Shuning uchun sementlar uchun sedimentatsion suyuqlik sifatida absolyut spirt, benzin yoki kerosin qo'llanadi. Loy, ohaktosh, qum va boshqa hom-ashiovi materiallarning sedimentatsion tahlilida suvdan yoki qovushqoqlik oshiruvchi suvning boshqa suyuqliklar bilan aralashmasidan masalan, suvning gletsirin bilan aralashmasidan foydalanish mumkin.

Sementning sedimentatsion tahlilini 0 dan 500 mg gacha shkalali torzion tarozilarda kerosinda cho'kib qolgan kukunni uzluksiz tortish yo'li bilan o'tkazish mumkin. Aniqlashdan avval kerosinning dinamik qovushqoqlik va zichligini belgilash kerak. Gidrotatsiyani istisno etish uchun, dastlab kerosin 2-3 kechicaiu kunduz mobainida qizdirilgan hlorli kalciyda (1 l kerosin uchun 200 gr hlorli kalsiy) tindirilishi kerak. Suvsizlantirish tugatilganidan keyin kerosin filtrlanadi va sedimentatsiyani o'tkazish haroratida uning zichligi va dinamik qovushqoqligi (keyingi hisoblar uchun zarur bo'lgan) aniqlanadi. Aniqlashlar imkonini bo'yicha Aynan bir hil haroratda masalan, 2°C da olib borilishi kerak. Agar qovushqoqlik Ostvald viskozimetri bilan o'lehansa (1.23-rasm) avval malum qovushqoqlikka ega standart suyuqlik tugaganda asbob kostantasi aniqlanadi. Agar standart va tekshirilayotgan suyuqliklarning zichligi qiymatlari bo'yicha teng yoki yaqin bo'lsa, bu konstanta tekshirilayotgan suyuqlikni qovushqoqligi to'g'ri aniqlash imkonini beradi. Standart suyuqlik sifatida suvdan ham foidalanish mumkin, agar kapillyar diametri 0,6 mm ga teng yoki kichik bo'lsa. Aks holda boshqa yanada qovushqoq suyuqliklardan foydalanish mumkin.



1.23 - rasm. Ostvald viskozimetri.

Agar material suv bilan aktiv tarzda o'zaro tasir etsa (ohak, sement va boshqa), unda suv o'rniga unga nisbatan inert suyuqlik olinadi (suvsiz kerosin, benzin, benzol va h). Bunday holatda tenglamaga koefitsient a kiritiladi suvning bu yerda: v -solishtirma og'irlik, g/sm^3 ; u - J -suyuqlikning solishtirma og'irligi, g/sm^3 .

II BOB. MATERIALLARNING MUSTAHKAMLIK VA DEFORMATSION TAVSIFLARINI ANIQLASH

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

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

Nazorat namunalarini sinash GOST 101-80-90 "Betonlar. Namuna nusxalari bo'yicha mustahkamlikni aniqlash usullari"ga muvofiq amalga oshiriladi. Nazorat namunalarini tayyorlash va saqlash GOST 18105-86 "Betonlar. Bir jinslikni va mustahkamlikni nazorat qilish va baholash"ga muvofiq amalga oshiriladi. Nazorat namunlari - kublarning o'lchamlari beton namunalarining mustahkamligiga ta'sir qiluvchi to'ldirgich donlarining miqdori va yirikligiga bog'liq holda belgilanadi.

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

Nazorat namunalarini sinovdan o'tkazishning qat'iy tartibi bo'lishi zarur: namunani pressga betonlash vaqtida chetida bo'ladigan qirralari bilan o'rnatiladi; Yuklanishni uzluksiz va bir tekis, sekundiga 6 kg s/sm² (0,6 MPa) tezlikda burib boriladi. Yuklanishni bundan yanada tezroq oshirish mustahkamlik ko'rsatkichlarini ortishi tomoniga o'zgartiradi, ancha sekin oshirish esa - kamayishi tomoniga

o'zgartiradi. Nazorat namunalarining tayanch sirtlariga, namuna notekis o'rab olinishining oldini olish maqsadida, tez tutib oluvchi gips yoki eritmasini quyish maqsadga muvofiq bo'ladi.

GOST 10180-90 ga muvofiq betonning siqilishga tekshirilgan mustahkamlik chegarasining olingan qiymatlarini qirrası 15 sm g teng bo'lgan etalon kubning mustahkamligiga keltirish zarur, shuning uchun qirrası 15 sm dan farq qiladigan beton kublarning mustahkamlik chegarası o'tkazish koefitsentiga ega.

Sig'imda betonning mustahkamlik chegarasini yoki kub mustahkamligi R ni har bir sinalgan namuna - kub uchun

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

formula bo'yicha aniqlanadi, bu erda a - 15 x 15 x 15 sm o'lchamli etalon namuna kub mustahkamligiga o'tkazish koefitsenti; R - buzuvchi yuklanish, kg s (N)3 f - namunaning o'rtacha ishchi yuzi, sm².

Etalon kub mustahkamligiga o'tkazish koefitsenti a turli o'lchamdagi kublar uchun quyidagi qiymatlarni tashkil etadi:

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

Etalon kub mustahkamligiga o'tkazish koefitsenti a turli xil o'lchamdagi silindrlar uchun quyidagi qiymatlarni tashkil etadi:

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

Betonning mustahkamligini aniqlash uchun konstruksiyalardan burg'ulab olingan yoki qirqib olingan namunalarni sinashga GOST ruxsat etadi. Xususan, bunda silindrlarning diametrlari 7,14; 10; 15 va 20 sm va balandligi mos ravishda

14,3; 20; 30 va 40 sm bo'lishi kerak. GOST 10180-90 qirqib olingan silindrlar uchun sinov natijalariga nisbatan ma'lum bir pasaytiruvchi koeffitsientlarni ko'zda tutadi. Nazorat namunalari sinashga tayyorlashda ularning geometrik o'lchamlarini shtangensirkul yoki metall chizg'ich bilan 0,01 mm gacha aniqlik bilan o'lchash, so'ngra namunalarning massasini 0,5 g gacha aniqlik bilan aniqlash zarur.

Nazorat nusxalarini sinash bo'yicha barcha ma'lumotlar sinash bayonnomasining maxsus qaydnomalariga kiritiladi. Agar mustahkamlikning o'rtacha chegarasini aniqlashda namunalardan birining eng kichik natijasi keyingi katta qiymatidan 20% dan ortiq farq qiladigan bo'lsa, u holda o'rtacha mustahkamlikni hisoblashda bu namuna ishlatilmaydi.

Betonning mustahkamlik tavsiflaridan biri betonning prizmati mustahkamligi (R_b) = hisoblanadi, u balandligi asosining o'lchamidan 4 baravar katta bo'lgan prizmatik namunani siqishdagi mustahkamlik chegarasini (kg/sm^2 hisobida) anglatadi.

Prizmati mustahkamlikning, elastik modulining va Puassan koeffitsientining kattaligini aniqlash GOST 24452-80 ga muvofiq amalga oshiriladi. Sinovlarda beton to'ldirgichining donalari yirikligiga bog'liq holda o'lchamlari 10x10x40 sm, 15x15x60 sm va 20x20x80 sm bo'lgan namunalardan foydalaniladi.

Prizmati mustahkamlik kubli mustahkamlikdan kichik bo'ladi, chunki namunaning balandligi ortishi bilan namunaning tayanch tomonlari va press plitalari orasida yuzaga keladigan ishqalanishning axamiyati kamayadi, bu ishqalanish betonning ko'ndalang cho'zilish deformatsiyalarining rivojlanishiga qarshilik qiladi.

KMK 2.03.01-96 "Betonlar va temirbeton konstruksiyalar"ning talablariga muvofiq bajariladigan temirbeton konstruksiyalarining hisob-kitoblarida betonning prizmati mustahkamligidan foydalaniladi. Uni aniqlash aniqligiga qarab konstruksiyalarning ishonchiligi ko'p jihatdan bog'liq bo'ladi.

Betonlarning kubli va prizmati mustahkamliklari orasidagi bog'liqlik odatda laboratoriya sharoitlarida aniqlanadi. Bunda prizmati mustahkamlikning koeffitsienti aniqlanadi:

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

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

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

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

Bu formula bo'yicha mustahkamligi 20,0-80,0 MPa bo'lgan betonlar uchun $R_b=(0,54+0,73)R$ bo'ladi. B.Gi.Skramtaev tomonidan $R_b=0,68R$ bog'lanish, O.JA.Berg va uning o'quvchilari tomonidan esa $R_b=0,783R$ bog'lanish taklif qilingan. Meyoriy hujjatlarda u mustahkamligi 30-60 MPa bo'lgan betonlar uchun avval $R_b=0,7R$ ko'rinishda qabul qilingan edi, xozirgi vaqtda esa mustahkamligi 20-80 MPa bo'lgan betonlar uchun $R_b=0,54-0,63R$. K_{bs} ning kattaligidagi bunday farq R_b kattalikka turli omillar - texnologik, geometrik va boshqalar jiddiy ta'sir ko'rsatishidan dalolat beradi.

Nazoratdagi prizmatik namunalarni sinashda yon tomonlariga tenzometrlar, bazida indikatorlar yoki qarshilik datchiklari o'rnatiladi, ular yordamida namunaning hamma tomonlari deformatsiyalarining tengligini ($\epsilon=(2+3)\cdot 10^{-5}$ chegarasida) kutilayotgan buzuvchi yuklanishlarning 10-20% ini tashkil etuvchi yuklanishlrgacha surish va nazorat qilish yo'li bilan namunani markazlash amalga oshiriladi. Beton elastikligining boshlang'ich modulini aniqlash ustiga asboblari o'rnatilgan o'ta prizmati namunalari bo'yicha olib boriladi. Betonning elastiklik modulini aniqlash uchun ko'pincha yuklantirish shemasi qo'llaniladi, unga ko'ra namunalari ko'zda tutiladigan yuklanishning 10% idan teng bosqichlari bo'yicha yuklanib boriladi.

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

Betonning boshlang'ich elastiklik moduli mazkur namunadagi betonning prizmati mustahkamligining 30% iga teng kuchlanish qiymatida betonning meyordagi kuchlanishlarining nisbiy deformatsiyalarga nisbati kabi aniqlanadi:

$$E_b = \sigma / \epsilon \quad \sigma = 0,3 R_b \text{ da}$$

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

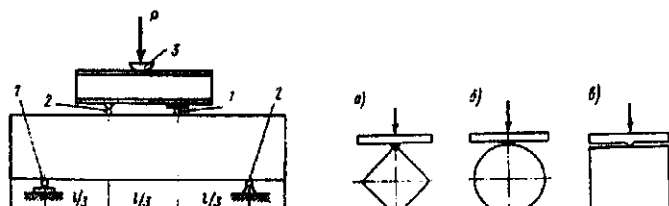
GOST 10180-90 ga muvofiq gorizontal holatda tayyorlangan beton namuna-to'sinchalarning o'lchamlari quyidagicha qabul qilinadi:

10x10x40 sm to'ldirgich donalarining yirikligi 20 mm dan ortiq bo'lmaganda

15x15x60 sm to'ldirgich donalarining yirikligi 40 mm dan ortiq bo'lmaganda

20x20x80 sm to'ldirgich donalarining yirikligi 70 mm dan ortiq bo'lmaganda

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



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

Betonning bukilishida cho'zilishga mustahkamligi chegarasi (R_{bt}) quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

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

bu erda δ - etalon to'sincha mustahkamligiga o'tkazish koeffitsienti; F - buzuvchi yuklanish, kgs(N); l - quyi tayanchlar orasidagi masofa, sm; a - to'sincha ko'ndalang kesimining eni, sm; b - to'sincha ko'ndalang kesimining balandligi, sm.

Etalon namuna-to'sincha mustahkamligiga nisbatan δ o'tkazish koeffitsientlari turli o'lchamli to'sinchalar uchun quyidagi qiymatlarni tashkil etadi: $20 \times 20 \times 80$ sm - 0,95; $15 \times 15 \times 60$ sm - 1,00; $10 \times 10 \times 40$ sm - 1,05.

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

Kublarni yorilishga sinash uchun tayyorlashda sinaladigan namuna-kub pressda diametri 150 mm va uzunligi kub qirrasiz uzunligiga teng bo'lgan ikkita qo'shimcha po'lat silindrik tayanchlar orasida uch qavatli fonera qistirmalarning o'lchamlari GOST 10180-90 talablariga mos kelishi kerak. Namunani sinash vaqtida yuklanishni oshirish tezligi buzilishgacha uzluksiz va o'zgarmas bo'lishi, hamda sekundiga $0,5 \pm 0,2$ kg/s (0,5 $\pm$ 0,2 MPa) ga teng bo'lishi kerak. Betonning o'q bo'yicha cho'zishdagi mustahkamligi chegarasini hisoblash namuna-kublarni sinash-ushatish natijalariga ko'ra quyidagi formula bo'yicha amalga oshiriladi:

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

bu erda, ν - ushatishga sinash natijalaridan o'q bo'yicha cho'zilishga mustahkamlik kattaligiga o'tkazish koeffitsenti; F - buzuvchi yuklanish, kgs(N); a - kub qirrasining uzunligi, sm.

Koeffitsient qiymati GOST 10180-90 ning tegishli bo'limlaridagi formulalar bo'yicha aniqlanadi.

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

$$R_{sr} = \nu \frac{F}{dH}$$

bu erda, d - silindrning diametri, sm; H - silindrning balandligi, sm.

Cho'zishda betonning mustahkamlik chegarasini aniqlash namuna-prizmalarni, silindrlarni, "sakizliklarni" sinash yo'li bilan amalga oshiriladi.

O'q bo'yicha cho'zishga sinashning asosiy kamchiligi - namunani markazlashda yuz beradigan qiyinchiliklar va shu bilan bog'liq sinov ma'lumotlarining juda tarqoqligidir. Masalan, uzish mashinasida namunani ushlab (tutish) kuchlanishning uning kesimi bo'yicha bir tekis taqsimlanishi uchun noqulay sharoit yaratishi mumkin. Eng qulay usullardan biri o'zi markazlovchi moslamalardan foydalanib o'tkaziladigan sinovlar usuli hisoblanadi. Bu usulning mohiyati shundan iboratki, prizmalarning kallaklari metall trubkalar (naylar) bilan ta'minlanib, ularga sinovni boshlashdan avval o'zi markazlovchi moslamaning shiri o'rnatiladi (2.3-rasm). Prizmalarning kallaklari armatura to'rlari bilan kuchaytiriladi. Bunda prizmalarning o'rta qismidagi ishehi hajmi 10x10x20 sm ni tashkil etadi. Namunalarni sinash 50 tonnali uzish mashinasi GIRM-50 da yoki boshqa mashinalarda amalga oshiriladi.

O'q bo'yicha cho'zishda mustahkamlikni aniqlash uchun $R_{bt} = f(R)$ ko'rinishidagi emperik bog'lanishlardan foydalaniladi. Eyure formulasi eng ko'p tarqalgan:

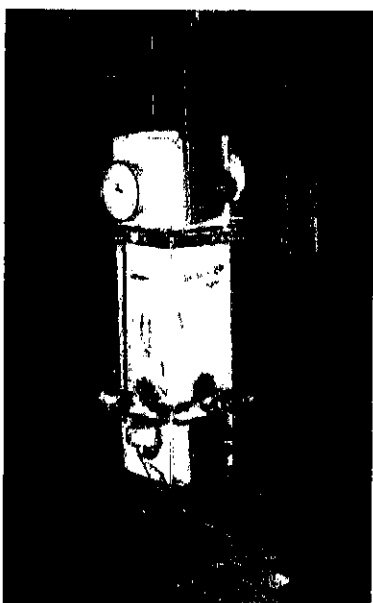
$$R_{bt} = 0,5 R^{2/3}$$

bu formulada avval mustahkamligi kamroq bo'lgan betonlar uchun foydalaniladi, keyinchalik esa mustahkamligi 60 MPa gacha bo'lgan betonlar uchun ham qo'llanila boshlandi.

Mustahkamligi 20-120 MPa bo'lgan betonlar uchun G.N.Pisanko tomonidan mamlakat va xorij tadqiqotchilarining ko'p miqdordagi tajribalari, ma'lumotlariga ishlov berish asosida hosil qilingan

$$R_{br}=0.28 R_{0.75}$$

korreksion bog'lanish taklif etildi. Korreksiya koeffitsienti $R=0.96$ bu bog'lanishning yetarli darajada barqarorligi va haqiqiy ma'lumotlarga ko'proq darajada mos kelishi haqida dalolat bermoqda.



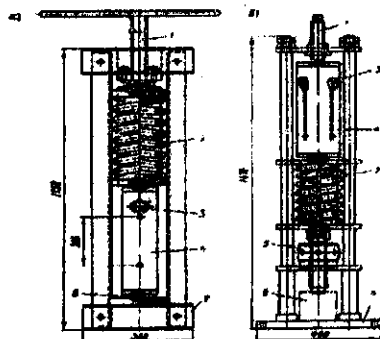
2.3-rasm. O'zi markazlovchi qurilmadan foydalanib, namunalni o'q bo'yicha cho'zishga sinash.

2.2. Yuklanish uzoq vaqt ta'sir etganda betonni sinash.

Namunalarni oddiy gidravlik presslarda sinashda betonni qisqa muddatli yuklantirish, betonda yuklanish ostida kechadigan uzoq muddatli jarayonlar to'g'risida fikr yuritish imkonini bermaydi. Yuklanish uzoq vaqt ta'sir ko'rsatganda

betonni tadqiq qilish uchun mahsus asboblardan va qurilmalar ishlab chiqilgan. Konstruktiv jihatdan eng sodda qurilmalar uzoq muddatli siqish, choʻzish va bukish uchun xizmat qiladigan prujinali qurilmalar hisoblanadi.

6 t gacha kuchlanish bilan uzoq vaqt siqish uchun prujinali qurilma (2.4- a rasm) payvand rama, yuk koʻtara olish qobiliyati 6 t gacha boʻlgan kuch prujinali, yuklanish vinti, yuqori va pastki tayanchlar, deformatsiyalarni oʻlchash uchun soat koʻrinishidagi prujina va indikator bilan iborat. Namunaga kuchlanish payvand ramaning yuqori qismiga bikr mahkamlangan gaykadagi yuklanish vintini aylantirish yoʻli bilan uzatiladi. Prujina siqilganda kuchlanish uchun pastki tayanchi va tajanchga mahkamlangan oraliq sharcha orqali sinalayotgan namunaga uzatiladi. Namunalarning eng katta oʻlchami 100x100x400 mm qilib qabul qilingan.



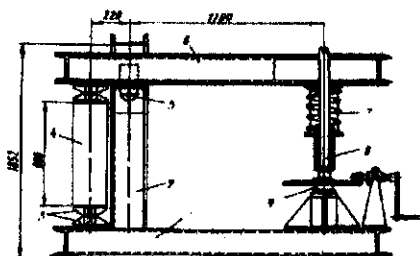
2.4-rasm. Siqishga uzoq muddatli sinash uchun prujinali qurilmalarning sxemasi: a - namuna quyida joylashgan; b - namuna yuqorida joylashgan; 1 - yuk vinti; 2 - ishchi prujina; 3 - soatga oʻxshash indikator; 4 - namuna; 5 - fiksatsiyalovchi gayka; 6 - domkrat; 7 - qurilmaning asosi; 8 - sharcha.

Siqilishga uzoq muddat sinashlar uchun yanada mukammal qurilma kuch oʻlchagich sifatida gidravlik domkrat monometridan foydalaniladigan qurilma xisoblanadi (2.4-b rasm). Yuklantirishda kuchlanishni nazorat qilish uchun monometrning qoʻllanilishi yuklanishning kattaligini aniqlash aniqligini oshiradi. Bundan tashqari, namunaning qurilmaning yuqori qismiga oʻrnatilishi namunalarni

yuklantirishda va o'lash asboblarning ko'rsatishlarini kuzatishda ishni yengillashtiradi.

Bir paytda oltita namunani siqilishga uzoq vaqt sinash uchun kassetalı prujinalı qurılma xızmat qıladı. U uchta oralıqda ajratılğan payvand ramadan, (ularning har birida ikkitadan namuna sinaladı), har birining yuk ko'tarish qobiliyati 8 t dan bo'lgan uchta prujinadan, yuklanish vintlaridan va deformatsiyalarni o'lash uchun indikatorlardan iborat. Pujinada kuchlanish payvand ramaga bkr mahkamlangan gaykadagi yuklanish vintini aylantirish yo'li bilan yuzaga keltiriladi, deformatsiyalar esa soatga o'xshash indikatorlar yordamida o'lanadi.

Katta yuklanishlar ta'mir ko'rsatganda uzoq muddatli jarayonlarni tadqiq qilish uchun richagli prujinalı qurilmalardan foydalaniladi. Kuchlanishi 50 t gacha bo'lgan uzoq muddatli siqish uchun richagli-prujinalı qurılma (2.5 - rasm) payvand ramadan metall ustundan, elkalarining nisbati 1:5 bo'lgan ustunga shamirli mahkamlangan richagdan, vintli domkratdan, ishchi prujina va tayanch boshmoqlaridan iborat.

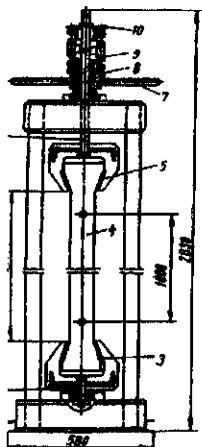


2.5-rasm. Uzoq muddatli siqish uchun richagli-prujinalı qurılma sxemasi: 1-payvand rasa; 2-ustun; 3-tayanch boshmoqlar; 4-sinalayotgan namuna; 5-richag o'qi; 6-richag; 7-prujina; 8-vint; 9-domkrat.

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

Qurilma o'lchamlari 200x200x800 mm bo'lgan namunalarni sinash uchun foydalanilishi mumkin. Richagli qurilma tomonidan amalga oshirilayotgan kuchlanishni ta'riflash namunaviy dinamometr yordamida amalga oshiriladi, bu dinamometr tekshirish paytida namuna o'rniga o'rnatiladi. Betonni 100 t gacha kuchlanish bilan uzoq vaqt siqib turish uchun shunga o'xshash konstruksiyaga ega bo'lgan richagli prujinali qurilma ham ishlab chiqilgan.

Betonni cho'zishga uzoq muddatli sinash uchun 5 t gacha kuchlanish beruvchi prujinali qurilmadan foydalaniladi. Qurilma (2.6-rasm) payvandlangan metall ramadan, tortqili ikkita tutqichdan, yuqori va quyi tayanchli prujinalardan tashkil topgan. 100x100x1480 mm o'lchamli namuna rama ichiga joylashtiriladi va tutqichlarda mahkamlanadi.



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

Namunaga cho'zuvchi kuchlanish prujina yordamida yuzaga keltiriladi, u shturval aylanganda siqiladi va tutqich bilan tortqini yuqoriga siljitadi. quyi tutqich qo'zg'almas bo'lgani hamda yuqori tutqichning siljishi namunani cho'zadi.

2.3. Betonning o'z-o'zini kuchlantirishni aniqlash uslubiyoti

Beton va temirbeton asosiy konstruksion materiallar hisoblanadi va qurilish konstruksiyalarining jahon ishlab chiqarishining umumiy tuzilmasida yetakchi o'rinlarni egallaydi. Shuning uchun ularning qurilish-texnik tavsiflarini yaxshilash respublika iqtisodiyotini jadal rivojlantirish sharoitida qurilish samaradorligini oshirishda alohida ahamiyatga ega bo'ladi. Beton va temirbetonni rivojlantirish va

takomillashtirish yo'nalishlaridan biri konstruksiyalarning ishonchligini, chidamliligi va tejamlorligini ta'minlovchi yangi avlod betonlarini ishlab chiqish va qo'llash hisoblanadi.

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

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

Kuchlantiruvchi sement uchun sement toshining nisbatan katta mustahkamligida kengayishi qobiliyatining mavjudligi hosdir. Bu kengayishi erkinligini tamirlash bilan cheklashda uning o'zini kuchlantirish taminlanadi. KC ning bu qobiliyati uni boshqa, hajmi faqat qattiqlashning dastlabki muddatlarida, sement toshining mustahkamligi hali uncha katta bo'lmaganda, kengayuvchi sementlaridan farq qildiradi. KC ning ancha kengayishi qotgandan keyin va 10,0 - 15,0 MPa mustahkamlikka erishgandan so'ng yuz beradi. Bunday mustahkamlikda kengayuvchi sement toshi beton ichiga qo'yilgan armaturani, uning joylashishi va orientasiyasiga bog'liq bo'lmagan holda cho'zadi, bu bilan betonda hajmi siqilish vujudga keltiriladi. Shuning uchun betonning kengayishi hisobiga temirbetonni oldindan kuchlantirish (o'zini kuchlantirish) ayniqsa egri chiziqli konturga ega

konstruksiyalar uchun shuningdek ikki va uch o'qli dastlabki kuchlantirish zarur bo'lganda, bu kuchlantirishni mexanik yo'l bilan amalga oshirish qiyin va ko'pincha amalda mumkin bo'lmaganda ainiqsa samaralidir.

KC dagi betonlarning muhim xossasi ularning yuqori darajadagi suv, gaz va benzin singdirmasligi hisoblanadi. Bundan tashqari, ular issiqlik ishlovidan keyin ham, portland-sementga nisbatan 28 sutka meyorida saqlangandan keyin ham mustahkamligining yanada jadal o'sishi bilan tavsiflanadi.

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

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

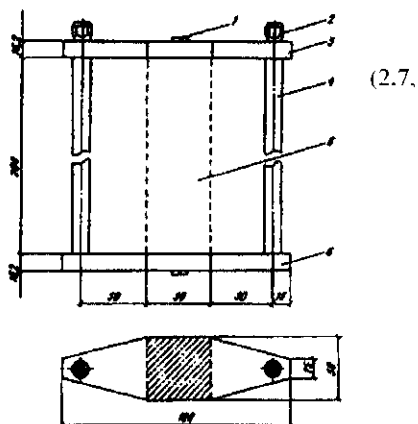
Kuchlantiruvchi betonga nisbatan qo'yiladigan talablarga bog'liq holda o'zini kuchlantirishni - beton markasini o'zini kuchlantirish bo'yicha nazorat qilish amalga oshiriladi. Kuchlantiruvchi betonning o'zini kuchlantirish betonning hisob qilingan o'zini kuchlantirishini va armatura kuchlanishini ta'minlash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

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

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

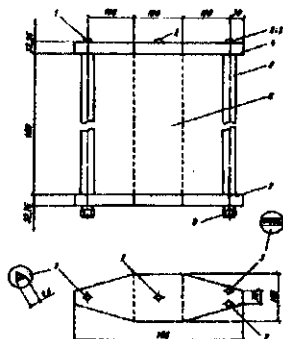
Sinovlar uchun quyidagi jixozlar qo'llaniladi:

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



2.7-rasm. O'lchamlari 50x50x200 mm

bo'lgan prizma-namunalar uchun dinamometrik konduktor: 1 - uch yoqli kernli reper; 2 - maxsus gayka; 3 - yuqoridagi plastina; 4 - tortqi; 5 - betonli prizma-namuna; 6 - pastdagi plastina



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

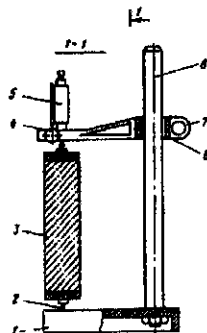
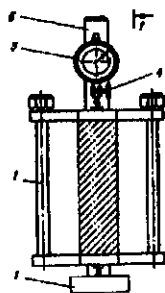
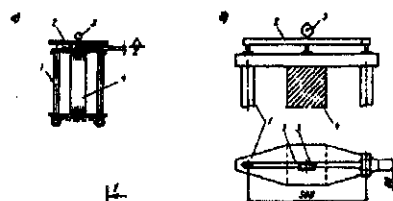
konduktorlarning bitta plastinasining bukilgan joyini o'lchash uchun bo'lim qiymati 0,01 mm bo'lgan soatga o'xshash indikatorli "krab" o'lchash qurilmasi

(2.9.-rasm) yoki ikkita plastinaning bukilgan joyining yig'indi deformasiyasini o'lchash uchun yuqoridagiga o'xshash indikatorli shtativ (2.10 - rasm);

o'lchash qurilmasini tekshirish uchun etalon yoki uzunligi 240yo1 mm bo'lgan, chekkalarida 0,75 mm chuqurlikdagi uch yoqli kernali 16 mm dinametrli po'lat etalon sterjen. Ikala turdagi etalonlarni tayyorlash uchun material - St 3;

namuna - prizmani konduktorda qoliplash uchun tubi va bo'rtlari bo'lgan qolip - opalubka (qolipga qo'yiladigan talablarni GOST 2268577 ga ko'ra qabul qilish lozim);

2.9-rasm. Soatga o'xshash indikatorli "Krab" o'lchash qurilmasi: a - o'lchash sxemasi; b - "Krabni" konduktorga o'rnatish; 1 - o'lchamlari 100x100x400 bo'lgan dinamometrik konduktor; 2 - "Krab" soatga o'xshash indikator; 4 - betonli prizma namuna.



2.10-rasm. Soatga o'xshash indikatorli shtativ; 1 - shtativning zamini; 2 - sharnirli shpilka; 3 - beton prizmalı konduktor; 4 - indikatorni biriktirib qo'yadigan vint; 5 - indikator; 6 - ustun; 7 - konsolni biriktirib qo'yadigan vint; 8 - konsol.

Konduktorni qolip bilan yigishgacha tortiladigan gaykalar vazor (oraliq) tanlab olingan holda oxirigacha tortiladi. Tortqilar va plastina orasida liubt bo'lishiga yo'l qo'yilmaydi. Konduktorning notinchi o'lchovi "krab" o'lchash qurilmasi yordamida sanog'ning o'zgarmasligiga oldindan tekshirilgan shtativ

yordamida olinadi. Shtativ tekshirishda etalonni har doim bitta holatda - belgisini yuqoriga qaratib qo'yishi zarur.

Sanoqlarni soatga o'xshash indikator bo'limining yarmigacha aniqlikda olish kerak. O'lchash vaqtida konduktorlarning, o'lchash qurilmasining va etalonning temperaturasi bir xil bo'lishi kerak.

Konduktorda qolipga qo'yilgan namunalar betonning namlilik yo'qotishdan himoyalash uchun plyonka yoki boshqa suv o'tkazmaydigan materiallar bilan yopib qo'yiladi.

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

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

$$R_{bsn} = \frac{\Delta}{\ell_{nam}} \mu_k E_s,$$

bu erda Δ va ℓ_{nam} - mos ravishda betonning o'zini kuchlantirish jaraionida namunaning to'liq deformatsiyasi va uning to'liq deformatsiyasi va uning uzunligi;

μ_k - namunani armirlashning keltirilgan koeffitsenti, u 0,01 ga teng qilib qabul qilinadi;

E_s - po'latning elastilik moduli 2.105 MPa ga teng qilib qabul qilinadi.

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

Sp o'zini kuchlantirish bo'yicha kuchlantiruvchi betonning markasi 28 sutka muddatdagi Rbsn kattaligi bo'ladi.

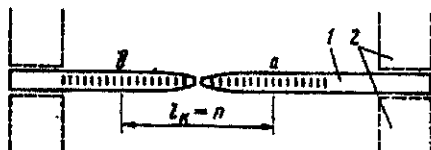
2.4. Armaturani cho'zishga va bukishga sinash

Armaturani cho'zishga va bukishga sinashda po'latning mehanik hossalarning barcha asosiy tavsiflari aniqlanadi. Bu tavsiflarga quyidagilar kiradi: uzilishdan so'ng nisbiy uzayish, uzilishdan so'ng nisbiy bir tekis uzayish, vaqtincha harshilik, og'uvchanlik chegarasi (fizik), shuningdek, og'uvchanlik va elastiklik chegaralari (shartli) Uzilishdan so'ng nisbiy uzayish namunaning uzilish yuz bergan chegaradagi boshlang'ich hisobdagi uzunligida aniqlanadi va

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

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

l_0 uzayish aniqlanadigan boshlang'ich hisobdagi uzunlik, mm.



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

l_0 - kattaligi armatura diametriga qarab qabul qilinadi. Armaturaning diametri 10 mm va undan ortiq bo'lganda 10 5 diametrga teng qilib qabul qilinadi, qalinligi 9 mm va undan kam bo'lganda 100 mm ga teng qilib olinadi. Oxirgi hisobdagi l_0 uzunlikni yanada aniqroq aniqlash uchun namuna belgilar qo'yish yo'li bilan bir nechta teng qismlarga bo'linadi. Belgilar oralig'ini, diametri 10 mm va undan ortiq

bo'lgan armatura uchun d kattalikdan ortiq bo'lmagan kattalikka teng va 10 mm dan kam diametrli armatura uchun esa 5 mm dan ortiq bo'lmagan kattalikka teng qilib olinadi. Uzilishdan so'ng nisbiy bir tekis uzayish uzilish uchastkasidan tashqarida 50 yoki 100 mm ga teng boshlang'ich xisob uzunligida aniqlanadi va

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

formula bo'yicha hisoblanadi, bu erda l_k - teng o'lovli deformasiyaga ega uchastkada o'lgan, uzilish joyini o'z ichiga olmagan, ohirgi hisob uzunligi, mm. Eng katta Yuklanishga mos keladigan vaqtincha qarshilik

$$\sigma_n = \frac{F_{\max}}{A_0}, \text{MPa}$$

formula bo'yicha aniqlandi, bu erda $F_{\max}$ - eng katta yuklanish, sinov mashinasining kuch o'lgagichi bo'yicha aniqlanadi;

A_0 - namunaning sinovgacha bo'lgan ko'ndalang kesimi yuzi, mm^2 .

Og'uvchanlik chegarasi (fizik) -yuklanish sezilarli darajada oshirilmaganda namuna deformasiyalanadigan eng kichik kuchlanish

$$\sigma_l = \frac{F_l}{A_0}, \text{MPa}$$

formula bo'yicha aniqlanadi, bu erda F_l - namunaning deformasiyasi zo'riqishni sezilarli oshirmasdan yuz beradigan eng kichik yuklanish.

Og'uvchanlik chegarasi (shartli) shunday kuchlanishga mos keladiki, bunda kuchlanish bilan deformasiya o'rtasidagi proporsional bog'liqlikdan og'ish yoki qoldiq deformasiya namunaning hisoblanayotgan uchastkasi uzunligining 0,2% ga etadi. Og'uvchanlik chegarasi tenzometrlar yordamida aniqlanadi, ular namunga boshlang'ich yuklanish qo'yilgandan so'ng o'rnatiladi.

Yuklanish teng yoki proporsional bosqichlar bilan har bir bosqichda kamida 10 sek to'rtab qo'yiladi. Og'uvchanlikning shartli chegarasi

$$\sigma_{0.2} = \frac{F_{0.2}}{A_0}, \text{MPa}$$

formula bo'yicha aniqlanadi, bu erda $F_{0.2}$ - shunday yuklanishki, bunda

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

tenglik taminlanadi, bu erda

Δl - namunaning absoliut uzaiishi, mm;

Δl_y - elastik deformatsiya kattaligi, mm;

Δl_z - tenzometr bazasining 0,2% ga teng bo'lgan qoldiq deformatsiyaning qiymati.

Elastiklik chegarasi (shartli) shundai kuchlanishga mos keladiki, unda kuchlanish bilan deformatsiya o'rtasidagi proporsional bog'liqlikdan og'ish boshlanadi va tenzometrning bazasiga teng namuna uchastkasi uzunligining 0.02% ga etadi.

Elastiklikning shartli chegarasi

$$\sigma_{0,02} = \frac{F_{0,02}}{A_0}$$

formula bo'yicha aniqlanadi, bunda $F_{0,02}$ - shunday yuklanishki, u

$$\Delta l = \sum \Delta l_v + \Delta l_n$$

uzayishiga mos keladi, bu erda Δl_n - qoldiq deformatsiya kattaligi bo'lib, u tenzometr bazasining 0,02% qga teng.

Og'uvchanlik va elastiklikning shartli chegaralari shuningdek grafik usul bilan, cho'zilish diagrammasini yasash bilan ham aniqlanishi mumkin. Og'uvchanlikning shartli chegarasi bevosita mashina diagrammasi bo'yicha aniqlanishi mumkin.

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

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

Namuna vertikal holda, pastki uchi qisqich lablariga qisiladi, iuqori uchi esa richag tasmasiga o'matildi. Sinovlarda namuna avval bir tomonga 90° bukiladi.

keyin esa qarama-qarshi tomonga 180° ga bukiladi, so'ng yana qarama-qarshi tomonga 180° ga bukiladi va hokazo, bu ish namuna buzilguncha davom ettiriladi.

Bukishga sinash bir tekis tezlikda amalga oshiriladi, u armaturaning diametriga bog'liq bo'ladi.

Diametri 5 mm va undan kam bo'lgan sim uchun sinovlar minutiga 60 ta bukish tezligida amalga oshiriladi, diametri 5 mm dan ortiq bo'lgan sim uchun sinash tezligi minutiga 30 ta bukishni tashkil etadi.

2.5. Armaturani relaksatsiyaga sinash

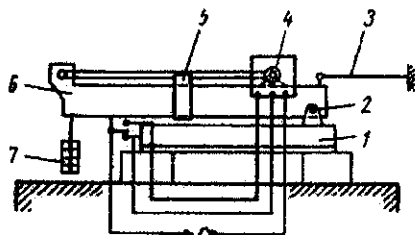
Mustahkamligi yuqori bo'lgan sim bilan armaturalangan oldindan kuchlaytirilgan temir-beton konstruksiyalarini tayyorlashda simni kuchlanishlar relaksatsiyasiga sinash zarurati yuzaga keladi.

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

Namunaning o'zgarmas uzunligining yuklanishni kamaytirish hisobga avtomatik qisqarishi namuna gorizontal joylashtiriladigan richagli qurilma 2.12-rasmda ko'rsatilgan. qurilma tayanch qismidan, ko'chma yukli balansir richagidan, elektrodvigateldan va yozib oluvchi moslamadan iborat.

Namuna bir uchi bilan qo'zg'almas tirgakka, ikkinchi uchi bilan gorizontal holatni egallagan richag-balansirga mahkamlandi. Vaqt o'tishi bilan namunadagi kuchlanish kamayadi, simning uzunligi ortib boshlaydi. Simning uzunligi ortishi bilan richag pastga tushadi va kontakti ulaydi, u esa o'z navbatida harakatlanuvchi

yuk elektrodvigatelini ishga tushiradi. Yukning richag bo'ylab siljishi simning uzunligi dastlabki qiymatiga qaytguncha (yuklanish kamayishi oqibatida) va richag gorizontol holatni egallab olguncha davom etadi. Bunday holatda dvigatelning kontaktlari uziladi.



2.12-rasm. Armatura kuchlanishlari relaksatsiyasini aniqlash uchun richagli qurilma sxemasi: 1-qurilmaning qismi; 2-sharnir; 3-sinallotgan namuna; 4-harakatlanuvchi yuk elektrodvigateli; 5-harakatlanuvchi yuk; 6-richag-balansir; 7-armaturani siljuvchanlikka sinash uchun qurilmadan foydalanilayotgandagi yuklar.

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

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

2.6. Armaturani va qo'yilgan detallarni toliqishga sinash

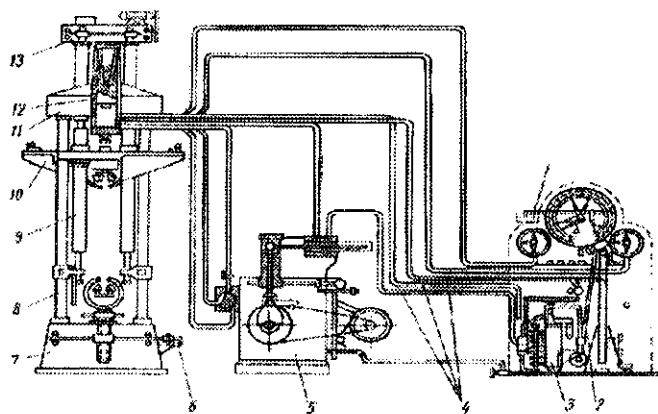
Toliqish metallni ko'p miqdordagi takroriy o'zgaruvchan yuklanishlardan so'ng yuzaga keladigan to'satdan huzilishi bilan tavsiflanadi.

Temirbeton konstruksiyalardagi armatura va qo'yiladigan detallarning toliqish mustahkamligi tavsiflari juda muhim xisoblanadi, chunki temir-beton konstruksiyalarning ko'pchiligi o'zgaruvchan statik va dinamik yuklanishlar ta'siriga duch keladilar.

Toliqishdan buzilish mustahkamlik chegarasidan va xatto elastiklik chegarasidan kichik kuchlanishlarda yuz beradi va toliqishdan yoriqlar paydo bo'lishi bilan izoxlanadi.

Metalni toliqishga sinashda odatda asosiy metallardan qo'yib ishlangan maxsus silliq namunalardan foydalaniladi. Bunday namunalar armatura po'latni va qo'yiladigan detallarni sinashga to'g'ri kelmaydi. Metalning mustahkamligi to'g'risida ob'ektiv ma'lumot olish uchun armatura po'latini ko'rinishda sinash zarur.

Sinovni pulsatsiya bilan ishlovchi maxsus uzuvchi mashinalarda o'q bo'yicha cho'zuvchi o'zgaruvchan yuklanish bilan amalga oshiriladi. Haqiqiy cho'zilishda yoki siqishda metallarni sinash uchun GRM-2A mashinasidan foydalaniladi (2.13-rasm). bu mashina ikki sistemadan - qo'zg'almas va qo'zg'aluvchi sistemadan iborat. qo'zg'almas sistemaga asos, vertikal kolonnalar va kolonnalarni tutashtiruvchi yuqori to'sin kiradi. Revers vazifasini bajaruvchi qo'zg'aluvchi yuqoridan tutib turuvchi to'sindan, vint rezbali ko'tarma tortqilardan va kichik qo'zg'aluvchan to'sindan iborat. Mashinada elektroyurgizgich yordamida siljib yuruvchi quyi tutqich, siklik yuklanishni vujudga keltirish uchun bir porshenli nasos ko'rinishidagi pulsator va boshharish pulti mavjud.



2.13-rasm. Siklik cho'zishda yoki siqishda materiallarni charchashga sinash uchun GRM-2A mashinasining sxemasi: 1 - o'ziyozar asbob; 2 - mayatnikli kuch o'lhagich; 3 - ishchi silindrga moy uzatish uchun nasos; 4 - gidroquvurlar; 8 - vertikal ustunlar; 9 - ko'taruvchi tortqilar; 10 - yuqoridan tutib turuvchi ko'ndalang to'sin; 11 - ustunlarni bog'lovchi ko'ndalang to'sin; 12 - ishchi silindr; 13 - kichik qo'zg'aluvi ko'ndalang to'sin.

Mashinadagi statik yuklanish mayatnikli kuch o'lhagich bilan o'lchanadi. o'ziyozar asbob yordamida esa yuklanishlar-deformatsiyalar egri chiziqlarini yozish amalga oshiriladi.

Siklik yuklanish dastlabki statik yuklanishdan so'ng mashinaning ishchi silindri bo'shlig'idan moyni navbatlashuvchi purkash va so'rish bilan vujudga keltiriladi.

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

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

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

ADABIYOTLAR.

1. Абдурашидов К.С. Натурные исследования колебаний зданий и сооружений и методы их восстановления. -- Ташкент: Фан, 1974.
2. Абдурашидов К.С., Рассказовский В.Т., Рузметов А.С. Основные принципы и инструментальная оценка эффективности восстановления зданий после землетрясения //Ташкентское землетрясение 26 апреля 1966 года: Сб. науч.тр. – Ташкент: Фан, 1971.
3. Берг Л.Г., Бурмистрова Н.П. и др. «Практическое руководство по термографии». Казань 1976г.
4. Бисейнов К.А., Касимов И.К., Тулаганов А.А., Удербасев С.С. Лёгкие бетоны на основе безобжиговых цементов. – Алматы: Ғылым, 2005.
5. Бутт Ю.М., Тимашев В.В. Практикум по химической технологии вяжущих материалов. Москва 1983 г.
6. Васильченко Р.С., Кошелев П.Р. Практическое применение механики разрушения для оценки прочности конструкций. – М., 1974.
7. Вознесенский В.Л. Статистические решения в технологических задачах. – Кишинёв: Картя молдовеняеска, 1968.
8. Воробьёв В.А. Радиационная дефектоскопия бетонных и железобетонных конструкций. – М., 1972.
9. Горшков В.С. «Термография строительных материалов» М., Стройиздат 1978г.
10. ГОСТ 24452-80. Бетоны. Методы определения призмочной прочности модуля упругости и коэффициента Пуассона. - М.: Издательство стандартов, 1980.
11. ГОСТ 24544-81. Бетоны. Методы определения деформаций усадки и ползучести. – М.: Издательство стандартов, 1981.
12. ГОСТ 10180-90 (СТ СЭВ 3978-83). Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. – М.: ЦИТИ Госстроя СССР, 1990.
13. Долидзе Д.Е. Испытание конструкций и сооружений. – М., 1975.

14. Зазимко В.Г. Оптимизация свойств строительных материалов: Учебное пособие для ВУЗов ж.-д. трансп. – М.: Транспорт, 1981. – 103 с.
15. Золотухин Ю.Д. Испытание строительных конструкций: Учеб. пособ. для ВУЗов. – Минск: Высшая школа, 1983.
16. Испытательная и измерительная техника для исследований строительных конструкций / Под ред. Б.И.Осыкина //Сб. статей ЦНИИСК– М., 1975. – Вып. 58.
17. Калинин В.М., Сокова С.Д., Топинин А.Н. Обследование и испытание конструкций зданий и сооружений: Учебник. – М.: ИНФРА, 2005.
18. Касымов И.К., Бахриев Н.Ф., Тулаганов А.А., Хасанова М.К. Повышение качества растворов для сейсмического строительства // Строительные материалы. – 1992. - № 1.
19. Кашкаров К.П. Контроль прочности бетона и раствора в изделиях и сооружениях. – Стройиздат, 1967.
20. КМК 2.03.01-96. Бетонные и железобетонные конструкции / Госкомархитектстрой РУз. – Ташкент: МЧЖ «Саодат РИА», 1998.
21. Г.И.Книгина, Л.Н. Тацки, Э.А. Кучерова «Современные физико-химические методы исследований строительных материалов». Новосибирск, 1981г.
22. Крылов Н.А., Глуховский К.А. Испытание конструкций и сооружений. – Л., 1979.
23. Ёсимов Э.Ҳ. Ҷурилиш ашёлари. – Тошкент: Мернат, 2003.
24. Ёсимова С.Т., Шоджалилов Ш., Ходжаев С.А. Бино ва иншоатларни синаш метрологияси: 1-қўў лланма. I-қисм. – Тошкент: ТАҒИ, 2002.
25. Ёсимова С.Т., Шоджалилов Ш., Ходжаев С.А. ва бош. Бино ва иншоатларни синаш метрологияси: 2-қўў лланма. II-қисм. – Тошкент: ТАҒИ, 2003.
26. Лужин О.В., Волохов В.А., Шмаков Г.Б. и др. Неразрушающие методы испытания бетона. – М.: Стройиздат, 1985.

27. Макаров Р.А., Басин Я.Н. Радиоизотопные методы измерений в строительстве. – Госстройиздат, 1963.
28. Методы и средства экспериментальных исследований строительных конструкций // Сб. статей ЦНИИСК. – М., 1974. – Вып. 37.
29. Михайлов В.В., Литвер С.Л. Расширяющийся и напрягающие цементы и самонапряжённые железобетонные конструкции. – М.: Стройиздат, 1974.
30. Михайлов В.В., Литвер С.Л. Технология напрягающего цемента и самонапряжённых бетонных конструкций. – М.: Стройиздат, 1975.
31. Налимов В.В. Применение математической статистики при анализе вещества. – М.: Физматгиз, 1960.
32. Найфельд И.Э., Фалькевич А.М., Лившиц Л.С. Контроль качества сварных соединений в строительстве. – Стройиздат, 1968.
33. Новгородский М.А. Испытания материалов, изделий и конструкций. – М., 1971.
34. Ногин С.И. Применение ультразвука для контроля качества железобетонных конструкций. – ЦБТИ, 1965.
35. Обследование и испытание сооружений: Учеб. для вузов / О.В.Лужин, А. Б. Злачевский, И. А. Горбунов, В. А.Волохов; под ред. О. В. Лужина. – М.: Стройиздат, 1987.
36. Поляков Л.П., Файнбурд В.М. Моделирование строительных конструкций. – Киев, 1975.
37. Почтовик Г.Я., Злачевский А.Б., Яковлев А.И. Методы и средства испытания строительных конструкций. – М., 1973.
38. Производство сборных самонапряжённых железобетонных конструкций и изделий: Справочное пособие к СнИП // II-изд., проект.-конструкт. и технолог. ин-т бетона и железобетона. – М.: Стройиздат, 1990.
39. Рапопорт Ю.М. Ультразвуковая дефектоскопия строительных деталей и конструкций. – Л.: Стройиздат, 1975.

40. Самилов Н.А., Арслонов И.К. Бино ва иншоотларнинг техник қолатини замонавий усулларда тадқиқ этиш: Ўзв ўлланма.—Тошкент: ТАЖИ, 2005.

41. Самилов Н.А., Самилова М.С. Ҷурилин материаллари ва буюмлари. — Тошкент: Меънат, 2004.

42. Скрамтаев Б.Г., Лещинский М.Ю. Испытание прочности бетона в образцах, изделиях и сооружениях. — Стройиздат, 1964.

43. Справочник. Лабораторный контроль в строительстве / Под ред. Попова Л.Н. — Стройиздат, 1967.

44. Степанов Н.Н. Статистическая обработка результатов механических испытаний. — М., 1972.

45. Хигерович М.И., Меркин А.Н. «Физико-химические методы исследования строительных материалов». Издательство Высшая школа, 1978г.

46. Ходжаев А.А. Динамическая теория расчёта упругих систем. — Ташкент: Фан, 1994.

47. Ходжаев С.А. Особенности формирования структуры и технологии водонепроницаемых бетонов // Бетон и железобетон. — 2000. — № 4.

48. Ходжаев С.А., Мусурманкулов А. Высокопрочный напрягающий бетон для конструкций промышленных зданий // Архитектура и строительство Узбекистана. — 2005. — №№ 2-3-4.

49. Ходжаев С.А., Юсупов Р.Р., Шаджалилов Ш., Арифджанов М.Н. Прочность и деформации напрягающего керамзитобетона // Бетон и железобетон — 1982. — № 9.

50. Шкинев А.Н. Аварии в строительстве. — 4-е изд. перераб и доп. — М.: Стройиздат, 1984.

2874 - 00

Отпечатано в ИПТД «Узбекистан»
Заказ № С-6010. Тираж 50 шт.