

B. RAHMONOV, M. SIDDIQOV

BINOLAR ZILZILABARDOSHLIGI



38.58

R-33

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

B. S. RAHMONOV, M. X. SIDDIQOV

BINOLAR ZILZILABARDOSHLIGI

**O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim
vazirligi oliy o'quv yurtlarining qurilish va arxitektura
ixtisosliklari talabalari uchun o'quv qo'llanma sifatida
tavsiya etgan**



TOSHKENT – 2007

B.S. Rahmonov, M.X. Siddiqov. Binolar zilzilabardoshligi. – T.: «Fan va texnologiya», 2007, 232 bet.

Mazkur o'quv qo'llanmada mantiqan bir-biri bilan bog'langan inshootlar dinamikasining asosiy elementlari va binolar zilzilabardoshligi kursi haqida ma'lumotlar keltirilgan.

Qo'llanmada zilzilalarning paydo bo'lish sabablari, zilzila kuchi va energiyasi, geologik va gidrogeologik sharoitning seysmik intensivlikka ta'siri, zilzilalarni prognoz (bashorat) qilish usullari, qurilish materiali va konstruksiyalarning dinamik xarakteristikalari, seysmik kuchlarni aniqlash, seysmik mustahkam binolarni loyiha-lashning umumiy qoidalari kabi mavzular bayon etilgan.

Bulardan tashqari, qo'llanмага me'moriy obidalar qurilishida zilzilabardoshlik masalalari, yer osti portlashlarining seysmik ta'sirini baholash va binolarni seysmik himoya qilish qurilmalari mavzulari kiritilgan.

O'quv qo'llanma oliy o'quv yurtlarining «Bino va inshootlar qurilishi» (5580200), Kasb ta'lim «Bino va inshootlar qurilishi» (5580200) yo'nalishi bo'yicha tahsil olayotgan talabalar uchun mo'ljallangan bo'lib, undan «Arxitektura» (V580100) yo'nalishi bo'yicha tahsil olayotgan talabalar ham foydalanishi mumkin.

Taqrizchilar: K.S. Abdurashidov – t.f.d., prof.

Sh.O. Karimov – t.f.n., dots.

X.K. Sag'diyev – t.f.n.

ISBN 978-9943-10-053-4

© «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2007.

SO'Z BOSHI

Insoniyat paydo bo'libdiki, tabiiy ofatlardan biri bo'lgan zilzila ta'sirida yashamoqda. Inson ongli faoliyati davomida ushbu ta'sirga qarshi u yoki bu yo'sinda "kurashib" kelmoqda. Uning tabiiy zilzilalar oldini olishga qurbi yetmasada, tabiiy ofat yetkazadigan zararni minimal darajaga kamaytira oladi.

Geografik jihatdan Respublikamiz seysmik aktiv hududda joylashgan bo'lib, bino va inshootlar seysmik mustahkamligini ta'minlash muammosi hamisha dolzarb bo'lib kelgan.

Tarixdan ma'lumki, ota-bobolarimiz bino va inshootlar seysmik ustuvorligi masalasiga asosiy e'tiborini qaratganlar va bu borada doimo eng ilg'or fikrlarni ilgari surganlar. Ajdodlarimiz asarlaridagi zamin bilan bog'liq jarayonlar talqiniga tayanib, ushbu jarayon qonuniyatini ochishga urinish maqsadida ular ilgari surgan fikr-mulohazalar asosida keyinchalik alohida fanlar shakllangan va paydo bo'lgan.

Misol tariqasida, o'tmishda yashab o'tgan insoniyat rivojiga beqiyos hissa qo'shgan bobokalonlarimizdan Al-Xorazmiy, Beruniy, Ibn-Sino va boshqa olimlarning qator asarlarini keltirish mumkin. Mazkur asarlarda ushbu soha borasida bildirilgan ilg'or fikrlar asosida keyinchalik zilzila jarayonining sirlarini ochib beruvchi qonunlar paydo bo'ldi va bu qonunlar hozirda zilzilabardosh bino va inshootlar faniga salmoqli hissa bo'lib qo'shildi.

Bugungi kunda bino va inshootlar zilzilabardoshligi sohasida fan va texnika rivojlanishi shunday bosqichga yetdiki, mazkur yo'nalishda ko'pgina muammolar muvaffaqiyat bilan yechilmoqda. Bu borada vatanimiz olimlarining fan taraqqiyotida tutgan o'rni yuqori darajada. Bino va inshootlar zilzilabardoshligi sohasida qo'lga kiritilgan ilmiy tadqiqot natijalarini o'z vaqtida bino va inshootlarni loyihalash jarayoniga tatbiq qilish, ushbu soha bo'lajak mutaxassislarini yaratilayotgan eng yangi metodlar bilan «qurol-lantirish» bugungi kunda juda muhimdir.

Bugungi seysmik aktiv hududlarda shahar zonalari kengayishi, aholi zichligining ortishi, sanoatning rivojlanishi va ayniqsa, ushbu hududlarda avariya holati tabiat va insonlar hayotiga xavf soluvchi

inshootlar mavjudligi bo'lajak arxitektor va quruvchilarga katta mas'uliyat yuklaydi.

Talabalarga seysmik mustahkam bino va inshootlarni loyiha-lash zamonaviy uslubiyatini yetkazish davr talabidir. Tabiiyki, qurilish ko'lamining ortishi bilan antiseysmik tadbirlarga sarflanadigan xarajatlar ham orta boradi. Shuning uchun, zilzilabardosh qurilish-da konstruksiyalar seysmik so'riqqan holati talablarini eng kam xarajat bilan bajarishga diqqatini qaratmoq lozim.

Bino va inshootlar zilzilabardoshligini ta'minlash muammosini hal qilish kelajakda insonlar hayotini va jamiyatda katta mehnatlar bilan yuzaga kelgan moddiy boyliklarni saqlab qolish orqali katta ijtimoiy effektga olib keladi.

Ushbu qo'llanmani yozishdan ko'zlangan maqsad bugungacha o'qish jarayonida "nazariy mexanika", "materiallar qarshiligi (elastiklik nazariyasi elementlari bilan)", "tebranishlar nazariyasi", "qurilish mexanikasi" kurslari bo'yicha muayyan bilimga ega bo'lgan "Bino va sanoat inshootlari qurilishi" yo'nalishi hamda "Arxitektura" mutaxassisligi bo'yicha tahsil olayotgan talabalarni seysmik aktiv hududlarda zilzilabardosh binolarni loyihalashning nazariy asoslari bilan tanishtirishdan iborat.

Qo'lyozmani o'qib, qimmatli maslahatlarini berganliklari uchun Toshkent arxitektura — qurilish institutining «Qurilish mexanikasi va inshootlar zilzilabardoshligi» kafedrasi mudiri t.f.d., prof. K.S. Abdurashidovga, O'zRFA M.T. O'razboev nomidagi mexanika va inshootlar seysmik mustahkamligi instituti ilmiy ishlar bo'yicha direktor muovini «Fazoviy tizimlar dinamikasi» laboratoriyasi mudiri, t.f.n. X.K. Sag'diyevga, Toshkent arxitektura-qurilish instituti dotsenti, t.f.n. B.Habilov va UrDU dotsenti, t.f.n. O.Sh. Karimov-larga mualliflar o'zlarining chuqur minnatdorligini bildiradilar.

I QISM

INSHOOTLAR DINAMIKASI ELEMENTLARI

I bob. KIRISH

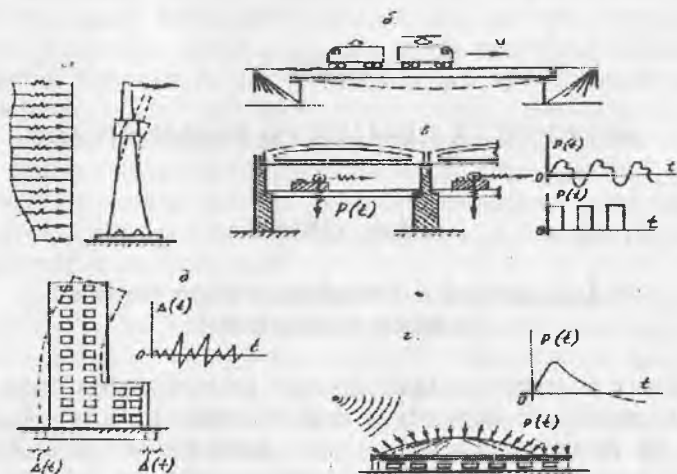
1.1-§. Inshootlar dinamikasi fanining vazifalari va asosiy tushunchalari

Bino yoki inshootga ta'sir qiluvchi kuch, nisbatan qisqa muddat davomida, o'z qiymati va egallab turgan holatini o'zgartirib tursa, bu dinamik kuch deb ataladi. Bunday kuch ta'siridan sistemada vaqt bo'yicha o'zgaruvchi deformatsiya va ko'chish sodir bo'ladi. Dinamik kuch ta'siridan sistema elementlari nuqtalarida tezlanish paydo bo'ladi va natijada elementlarda inersion kuchlar vujudga keladi. Inshootlarni ta'sir davomida paydo bo'ladigan inersiya kuchlari va tebranma harakatini hisobga olib hisoblash dinamik hisob deb yuritiladi. Dinamik kuchlar ta'siridan bino yoki inshootlarda vujudga keladigan kuchlanish, deformatsiya va ko'chishlar miqdori va yo'nalishi vaqt o'tishi bilan o'zgaruvchan bo'ladi.

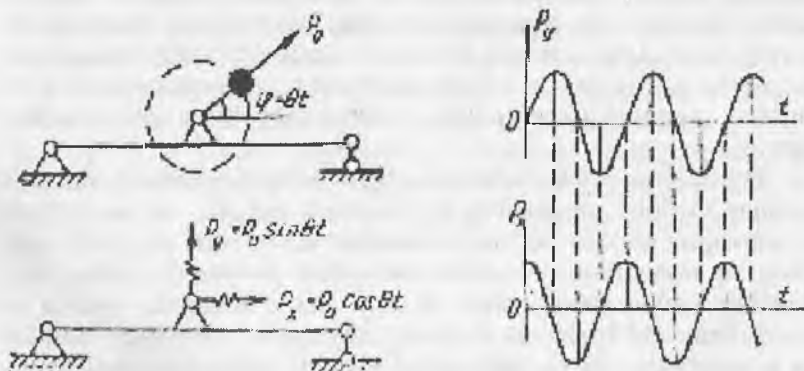
Qurilish mexanikasi fanining bino va inshootlarning dinamik kuchlar ta'siriga bardoshlilikini hisoblash prinsip va metodlarini o'rgatadigan maxsus bo'limi inshootlar dinamikasi deb yuritiladi. Bino va inshootlarni ekspluatatsiya qilish jarayonida ularga turli dinamik kuchlar ta'sir qiladi. Bularga misol tariqasida shamol va harakatlanuvchi kuchlarni (1-rasm, a,b) sanoat binolarida mashina va mexanizmlar davriy ishlashidan vujudga keluvchi hamda konstruksiyalarga ta'sir etuvchi vibratsion yoki zarb kuchlari (1-rasm, v), portlash jarayonidan bino yoki inshootlar sirtiga ta'sir qiluvchi kuchlar (1-rasm, g); bino va inshootlarga ular asosi grundi orqali ta'sir qiluvchi seysmik kuchlarni keltirish mumkin (1-rasm, d).

Dinamik kuchlar orasida garmonik xarakterda o'zgaruvchi dinamik kuchlar alohida o'rin tutadi. B unga misol tariqasida aylanuvchi qismida ekstsentrisitet (muvozanatlashmagan massa) mavjud

bo'lgan mashina va mexanizmlardan vujudga keluvchi kuchlarni qayd qilish o'rirlidir (2-rasm).



1-rasm. Bino va inshootlarga ta'sir qiluvchi dinamik kuchlar.



2-rasm. Dinamik xarakterdagi kuchlar.

Inshootlar dinamikasi kursida dinamik kuchlar quyidagi turlarga ajratiladi:

1. Statsionar ravishda ishlab turgan mashina va mexanizmlar (elektr dvigateli, turbogeneratorlar, stanok va sh.k) ta'siridan vujud-

ga keluvchi davriy (qo'zg'almas) kuchlar. Bu turdagi dinamik kuchlar konstruksiya xususiyatlariga bog'lik bo'lmasdan, shu konstruksiyalarda tebranish manbai bo'ladi. Bu turdagi kuchlar sinus yoki kosinus qonuni bo'yicha o'zgargani uchun ular garmonik kuchlar deb ataladi.

2. Konstruksiyalarda birdan paydo bo'lib va tezda so'nadigan, ya'ni qisqa muddat ta'sir qiluvchi (impuls) kuchlari. Portlashdan vujudga keluvchi kuchlar impuls kuchlariga misol bo'ladi.

3. Bino yoki inshoot biror qismiga urilgan jismning juda qisqa vaqtda harakat tezligining keskin o'zgarishi natijasida paydo bo'ladigan zarb kuchlari. Zarb kuchlarini konstruksiyaga urilgan jismdan tashqari, qozik (svay) qoquvchi qurilma, bolg'a hamda zarb mexanizmlari ham vujudga keltirishi mumkin.

4. Qiymati va yo'nalishi o'zgarmas yoki o'zgaruvchi, bino yoki inshootda holati (koordinatalari) o'zgaruvchi-qo'zg'aluvchi kuchlar. Konstruksiya ustida harakatlanuvchi turli transport yoki mexanizmlar bu turdagi kuchlarni vujudga keltiradilar.

5. Tektonik zilzilalardan, katta miqdordagi yer osti portlashlaridan va boshqa shu kabi sabablardan bino va inshoot konstruksiyalarida vujudga keluvchi seysmik kuchlar.

Bino yoki inshootlarning dinamik zo'riqqan-deformatsiyalangan holatini o'rganish statik kuchlardan vujudga keladigan zo'riqqan-deformatsiyalangan holatini o'rganishga nisbatan ancha qiyindir. Chunki statik kuchlar qiymati, yo'nalishi va quyilishi nuqtasi o'zgarmas bo'lsa, dinamik kuchlarda ushbu parametrlar vaqt o'tishi bilan o'zgaradi. Bu hol bino yoki inshootlarning holatini o'rganish jarayonini murakkablashtiradi. Inshootlar dinamikasi kursi yuqoridagi keltirilgan jarayonlarni o'rganar ekan, o'z oldiga ikki asosiy masalani ko'ndalang qo'yadi:

- dinamik kuchlar ta'sirida bino yoki inshoot konstruksiyalarida vujudga keladigan deformatsiya va kuchlanishlarning maksimal qiymatlarini aniqlash;

- yuqorida aytilgan konstruksiyalarda yetarli darajada kichkina deformatsiya va kuchlanish hosil bo'lishini ta'minlaydigan geometrik o'lchamlarni belgilash.

TEBRANISH TURLARI. Mazkur kursda turli muhandislik masalalarini yechishda va ayniqsa, bino va inshootlarning seysmik zo'riqqan-deformatsiyalangan holatini baholashda tebranish turlarini bilish muhimdir.

Agarda ustuvor muvozanat holatidagi mexanik sistema tashqi kuch ta'sirida muvozanat holatidan chiqarilib, keyin bu kuch olib

tashlansa, ushbu sistema oldingi muvozanat holatiga nisbatan tebranma harakatga keladi. Mexanik sistemaning muvozanat holatidan chiqargan tashqi kuch olib tashlangandan keyingi tebranma harakati mexanik sistemaning erkin (xususiy) tebranma harakati deb ataladi.

Real sharoitda har qanday mexanik sistemaning erkin tebranishlari vaqt o'tishi bilan so'nadi. Bunda mexanik sistemaning energiyasi tayanchlardagi tashqi hamda ichki qarshilik kuchlarini engish hisobiga kamayadi. Muhitning qarshiligi, mexanik sistema ichki ishqalash kuchlari, tayanchlardagi quruq ishqalanish kuchlari dissipativ kuchlar deb yuritiladi. Vaqt o'tishi bilan tebranish energiyasi so'nib (yutilib) boradigan ushbu sistemalar dissipativ sistemalar deb ataladi.

Ko'p muhandislik masalalarini yechishda katta aniqlik talab qilin-magan hollarda sistema tebranish amplitudasi so'nishini hisobga olmasa ham bo'ladi, ya'ni sistema tebranma harakati davomida uning amplitudasi so'nmaydi deb hisoblanadi. Bunday sistemalar konservativ sistemalar deb ataladi. Yuqorida keltirilgan tebranish turlarini keyingi paragraflarda batafsil ko'rib chiqamiz.

So'nmaydigan erkin tebranishlarda tebranish davri, amplituda, chastota va shu kabi parametrlarni bilish lozim. Mexanik sistemaning bir sikl tebranma harakatiga ketgan vaqt intervali tebranish davri deb yuritiladi. Tebranish amplitudasiga teskari bo'lgan miqdor, ya'ni vaqt birligida sistema tebranish sikllar sonini ifodalovchi ifoda $n=1/t$ tebranish (siklik) chastotasini ifodalaydi. (Birligi Gerts-bir sekundda 1 sikl tebranishga teng miqdor) $2\pi=6,283$ sek vaqt-dagi sonini ifodalovchi kattalik doiraviy chastota deb yuritiladi va u quyidagicha ifodalanadi:

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Bular va tebranishlarning boshqa parametrlariga keyingi paragraflarda batafsil to'xtalamiz.

SISTEMANING ERKINLIK DARAJASI. Ma'lumki, qurilish mexanikasining asosiy o'rganadigan obyekti deformatsiyalanuvchi sterjenlar sistemasi-bino yoki inshootdir. Xuddi shunday inshootlar dinamikasida ham bino yoki inshoot deganda deformatsiyalanuvchi sterjenlar sistemalaridan foydalaniladi. Ushbu sxemalarda bino yoki inshootlar massasi ayrim nuqtalarga to'plangan yoki butun sistema bo'ylab tarqalgan deb qaraladi.

Har qanday mexanik sistema deformatsiyalanganda uni tashkil qilgan barcha massalar holatini bilish muhimdir. Sistema massalarining holatini (o'zini)ni belgilovchi geometrik parametrlar soni sistemaning erkinlik darajasi deb ataladi.

Erkinlik darajasi turlicha bo'lgan sistemalar misollar keltiramiz 3,a-rasmda keltirilgan vaznsiz prujinaga osilgan m massa-ning erkinlik darajasi birga teng bo'ladi, chunki massaning holatini birgina parametr (u-koordinatasi) orqali aniqlash mumkin. Shuningdek, 3,b-rasmda keltirilgan bir massali balka erkinlik darajasi ham birga teng. 3,v va 3,g-rasmlarda ko'rsatilgan sistemalar erkinlik darajasi ikkiga teng. Chunki mazkur sistema ikki massadan iborat bo'lib, sistemaning holatini m – massa koordinatasi u_1 u_2 lar belgilaydi. 3,d-rasmdagi sistemaning erkinlik darajasi, massa va prujinalarning soni birdan katta bo'lishiga qaramasdan birga teng bo'ladi. Chunki to'planma (yigik) massalar bikrligi cheksiz bo'lgan sterjenda joylashgan bo'lsa, bunday sistema holati sterjen holati bilan belgilanadi. Bu holda massalarning holatini sterjenning A tayanchi atrofida og'ish burchagi belgilaydi.

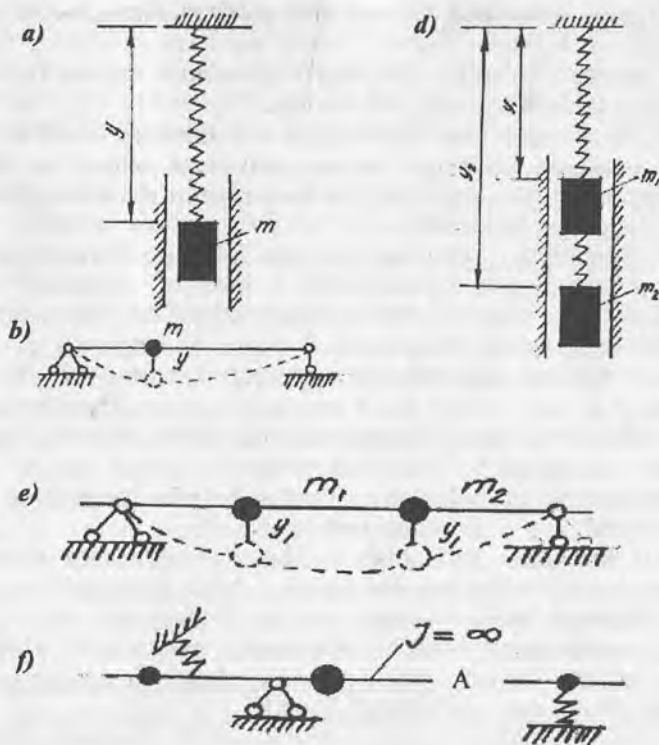
Real sharoitdan kelib chiqsak, bino yoki inshoot konstruksiyalarida massa butun element hajmi bo'ylab (yoyilgan) tarqalgan bo'ladi. Bunday holda massalar sonini cheksiz deb olish lozim. Chunki massalarning holatini belgilovchi parametrlar soni ham cheksiz bo'ladi. Demak, real konstruksiyalarni hisoblaganda ularning erkinlik darajasi cheksiz deb olinadi.

Sistema erkinlik darajasi sonining ortishi hisoblash ishlarini murakkablashtiradi. Shuning uchun, ko'pincha muhandislik masalalarini yechishda, uncha katta aniqlik talab qilinmagan holdalarda, sistema erkinlik darajasi chekli qilib olinadi.

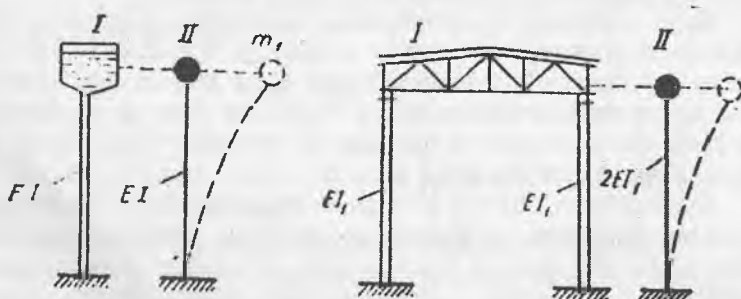
Buning uchun massalar mexanik sistemaning ayrim nuqtalariga (rasmda inshootdagi og'ir yuklar joylashgan qismlarga) to'planadi. 4,a va 4,b-rasmlarda erkinlik darajasi birga teng bo'lgan sistemaning konstruksiyasi hamda uning hisoblash sxemasi tasvirlangan. Shaklda suv minorasi va bir qavatli ramada massa asosiy yuk joylashgan yerga to'plangan.

Bunday butun uzunlik bo'ylab tarqalgan massalarning bir yerga to'planishdan paydo bo'lgan massa keltirilgan massa deb yuritiladi. Sistema erkinlik darajasi kancha katta deb olinib, dinamik masala yechilsa, uning yechimi – aniqlik darajasi oshadi. Ammo yuqorida aytganimizdek, bu holda hisoblash ishlari hajmi ortadi.

Shuning uchun, sistema tebranishlari bilan bog'liq muhandislik masalalarini yechishda talab qilinadigan aniqlik darajasi chegarasida sistema erkinlik darajasini kamaytirish maqsadga muvofiqdir.



3-rasm. Sistemalarning erkinlik darajasi.



4-rasm. Erkinlik darajasi birga teng bo'lgan sistema konstruksiyasi va hisoblash sxemasi.

1.2-§. Inshootlar dinamikasida qo'llaniladigan usullar

Inshootlar dinamikasi kursida masalalarni yechishda, asosan statik va energetik metod deb yuritiladigan ikkita usuldan foydalaniladi. Statik metoddan foydalanilganda dinamika masalalari Dalamber prinsipiga asosan shaklan statika masalalari ko'rinishiga keltiriladi (ya'ni dinamika harakat tenglamalari statika tenglamalari ko'rinishida yoziladi).

Dinamika muvozanat tenglamalari Dalamber prinsipiga ko'ra quyidagicha yoziladi:

$$\sum x + (-m \frac{d^2 x}{dt^2}) = 0$$

$$\sum y + (-m \frac{d^2 y}{dt^2}) = 0$$

$$\sum z + (-m \frac{d^2 z}{dt^2}) = 0$$

m – jism massasi;

x, y, z – jismning koordinata o'qlari bo'ylab ko'chishlari;

$\sum X, \sum Y, \sum Z$ – jismga ta'sir qilayotgan kuchlarning ushbu o'qlardagi proektsiyalari yig'indisi (qavs ichidagi hadlar massa inersiya kuchini ifodalaydi).

Yuqoridagi tenglamalarni quyidagi ko'rinishda ham yozish mumkin:

$$\sum X - m \ddot{x} = 0$$

$$\sum Y - m \ddot{y} = 0$$

$$\sum Z - m \ddot{z} = 0$$

Dinamika masalalarini yechishda sistema tebranma harakatida energiya saqlanish qonuniga asoslangan energetik metoddan ham foydalaniladi. Energiyaning saqlanish qonuniga asosan, sistema uchun quyidagi tenglik o'rinalidir:

$$P + K = \text{const}$$

Ya'ni sistema tebranma harakati potensial energiyasi (P) va kinetik energiya (K)lari yigindisi o'zgarmasdir. Qurilish mexanikasi kursidan ma'lumki, sistema potensial energiyasi quyidagicha aniqlaniladi:

$$\Pi = \frac{1}{2} \left[\sum \int \frac{M^2 dx}{EJ} + \sum \int_0^l \frac{N^2 dx}{EF} + \sum \int_0^l \mu \frac{Q^2 dx}{GF} \right]$$

Bu erda, M, N, Q – eguvchi moment, bo'ylama va ko'ndalang kuch J, F – inersiya momenti va ko'ndalang kesim yuzasi E, G – siqilish va siljishdagi elastiklik moduli, μ – ko'ndalang kesim shakliga bog'lik koeffitsiyent (bu koeffitsiyent urinma kuchlanishlarning kesim bo'ylab notekis tarqalishini hisobga oladi.)

Sistema kinetik energiyasini hisoblash formulasi quyidagicha:

$$K = \sum \frac{m_i v_i^2}{2} + \sum \int m(x) dx \frac{v^2}{2}$$

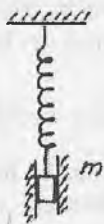
Bu yerda, v – tezlik, m_i – yig'ik massa, $m(x)$ – yoyiq massa.

Ushbu formulaning birinchi hadi yig'iq massalarga ikkinchi hadi esa yoyiq massalarga tegishlidir.

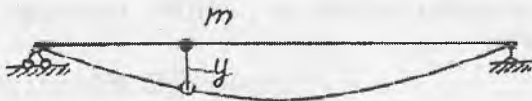
II bob. ERKINLIK DARAJASI BIRGA TENG BO'LGAN SISTEMALAR

2.1-§. Sistemalarning erkin tebranishi

Oldin aytilganidek, sistema deformatsiyalanganda barcha mas-salarning holati (o'rni)ni belgilovchi geometrik parametrlar soni sistemaning erkinlik darajasi deb ataladi. Agarda sistema massa-larining holati (o'rni)ni belgilovchi parametrlar soni birga teng bo'lsa, bunday sistemalar erkinlik darajasi birga teng bo'lgan siste-malar deb yuritiladi. Masalan: vazni nolga teng bo'lgan prujinaga osilgan massa.



5-rasm. Vaznsiz prujinaga osilgan massa.



6-rasm. Bir massali balka.

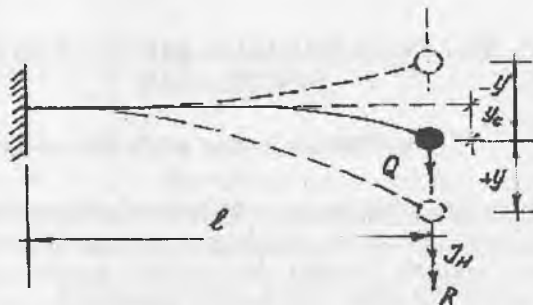
Yuqorida keltirilgan sistemalar erkin tebranishini ko'rib chiqamiz. Buni ikki xil holda ko'rish mumkin:

- qarshilik kuchi hisobga olinmaydigan hol (abstrakt) hol;
- qarshilik kuchlari hisobga olinadigan (real) hol.

QARSHILIK KUCHI HISOBGA OLINMAGAN HOL: Bir massali elastik sistemaning vertikal yo'nalishdagi erkin tebranishini ko'rib chiqamiz. Bu sistema muvozanati bir zumga qo'yib qaytib, olingan tashqi kuch ta'siri ostida buzilgan va buning natijasida sistema erkin tebranma harakat qilsin.

Sterjen uchiga og'irligi Q bo'lgan yuk (nuqta) qo'yilgan bo'lib, sterjen (balka) kuch ta'sirida **Ust** masofaga salqilanadi. Tebranish jarayonida esa massa (u) masofaga og'adi. Natijada unga harakat

davomida doimo tiklovchi (qaytaruvchi) kuch va inersiya kuchi ta'sir qiladi (muvozanat tenglamasini tuzishda pastga yo'nalish musbat deb qabul qilindi).



7-rasm. Erkinlik darajasi birga teng bo'lgan sistema.

Tiklovchi kuch sistemaning elastik reaksiya kuchi bo'lib, massa statik muvozanat holatidan chetlashganda, uni dastlabki vaziyatga qaytarishga intiladi va u salkilik miqdoriga proporsional bo'ladi, ya'ni

$$R = -cy \quad (2.1)$$

Inersiya kuchi In Dalamber prinsipiga ko'ra massa bilan tezlanish ko'paytmasiga teng bo'lib, yo'nalishi doimo harakat yo'nalishiga teskari bo'ladi, ya'ni

$$J_n = -m \frac{d^2 y}{dt^2} = -m \ddot{y} \quad (2.2)$$

Bu sistema dinamik muvozanat sharti quyidagicha yoziladi:

$$\sum Y = J_n + R = 0 \quad (2.3)$$

(2.1) va (2.2) ni (2.3) ga qo'yamiz.

$$-m \frac{d^2 y}{dt^2} - cy = 0$$

yoki

$$m \ddot{y} + cy = 0 \quad (2.4)$$

Ushbu ifoda ikkinchi tartibli chiziqli bir jinsli differensial tenglama deb ataladi va u qarshilik kuchi hisobga olinmagan holda

bir massali sistemaning so'nmaydigan erkin tebranishlarini ifodalaydi.

Oxirgi tenglamani m ga bo'lsak, quyidagicha ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\sum x + \left(-m \frac{d^2 x}{dt^2} \right) = 0, \quad \frac{c}{m} = \omega^2$$

deb belgilasak,

$$y + \omega^2 y = 0 \quad (2.5)$$

ω - sistema tebranishining doiraviy chastotasi.

(2.5) tenglamaning yechimi quyidagicha bo'ladi:

$$y = c_1 \cos \omega t + c_2 \sin \omega t \quad (2.6)$$

$$y = v = -c_1 \omega \sin \omega t + c_2 \omega \cos \omega t$$

Bu yerda, A va B lar doimiylik bo'lib, ular boshlang'ich shartlardan aniqlanadi, ya'ni

$$t=0 \text{ da } y=y_0 \text{ va } v=v_0$$

u holda oxirgi yozilgan tenglamalarga asosan,

$$y = y_0 = c_1 \cdot 1 + c_2 \cdot 0$$

$$v = v_0 = c_2 \omega \quad c_1 = y_0 \quad c_2 = \frac{v_0}{\omega}$$

bu qiymatlarni (2.6) ga qo'yamiz

$$y = y_0 \cos \omega t + \frac{v_0}{\omega} \sin \omega t$$

ushbu tenglamada

$$\frac{v_0}{\omega} = A \cos \lambda$$

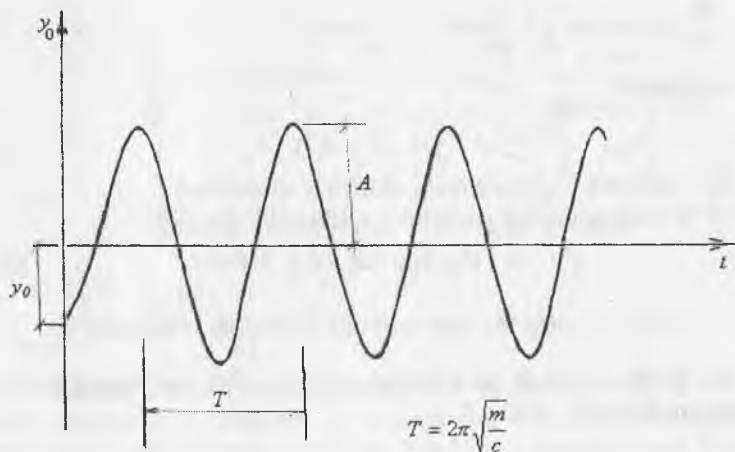
va $y_0 = A \sin \lambda$ deb belgilash kiritsak,

$$y = A \sin \lambda \cdot \cos \omega t + A \cos \lambda \cdot \sin \omega t$$

$$y = A \sin (\omega t + \lambda) \quad (2.9)$$

Bu yerda, A - amplituda; λ - boshlang'ich faza.

(2.9) tenglama erkinlik darajasi birga teng bo'lgan sistemaning erkin (xususiy) tebranishini ifodalaydi. Uning grafigi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:



8-rasm. Erkinlik darajasi birga teng bo'lgan sistemaning erkin tebranish grafigi.

T – tebranish davri (tebranishning bir tsikli uchun ketadigan vaqt); γ – texnik chastota; ω – doiraviy chastota.

Jismning vertikal yo'nalishdagi tebranishlarida xususiy tebranma harakat chastota va davrini aniqlashda quyidagi ifodalardan foydalanish mumkin:

$$\omega = \sqrt{\frac{m}{c}} = \sqrt{\frac{1}{m\delta_n}} = \sqrt{\frac{Q}{my_{cm}}} = \sqrt{\frac{g}{y_{cm}}}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{m\delta_n} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{c}} = 2\pi\sqrt{\frac{y_{cm}}{g}}$$

bu yerda, Q – og'irlik kuchi; g – erkin tushish tezlanishi; y_{cm} – jismning og'irlik kuchi ta'siridan ko'chishi; δ_n – jismning unga harakat yo'nalishida ta'sir qiluvchi $R=1$ birlik kuchdan solishtirma ko'chishi.

Bir minutdagi tebranishlar soni quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$n = \frac{60}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{y_{cm}}}$$

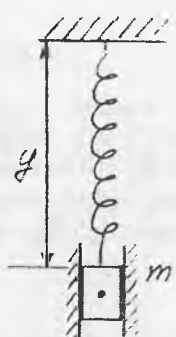
Bu yerda, $g = 981 \approx (10\pi)^2$ desak, $n = \frac{300}{y_{cm}}$

Amalda ushbu formuladan keng foydalaniladi. Chastota va tebranish davri sistemaning dinamik xarakteristikasini belgilaydi.

2.2-§. Misol yechish uchun namunalar

1-misol. Ushbu rasmda keltirilgan sistema uchun xususiy tebranish doiraviy chastotasini aniqlash formulasi topilsin. Prujina bikrligi S , N/m jism massasi m ga teng deb olinsin.

Berilgan:	Yechish:	
$\frac{s}{m}$ $\omega - ?$	m massali jismga $R=1$ birlik kuch ta'sir qilsa, quyidagicha bo'ladi:	
$\omega^2 = \frac{1}{m\delta_n} = \frac{c}{m}$	yoki	$\omega = \sqrt{\frac{c}{m}}$



2-misol. To'shama koeffitsiyenti K (N/m^3) bo'lgan elastik asosda joylashgan poydevorning vertikal yo'nalishdagi erkin tebranish chastotasi aniqlansin. Uning solishtirma og'irligi δ

Berilgan:	Yechish:
a h b ρ	
$\omega - ?$	



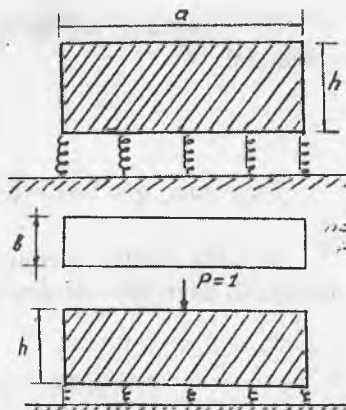
Poydevorga vertikal yoʻnalishda $R=1$ birlik kuch taʼsir qildiramiz va uning vertikal yoʻnalishdagi koʻchishni aniqlaymiz:

$$\delta_u = 1/kab$$

$$\omega^2 = \frac{1}{m\delta_u} = \frac{kab}{m}$$

bu yerda,

$$m = \frac{G}{g} = \gamma \frac{abh}{g}$$



Buni hisobga olsak poydevorning chastotasini aniqlash formulasi quyidagicha boʻladi:

$$\omega^2 = \frac{kab}{m} = \frac{kab}{\gamma \frac{abh}{g}} = \frac{kg}{\gamma h}$$

3-misol. Uzunligi $l=1$ m boʻlgan konsol balkaga ogʻirligi $Q=123$ kG boʻlgan dvigatel joylashtirilgan. Agarda balka poʻlat ($E=2,1 \cdot 10^6$ kG/sm²) dan yasalgan №8 koʻshtavr ($J=78$ sm⁴) boʻlsa, uning erkin tebranish davri va chastotasi aniqlansin. Balkaning xususiy ogʻirligi va tebranishga qarshilik kuchlari hisobga olinmasin.

Berilgan:

$l=1$ m

$Q=123$ kG

$E=2,1 \cdot 10^6$ kG/sm²

$J=78$ sm⁴

Yechish:

ω ?, n ?

Konsol balka uchining dvigatel xususiy ogʻirligidan egilishini aniqlaymiz.

$$y_{cm} = \frac{Ql^3}{3EJ}$$



Erkin tebranish chastotasi

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{y_{cm}}} = \sqrt{\frac{981 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 3 \cdot 78}{12.3 \cdot 10^3}} = 62.8 \text{ sek}^{-1}$$

Davr

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2 \cdot 3.14}{62.8} = 0.1 \text{ c}$$

Bir minutdagi tebranishlar soni $\frac{60}{T} = 600$

4-misol. Og'irligi R bo'lgan kema tinch suvda suzmoqda. Uning suv sirtidan yuqori qismining yuzasi S ga teng bo'lib, u tebranishga bog'liq emas. $t=0$ boshlang'ich holatda statik muvozanatdagi kema S og'irlik markaziga vertikal yo'nalishda pastga tezlik beriladi. (Suvning qovushoqligi hisobga olinmasin) Suvning solishtirma og'irligi γ ga teng. Kema erkin tebranma harakat tenglamasini aniqlang.

Berilgan:

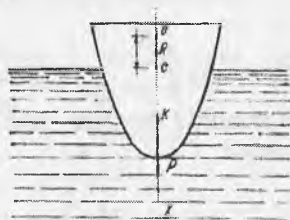
P

S

γ

X -?

Yechish:



OX o'qini vertikal pastga (O nuqta sanoq boshi) yo'naltiramiz.

Kema suv osti balandligi Δ_{cm} . Kema statik muvozanat shartini yozamiz. Kemaga vertikal pastga $P=mg$ og'irlik kuchi (S nuqtada) va statik reaksiya kuchi (K nuqtada) Arximed qonuniga asosan kuch kemanding siqib chiqargan suvning og'irligiga teng, ya'ni $R_{cm}=\gamma V=\gamma S \Delta_{cm}$. Buni hisobga olib statik muvozanat shartini yozamiz.

$$mg - \gamma S \Delta_{cm} = 0 \quad (1)$$

Masala shartiga ko'ra,

$$t=0; \text{ da } x=0; \quad \dot{x} = v_0 \quad (2)$$

Kema og'irlik markazi harakat differensial tenglamasini tuza-miz:

$$m\ddot{x} = Px + Rx \quad (3)$$

bu yerda:

$$\begin{aligned} Rx &= -\gamma S(\Delta_{cm} + x); \\ Px &= mg \end{aligned} \quad (4)$$

(1) va (4) ni hisobga olsak.

$$mg + [-\gamma S(\Delta_{cm} + x)] = mx$$

$$\gamma S\Delta_{cm} - \gamma S(\Delta_{cm} + x) = mx$$

$$mx = -\gamma Sx \quad mx + \gamma Sx = 0$$

bu ifodani m ga bo'lamiz

$$x + \frac{\gamma S}{m}x = 0,$$

desak,

$$\frac{\gamma S}{m} = \omega^2$$

oxirgi tenglama yechimini $x = a \sin(\omega t + \alpha)$ ko'rinishda izlaymiz

bunda, $\omega = \sqrt{\frac{\gamma S}{m}}$

Tebranma harakat amplitudasi (2) va (5) lardan foydalanib aniqlanadi:

$$a = \sqrt{x_0^2 + \frac{v_0^2}{\omega^2}} \quad (x_0=0) \quad a = \frac{v_0}{\omega} = v_0 \sqrt{\frac{m}{\gamma S}}$$

Tebraniş boshlang'ich fazasi

$$\alpha = \arctg \frac{\omega x_0}{v_0}$$

$x_0=0$ va $x_0 = v_0$ ekanini hisobga olsak $\alpha=0$ topilgan barcha qiymatlarni (5) qo'ysak

$$x = v_0 \sqrt{\frac{m}{\gamma S}} \sin \sqrt{\frac{\gamma S}{m}} t$$

ushbu tenglama kema og'irlik markazining vertikal erkin tebranişini ifodalaydi.

Demak, kema tebranish davri quyidagicha bo'ladi:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{\gamma S}}$$

2.3-§. Muhit qarshilik kuchini hisobga olingan holda erkinlik darajasi birga teng bo'lgan sistema erkin tebranishi

Yuqorida sistemaga qarshilik kuchi ta'sir qilmaganda sistema erkin tebranishi o'zgarmas amplituda bilan davom etishi ma'lum bo'ldi.

Endi sistemaning qarshilik kuchi ta'siri ostidagi erkin tebranishlar tabiatini ko'rib chiqamiz. Amalda erkin tebranishlar, albat-ta, so'nuvchan xarakterda bo'lib, bunga qarshilik kuchi sababchi bo'ladi. Qarshilik kuchi konstruksiya tashqi yoki ichki faktorlari sababli, paydo bo'lib, u: tashqi muhit qarshiligi, konstruksiya elementlari tutashgan joylari va tayanchlardagi ishqalanishlar, material ichki noelastik qarshiligi ko'rinishida namoyon bo'ladi.

Real sharoitda konstruksiyalarning tebranishiga tiklovchi kuch R , inersiya kuchi I_n hamda qarshilik kuchlari F_k ta'sir qiladi.



9-rasm. Qarshilik kuchi mavjud muhitda erkinlik darajasi birga teng bo'lgan sistema.

Qarshilik kuchi tebranish harakat tezligi $\dot{y}$ ga proporsional ravishda o'zgaradi degan farazni 1890-yil Foygt taklif qilgan va u qarshilik kuchi harakat yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalgan.

Ya'ni:

$$f = -\beta \dot{y}$$

Bu yerda, β – proporsionallik koeffitsiyenti.

Bu holda sistemaning dinamik muvozanat tenglamasi quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$\sum y = I_n + f + R = 0 \quad (1)$$

Bunda, $J_u = -m\ddot{y}$; $R = -cy$ va $f = -\beta\dot{y}$ ekanini hisobga olsak, yuqoridagi tenglama quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$-m\ddot{y} - b\dot{y} - cy = 0$$

yoki

$$m\ddot{y} + \beta\dot{y} + cy = 0$$

Ushbu tenglama qarshilik kuchini hisobga olgan holda sistemaning erkin tebranma harakat differensial tenglamasidir. (2) Tenglamani m ga bo'lamiz:

$$\ddot{y} + \frac{\beta}{m}\dot{y} + \frac{c}{m}y = 0 \quad (3)$$

bu yerda, $\frac{\beta}{m} = 2\alpha$, $\frac{c}{m} = \omega^2$ deb belgilash kiritsak (3) tenglama quyidagicha yoziladi:

$$\ddot{y} + 2\alpha\dot{y} + \omega^2 y = 0 \quad (4)$$

Bu tenglamaga mos xarakteristik tenglama $Z^2 + 2\alpha Z + \omega^2 = 0$ ko'rinishida bo'ladi. Uning yechimi:

$$\left. \begin{aligned} Z_1 &= -\alpha + \sqrt{\alpha^2 - \omega^2} \\ Z_2 &= -\alpha - \sqrt{\alpha^2 - \omega^2} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Bu tenglikda $\alpha \leq \omega$ bo'lishi mumkin.

1. $\omega > \alpha$. Bu holda sistema differentsial tenglamasining yechimi quyidagi ko'rinishda bo'ladi.

$$y = e^{-\alpha t} (A \sin \omega_1 t + B \cos \omega_1 t) \quad \text{bu yerda, } \alpha = \frac{\beta}{2m}$$

bundan ko'rinib turibdiki, ushbu ifoda davriy funksiyadir.

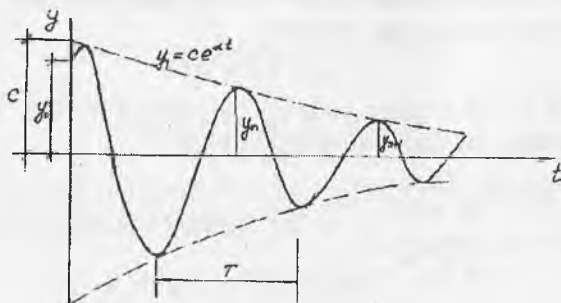
So'navchi erkin tebranish davri

$$T_1 = \frac{2\pi}{\omega_1} = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega^2 - \alpha^2}}$$

$A = C \cos \lambda$; $V = S \sin \lambda$ deb belgilash kiritsak

$$y = e^{-\alpha t} C \sin(\omega_1 t + \lambda) \quad (8)$$

Bu yerda, boshlang'ich faza – λ , S – boshlang'ich amplituda.



10-rasm. Erkinlik darajasi birga teng bo'lgan sistemaning qarshilik kuchi mavjud muhitdagi garmonik tebranishlar grafigi.

Konstruksiyalarda α ning qiymati doiraviy chastota ω dan ancha kichik bo'ladi. Shuning uchun $\omega_1 = \omega$ deb olsa uncha katta xatoga yo'l qo'yilmaydi. So'nuvchi tebranishlarni amalda tebranishning logarifmik dekrementini (logarifmik dekrement) xarakterlaydi. Logarifmik dekrement sistemasining dissipativ (so'nish) xususiyatini belgilovchi miqdordir. Ya'ni:

$$\delta = \ln \frac{y_n}{y_{n+1}} = \alpha T_1$$

Tebranishning so'nishini xarakterlovchi yana bir miqdor, energiya yutilish koeffitsiyenti yoki dissipativ koeffitsiyetni deb ataladi.

$$\gamma = \delta / \pi$$

1-jadval

<i>Yutilish koeffitsiyenti</i>	δ
Po'lat uchun	0, 06-0, 15
Yog'och	0, 18-0, 30
G'isht (kladka)	0, 24-0, 48
Temir-beton	0, 3-0, 6

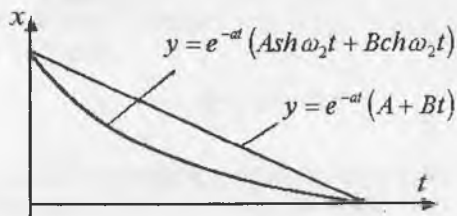
Agarda $\alpha > \omega$ bulsa, yuqoridagi tenglama yechimi

$$y = e^{-\alpha t} (A \sin \omega_2 t + B \cos \omega_2 t)$$

ko'rinishda bo'lib bu holda harakat tebranma xarakterda bo'lmaydi. Lekin massa sekin asta o'zining dastlabki vaziyatiga qaytadi. $\alpha = \omega$ da tenglama yechimi

$$y = e^{-\alpha t} (A + Bt)$$

ko'rinishda bo'lib harakat nodavriy xarakterda bo'ladi. Bu hollarda harakat grafigi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

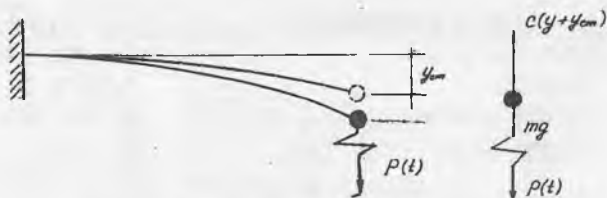


11-rasm. Qarshilik kuchi mavjud sharoitda sistema aperiodik harakat grafigi.

2.4-§. Erkinlik darajasi birga teng bo'lgan sistemaning majburiy tebranishlari (qarshilik kuchini hisobga olinmagan hol)

Yuqorida erkinlik darajasi birga teng bo'lgan sistemalarning erkin tebranishlari haqida gap yuritgan edik. Endi xuddi shunday sistemalarning vaqt bo'yicha o'zgarib boruvchi kuchlar ta'siridagi tebranma harakatini ko'rib chiqamiz. Sistemaning bunday (uyg'otuvchi) kuchlar ta'siri ostida qiladigan tebranma harakati sistema-ning majburiy tebranishlari deb ataladi.

Quyidagi rasmda keltirilgan erkinlik darajasi birga teng bo'lgan sistemaga uyg'otuvchi kuch ta'sir qilayotgan bo'lsin.



12-rasm. Uyg'otuvchi kuch ta'siridagi bir massali sistema.

$t=t_1$ vaqtda massaga ta'sir qiluvchi kuchlar yuqoridagi rasmda ko'rsatilgan. Nuqta harakat tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$-c(y + y_{cm}) + mg + P(t) = m \ddot{y}$$

yoki

$$-cy - cy_{cm} + mg + P(t) = 0$$

bu yerda, $cy_{cm} = mg$ ekanini hisobga olsak, tenglamani quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$-cy + P(t) = m \ddot{y}$$

yoki

$$\ddot{y} + \frac{c}{m} y = \frac{P(t)}{m}$$

Bunda $\frac{c}{m} = \omega^2$ deb belgilash kiritsak, tenglama

$$\ddot{y} + \omega^2 y = \frac{P(t)}{m}$$

ko'rinishga ega bo'ladi.

Ushbu tenglama massaning majburiy tebranma harakat differensial tenglamasi deyiladi.

Tenglamaning umumiy yechimi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$y = y_0 \cos \omega t + \frac{v_0}{\omega} \sin \omega t + \frac{1}{m\omega_0} \int_0^t P(\tau) \sin \omega(t - \tau) d\tau$$

agarda boshlang'ich shartlar $y_0=0$ va $v_0=0$ bo'lsa,

$$y = \frac{1}{m\omega_0} \int_0^t P(\tau) \sin \omega(t - \tau) d\tau$$

Massaga ta'sir qiluvchi uyg'otuvchi kuch $P=P_0 \sin \theta t$ bo'lsa, tenglama:

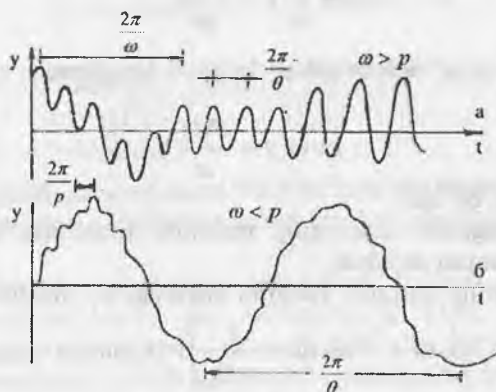
$$\text{umumiy yechimi } y = \frac{P_0}{m\omega_0} \int_0^t \sin \theta \tau \sin \omega(t - \tau) d\tau \quad \text{bunda } \omega \neq 0$$

bo'lsa integral yechimi tenglamaga $\omega^2 = c/m$ va $y_0 = P_0/c$ qo'ysak,

$$y = \frac{y_{cm}}{1 - \frac{\Theta^2}{\omega^2}} (\sin \Theta t - \frac{\Theta}{\omega} \sin \omega t)$$

oxirgi tenglamada ust-statik kuch R_0 ta'siridan hosil bo'lgan salkilik.

Oxirgi formulani tahlil qiladigan bo'lsak, boshlang'ich shartlar nolga teng bo'lganda, sistemada ikki qismdan iborat murakkab tebranish vujudga kelishini ko'rsatadi, ya'ni qavs ichidagi birinchi had uyg'otuvchi kuch takrorligi bo'yicha tebranishi; ikkinchi had esa xususiy tebranish chastotasi bilan tebranishni ifodalaydi. Bu yerda birinchisi majburiy tebranishni, ikkinchisi – erkin tebranishni ifodalaydi. Ularni grafik orqali quyidagicha ko'rsatish mumkin.



13-rasm. Ikki xil tebranishning qo'shilishi va erkin tebranishlarning so'nishi.

Bino yoki inshootlar konstruksiyalarning tebranish jarayonida qarshilik kuchlari tufayli erkin tebranishlar vaqt o'tishi bilan so'nib boradi, majburiy tebranishlar esa avvalgi amplituda bilan davom etadi.

Vaqt o'tishi bilan konstruksiya erkin tebranishlarning so'nib borishi (b) hamda ikki xil tebranishning qo'shilish jarayoni (a) rasmda tasvirlangan. Ushbu harakat grafigidan ko'rinib turibdiki, erkin tebranishlar tebranish jarayonining boshidayoq so'nib qoladi. Shuning uchun yuqoridagi keltirilgan yechimning doimiy-so'nmaydigan qismini tahlil qilish bilan chegaralanamiz, ya'ni

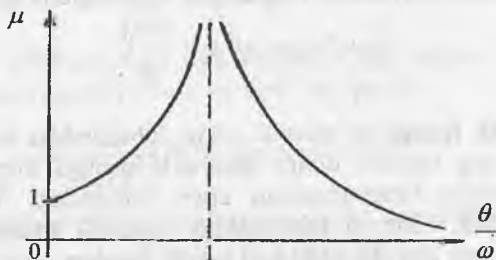
$$y = \frac{y_{st}}{1 - \frac{\Theta^2}{\omega^2}} \sin \Theta t$$

Bundagi $\frac{y_{st}}{1 - \frac{\Theta^2}{\omega^2}} = A$ – majburiy tebranish amplitudasi (dinamik salkilik).

Majburiy tebranishlar jarayonida uyg'otuvchi kuch ta'sirining dinamiklik effekti dinamik koeffitsiyent deb nomlangan quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$\mu = \frac{A}{y_{st}} = \frac{1}{1 - \frac{\Theta^2}{\omega^2}}$$

Ushbu ifodadan ko'rinib turibdiki, dinamik koeffitsiyent (μ) ning qiymati chastotalar nisbati θ/ω ga bog'liq ekan. Quyidagi 14-rasmda dinamik koeffitsiyent μ bilan chastotalar nisbati θ/ω lar orasidagi bog'lanish grafigi keltirilgan.



14-rasm. Dinamik koeffitsiyent μ bilan θ/ω nisbat orasidagi bog'lanish grafigi.

Yuqoridagi fikrlardan kelib chiqib aytish mumkinki, uyg'otuvchi kuch ta'sir qilish chastotasi θ konstruktsiya (sistema) xususiy tebranish chastotasi ω dan aytarli darajada kichik bo'lsa ($\mu \rightarrow 1$), u holda dinamik salkilik A statik salkilik U_{st} ga yaqinlashadi. Agarda θ/ω bo'lsa, θ ning o'sishi bilan dinamiklik koeffitsiyenti μ ning qiymati tez o'sib boradi, bu hol tebranish amplitudasi A ning o'sishini anglatadi. Agarda $\theta > \omega$ bo'lsa, $A < 0$ bo'ladi, ya'ni bundan

tebranish amplitudasi uyg'otuvchi kuchga qarama-qarshi yo'nalganligini bilish qiyin emas.

Sistemaga ta'sir qiluvchi uyg'otuvchi kuch chastotasi bilan konstruksiya (sistema) xususiy tebranish chastotasi teng bo'lgan hol ($\theta=\omega$) **rezonans** deb yuritiladi. Bunda $\theta/\omega=1$ bo'lib, sistema majburiy tebranish amplitudasi cheksizlikka intiladi.

Bu hol konstruksiyalarda qarshilik kuchlar ta'sirining hisobga olinmaganda sodir bo'ladi. Biroq real konstruksiyalarda qarshilik (dissipativ) kuchlar doimo bo'ladi. Sistemaning qarshilik kuchlari mavjud bo'lgan sharoitdagi majburiy tebranishlarini quyidagi paragrafda ko'rib chiqamiz.

2.5-§. Sistemaning majburiy tebranishlariga qarshilik kuchlarining ta'siri

Biz yuqorida qarshilik kuchi mavjud bo'lmagan holda sistema majburiy tebranishlarini ko'rib chiqdik. Endi sistemaning qarshilik kuchi mavjud bo'lgan muhitdagi majburiy tebranishlarini ko'rib chiqamiz.

Muhit qarshilik (dissipativ) kuchi ta'siri hisobga olinsa, sistema majburiy tebranishlari asosiy tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$y + 2\alpha y + \omega^2 y = \frac{P(t)}{m}$$

Bu tenglik ifodasi so'nuvchi erkin tebranishlar tenglamasidan barobarning ung tomoni bilan, qarshilik hisobga olinmagan majburiy tebranishlar tenglamasidan chap tomondagi ikkinchi hadi bilan farq qiladi. Sistema tebranishiga qarshilik (dissipativ) kuchlarning ta'siri ana shu ikkinchi had orqali hisobga olinadi.

Faraz qilaylik, erkinlik darajasi birga teng bo'lgan sistemaga uyg'otuvchi kuch (impuls) S qo'yilgan bo'lsin. U holda sistema tebranma harakatini $y = ce^{-\alpha t} \sin(\omega_1 t + \lambda)$ ifoda orqali ifodalash mumkinligini yuqoridagi ko'rib o'tgan edik.

Tenglamadagi s va λ doimiylarni harakat boshlang'ich shartlaridan aniqlash mumkin;

$$t=\tau \text{ da } x=0; \quad x = \frac{S}{m}$$

Birinchi shart quyidagini beradi: $\lambda = -\omega_1 \tau$.

Ikkinchi shartdan

$$c = \frac{S \cdot e^{\alpha\tau}}{m \cdot \omega_1}$$

bu yerda, $\omega_1 = \sqrt{\omega^2 - \alpha^2}$ bo'ladi. Shunday qilib, sistemaning S impuls ta'siridagi erkin tebranishlari quyidagi qonun orqali ifodalanadi:

$$y_{\text{er}} = \frac{S}{m \omega_1} e^{-\alpha(t-\tau)} \sin \omega_1(t - \tau)$$

ya'ni, ushbu ifodadan ko'rinib turibdiki, tebranish so'nuvchi xarakterda bo'ladi.

Yuqorida keltirilganidek, uyg'otuvchi $P(\tau)$ kuchni kichik zarblar $P(\tau) d\tau$ ketma-ketligida deb qarasa, u holda boshlang'ich sharti nolga teng bo'lgan sharoitda masalaning umumiy yechimi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$y = \frac{1}{m \omega_1} \int_0^t P(\tau) e^{-\alpha(t-\tau)} \sin \omega_1(t - \tau) d\tau$$

Mazkur formula $R(t)$ uyg'otuvchi kuch istalgan qonun orqali ifodalansa ham tug'ri bo'ladi va $\alpha=0$ bo'lganda

$$y = \frac{1}{m \omega} \int_0^t P(\tau) \sin \omega(t - \tau) d\tau$$

Sistemaga ta'sir qiluvchi uyg'otuvchi kuch garmonik qonun orqali ifodalansa, ya'ni $P(t) = P_0 \sin \Theta t$ bo'lsa, u holda sistema majburiy tebranma harakati differensial tenglamasi umumiy yechimi quyidagi ko'rinishda bo'ladi: $y = A \sin(\Theta t - \gamma)$ bu tenglamadagi A va γ parametrlar qiymati quyidagicha bo'ladi:

$$A = \frac{y_{cm}}{\sqrt{\left(1 - \frac{\Theta^2}{\omega^2}\right)^2 + \frac{4\Theta^2\alpha^2}{\omega^4}}}$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{2\Theta\alpha}{\omega^2 - \Theta^2}$$

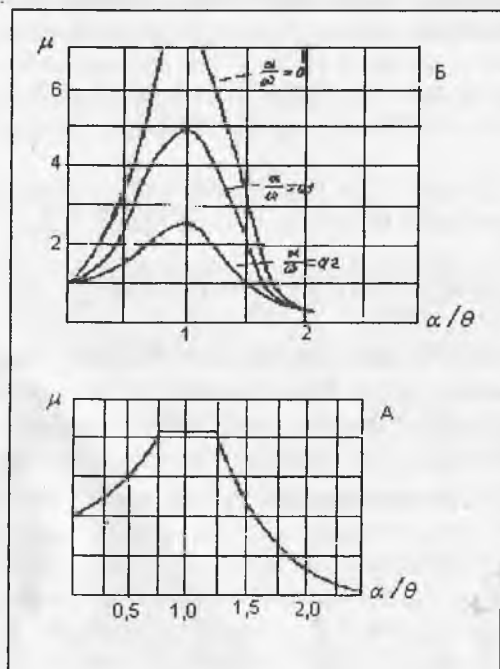
bu yerda, γ – boshlang‘ich faza va $\frac{P_0}{m\omega^2} = \frac{P_0}{c} = y_{cm}$ deb olingan.

Ma‘lumki, majburiy tebranish amplitudasi A ning statik salkiligi Ust ga nisbati dinamik koeffitsiyent deb yuritiladi, ya‘ni

$$y_1 = \frac{S}{m\omega_1} e^{-\alpha(t-\tau)} \sin \omega_1(t-\tau)$$

$$\mu = \frac{A}{y_{cm}} = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \frac{\Theta^2}{\omega^2}\right)^2 + 4 \frac{\Theta^2 \alpha^2}{\omega^4}}}$$

Dinamiklik koeffitsiyenti μ ning α/θ nisbatning turli qiymatlarida ga bog‘liqlik grafigi quyidagicha bo‘ladi (15-rasm).



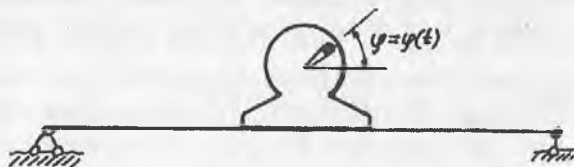
15-rasm. Dinamiklik koeffitsiyentining α/θ nisbatga bog‘liqlik grafigi.

Bu yerdan ko'rinib turibdiki, sistemaning qarshilik kuchi ta'siri ostidagi majburiy tebranishlari qarshiliksiz holdagidan tubdan farq qiladi.

Sistemaga ta'sir qiluvchi qarshilik kuchni hisobga olib aniqlangan dinamik koeffitsiyent μ ning qiymati uyg'otuvchi kuchning chastotasi θ ning hech bir qiymatida cheksiz bo'lmaydi. $\frac{\alpha}{\omega} = 0$

bo'lganda yuqoridagi (a) grafik sistemaning qarshiliksiz muhitdagi majburiy tebranishlarini ifodalaydi, ya'ni u holda $\mu=0$ bo'ladi. Bundan tashqari, 15,a-rasmdan ko'rinib turibdiki, qarshilik kuchlarining ta'siri rezonansga yaqin diapazonda sezilarli bo'ladi. Bu hol rezonans zonasidan uzoq zonada qarshilik kuchini hisobga olmay tuzilgan grafikdan ham foydalanish mumkinligini taqozo qiladi (15,b-rasm).

MISOL: Uzunligi $L=3,0$ m. bo'lgan balka o'rtasida ($L/2$) joylashtirilgan dvigatel vazni $Q=4$ kH, aylanishlar soni $n=450$ ayl/min. Dvigatel ishlashidan hosil bo'ladigan markazdan qochma kuchning vertikal tashkil etuvchisi $P\sin\theta t$ ga teng bo'lib,



$P=1$ kN. Ushbu balka 12-nomerli po'latdan ishlangan qush-tavrdan yasalgan. Dvigatel ishlashidan hosil bo'ladigan majburiy tebranishlar amplitudasi va kuchlanishlar qiymati aniqlansin.

Berilgan:
 $L=3,0$ m
 $Q=4$ kN
 $n=450$ ayl/min
 $P(t)=P\sin\theta t$
 $P=1$ kN

Yechish:

$Y_{\max}=A-?$
 $d_{\max}-?$

Balkaning xususiy tebranish chastotasini aniqlaymiz.

$$y_{st} = \frac{QL^3}{48EJ} \quad (1)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{y_{st}}} \quad (2)$$

(1)-formulani (2)-formulaga qo'yib balka xususiy tebranish chastotasi qiymatini aniqlaymiz:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{y_{st}}} = \sqrt{\frac{g}{\frac{QL^3}{48EJ}}} = \sqrt{\frac{48EJ}{QL^3} g}$$

$E=2,1 \cdot 10^8 \text{ kN/m}^2$, jadvaldan 12-raqamli qushtavr uchun $J_x=350 \cdot 10^8 \text{ m}^4$; $g=9,81 \text{ m/s}^2$ – erkin tushish tezlanishi.

Ushbu parametrlar son qiymatlari va masala shartida berilganlardan foydalanib, yuqoridagi noma'lumni aniqlash mumkin, ya'ni

$$\omega = \sqrt{\frac{48EJ}{QL^3} g} = \sqrt{\frac{48 \cdot 2,1 \cdot 10^8 \cdot 350 \cdot 10^8}{4 \cdot 3^3}} = 56,6 \text{ sek}^{-1}.$$

Uyg'otuvchi kuch ta'siri chastotasi

$$\Theta = \frac{\pi t}{30} = \frac{3,14 \cdot 450}{30} = 47,1.$$

Sistema uchun dinamik koeffitsiyent qiymati

$$\mu = \frac{1}{1 - \frac{\Theta^2}{\omega^2}} = \frac{1}{1 - \left(\frac{47,1}{56,6}\right)^2} = 3,25$$

Bundan ko'rinib turibdiki, dinamik kuchlanish va bu holdagi deformatsiya qiymati ushbu parametrlarning statik qiymatlaridan 3,25 marta katta bo'lar ekan. Balkada sodir bo'ladigan maksimal salkilik

$$y_{\max} = y_{st(Q)} + \mu y_{st(p)} = \frac{QL^3}{48EJ} + \mu \frac{PL^3}{48EJ} =$$

$$0,306 + 3,25 \cdot 0,077 = 0,56 \text{ sm.}$$

Balkada vujudga keladigan kuchlanishning maksimal qiymati

$$\sigma_{\max} = \sigma_{st(Q)} + \mu \sigma_{st(p)} = \frac{QL}{4W} + \mu \frac{PL}{4W} = \frac{L}{4W} (Q + \mu P)$$

Jadvaldan 12-nomerli kushtavr balka uchun qarshilik momenti (W)ning qiymati $W=58,4 \text{ cm}^3$. Ushbu parametr va yuqoridagilar yordamida balkadagi kuchlanishning maksimal qiymatini aniqlash mumkin, ya'ni

$$\sigma_{\max} = \frac{L}{4W} (Q + \mu P) = 93050 \text{ kH} / \text{m}^2$$

2.6-§. Tebranishlardan texnikada foydalanish

Ko'p hollarda tebranish bino va inshoot konstruksiyalari normal ekspluatatsiyasiga xalaqit beradi va ularning mustahkamligiga bevosita xavf tug'diradi. Bunday hollarda tebranishlarning zararli ta'sir parametrlarini pasaytirish zaruriyati tug'iladi. Shu bilan bir qatorda biror texnologik jarayon davomida tebranishlarning ko'pgina parametrlarini optimallashtirish masalalarini yechishga to'g'ri keladi.

Bino va inshoot konstruksiyalarining tebranishi natijasidagi zararli ta'sirlarning qiymatlarini baholash, ayniqsa, tebranish paytida konstruksiyalar holatini oldindan bilish o'ta muhimdir. Ushbu muammoni yechishda tebranishlarni o'lchash, jarayonni bevosita o'rganish ahamiyatlidir.

Mexanik tebranishlar parametrlarini o'lchash uchun xizmat qiladigan pribor yoki o'lchash uskunalari, odatda, **vibrometrlar** deb yuritiladi. Ko'pgina vibrometrlar ishlash prinsipi bevosita majburiy tebranishlar nazariyasi qonuniyatlari tatbiqiga asoslangan.

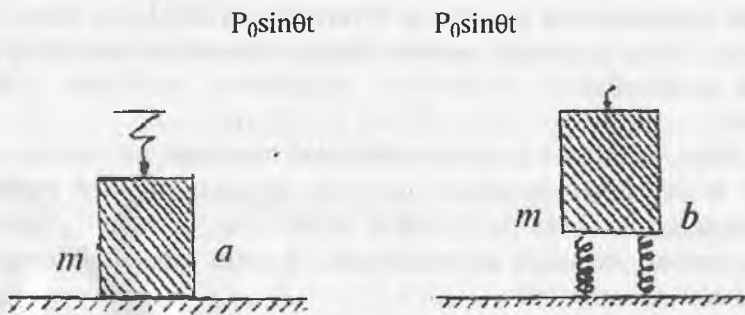
Tebranishlar to'grisida gap borar ekan, ularning faqat zararli tomonini aytmasdan, xalq xo'jaligida muhim o'rin tutgan foydali tomoniga ham to'xtalib o'tish lozim.

Ko'pgina hollarda texnikada vibratsiya termini ishlatiladi (vibrometr so'zi-vibratsiyani o'lchash ma'nosini anglatadi). Odatda, vibratsiya deganda kichkina amplitudali, katta chastotali tebranishlar tushuniladi. Vibratsiya – bu elastik jismlarning o'zgaruvchan fizik maydon ta'siridagi kichik mexanik tebranishlaridir.

Vibrohimoyalash (vibroizolyatsiya)

Vibrohimoyalash (vibroizolyatsiya) – vibratsiyaning zararli ta'sirini kamaytirishning eng sodda va samarali konstruktiv yechimlaridan biridir. Faraz qilaylik, muvozanatlashmagan aylanuvchi qismi bo'lgan mashina binoga o'rnatilishi lozim bo'lsin. Bunga misol tariqasida, kasalxona yoki mehmonxona liftining o'zgaruvchan tokli motorini keltirish mumkin. Ushbu holatda motorning vibratsiyasi binoda noqulaylik tug'diradi. Shuning uchun bu sharoitda motorning vibratsiya ta'sirini yo'qotish asosiy masaladir. Ushbu muammoni hal qilishning asosiy yechimi motorni prujina orqali osma tayanchga joylashtirishdir.

Quyidagi rasmda motorning poydevorga ikki xil usulda mahkamlanishi sxematik tarzda ko'rsatilgan.



17-rasm. Muvozanatlashmagan aylanuvchi qismi bo'lgan mashinaning poydevorga biki (a) va prujina orqali (b) mahkamlanishi.

Ushbu rasmda m massali mashinaning poydevorga ikki xil usulda joylashtirilishi ko'rsatilgan. 17,a-rasmda mashina poydevor-

ga qattiq mahkamlanishi, 17,b-rasmda prujina orqali mahkamlanishi ko'rsatilgan. Ikkala holda mashina ishlashidan poydevorga tebranishning uzatilishi fizik jarayonini ko'rib chiqamiz. Birinchi usulda mashina poydevorga qattiq mahkamlanganligi sababli u harakatlana olmaydi va poydevorga kuch butunligiga uzatiladi. Ikkinchi usulda mashina prujina tayanchlarga joylashtirilganligi sababli poydevorga mashina tomonidan ta'sir kuchi prujinalarning elastiklik kuchiga teng bo'ladi. Mashinada prujina tayanch orqali poydevorga uzatiladigan kuchning ulushi qancha kichik bo'lsa, mashina vibratsiyasining zararli ta'siri shuncha kam bo'ladi. Umuuman, muvozanatlashmagan aylanuvchi qismi bo'lgan mashina yoki boshqa uskunalarning konstruksiyalarga zararli ta'siri "uzatish koef-fitsienti" orqali baholanadi, ya'ni u poydevor yoki boshqa tayanch konstruksiyasiga uzatiladigan kuch qiymatining uyg'otuvchi kuch miqdoriga nisbati bilan aniqlaniladi. Bunday holda tayanch prujinalarini shunday tanlash lozimki, bunda vibratsiya manbai bo'lgan mashina yoki mexanizmning xususiy chastotasi uyg'otuvchi kuch-nikidan judayam kichik bo'lsin yoki boshqacha aytganda, prujinalar judayam «yumshoq» bo'lishi kerak.

Odatda, vibratsiyadan himoya usullari ikki xil: aktiv va passiv himoya usullariga ajratiladi. Aktiv vibroizolyatsiyaning asosiy maqsadi vibratsiya manbai bo'lgan mashina yoki mexanizmlardan tayanch konstruksiyalariga uzatiladigan dinamik ta'sirni kamaytirishdan iborat.

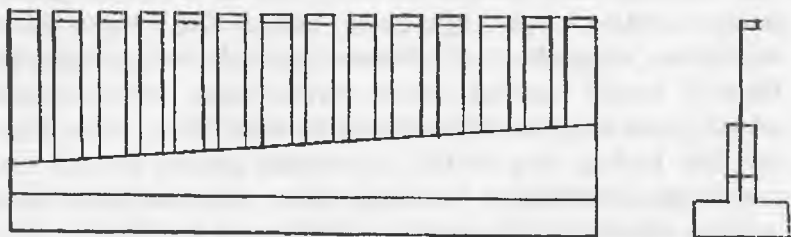
Aktiv vibroizolyatsion tizimni loyihalashda mashina yoki mexanizm dinamik ta'sir xarakteri muhim o'rin tutadi.

Passiv vibroizolyatsiya aniqligi juda yuqori bo'lgan priborlar, prezitsion stanoklar, ishchi maydonchalari va shu kabilarni tayanch konstruksiyalarining zararli ta'siridan himoya qilishga qaratilgan. Bu holda tayanch konstruksiyalar tebranish xarakterini bilish muhimdir.

Vibrometrlar

Chastotani ulchash vibrometrlari – chastotamerlar vibratsiya ta'siridan tebranma harakatdagi obyekt yoki asoslarning tebranish chastotalarini tajriba orqali bevosita aniqlash uchun xizmat qiladi.

Quyidagi rasmda rezonans prinsipiga asoslangan chastotamer sxemasi keltirilgan.



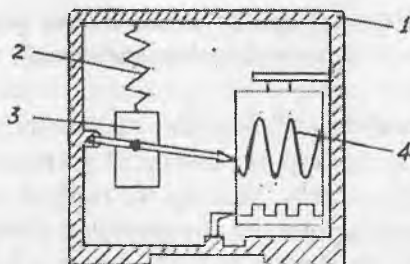
18-rasm. Chastotamer sxemasi.

Chastotamer asosiy korpusga mahkamlangan xar xil uzunlikdagi yupqa plastinkachalardan tashkil topgan. Barcha plastinkachalar uchlariga qo'shimcha massalar mahkamlangan. Plastinkachalar uzunliklari har xil bo'lganligi sababli xususiy chastotalari ham turlicha bo'ladi (ular oldindan hisoblab qo'yiladi). Chastotamerning korpusi tebranayotgan bino yoki inshootga o'rnatiladi. Bino yoki inshootga o'rnatilgan chastotamer natijada obyekt bilan birday tebranadi. Xususiy chastotasi obyekt chastotasiga yaqin bo'lgan plastinkachalar katta amplituda bilan tebrana boshlaydi va u plastinkacha rezonansga tushadi. O'lchanayotgan chastota shunday aniqlaniladi.

Odatda, ikkita qo'shni plastinkacha xususiy chastotalar farqi 0,5 Gts bo'lib, o'lchash jarayonidagi yo'l qo'yiladigan xatolik shundan oshmaydi. Chastotamer o'lchash diapazoni keng bo'lmasdan, u 10-20 Gts ni tashkil qiladi.

Inersion tipdagi (seysmik) vibrograflar

Bunday vibrograflar tebranma harakatdagi obyektlar nuqtalarining ko'chishi yoki buralish burchagini qayd qilishda qo'llaniladi. Ushbu pribor aslida massasi m bo'lgan prujinaga osilgan yukning tebranma harakatidan foydalanib, qayd qilishiga asoslangan. Aslida uni erkinlik darajasi birga teng bo'lgan mexanik sistema deb qarash mumkin bo'lib, priborning sxemasi quyidagi rasmda keltirilgan.



19-rasm. Vibrografning prinsipial sxemasi.

Rasmdan ko‘rinib turganidek, pribor (1) korpusning yuqori qismiga (2) prujina yordamida osilgan yuk (3) (seysmik massa) vibrografning asosiy elementi hisoblanadi. Vibrograf korpusi tebranishi o‘rganiladigan konstruksiyaga mahkamlanadi. Bu holda prujinaga osilgan massa kinematik ta’sir natijasida tebranma harakatga keladi. Korpus doimiy ravishda obyekt bilan birgalikda tebranadi, yuk esa inersiyasi tufayli tinch holatini saqlashga intiladi. Lekin kinematik ta’sirdan yuk ham tebranadi. Unga mahkamlangan qalam aylanuvchi barabanga (4) tegib turadi va tebranish jarayonida qalam barabanga o‘ralgan qog‘ozga tebranishning egri chizig‘ini chizadi.

Ma’lumki, m massali yuk majburiy tebranish amplitudasi (dinamik salkilik) quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$A = \frac{y_{cm}}{\left| 1 - \frac{\Theta^2}{\omega^2} \right|}$$

Pribor ish jarayonida yuk qo‘zg‘almasligini ta’minlash uchun maxrajdagı nisbat mumkin qadar katta olinishi lozim. Shunda priborning normal ish sharoiti ta’minlanadi.

Svay (qoziq) tipidagi poydevorlarni qoqishda tebranishlardan foydalanish

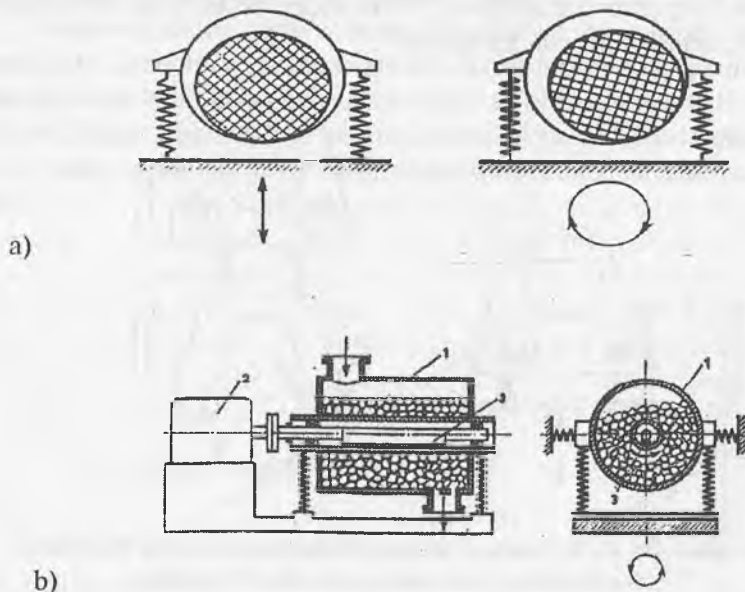
“Qurilish mashinalari” kursidan ma’lumki, uzunligi bir necha metr bo’lgan svay tipidagi poydevorlarni gruntga qoqish murakkab jarayondir. Bunda, odatda, yuqoriga ko’tarilgan yukni svayga urish orqali, ya’ni yukning potentsial energiyasidan foydalanib svay gruntga qoqilgan. Bugungi kunda svaylarni gruntga qoqishda vibratsion usulda svaylarni qoqishda katta massali yukning tebranma harakati kinetik energiyasidan foydalaniladi. Vibratsion usulda boshqa usullarga nisbatan ko’p afzalliklarga ega bo’lib, qisqa vaqt ichida svaylarni zarur chuqurlikka joylashtirish imkonini yaratadi.

Bu usulda svay (qoziq) yuqori uchiga katta massali vibratsion uyg’otuvchi kuch hosil qiluvchi qurilma mahkamlanadi. U o’zaro parallel joylashgan va biri-biriga nisbatan qarama-qarshi yo’nalishda aylanadigan ikkita valdan iborat bo’lib, vallarga katta massali yuk osilgan. Yuklar og’irlik markazi aylanish o’qidan ma’lum masofada joylashtirilgan bo’ladi va bunday yuklar debalans deb yuritiladi.

Materiallarni maydalash

Bugungi kunda yirik o’lchamli qattiq materiallarni maydalashda vibratsion tegirmonlaridan keng ko’lamda foydalanilmoqda. Bu turdagi tegirmonlar xalq xo’jaligiga oxirgi yillarda fan-texnika yutuqlarining xalq xo’jaligiga tatbiqi sifatida kirib keldi. Oldin xalq xo’jaligida shar tipidagi tegirmonlar ishlatilib kelingan. Bu tegirmonlarda aylanma harakatdagi kameraga maydalanish lozim bo’lgan material joylashtirilib, ular bilan birga kameraga qattiqligi maydalanadigan materialnikidan yuqori bo’lgan metall materialidan tayyorlangan shar va boshqa jismlar joylashtirilgan. Maydalash jarayoni bunday kameralarda maydalanishi lozim bo’lgan materialning metallidan yasalgan shar shaklidagi jism bilan to’qnashishi orqali amalga oshirilgan. Bunda maydalanadigan material va metall jismlar to’qnashuvi ularni uzaro nisbiy harakatga keltirib, natijasida o’lchami katta bo’lgan qattiq material maydalanilgan.

Bugungi kunda ushbu jarayon tebranishdan foydalanish orqali vibratsion tegirmonlarda takomillashtirilgan usulda amalga oshirilmoqdaki, bunda maydalanadigan qattiq material zarralari 2-3 mkm. lchamgacha maydalanadi. Bunday vibratsion kamera sxematik ko'rinishi quyidagi rasmda keltirilgan.



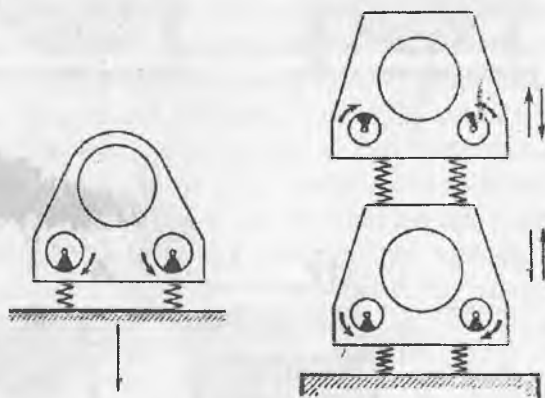
20-rasm. Vibratsion tegirmonning hisob sxemalari (a) va uning tuzilishi (b).

Vibratsion tegirmon, asosan bir yoki ko'p kameradan iborat bo'lib, kameralarga erkin tushish tezlanishidan bir necha marta katta bo'lgan tezlanish hamda vibratsiya ta'sir qildiriladi (20,b-rasmda 1-kamera, 2-dvigatel, 3-ekssentrikli val). Kameraga maydalanish lozim bo'lgan qattiq material bilan birgalikda qattiqligi undan yuqori bo'lgan shar, silindr va boshqa shu kabi maxsus metallardan ishlangan jismlar joylanadi.

Vibratsiya natijasida zarralar to'qnashuvi natijasida material va jism to'qnashuv sirtlarida yuqori qiymatli mexanik kuchlanishlar vujudga keladi va natijada, materialning maydalanishiga erishiladi.

Vibratsion tegirmonlarning hisob sxemalari 20,a-rasmda keltirilgan bo'lib, bu yerda, ikki xil variant: ta'sir to'g'ri chiziqli bo'ylab va aylana bo'ylab vujudga keltirilishi ko'rsatilgan.

Yuqoridagi vibratsion tegirmonlar bir korpusli hamda ikki korpusli bo'lishi mumkin. Ayniqsa, tegirmon ikki korpusli qilib qurilganda, korpuslar teskari fazali tebranishdan poydevorga bo'ladigan bosim, aytarli darajada, kamayadi.



21-rasm. Bir va ikki korpusli vibratsion tegirmon sxematik ko'rinishi.
Sochiluvchan va donador materiallarni tashish.

Sochiluvchan va donador materiallarni tashish

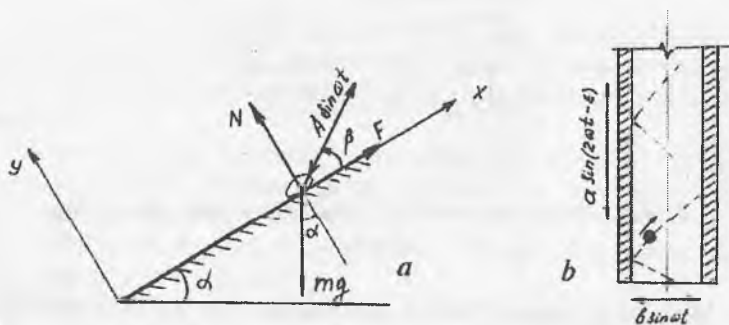
Ma'lumki, xalq xo'jaligining ko'pgina sohalarida (qurilish materiallarini ishlab chiqarish, foydali qazilmalarni ishlab chiqish va h.k.) mayda yoki sochiluvchan materiallarni uzoq masofalarga ko'chirishda konveyrlardan keng ko'lamda foydalaniladi. Vibratsion usulda yukni siljitish oddiy usuldan farq qiladi. Bu holda oddiy usuldan farqli o'laroq vibratsiya ta'siridagi tekislikda joylashgan jism holati bilan bog'liq fizik jarayondan foydalanilgan holda jism siljiriladi.

Ushbu jarayonni tushuntirish uchun quyidagi rasmdan foydalanamiz.

Ushbu masala yechimi nazariy jihatdan biror tekislikda joylashgan m massali zarra (jism)ning vibratsion kinematik ta'sirdagi holatini tahlil qilishga qaratiladi.

Rasmdagi zarra (jism) joylashgan gorizontaal o'q bilan burchak hosil qiladi. Zarra (jism)ga og'irlik kuchi mg , ishqalanish kuchi F , tekis orqali normal reaksiya N kuchlar ta'sir qiladi.

Vibratsion ta'sir zarra (jism)ga vibratsion ta'sir tekislik orqali uzatiladi (22-rasm) va uning ta'siridan zarra (jism) tekislikka nisbatan quyidagi holatlarda bo'lishi mumkin: a) nisbatan tinch; b) ishchi tekisligiga nisbatan egri chiziqli trayektoriya bo'ylab harakatda va v) jism (zarraning) tekislikdan ajralgan holatdagi harakati (uchi-shi).



22-rasm. Zarra (jism) ning qiya tekislikda va vertikal trubada ko'chishi.

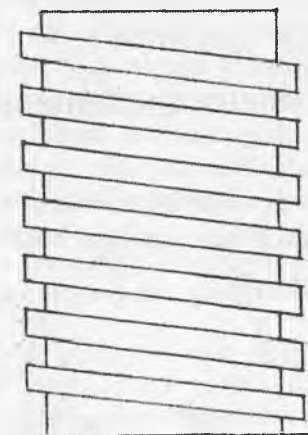
Jismning tekislikdagi vibratsion ta'siridan bo'ladigan holatini oldindan nazariy jihatdan aniqlash mumkin.

Amalda yuqorida keltirilgan tekislikda joylashgan zarra (jism)-ning vibratsion ta'sirida foydalanib, ularni ko'chirish (siljitish)da qiya tekislik, gorizontaal tekisliklar va hatto vertikal trubalardan foydalaniladi (23-rasm).

Ayniqsa, jismlarni ushbu usulda vertikal yo'nalishda yuqoriga siljitish diqqatga sazovordir.

Quyida keltirilgan sxemada amalga oshiriladigan jism (material)larni vibratransportyorlar orqali siljitish qurilishda, tog'-ruda

sanoatida, konditerlik ishlab chiqarish jarayoni va shu kabi sohalarda keng ko'lamda ishlatilmoqda.



23-rasm. Materialni vertikal yo'nalishda siljitish (ko'chirish) sxemasi.

Ma'lumki, bugungi kunda tebranishlardan ishlab-chiqarish rayonida foydalanishdan tashqari insonlarning turli kasalliklarini davolashda ham samarali foydalanilmoqda.

II QISM

BINOLAR ZILZILABARDOSHLIGI

I bob. ZILZILALAR HAQIDA UMUMIY MA'LUMOT

1.1-§. Zilzila paydo bo'lish sabablari, mexanizmi, klassifikatsiyasi va geografiyasi

Respublikamiz hududi Osiyo qit'asida eng tektonik jarayonlar intensivligining yuqoriligi bilan ajralib turadi. Ushbu territoriyada bino va inshootlarning zilzilabardoshligini ta'minlash o'ta muhim masaladir..

“Seysmo” so'zi grekcha “yer qimirlash” (zilzila) ma'nosini ang-latadi. Ushbu fanning paydo bo'lishi va rivojlanish tarixi alohida paragrafda bayon qilinadi.

Zilzilalar tabiatini va yerning ichki tuzilishini o'rganuvchi fan - seysmologiya deb yuritiladi.

Ushbu fanning seysmik hodisalar tabiatini qurilish nuqtai nazaridan o'rganadigan qismi muhandislik seysmologiyasi deb yuritiladi.

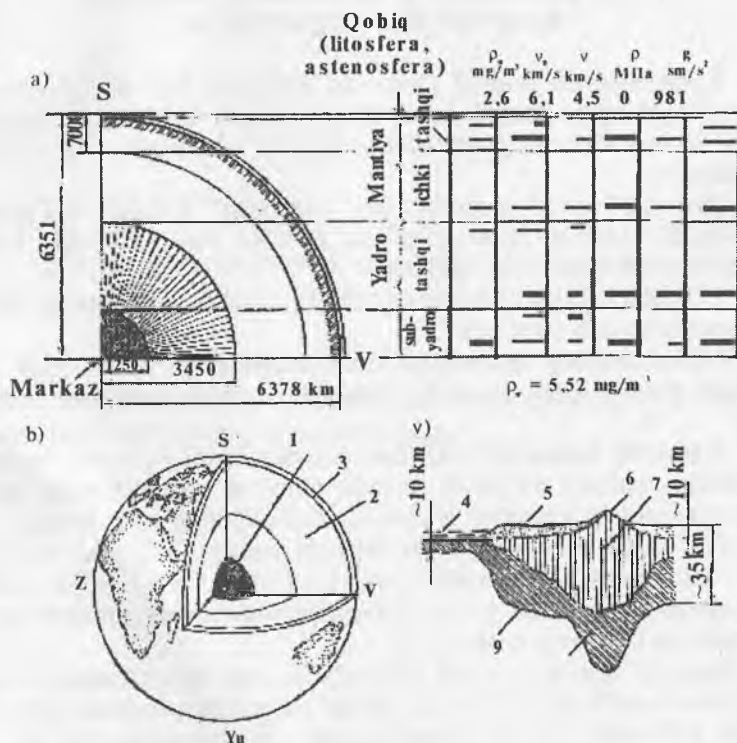
Injenerlik seysmologiyasi fani seysmik jihatdan xavfli bo'lgan hudud(rayon)larni aniqlaydi hamda bino va inshootlarning asosi grunt yuzasi (sirti) harakat xususiyatlarini oldindan aytib beradi.

Fan va texnika taraqqiyoti bugungi kunda 12-13 km chuqurlikni burg'ulash imkoniyatini yaratdi. Demak, yer qa'rida sodir bo'ladigan jarayonlarni va yer tuzilishini bevosita o'rganishda qo'llaniladigan tajribaviy vosita yo'q.

Bugungi kunda yer osti qatlamlarini, zilzila o'choqlarini o'rganish uchun fizika va boshqa fanlar yutuqlariga tayanib zilzilaga sabab bo'luvchi sharoit o'rganilmoqda. Mutaxassislar o'ta sezgir asboblardan yordamida chuqur yer osti qatlamlarining xususiyatlari haqida aniq ma'lumotlarga ega bo'lmoqdalar. Biroq bu masaladagi bilimlarimiz hamon u yoki bu darajada to'g'ri deb tan olinayotgan farazlar doirasida turibdi. Zilzilaning kelib chiqish sabablari va

uning tabiati haqida to'laroq tasavvur hosil qilish uchun yer planetasi ichki tuzilishi va unda sodir bo'ladigan geologik jarayonlarni o'rganish lozim.

Yer qobig'i (litosfera – astenosfera), u har xil qalinlikka ega bo'lib, okean tubida uning qalinligi 5 km atrofida, materiklar ostida esa (quruqlikda) 30-70 km Moxorovichich qatlam – yer qobig'i bilan mantiya o'rtasidagi chegaralar (bu chegarani birinchi bo'lib yugoslav olimi Moxorovichich topganligi sababli, uning nomi bilan yuritiladi). Bu chegaradan o'tganda seysmik to'lqinlar tezliklarida keskin o'zgarish sodir bo'ladi. Bu hol yerning qobig'i va mantiyaning zichligi hamda elastik xususiyatlarida katta farq borligidan dalolat beradi (24-rasm).



24-rasm. Planeta qatlamlarining joylashish sxemasi:

- 1 - yadro; 2 - mantiya; 3 - qobiq; 4 - okean; 5 - cho'kindi qatlam;
6 - tog'; 7 - granit; 8 - bazalt; 9 - Moxorovichich qatlami.

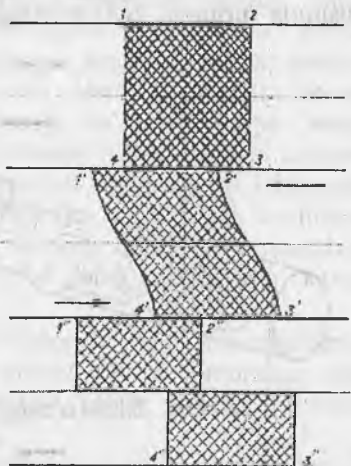
Mantiya – bu qatlam yer qobig‘idan to yadrogacha davom etadi. Hozirgi tasavvurga ko‘ra, mantiya – qattiq va shu bilan birga plastik va qizigan moddalardan tashkil topgan bo‘lib, uning tarkibi va zichligi yer qobig‘idan farq qiladi.

Yer yadrosi – mavjud bo‘lgan taxminlarga ko‘ra, yadro erigan (suyuq) holatdagi temir elementidan iborat. Yadroning suyuq holatda ekanligi haqidagi gipoteza yadrodan ko‘ndalang to‘lqinlarning o‘ta olmaganligiga asoslangandir.

Ichki yadro (Subyadro) – suyuq yer yadrosi ichida yana qattiq ichki yadro mavjud ekanligi taxmin qilinadi.

30-70 km qalinlikda yer qobig‘i hamda yerning undan ham chuqurroq qismi biz, odatda, o‘ylagandek tinch holatda bo‘lmay, balki harakatga kelib turadi, yer sathi va yer qa‘ri doimo o‘zgarib, o‘z shaklini ham o‘zgartirib boradi. Yerning ma‘lum uchastkalari har xil geologik davrlar ichida ko‘tarilish va pasayish va burmalash jarayonlarini boshidan kechirmoqda. Yer qobig‘ining bunday jarayonlardagi harakati tektonik harakat deb yuritiladi. Yuqoridagi aytilgan jarayonlar ta‘siri natijasida yer jinslari mustahkamlik chegaralaridan katta siljituvchi va boshqa deformatsiyalar paydo qiluvchi zo‘riqishlar ta‘siridan ayrim joylarda siniqlar deb ataladigan yoriqlar sodir bo‘ladi. Bunday siniqlar paydo bo‘lishini, ya‘ni zilzilalar kelib chiqishi sabablarini ko‘p olimlar turli gipotezalar bilan tushuntirishga harakat qiladilar. Shulardan fan olamida amerikalik olim G. Rid tomonidan taklif qilingan elastik bo‘shalish yoki elastik qaytish nazariyasi haqiqatga yaqin deb tan olingan. Bu jarayonni quyidagi misolda tushuntirish mumkin:

25-rasmda yerning biror qismi tasvirlangan bo‘lsin. Uning o‘lchamlari 50-70 km bo‘lishi mumkin. Ma‘lumki, har qanday yer qismi qatlamlardan iborat bo‘lib ularning mustahkamlik darajasini birday deb bo‘lmaydi. Ajratib qurilayotgan 1234 elementga turli sabablar: temperatura o‘zgarishi, moddalarning bir holatdan ikkinchi holatga o‘tishi



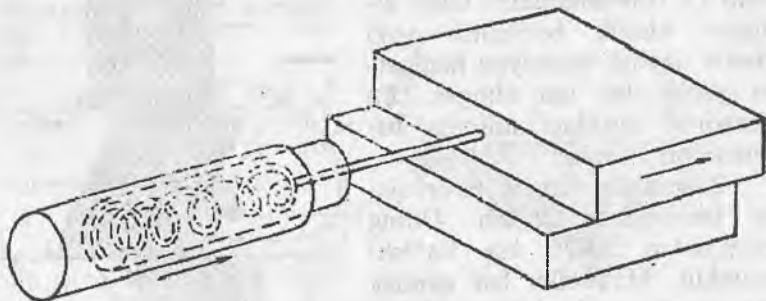
25-rasm. Zilzilaning paydo bo‘lishi to‘g‘risida elastik qaytish nazariyasining sxemasi.

bilan bog'liq hajm o'zgarishi, radioaktiv parchalanishlar, bosimning o'zgarishi yoki fizik-ximik o'zgarishlar sababli, uni siljish deformatsiyasiga olib keluvchi T kuch paydo bo'lsin.

Uning natijasida 1234 element 1'2'3'4' holatga o'tadi va uning zo'riqish-deformatsiyalanish holati davom etadi. Agarda bir elementning mustahkamligi shu elementnikidan past bo'lgan biror XU o'lchami nihoyatda kichkina qatlam ajratib turgan bo'lsa, shu XU chiziq bo'ylab sinishi (buzilishi) sodir bo'ladi. (1234), ya'ni deformatsiya orta borgani sari potensial energiya ham orta boradi. Kuchlanish qiymati orta borib, XU bo'ylab siljishdagi mustahkamlik chegarasiga etganda elastik bo'shalish sodir bo'ladi. Ko'p yillar davomida yig'ilgan potentsial energiya qisqa vaqt ichida atrof muhitga tarqaladi.

Shunday qilib, potensial energiya kinetik energiya shaklida atrofga tarqaladi, kuchlanganlik holati asta-sekin yo'qoladi. Birdaniga sodir bo'ladigan uzilish natijasida paydo bo'lgan jarayon zilzila deb ataladi. Ushbu model bo'yicha zilzila sodir bo'lish jarayonini tushuntirish keyinchalik ko'pgina kuchli zilzilalarda (masalan, 1906-yilda San-Fransiskoda yuz bergan zilzila) o'z tasdig'ini topdi (25-27-rasmlar).

Zilzila o'chogi mexanikasi haqida chuqurroq tasavvur hosil qilish maqsadida quyidagi kichik tajriba bilan tanishamiz. Oddiy shisha idish olib, uning ichiga uchi chiqib turadigan qilib spiralsimon prujina joylashtiriladi (26-rasm).



26-rasm. Zilzila o'chog'i mexanikasini tushuntiruvchi model.

Daimetri biroz kattaroq va uzunroq bo'lgan boshqa idishga yopishqoq suyuqlik, masalan, moy quyiladi. Pруjinali probir-

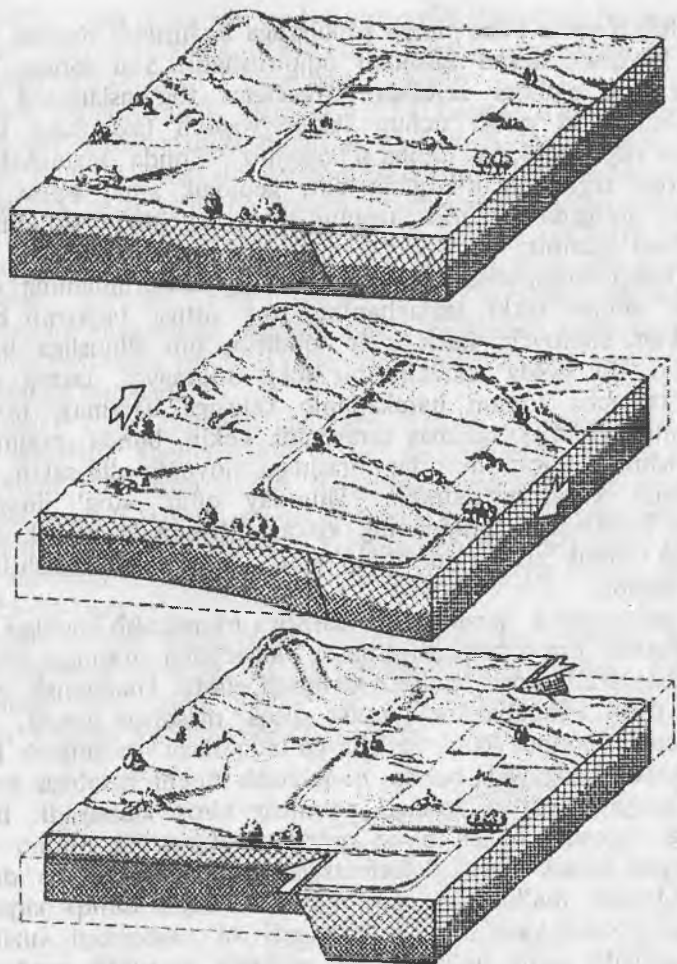
kani tub tomoni bilan moyli probirkaga tushiriladi (bunda moyning bir qismi shisha idishdan oqib tushadi). Shu tariqa, bo'ljak zilzila o'chogi atrofida joylashgan tog'jinslarining oddiy modelini hosil qilish uchun ikkita yogoch taxtachani ustma-ust qo'yib, kichkina tajriba o'tkazamiz. Bunda taxtachalarning bir-biriga tegib turgan kontakt sirti geologik siniq rolini o'taydi. Yer qobigida yuqorida tushuntirilgan kuchlarni qo'limiz bilan hosil qilamiz.

Tashqi shisha idishni ushlab turgan holda prujinaning chiqib turgan uchini ustki taxtachaning yon sirtiga taqaymiz hamda bir tekisda siljituvchi kuch ta'sir qildirib, uni siljitishga harakat qilamiz. Bu holda taxtacha bir tekis siljimaydi, tashqi shisha idish taxtacha tomon harakatlanib kelishga qaramay, taxtacha ma'lum muddat qo'zgalmay turaveradi. Lekin bunda prujinaning qisqarishini va ikki devorlar orasidagi moyning asta-sekin silkib chiqishini kuzatish mumkin. Shunday qilib, «tog' jins»larida elastik kuchlanish (prujinaning kiskarishi) hamda plastik deformatsiya (kichik shisha idishning kattasi ichiga kirib borishi) to'plana boradi.

Taxtachaning qarshilik ko'rsatishga ishqalanish kuchlari yordam beradi. Biroq prujina qisqarib, taxtachalar orasidagi ishqalanish kuchlarini yenga oladigan darajada elastik kuchlanish yig'ilgach, ustki taxtacha bir zumda qisqa masofaga siljiydi, «uzilish» sodir bo'ladi (buni «zilzila»ga taqqoslash mumkin). Prujina qisman kengayadi, bunda ishqalanish kuchi hisobiga prujina to'lik kengaymaydi va kuldagi zo'riqish biroz kamayadi. Bosim ostidagi moyning oqishi biroz muddatga to'xtaydi. Ammo «tog' jins»larinig elastik-plastik deformatsiyalanish jarayoni yana davom etadi. Oradan ma'lum bir vaqt o'tgandan keyin «siniq» (sirpanish tekisligi) bo'ylab yana siljish ro'y beradi va navbatdagi «uzilish», ya'ni «zilzila» sodir bo'ladi. Real geologik sharoitda navbatdagi siljishning ro'y berishi uchun o'nlab va hatto yuzlab yillar kerak bo'ladi.

Shubxasiz, zilzila o'chogining bu modeli juda soddalashtirilgan va takribiy xarakterda. Aslida, manba barcha tomondan tog'jinslari bilan o'ralgan bo'lib, bu jinslar siljish paytida siljuvchi bloklarga qarshilik ko'rsatadi.

Yuqorida keltirilgan uzilish-siljish ro'y bergan joy gipotsentr yoki zilzila fokusi deb ataladi. Gipotsetrning yer sirtidagi proektsiyasi episentr deb yuritiladi.



27-rasm. Zilzila kelib chiqish sababi to'g'risida elastik qaytish nazariyasiga oid landshaft blok diagrammasi.

Yuqorida aytilgan jarayon, ya'ni zo'riqish-deformatsiyalanish jarayoni o'n, hatto yuz yillab davom etsa, uzilish-sinish jarayoni qisqa muddatda tugaydi. Zilzila jarayonida asosiy zilziladan ilgari forshok deb ataluvchi kuchsiz silkinish sodir bo'ladi. Buzilish yoki uzilish jarayoni birdaniga sodir bo'lmasdan, ma'lum muddat sodir

bo'ladi. Ushbu jarayondagi takroriy yer siljishlari aftershoklar deb ataladi.

Aftershoklarning sodir bo'lish mexanizmi asosiy silkinishlarnikiga aynan o'xshash bo'ladi. Ularning soni esa o'choqda yillar davomida yig'ilgan potensial energiya miqdoriga, sodir bo'lish sharoiti, o'choq chuqurligi va shu kabilarga bog'liq bo'ladi. Silkinish kuchi esa asosiy silkinishnikidan ko'ra kuchsizroq bo'ladi. Chunki aftershok geologik siniq bo'ylab ajralgan ikki blokning bir-biriga nisbatan siljiganda kontakt sirtlarida ishqalanish kuchlari yoki notekisliklar sababli siljish tezligi to'xtab qolishi ham mumkin. Bunda yig'ilgan potensial energiyaning ko'p qismi so'nmagan bo'lganligi sababli yana bog'lanishlarda kuchlanishlar qiymati tog' jinslarining mustahkamlik chegarasiga etishi va yana buzilish sodir bo'lishi muqarrar. Bu hol yangi silkinishlarga sabab bo'ladi. Har bir aftershokda ma'lum porsiya energiya muhitga tarqaladi va uning zilzila effekti o'choq energiyasi, chuqurligi hamda muhit geologik sharoitiga bog'liq bo'ladi.

28, 29 - rasmlarda 1966-yil 26-aprelda ro'y bergan Toshkent zilzilasi aftershoklari intensivligi, chuqurligi hamda sodir bo'lgan vaqti haqida ma'lumotlar keltirilgan. Bu yerdan asosiy zilzila intensivligi (kuchi)ga yaqin keladigan aftershoklar sodir bo'lgani ko'rinib turibdi. Toshkent zilzilasi asosiy zilzilaga yaqin aftershoklar 8-may, 24-may, 5-iyun kunlar va ayniqsa, 4-iyul kuni soat 20 dan 22 minut o'tganda asosiy zilzilaga juda yaqin bo'lgan aftershok sodir bo'lgan.

Olimlarning fikricha, ular 3 km. dan 7 km. gacha chuqurlikda ro'y bergan. Bu aftershoklar 1969-yilda ham sodir bo'lganini seysmik stansiyalarda priborlar qayd qilishgan. Takroriy silkinishlar seysmik energiyalari asosiy zilzilaniqidan ancha kichik bo'lgan. Ammo ularning nisbatan sayoz joylashuvi her sirtida katta intensivlikdagi tebranishlarga sababchi bo'lgan.

Shunday qilib, yillar davomida yig'ilgan potensial energiya shu yo'sinda atrof-muhit tog' jinslariga singib ketgan.

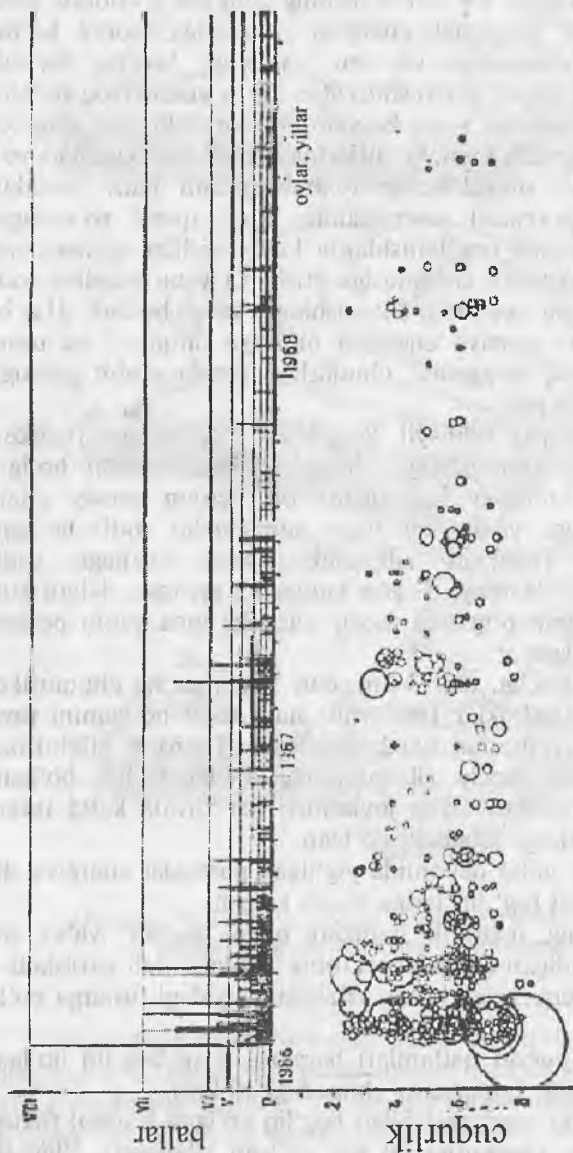
Yer qobig'ining tektonik harakati bilan bog'liq, ya'ni shu sababli, sodir bo'ladigan zilzilalar tektonik zilzilalar deb yuritiladi.

Gipotsentr chuqurligiga ko'ra, zilzilalar quyidagi turlarga bo'linadi:

1. Qobiqning yuqori qatlamlari harakati bilan bog'liq bo'lgan sayoz fokusli zilzilalar (gipotsentr chuqurligi 10 km).

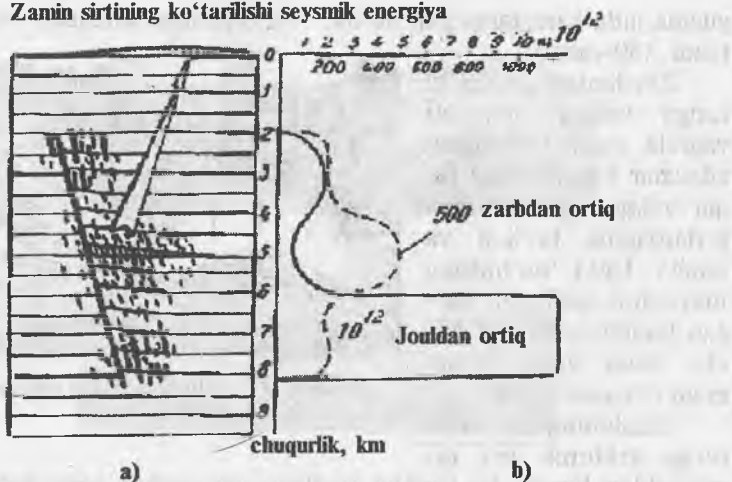
2. Yerning ustki mantiyasi bilan bog'liq bo'lgan normal fokusli zilzilalar (giposentr chuqurligi 70 km bo'lgan zilzilalar). Planeta-

mizda sodir bo'ladigan zilzilalarning asosiy qismini ushbu turdagi zilzilalar tashkil qiladi.



28-rasm. 1966-yilgi Toshkent zilzilasi aftershoklari va intensivligi va chuqurliklari hamda sodir bo'lgan vaqti haqida ma'lumot (yuqoridagi grafikda aftershoklari seysmik aktivligining yillik davriyligi keltirilgan).

Zamin sirtining ko'tarilishi seysmik energiya



29-rasm. Toshkent zilzilasi asosiy zilzilaga yaqin aftershoklar o'chog'i chuqurliklari va yer sirtidagi seysmik effekti (a) hamda aftershoklar sodir bo'lganda elastik kuchlanish, aftershoklar seysmik energiyalari (b) qiymatlari.

3. Va nihoyat, yerning quyi mantiyasida sodir bo'ladigan chuqur fokusli, gipotsentr chuqurligi 300 km bo'lgan zilzilalar. Bunday zilzilalar yer qobig'i tagidagi (mantiyada), ya'ni yer qa'ri ichki qatlamlaridagi harakatlar natijasida sodir bo'ladi. Bu turdagi zilzilalar Uzoq sharqda, Ispaniyada, Afg'oniston hududlarida kuzatilgan. Zilzilalar ichida eng kuchlisi yuqori mantiya va po'stloq qatlamidagi sodir bo'ladigan zilzilalardir.

O'zining paydo bo'lishi sharoitiga ko'ra, zilzilalar quyidagi uch turga bo'linadi:

1. O'pirilishdan sodir bo'lgan zilzilalar.
2. Vulqon otilishi bilan bog'liq bo'lgan zilzilalar.
3. Tektonik zilzilalar.

Yer osti ba'zi qatlamlaridan, masalan, ohaktosh va tuzli qatlamlardan yer osti suvlari oqib o'tganda, bu suvlar ana shu qatlamlarning ba'zi qismlarini yuvib ketadi. Natijada, yuvilgan joylarda bo'shliqlar, g'orlar hosil bo'lishi mumkin va bunday joylar yer qobig'ining mustahkamligi zaif qismlari hisoblanadi. Yon — atrof-dan yuqorida keltirilgan sabablar tufayli, o'pirilishlar vujudga keladi va o'z navbatida, kuchsiz zilzilani hosil qiladi. Bunday zilzilalar yer

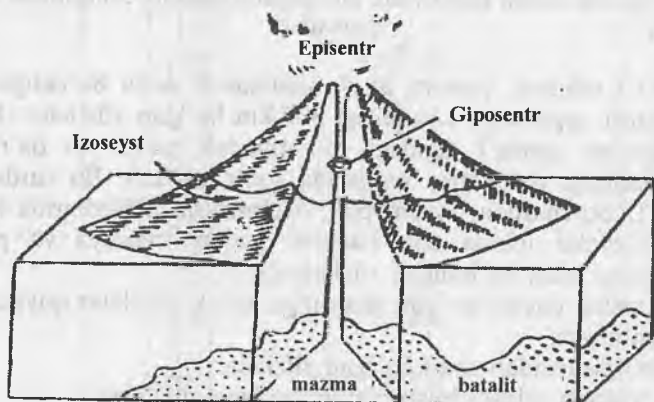
yuzida juda kam tarqalgan bo'lib, ular o'pirilma zilzilalar deb yuritiladi (30-rasm).

Zilzilaning ikkinchi turiga vulqon harakati vaqtida sodir bo'ladigan zilzilalar kiradi. Ular faqat vulqon otilib turgan joylardagina bo'ladi va uncha katta bo'lmagan maydonni egallaydi. Ba'zan bunday zilzilalar ancha uzoq vaqt davom etadi (31-rasm).



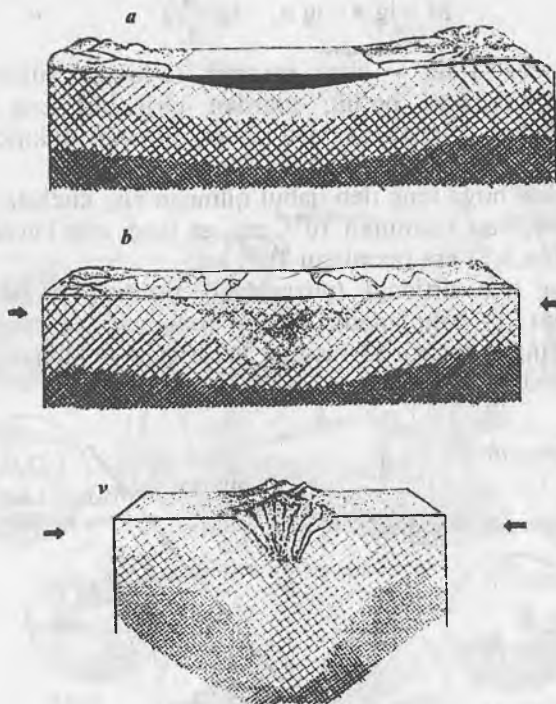
30-rasm. O'pirilma zilzilalarning sodir bo'lish sxemasi.

Zilzilaning uchinchi turiga tektonik yer qimirlashlari kiradi. Bu turdagi zilzilalar yer qa'rida sodir bo'ladigan ayrim jarayonlar natijasida, tog' jinslarining siljishi (cho'kish yoki ko'tarilishi), yoriqlar paydo bo'lish sababli sodir bo'ladi (32-rasm).



31-rasm. Vulqon otilishidan vujudga keladigan zilzila.

Biz yuqorida ketirilgan model orqali tushuntiriladigan tabiiy yer qimirlashlarining barchasi ushbu turdagi zilzilalar kategoriyasiga kiradi. Bunday zilzilalar vayron qiluvchi kuchga ega bo'lib, ular kuchli zilzilalarning 91% ni tashkil qiladi.



32-rasm. Yer ka'rida ayrim hududlarda tog' jinslarining siljishi (cho'kishi yoki ko'tarilishi)dan hosil bo'ladigan zilzilalar.

1.2-§. Zilzila kuchi va energiyasi

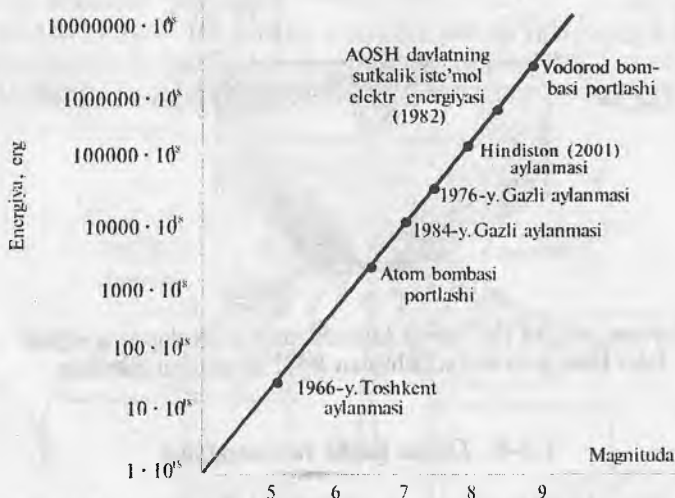
Zilzila sodir bo'lish jarayonida gipotsentrdan juda katta kinetik energiya ajralib chiqadi va bu energiya atrof muhitga tarqaladi. Bu energiya miqdori manba (o'choq) joylashish chuqurligi, o'lchamlari va uning zo'riqqan-deformatsiyalangan holatiga bog'liq bo'ladi. Energiya qiymatini baholash juda murakkab masala bo'lganligi tufayli zilzilaga baho berishda uning oqibatlarini hamda uning ta'siridan grunt harakati yozuvlaridan foydalaniladi. Zilzila energiyasiga baho berishda magnituda deb nomlangan xarakteristikadan foydalanishni o'tgan asrning 40-yillarida amerikalik olimlar Rixter va Gutenberglar taklif qilganlar. Magnituda (M) ni aniqlash uchun ular quyidagi formulani tavsiya qilganlar:

$$M = \lg A - \lg A_0 = \lg\left(\frac{A}{A_0}\right)$$

bu yerda, A_0 va A lar – biror seysmik to‘lqinlar siljishlarining maksimal amplitudalari bo‘lib, ulardan birinchisi eng kuchsiz (etalon) zilziladan o‘lchangan deb faraz qilinadi. Ikkinchisi esa epi-sentrdan ma’lum masofa (km) da o‘lchangan siljish.

Magnitudasi birga teng deb qabul qilingan eng kuchsiz (etalon) zilzilaning energiyasi taxminan 10^{12} erg. ga teng. eng kuchli zilzila energiyasi ($M = 8,5$) esa taxminan 10^{27} erg.

Zilzilaning yer sirtidagi (yuzasidagi) titratish kuchi (intensivligi) ballarda (I) baholanadi. Zilzila energiyasi va magnitudasi orasidagi bog‘liqlik grafigi 33-rasmda keltirilgan (energiya shkalasi logarifmik masshtabda keltirilgan).

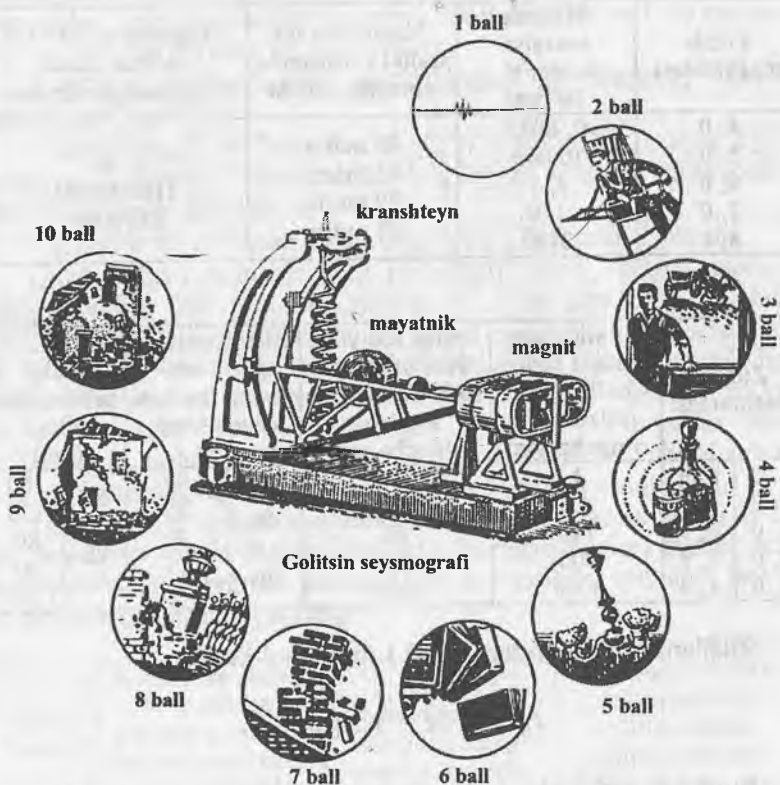


33-rasm. Zilzila energiyasi va magnitudasi orasidagi bog‘liqlik grafigi.

34-rasmda respublikamizda qo‘llanilib kelayotgan seysmik shkalaning predmetlarga ta’siri keltirilgan.

Magnituda M bilan intensivlik orasidagi bog‘lanishni aniq-lashda Shebalin N.V. taklif qilgan quyidagi ifodadan foydalaniladi:

$$J = 1,5M - 3,5 \lg \sqrt{\Delta^2 + h^2} + 3 \text{ (ball)}$$



Bu seysmogramma yer qimirlashini qayd etadi

34-rasm. Seysmik shkalaning predmetlarga ta'siri.

Zilzilalar energiyasi va boshqa ma'lumotlar quyidagi jadval-larda keltirilgan.

2-jadval

Zilzila magnitudasi	Seysmik energiya miqdori, 10^{20} erg	Magnituda bir birlikka oshganda energiya ortishi	Magnitudasi $M=4,0$ bo'lgan zilzila energiyasiga nisbatan
4,0	0,0013	48 marta	1 48
5,0	0,063	43 marta	2100 80500
6,0	2,7	39 marta	2800000
7,0	110	35 marta	
8,0	3700		

3-jadval

Zilzila magnitudasi		Bir yilda planetada sodir bo'ladigan zilzilalar, o'rtacha soni	Oxirgi 100 yilda Kaliforniyada sodir bo'ladigan zilzilalar o'rtacha soni	Zilzila paytida grunt tebranma harakati davomiyligi, sek		Zilzila kuchli ta'sir qilish radiusi (km)	
8,0	8,9	1	1	30	90	80	160
7,0	7,9	15	12	20	50	50	120
6,0	6,9	140	80	10	30	20	80
5,0	5,9	900	400	20	15	50	30
4,0	4,9	8000	2000		5		15

Zilzilaning episentrdagi ($\Delta=0$) maksimal kuchi

$$J_0 = 1,5M - 3,5 \lg h + 3$$

Bino va yer ustki inshootlarini loyihalash va qurishda yer sirtidagi zilzila intensivligi (kuchi)ning qiymatini bilish muhim ahamiyatga egadir. Shu paytgacha zilzila kuchi (intensivligi)ga baho berishda foydalanish uchun turli olimlar tomonidan 50 tacha seysmik ta'sirni baholovchi shkalalar taklif qilingan bo'lib, Respublikamizda 1997-yilgacha Rossiya Fanlar akademiyasi. Yer fizikasi instituti tomonidan ishlab chiqilgan 12 balli shkala ishlatilib kelindi. Respublikamiz hududida 6 dan 10 ballgacha oraliqdagi zilzila kuchini aniqlash uchun intensivlik shkalasi O'zbekiston Respublikasi standarti sifatida O'zbekiston Respublikasi Davlat arxitektura va qurilish qo'mitasining 1997-yilgi 75-sonli buyrug'i bilan tasdiqlandi.

1997-yildan kuchga kirgan ushbu intensivlik shkalasida zilzila seysmik kuchini baholash uchun quyidagilar asosiy manbalar qilib belgilangan:

– instrumental (asbobiy-o'lichagich) ma'lumotlar: akselero-grammalar, velosigrammalar, seysmogrammalar, bir va ko'p mayatnikli seysmometrlarning ko'rsatkichlari;

– bino va inshootlardagi shikastlanganliklar haqidagi mikro-seysmik ma'lumotlar,

– seysmologik ma'lumotlar: ballikni magnituda, manba chuqurligi va episentral masofa bilan bog'lovchi empirik mutanosibliklar bo'yicha ballik bahosi;

– gruntlar va qoyatosh jinslardagi qoldiq deformatsiyalardir.

Qayd etilgan manbalarining joylashish tartibi, ularga asosan, zilzila kuchini baholashning aniqligi va to'raligiga o'rta hisobda javob beradi. Haqiqiy instrumental (asbobiy-o'lichagich) ma'lumotlar yo'qligida yoki ularning vakolatsizligida, zilzila intensivligi balligini baholashga bino va inshootlarning shikastlanganligi bo'yicha ma'lumotlar jalb qilinadi. Agar ana shu ma'lumotlar ham bo'lmasa, u holda ballik seysmologik ma'lumotlar, shuningdek, yerning yuzasidagi qoldiq deformatsiyalar bo'yicha aniqlanadi.

Instrumental (asbobiy o'lichagich) ma'lumotlar bo'yicha 6-10 ball oraliqdagi zilzila kuchini ballarda berilgan kuchga qarab, yerning yuzasidagi tebranish parametrlari ko'rsatilgan quyidagi jadval bo'yicha belgilanadi (4-jadval):

4-jadval

Kuch, ballar	0,1 sek. va undan ko'p davrda gruntning maksimal tezlanish oralig'i, sm/sek ²	Grunt-tebranishining maksimal tezligi oralig'i, sm/sek	SBM seysmometri mayatnigining og'irlik markazining maksimal siljishi oralig'i, mm
6	30÷60	3,0÷6,0	1,5÷3,0
7	61÷120	6,1÷12,0	3,1÷6,0
8	121÷240	12,1÷24,0	6,1÷12,0
9	241÷480	24,1÷48,0	12,1÷24,0
10	481÷960	48,1÷96,0	24,1÷48,0

Bino va inshootlarning shikastlanganligi darajasi bo'yicha zilzila kuchini ballarda baholash quyidagi ko'rsatkichlar asosida o'tkaziladi:

– konstruktiv sxemasi va seysmik ta'sirga qarshilik ko'rsatish qobiliyati bo'yicha bino turlari;

– bino shikastlanganligi miqdoriy xarakteristikasi;

– bino va inshootlarning shikastlanganlik va buzilganlik darajasi.

Shkalada konstruktiv sxemasi va seysmik ta'sirga qarshilik ko'rsatish qobiliyati bo'yicha binolarning quyidagi turlari qabul qilingan:

a) seysmikaga qarshi chora-tadbirlarsiz qurilgan binolar;

A - turi — siniq tosh, xom g'ishtli binolar, paxsa uylar, paxsa-somon devorli uylar;

V — turi — g'ishtli uylar, mayda va yirik blokli, yo'nilgan tabiiy tosh, guvalaklar bilan o'rilgan yog'och sinchli binolar;

C — turi — yirik panelli binolar, sinchli temir-beton binolar, sifatli qurilgan yog'och uylar, guvalaklar bilan o'rilgan yog'och qo'sh sinchli va yengil tomli uylar;

b) seysmikaga qarshi chora-tadbirlar bilan qurilgan binolar;

D — turi: g'ishtli tosh binolar, keramik va yo'nalgan tabiiy toshdan, mayda yoki yirik beton bloklardan (D7, D8, D9, D10);

E — turi: temir-beton yoki po'lat sinchli (E7, E8, E9, E10);

F — turi: yirik panelli, yirik hajm blokli, quyma betonlardan (F7, F8, F9, F10).

(Bu yerda qavs ichida sonlar bilan ko'rsatilgan belgilashlar, binoning hisobiy zilzilabardoshligini bildiradi).

Bino va inshootlarning shikastlanish darajasi quyidagi xarakteristikasi bo'yicha belgilanadi:

0 — shikastlanishning mavjud emasligi, bino va inshootlarda shikastlanishning butunlay yoki deyarli butunlay yo'qligi;

1-yengil shikastlanish:

— yengil nostruktur shikastlanishlar karkas usullari va devor suvoqlarida ingichka yoriqlar va kichik suvoq bo'laklarining ko'chib tushishi, pardevor, rovoq va ship suvoqlarida ingichka yoriqlar;

— yengil struktur shikastlanishlar (butunlay yoki deyarli butunlay yo'qligi) orayopma plitalar orasida, orayopmaning devorga tutashish joylarida va karkas unsurlari bilan devor to'ldirgichlari orasida, deraza, eshik o'rni burchaklarida va temir-beton karkas unsurlarida (soch tolasiday) maydagina yoriqlar. Bunday shikastlanishni bartaraf qilish uchun joriy ta'mirlash kifoya.

2-o'rtacha shikastlanishlar:

— o'rtacha nostrukturaviy shikastlanishlar-anchagina katta suvoq bo'laklarining ko'chib tushishi, mo'rilarida yoriqlar, mo'ri bo'laklarining tushishi, pardevor va tepadonlarda ikkiyoqlama yoriqlar, peshtoq va parapetlarda yoriqlar, ularning qisman siljishi;

— yengil struktur shikastlanishlar-devor, yig'ma orayopma panellar orasida, yirik bloklar atrofida, karkasning yuk ko'taruvchi

unsurlarida va o'zaro bog'lanishlari uzilmagan yoriqlar, bo'ylama devorlarni ko'ndalangidan qisman ajralishi.

Bunday shikastlanish oqibatini bartaraf qilish uchun binoni tubdan ta'mirlash lozim.

3-og'ir shikastlanishlar:

– og'ir konstruktiv shikastlanishlar-mo'rilarni, parapetlarni, peshtoq devorlarning qulab tushishi, yuk ko'tarmaydigan va o'z-o'zini ko'taradigan unsurlarning ayrimlari va ko'plarining qulashi, tepadonlarning buzilishi;

– o'rtacha strukturaviy shikastlanishlar-devorlar, temir-beton karkas unsurlar va yirik panel binolarda, ko'pchilik shunday unsur va ularning o'zaro bog'lanishlari buzilmagan holda katta chuqur va ikki yoqlama yoriqlar, bo'ylama devorlarning ko'ndalangidan ajralishi.

Bunday shikastlanish oqibatlarini tiklov ta'miri bilan bartaraf qilish mumkin.

4-buzilib, qulashlar:

– nostruktur buzilishlar-ichki devor va karkasi to'ldiruvchi devorlarning ayrim qismlarining qulab tushishi, pardevorlarning qulab tushishi;

– strukturaviy buzilishlar-yuk ko'taruvchi g'ishtli devorlarning qatlamlanishi, devorda yorilib teshilishlar, bino ayrim qismlari bog'lanishlarining buzilishi, yig'ma qurilmalar choklarining uzilishi;

Ushbu shikastlanishlar oqibatlarini tiklov va mustahkamlash-ta'mirlov yo'li bilan bartaraf qilish mumkin.

5-o'pirlash, qulashlar:

– binolarning yo'l qo'yib bo'lmaydigan deformatsiyalari, bino qismlarining qulashi, binoning butunlay yoki deyarli butunlay qulashi.

Bunday holda binoni buzib tashlash lozim.

Bino va inshootlarning shikastlanganligining bayoniga muvofiq zilzila kuchi ballarda quyidagicha ifodalanadi:

6 ball. V, S, D7 turdagi ayrim binolarda va A turdagi binolarning ko'plarida 1-darajali shikastlanish. A turdagi ayrim binolarda 2-darajali shikastlanish, D – turdagi ayrim binolarda tepadon (peremichka)larda yoriqlar.

7 ball. S turdagi ko'pgina binolarda 1-darajali va ayrimlarida 2-darajali shikastlanish. V turdagi ko'pgina binolarda 2-darajali va ayrimlarida 3-darajali shikastlanish. A turdagi ko'pgina binolarda 3-darajali va ayrimlarida 4-darajali shikastlanish.

D7, E7 turdagi binolarning ko'pida 1-darajali, ayrimlarida 2-darajali, D8, E8 turdagi binolarda 1-darajali shikastlanish. Tosh g'ov devorlarida yoriqlar. O'tkazuvchi bosimsiz quvurlarning choklari buziladi.

8 ball. S turdagi ko'pgina binolarda 2-darajali va ayrimlarida 3-darajali shikastlanish. V turdagi ko'pgina binolarda 3-darajali va ayrimlarida 4-darajali shikastlanish. A turdagi ko'pgina binolarda 4-darajali va ayrimlarida 5-darajali shikastlanish.

D7 va E7 tur binolarning ko'pida 2-darajali, ayrimlarida 3-darajali shikastlanish. D8, E8, E7 tur binolarning ko'pida 1-darajali, ayrimlarida 2-darajali; D9, E9 va E8 tur binolarda 1-darajali shikastlanishlar.

Haykallar siljiydi. Qabr toshlari ajralib tushadi. Tosh g'ov devorlari buziladi.

Bosimsiz o'tkazuvchi quvurlarda, keramik quvurlarda, beton va temir-beton quvurlarning mahkamlangan choklarida va g'ishtli quduqlarda yoriqlar.

9 ball. S turdagi ayrim binolarda 4-darajali va ko'plarida 3-darajali shikastlanish.

V turdagi binolarning ayrimlarida 5-darajali, ko'plarida 4-darajali shikastlanish.

A turdagi binolarning ko'pida 5-darajali shikastlanish.

D7, E7 tur binolarning ko'pida 3-darajali, ayrimlarida 4-darajali;

D8, E8 tur binolarning ko'pida 2-darajali, ayrimlarida 3-darajali;

D9, E9 tur binolarning ko'pida 1-darajali, ayrimlarida 2-darajali shikastlanish;

D10, E10 turdagi binolarda 1-darajali shikastlanish;

E7 tur binolarning ko'pida 2-darajali, ayrimlarida 3-darajali, F8 tur binolarning ko'pida 1-darajali, ayrimlarida 2-darajali, F9 tur binolarning ayrimlarida 1-darajali shikastlanishlar.

Haykal va ustunlar ag'darilib tushadi. Bosimsiz o'tkazuvchi quvurlarning ko'p joylarida uzilishlar va shikastlanishlar, o'tkazuvchi po'lat quvurlarning choklari uziladi, yer osti quvurlarining quduqlari va kameralarida deformatsiyalar.

10 ball. Binolarning yalpisiga qulashi, S turdagi binolarning ko'pida 4-darajali, ayrimlarida 5-darajali shikastlanish.

B turdagi binolarning ko'pida 5-darajali, A turdagi binolarning ko'pchiligida 5-darajali shikastlanishlar.

D, E, F turdagi, seysmik ta'minlanganligi har xil bo'lgan binolarning shikastlanish darajasi 9 ball uchun ko'rsatilgandan oshadi.

To'g'on va ko'tarmalarning xavfli buzilishi, ko'priklarning jiddiy buzilishi, temir yo'l relslarining qiyshayib ketishi. Yo'l qoplamlari va asfalt to'lqinsimon yuzaga aylanadi.

Zilzila kuchini yerning yuzasidagi qoldiq deformatsiyalar bo'yicha baholash

Zilzila kuchi, ballarda, yerning yuzasidagi qoldiq deformatsiyalar va yer osti yuzasidagi suv holatlarining o'zgarishiga qarab, quyidagi ko'rsatmalarga muvofiq aniqlanadi:

6 ball. Nam va g'ovak gruntlarda kengligi 1-2 sm yoriqlar paydo bo'lishining ayrim hollari. Suvga to'yingan qumli gruntlarda balchiq tashishi yuzaga kelishi mumkin. Tog'li hududlarda gruntlarning cho'kishi va sochilishining ayrim hollari.

Quduqlardagi suvning sathi va buloqlarda kichik o'zgarishlar.

7 ball. Ayrim hollarda o'tkir nishabli joylardagi yo'llarning qatnov qismining ko'chishi va yo'llardagi yoriqlar, buloq va quduqlarda suv sathining o'zgarishi. Daryo qirg'oqlarida balchiq toshishi yuzaga keladi. Ayrim hollarda yangi buloqlar paydo bo'lib, mavjudlari yo'qoladi. Daryolarning qumli yoki shag'altoshli qirg'oqlarida ko'chishlarning ayrim hollari.

8 ball. Yo'llarning o'yiqlik va ko'tarma joylaridagi o'tkir nishablarida kichik ko'chishlar; ko'p hollarda tog'ning o'tkir nishabli yonbag'irlarida ko'chishlar, gruntlardagi yoriqlar bir necha santimetr ga, nam gruntlarda 10 sm gacha yetadi.

Yangi ko'llar paydo bo'lishi mumkin. Ko'p hollarda quduq suvining sathi va buloqlarda o'zgarishlar sodir bo'ladi.

Ba'zida qurib qolgan quduqlar suvga to'lib, mavjudlari esa qurib qoladi. Ko'llardagi suvlar loyqalanadi.

9 ball. Sun'iy suv havzalari qirg'oqlarida jiddiy buzilishlar, ayrim hollarda relslarning qiyshayishi va yo'llarning qatnov qismining buzilishi sodir bo'ladi. Gruntlardagi yorilishlar 10 sm gacha, nishabliklarda va daryo qirg'oqlarida 10 sm dan oshadi. Gruntlarda ko'p miqdorda ingichka yoriqlar. Tog'larda yalpi o'pirilishlar. Gruntlarning tez-tez cho'kishi va sochilishi. Yalpisiga balchiq toshqinlari va suvli gruntlarning cho'kishi. Suv havzalarida katta to'lqinlar. Suv buloqlarining tez-tez paydo bo'lishi yoki mavjudlarining yo'qolishi.

10 ball. Gruntlarda yorilishlar ko'p hollarda bir necha detsimetr kenglikda va ayim hollarda 1 m gacha, suv oqimi yo'lga parallel yo'nalishda gruntlarda keng yoriqlar paydo bo'ladi. Daryo qirg'oqlarida katta ko'chishlar bo'lishi mumkin. Sohil hududlarida qumli va batqoqli massalar ko'chadi; kanallar, ko'l, daryolardan suv chayqalib toshadi. Yangi ko'llar paydo bo'ladi. Balchiq toshqinlar va suvli gruntlarda chuqur voronkalar.

Ayrim hollarda tik ko'chishlar, amplitudasining uzilish qanotlari 2 m gacha bo'lgan zilzila o'chog'ini yerning yuzasiga chiqishi. Tog'ning qirrali joylarining cho'kishi sodir bo'ladi.

1.3-§. Grunt sharoiti va yer osti suvlarining seysmik intensivlikka ta'siri

Ma'lumki zilzila paytida seysmik ta'sir bino va inshootlarga grunt orqali uzatiladi. Shuning uchun, bino va inshootlarning zilzila paytidagi seysmik-zo'riqqan holati darajasida grunt xususiyatlari (grunt sharoiti) muhim rol o'ynaydi.

Bu holni ko'p yillik ilmiy tadqiqotlar va zilzilalarning oqibatlarini sinchkov kuzatuvlar tasdiqlaydi. Masalan, 1974-yil 7-dekabrda Yaponiyada sodir bo'lgan zilzilada bir xil epitsentral masofada joylashib turli grunt sharoitlarda bo'lgan yog'och binolarda turlicha, ya'ni, quyidagicha buzilish sodir bo'lgan: Namligi yuqori bo'lgan loy gruntlarda 26,1 % qumsimon gruntlarda – 3,5 % toshloq gruntlarda - 0,2 %.

Grunt sharoiti seysmik intensivlikka ta'sirining ikki "sababini" keltirish mumkin.

Birinchisi, bino va inshootlar atrofidagi gruntlarning dinamik xarakteristikasi bo'lsa, ikkinchisi, gruntlarning bevosita yuk ko'tarish qobiliyati bilan belgilanadi. Ma'lumki, zilzila paytida gruntlarning strukturasi ma'lum darajada buzilishi sababli, yuk ko'tarish qobiliyati ham pasayadi. Bundan tashqari, tajribadan ma'lumki (nazariy jihatdan ham isbotlangan) doimo yer sirtida seysmik tebranma harakat (seysmik ta'sir) intensivligi katta bo'ladi. Ko'p yillik tajriba va zilzila paytidagi yozuvlar shuni tasdiqlaydiki, agar mustahkam grunt qatlami ustida nisbatan yumshoq grunt qatlami joylashgan bo'lsa, bu hol yer sirtida tebranish intensivligining ortishiga olib keladi.

Mashxur seysmolog olim S.V. Medvedev gruntlarni quyidagi yetti kategoriyaga bo'lgan (5-jadval).

5-jadval

T.r.	Gruntlarning kategoriyasi	v_n (km/sek)	$\frac{\rho_0 v_0}{\rho_n v_n}$	ΔJ	
				formula bo'yicha	tajriba
1.	Granitlar	5,6	1,0	0	0
2.	Izvestnyak,	4,5-2,5	1,3-3,2	0,2-0,85	0-1
3.	Yarim toshloq (gips Mergel)gruntlar	3,0-1,7	2,3-5,6	0,58-1,2	1
4.	Yirik blokli(sheben Graviy) gruntlar	2,1-0,9	3,9-11,5	1,1-1,74	1-2
5.	Qumloq gruntlar	1,6-0,6	5,2-16,2	1,2-2	1-2
6.	Loysimon (loy, suglinok, supes) gruntlar	1,5-0,6	5,4-16,2	1,2-2	1-2
7.	To'shama gruntlar	0,6-0,2	20,2-60	2,2-3	2-3

Ko'p zilzilalar oqibatini o'rganish natijalari grunt kategoriyalariga bog'liq holda yer fizikasi instituti seysmik shkalasiga, asosan intensivlik orttirmalari (ΔJ , ball) paydo bo'lishini ko'rsatdi. Etalon grunt sifatida granit olingan bo'lib, u gruntida $\Delta J=0$.

Ko'p yillik ilmiy izlanishlar hamda zilzilalar oqibatlarini o'rganish natijasida prof. S.V. Medvedev tomonidan gruntlar bikrligi (ρv) va seysmik intensivlik orttirmasi (ΔJ) orasida quyidagi ifoda taklif qilingan.

$$\Delta J = 1,67 [\lg(\rho_0 v_0) - \lg(\rho_n v_n)]$$

$$\Delta J = 1,67 \lg \left(\frac{\rho_0 v_0}{\rho_n v_n} \right)$$

bu yerda, U_0 va U_n - seysmik to'lqinlarning etalon grunt (granit) da va o'rganilayotgan gruntta tarqalish tezligi, ρ_0 va ρ_n granit va o'rganilayotgan grunt zichligi.

Bu seysmik intensivlik orttirmasi tabiiy namlikdagi gruntlarga tegishli bo'lib, gruntlar namligining ortib borishi, ya'ni yer osti suvlari ko'tarilib borishi ushbu ko'rsatkichning ortishiga olib keladi. Zilzilalar oqibatlarini o'rganish natijalari quyidagi xulosaga olib keldi:

1. Yer osti suvlari (joylashishi) sathi 10 m va undan ortiq bo'lsa, yer osti suvlarining seysmik intensivlikka ta'siri bo'lmaydi.

2. Yer osti suvlari sathi 10 m dan kamaysa, suvlarning seysmik intensivlik orttirmasiga ta'siri sezila boradi.

3. Supes, suglinok, qumsimon va galechnik kabi gruntlarda yer osti suvlari bevosita poydevor tag yuzasi joylashish chuqurligida bo'lsa, seysmik intensivlik orttirmasi bir ballga teng bo'ladi.

4. Yuqoridagi tip gruntlarda yer osti suvlari sathi poydevor joylashish chuqurligidan 4 m pastda bo'lsa, seysmik intensivlik orttirmasi 0,5 ball bo'ladi. Ya'ni bu turdagi gruntlarda yer osti suvlari sathi o'zgarishi bilan seysmik ta'sir intensivligi orttirmasi orasidagi bog'liqlik quyidagi jadvalda keltirilganidek bo'ladi:

6-jadval

Yer osti suvlari sathi (m)	Seysmik ta'sir intensivligi orttirmasi, ball
0-1	1
4	0,5
10	0

Zilzila oqibatlarini o'rganish natijasida yer osti suvlari sathi va seysmik ta'sir intensivligi orttirmasi orasida quyidagi bog'liqlikning to'g'riligini ko'rsatdi:

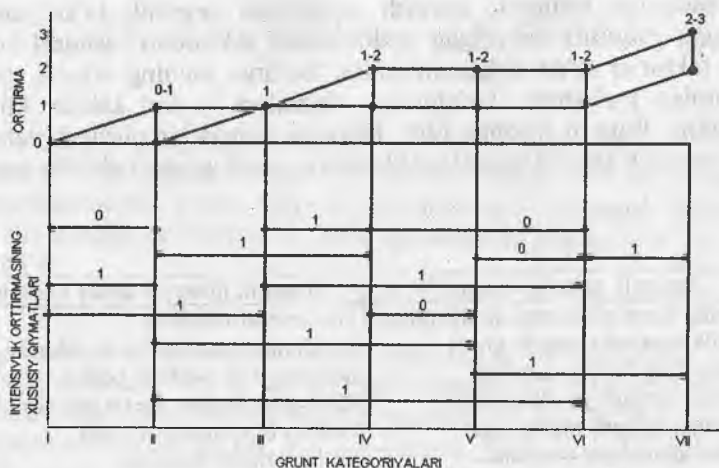
$$\Delta J = e^{-0.04h^2}$$

Demak, seysmik ta'sir intensivligiga grunt sharoiti va yer osti suvlari ta'sirini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\Delta J = 1,67 \left[\lg(\rho_0 v_0) - \lg(\rho_n v_n) \right] + e^{-0.04h^2}$$

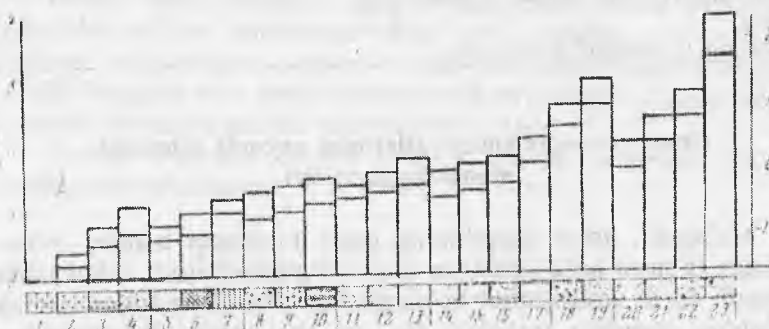
7-jadval

Gruntlar	Ballarda ifodalanuvchi seysmik ta'sir orttirmasi
Granitlar	0
Ohaktosh va qumtosh	0-1
Yarim toshloq gruntlar	1
Yirik o'lchamli chaqiq gruntlar (shag'al, tosh grunt va sh.k.)	1-2
Qumsimon gruntlar	1-2
Loysimon gruntlar	1-2
To'shama gruntlar	2-3



Asosiy kategoriya gruntlar uchun Makroseysmik kuzatish natijasi tuzilgan seysmik ta'sir intensivligi orttirmalari.

Gruntlar kategoriyalari: 1 – granitlar; 2 – ohaktosh va qumtosh;
3 – yarim toshloq gruntlar; 4 – yirik o'lchamli chaqiq toshli gruntlar;
5 – qumsimon gruntlar; 6 – loysimon gruntlar; 7 – to'shama gruntlar.



35-rasm. Seysmik ta'sir intensivligi orttirmasi diagrammalari.

Toshloq gruntlar: 1 – granitlar; 2 – ohaktosh slansi, zich gneyslar;
3 – zich qumtoshlar; 4 – ohaktosh, slanes, strukturasi buzilgan gneyslar,
yarim toshloq; 5 – gipsalar; 6 – mergel (ohakgil) lar; 7 – sementlashgan
qumlar, yirik o'lchamli chaqiqli; 8 – shag'al; 9 – graviyli (kristallashgan
strukturali); 10 – graviyli (cho'kma jinslar), qumloq; 11 – yirik o'lchamli
va shag'alli qumlar; 12 – o'rtacha o'lchamli qumlar; 13 – changsimon,
loysimon; 14 – loylar; 15 – qumli loylar; 16 – loyli qum; 17 – govakli
qumli loy va loyli qum; 18 – to'shama; 19 – tuproqli, namlangan;
20 – shag'alli – chaqiqli; 21 – qumli; 22 – loysimon; 23 – to'shama.

Bulardan tashqari, qurilish uchastkasi seysmik ta'sir intensivligiga yuqorida keltirilgan ikkita asosiy faktordan tashqari ko'pgina faktorlar ta'sir qilishi mumkin. Bularga joyning relyefi, grunt qatlamlari joylashuvi, ko'chmalar chiziqlari va shu kabilar kirishi mumkin. Bularni hisobga olib, bino va inshootlar qurilish uchastkasi seysmik sharoit xarakteristikalarini quyidagicha keltirish mumkin.

8-jadval

Seysmik noqulay sharoit	Seysmik jihatdan qulay sharoit
Joyning katta qismlarga ajralganligi. Qiyalik mavjud joylarda grunt qatlamining ko'p qatlamliligi. Toshloq qatlam yopib turgan to'shama qatlam mavjudligi. Kuchli shamollar ta'sirida gruntlarning tizimi buzilganligi. Zilzila paytida gravitatsion kuchlar ta'siridan gruntlarda qoldiq deformatsiyalar sodir bo'lish ehtimoli borligi (ko'chma, o'pirilish qulash va boshqalar). Qiyalikda joylashgan uchastkalar.	Horizontal maydon. To'shama gruntlar bo'lsa ularning qalinligi 100-1000 m bo'lsa. Zich gruntlardan iborat maydon. Qoldiq deformatsiya sodir bo'lmaydigan maydon. Tektonik siniq chiziqlardan uzoq joylashgan maydonlar.

Grunt rezonans xususiyatlarining seysmik tebranish intensivligiga ta'siri

Ma'lumki, grunt sharoitining grunt tebranma harakat intensivligiga ta'sirini baholashda bir qatlamli grunt sharoiti holati tahlil qilinadi. Fizik xususiyatlari bo'ylama va ko'ndalang to'lqinlarning muhitdagi tarqalish tezliklari (V_p va V_s) orqali ifodalanadigan hamda zichligi ρ bo'lgan elastik yarim fazoviy muhitda zilzila o'chog'i joylashgan sharoitda o'zgacha holat kuzatiladi. Ikki hol, ya'ni yarim fazoviy muhit sirti ustidagi hamda qalinligi h va fizik xossalari ν_{p2} , ρ_2 , ν_{s2} (ν_{p1} , ρ_1 , ν_{s1} larda farq qiluvchi) bo'lgan qatlam sirti ustidagi ta'sirlar taqqoslanadi.

Gruntidagi rezonans jarayoni hisobiga seysmik ta'sir intensivligi orttirmasi ΔJ va qiymatlar orqali baholanadi.

Qiymatlar quyidagi formulalar orqali aniqlanadi:

$$m_i = \frac{v_n \rho_n}{v_0 \rho_0}; \quad S_i = \frac{h}{v_n T_n};$$

bu yerda, h - qatlam qalinligi, qatlam seysmik bikrligi, qatlam tagidagi asos seysmik bikrligi. T_n - uchun rezonans holati (tebranish amplitudasining keskin ortishi) kuzatiladigan tebranish davri. U to'liqin uzunligi va tezligi U_n bilan quyidagicha bog'langan:

$$T_n = \frac{\lambda_n}{v_n}.$$

Berilgan grunt sharoiti uchun seysmik ta'sir intensivligi orttirmasi yuqoridagi m : va S_i qiymatlar asosida (Рекомендации по сейсмическому микрорайонированию (РСМ-73). Вопрос инженерной сейсмологии, вып. 15. Наука, 1973, с. 3-34) jadvaldan belgilanadi.

Muzlagan grunt sharoitida seysmik ta'sir intensivligi orttirmasini baholash

Binolar asosi tariqasida doimiy muzlagan gruntlar ishlatilgan sharoitda ma'lum sabablarga ko'ra, asos gruntida qisman erish jarayoni sodir bo'lganda grunt namlik darajasida o'zgarish yuzaga keladi. Natijada, asos grundi sharoitida R-to'liqlari tarqalish tezligi o'zgaradi va bunda namlik muhim o'rin tutadi.

Bunday sharoitda seysmik ta'sir intensivligi orttirmasi (ΔJ_{TW}) quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta J_{TW} = e^{-0,5T} \left[1 - e^{-0,17(w>5)} \right]$$

bu yerda, ΔJ_T – temperaturaning ma'lum manfiy qiymatlarida seysmik ta'sir intensivligi orttirmasi (ball) T – (modul asosida olingan) asos gruntining temperaturasi

Demak, grunt sharoiti, yer osti suvlari sathi, grunt qatlami rezonans xususiyati hamda muzlagan sharoitni hisobga olib, seysmik ta'sir orttirmasini umumiy holda quyidagicha yozish mumkin:

$$\Delta I = \Delta I_{gr} + \Delta I_s + \Delta I_{rez} + \Delta I_{WT}$$

1.4-§. Zilzila paytida tarqaluvchi seysmik to'liqlar. Zilzila o'chogini aniqlash

Zilzila paytida ajraladigan energiyaning juda kam miqdori (taxminan 7 %) episentral zonagacha yetib boradi. Qolgan qismi atrof-muhit grunni tomonidan yutiladi. Oldin aytganimizdek, zilzila paytida uzoq yillar grunnda yig'ilgan potentsial energiya kinetik energiya shaklida turli to'liqlar hosil qilib atrof-muhitga tarqaladi.

Zilzila paytida ikki xil to'liqlar paydo bo'ladi:

1. Hajmiy to'liqlar.

2. Sirt to'liqlar.

Hajmiy to'liqlar yer qa'rida butun hajm bo'ylab tarqaladi (tovush to'liqlariga o'xshash) va u o'z navbatida, ikki xil to'liqdan iborat bo'ladi (35-rasm):

a). **Bo'ylama yoki R-to'liqlar** (lotincha Primary – birlamchi so'zining bosh harfi bilan ham yuritiladi).

Bo'ylama (yoki R) to'liqlar grunnda tarqalganda grun zarralari to'liq tarqalishi yo'nalishida tebranma harakat qiladi (35-rasm).

Bu to'liqlar grunnda tarqalganda muhitda siqilish-cho'zilish kuchlanishlar paydo bo'ladi. Bo'ylama to'liqlar tarqalish tezligi eng katta bo'lgan to'liq bo'lib, uning grunnda tarqalish tezligi U 8 km/sek. Shuning uchun ham bu to'liqlar yer sirtidagi kuzatuv punktlariga birinchi bo'lib yetib keladi. R to'liqlar qattiq jismda, suyuqlikda hamda havoda tarqaladi.

b). **Ko'ndalang yoki S-to'liqlar.** (Bu ham lotincha Secondary – ikkilamchi so'zining bosh harfi orqali nomlangan).

Ko'ndalang (yoki S) to'liqlar grunnda tarqalganda grun zarralari to'liq tarqalish yo'nalishiga perpendikular yo'nalishda tebranma harakat qiladi. (35-37 rasmlarda). Ularning tarqalish tezligi R-to'liqlarnikidan kichkina bo'lib 5 km/sek. ga teng. S-to'liqlar shuning uchun ham R-to'liqidan keyin kuzatuv punktiga yetib keladi. S-to'liqlar grunnda tarqalganda siljish deformatsiyasini vujudga keltiradi. Yer sirtida bu to'liqlardan paydo bo'lgan grun tebranma harakat amplitudasini bo'ylama to'liqlarnikidan katta bo'ladi hamda S-to'liqlar eng katta tezlanishlarni vujudga keltirgani sababli bino va inshootlar uchun xavfli hisoblanadi.

2. **Sirt to'liqlar** hajmiy to'liqlardan farqli ravishda faqat uncha chuqur bo'lmagan sirtida tarqaladi. Ba'zi hollarda zilzila paytida katta vayronalarni keltirib chiqaradigan sirt to'liqlari tar-

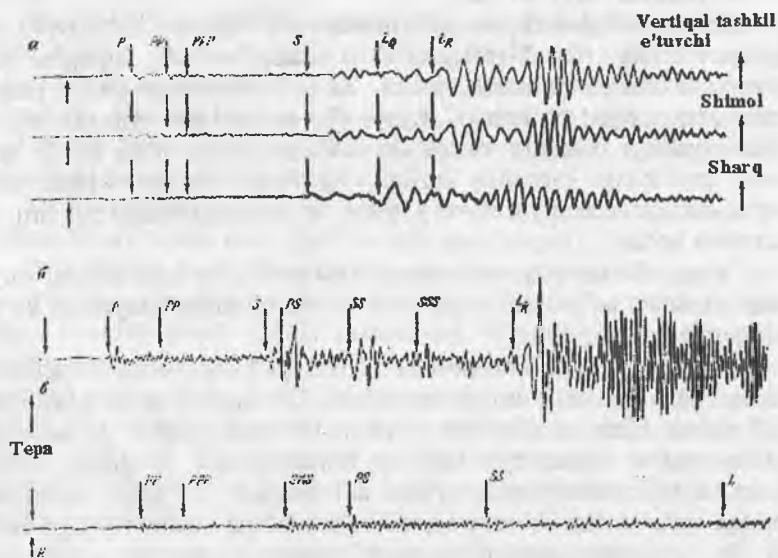
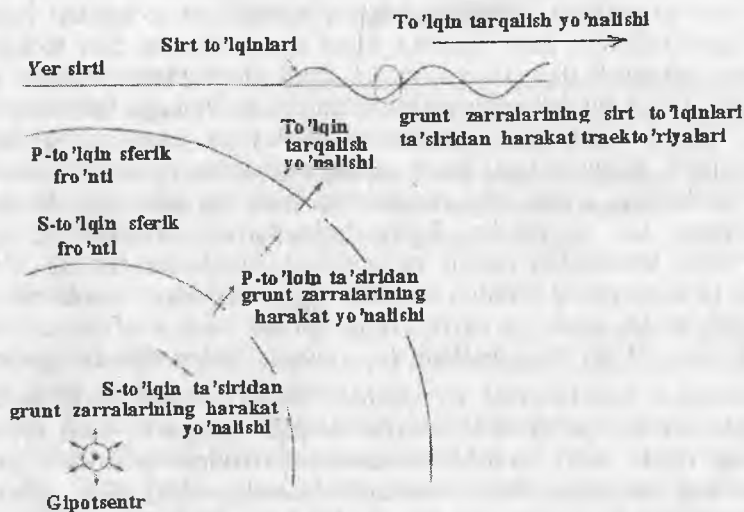
qalish tezliklari hajmiy to'liqlar (R va S) nikidan kichkina, lekin to'liq uzunliklari ularnikidan katta hamda sirt to'liqlari hajmiy to'liqlarnikidan past chastota bilan harakatlanadi. Sirt to'liqlar katta tebranish davriga ega bo'lib, katta kuchishlarni vujudga keltiradi. Lekin bu to'liqlar katta tezlanishlarni vujudga keltirmaydi.

Sirt to'liqlari, o'z navbatida, Reley va Lyave to'liqlariga ajratiladi. Reley to'liqini grunt yuqori qatlamida vujudga keladi. Bu to'liqlarning o'ziga xos xususiyatlaridan biri ularning chuqurlik bo'yicha tez so'nishdir. Reley to'liqlarining masofa bo'yicha so'nishi, intensivligi hajmiy to'liqlarnikidan kichik bo'ladi. Reley (R) to'liqlarining gruntta tarqalish tezligi hajmiy to'liqlarnikidan kichik bo'lib, ularning davri, ko'pincha 8-12 sek atrofida, tezliklari $3,1 \text{ km. s}^{-1}$ ga teng bo'ladi ($v_R = 0,9v_s$). Reley (R) to'liqlarida oldiniga to'liq tarqalish yo'nalishida kuchsiz «turtki» sodir bo'ladi, keyin vertikal yo'nalishda harakat, orqaga, pastga va yana keyinga yangi turtki sodir bo'lishi kuzatiladi. Bu to'liq ta'siridan, grunt zarralari yuqorida 36-38 rasmlarda keltirilganidek, ellips traektoriyasi bo'ylab yuqoriga va orqaga (soat strelkasiga teskari) yo'nalishda harakat sodir bo'ladi.

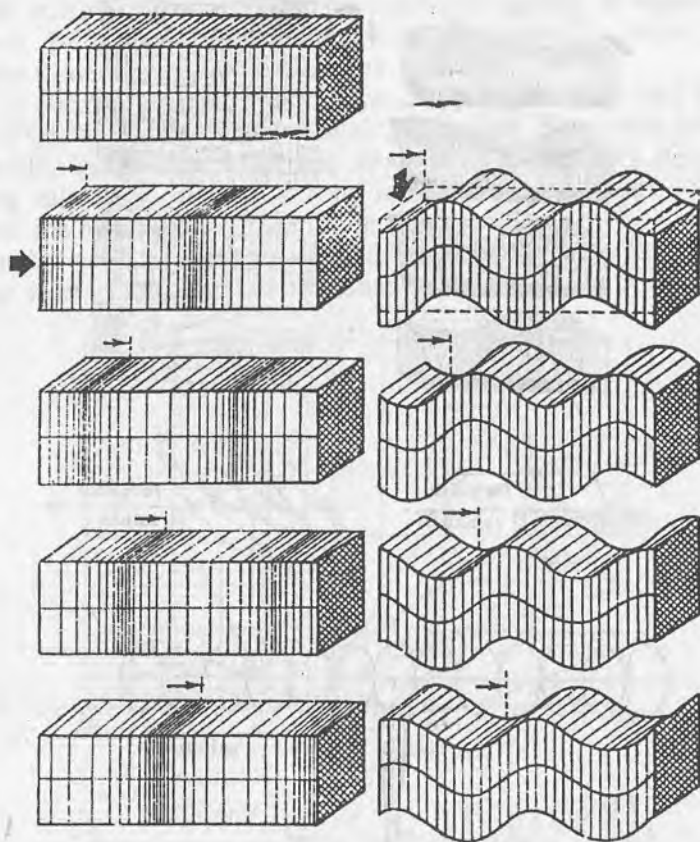
Lyave to'liqini siljish deformatsiyasini vujudga keltiruvchi sirt to'liq bo'lib, ular S-to'liqlarga o'xshash bo'ladi, faqatgina ular gorizontal tekislikda sodir bo'ladi. Bu to'liqlarning vertikal tashkil etuvchisi mavjud bo'lmaydi. Lyave (L) to'liqlarga gruntta hajmiy S-to'liqlarga nisbatan kichik tezlikda tarqaladi, biroq bu to'liqning muhitdagi tarqalish tezligi (R) Reley to'liqinnikidan katta bo'la-di. Lyave to'liqini davri 1-6 sek va tarqalish tezligi $3,5 \text{ km. s}^{-1}$ atrofida bo'ladi.

Yuqorida keltirilganlar yanada tushunarli bo'lishi uchun quyidagi misolni, ya'ni sterjenga zarb ta'sir qildirish jarayonini ko'rib chiqamiz.

Sterjenning chap tomoniga (quyidagi chap tomondagi rasm) keskin zarb berilsa, u holda sterjen bo'ylab siqilish to'liqini tarqaladi (37-rasm). Element (sterjen) zarralari to'liq tarqalishi yo'nalishida oldin-orqaga traektoriya bo'ylab harakatlanadi. Shuning uchun ham bu to'liq bo'yama to'liq deb ataladi. Sterjenga yuqoridan pastga zarb berilsa, b-rasmdagidek ko'ndalang kesim vujudga keladi. Bu sharoitda sterjen zarralari rasmda strelka bilan ko'rsatilgan, ya'ni to'liq tarqalish yo'nalishiga perpendikular bo'lgan traektoriyada tebranma harakat qiladi. Zilzila paytida ushbu turdagi ikkita to'liq vujudga keladi.



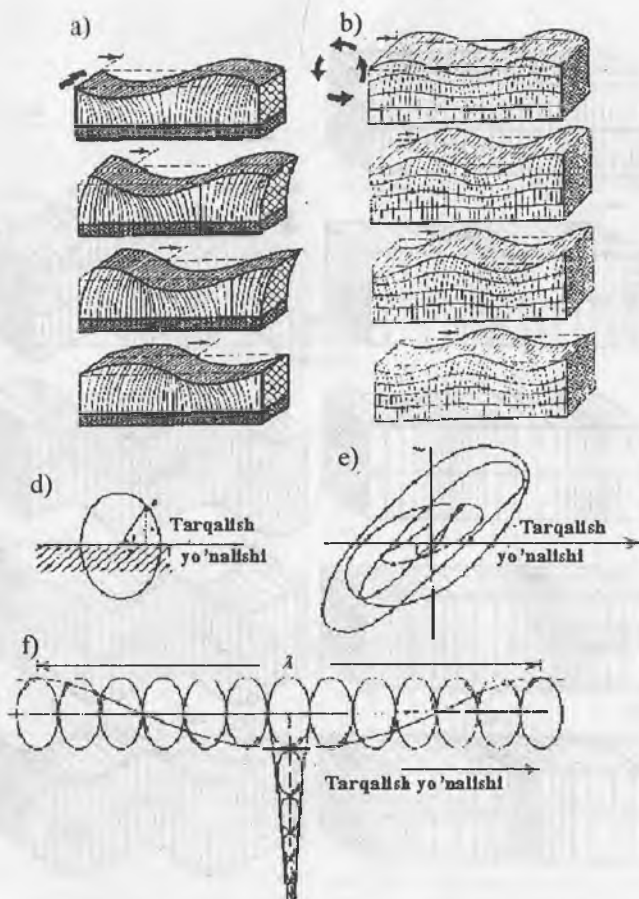
36-rasm. Zilzila paytida tarqaluvchi bo'ylama va ko'ndalang to'liqlar.



37-rasm. Seysmik to'liqlar tarqalishidan grunt zarralarining harakat traektoriyalari.

Sirt to'liqlari guruhiga, asosan Reley (R) va Lyave (L) to'liqlari kiradi. Bu to'liqlar ingliz olimlari Reley va Lyave nomlari bilan atalgan. Bu ikkala olim, hali ushbu sirt to'liqlarini seysmogrammalarda aniqlashdan oldin, ularning mavjudligini matematik nuqtai nazardan isbotlab berganlar.

Sirt to'liqlari ta'siridan grunt zarralari to'liq tarqalishi yo'nalishiga perpendikular ellips traektoriyasi bo'ylab harakatlanadi (38-rasm).

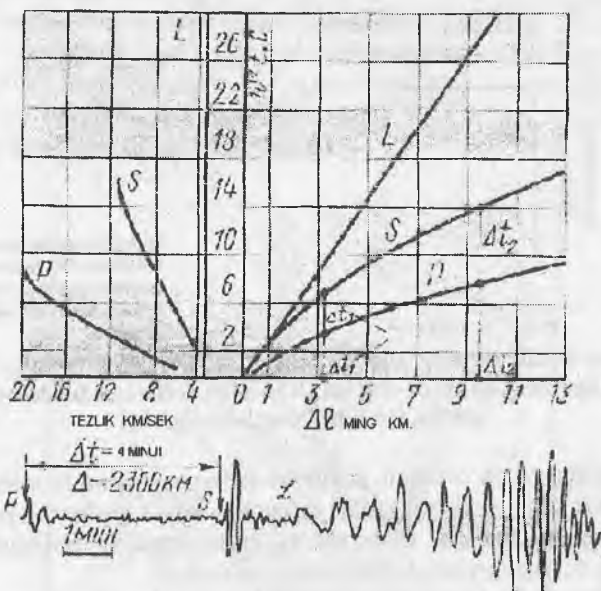


38-rasm. Zilzila paytida tarqaluvchi Lyave (a), Reley (b) to'liqlari. Sirt (Reley) to'liqlari ta'siridan grunt zarralarining harakat traektoriyasi (v, g, d).

- a). Lyave to'liqlari.
- b). Reley to'liqlari.
- d). grunt zarralarining qattiq yarim fazoviy muhitdagi harakat traektoriyasi;
- e). grunt zarralarining yer sirtidagi real harakati;
- f). grunt zarralari harakatining ko'ndalang qirqimdagi ko'rinishi.

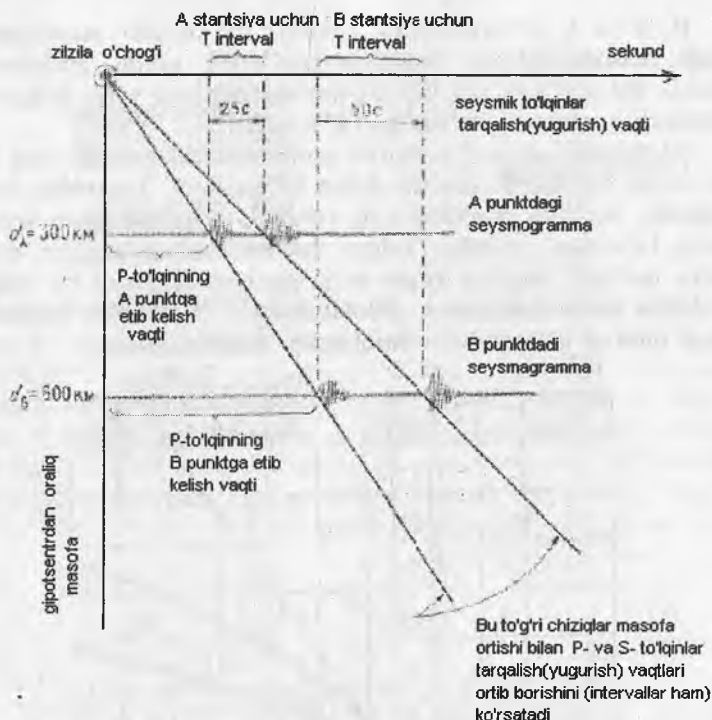
P, S va L to'liqlarining episentrlar va kuzatuv stansiyasi orasidagi masofa va vaqt orasidagi bog'lanish grafigi godograf deb ataladi. Bu grafikda har bir to'liqlarning punktga yetib kelgan vaqti xarakterli nuqtalarda ko'rsatiladi (38-rasm).

39-rasmda seysmik priborlar yordamida yozuvlarda vaqt bo'yicha o'qda xarakterli nuqtalar bilan ko'rsatiladi. Yozuvdan ko'rinib turibdiki, kuzatuv punktiga eng avval R to'liqlar yetib keladi va uning ta'siridan vujudga kelgan tebranishlar asta-sekin so'nadi. Lekin ma'lum vaqtdan keyin yana kuchayadi, ya'ni bu vaqtda S to'liqlar yetib kelganidan dalolat beradi. R va S to'liqlar orasidagi interval godografdan aniqlanadi.



39-rasm. Zilzila paytida seysmik to'liqlarning punktga etib kelish vaqtlari bilan masofa orasidagi bog'lanish grafigi.

Seysmik priborlar yordamida yozib olingan siljishlar grafigi seysmogramma deb ataladi. Tezliklar yozuvlari velosigrama, tezlanish yozuvlari esa akselerogramma deb ataladi. Zilzila sodir bo'lgan paytda zilzila o'chog'ini aniqlash muhim masaladir. Zilzila o'chog'ini aniqlash quyidagi tartibda amalga oshiriladi (40-rasm).



40-rasm. Zilzila paytida vujudga keluvchi R-bo'ylama va S-ko'ndalang to'loqlarining punktga etib kelish vaqtlari farkining zilzila o'chog'igacha masofaga bog'liqligi grafigi.

Punktga yozib olingan yozuvlar (seysmogramma) asosida R va S to'loqlar yetib kelish vaqtlari orasidagi farq t godograf yordamida aniqlanib, shu asosda stansiyadan episentrgacha bo'lgan masofa aniqlaniladi. Bu quyidagicha amalga oshiriladi:

Ma'lumki, R-to'loqlar tarqalishi tezligi katta bo'lgani sababli, S-to'loqdan oldin kuzatuv punktiga yetib keladi. Punktga seysmogrammadan o'lgangan R- va S-to'loqlarning punktga yetib kelishi intervali T bo'lsin (godografdan aniqlanadi). Mos ravishda R va S-to'loqlar tezliklari V_P va V_S bo'lib, stansiyadan episentrgacha bo'lgan d masofa quyidagi formuladan aniqlanadi.

$$\text{Masalan: } d = T \cdot \frac{V_P \cdot V_S}{V_P - V_S} \quad V_P = 6 \text{ km/sek; } V_S = 4 \text{ km/sek}$$

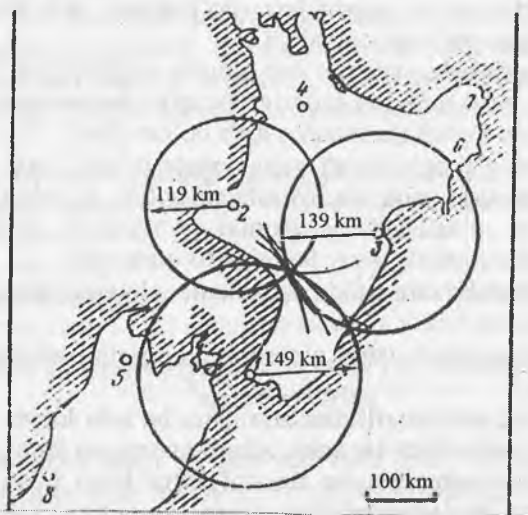
A stansiya uchun:

$$T=25 \text{ sek}, \quad d_A = \frac{6 \cdot 4}{6 - 4} \cdot 25 = 300 \text{ km}$$

B stansiya uchun:

$$T=50 \text{ sek}, \quad d_B = \frac{6 \cdot 4}{6 - 4} \cdot 50 = 600 \text{ km}$$

Demak, A stansiyadan episentrgacha $d = 300 \text{ km}$ B stansiya-dan $d=600 \text{ km}$ masofada joylashgan. Agarda kuzatuv bir necha stansiyada amalga oshirilgan bo'lsa, ya'ni d_1, d_2, d_3 lar ma'lum bo'lsa u holda ushbu masofalar orasida aylanalar o'tkazilib, aylanalar bir nuqtada kesishadi yoki hisobda noaniqliklar bo'lgani uchun kesishmasligi ham mumkin. U holda aylanalar kesishuvidan hosil bo'lgan uchburchak (ko'pburchak) og'irlik markazi episentri joy-lashuv nuqtasi deb olinadi (41-rasm).



41-rasm. Zilzila epitsentri aniqlash.

Yuqorida keltirilgan usulda, seysmologlar epitsentrdan yuzlab va hatto minglagan kilometr masofadan turib, bir necha minut ichida epitsentri aniqlab beradilar.

1.5-§. Sunami

Ma'lumki, seysmologlar yer sharidagi mavjud episentrlar geografiyasini, asosan uchta seysmik poyasga ajratganlar. Shulardan seysmik aktivligi poyasi bo'lib, planetamizdagi sodir bo'ladigan zilzilalarning taxminan 75 % i shu poyasga to'g'ri keladi. Mazkur seysmik poyas okean orqali o'tgan bo'lib, poyasning chegarasi deyarli okeanning ikki sohili bo'ylab o'tadi, ya'ni bu joydagi sodir bo'ladigan zilzilalarning episentrlari okean tubiga to'g'ri keladi. Natijada okean yoki dengiz tubidagi gruntning seysmik to'liqlari ta'siridan murakkab (tektonik) seysmik tebranma harakati sodir bo'ladi va bu harakat bevosita okean (dengiz) suvi muhitiga uzatiladi. Vaqt o'tishi bilan okean (dengiz) suvining harakati vujudga keladi va okean (dengiz) tubi gruntining davomli harakati hamda uning suvga qayta-qayta ta'siridan okean (dengiz)da suvning kuchli harakati-bahaybat to'liqlar vujudga keladi. Okean (dengiz)da episentrdan paydo bo'ladigan bunday to'liqlar-sunami deb yuritiladi.

«Sunami» so'zi yaponcha «qo'ltiqdagi to'liq» (волна в гавани) degan ma'noni anglatadi.

Olimlar fikricha, sunami har qanday zilzilalardan ham vujudga kelmasdan, balki quyidagi juda tez fursatda kechadigan to'rtta omil sunami paydo bo'lishiga asosiy sabab bo'lar ekan:

- zilzila o'chog'i okean yoki dengiz tubida, yoki yer qobig'ining yirik blokiga yaqinida joylashgan bo'lib, u qobiq bloki okean yoki dengiz yo'nalishida gorizonttal yo'nalishda harakatlanayotib juda katta chuqurlikdagi suv hajmiga to'qnashadi;

- episentral zona ustida juda katta chuqurlikdagi suv mavjud bo'ladi;

- sodir bo'lgan zilzila giposentr chuqurligi uncha katta emas (10-60 km);

- zilzila kuchi yetarli darajada katta bo'lishi lozim.

Shuni aytib o'tish lozimki, zilzila energiyasi katta bo'lgan holdagi ($M \geq 8$) vujudga kelgan sunami katta kuch bilan xavf soladi. Ko'pgina kuzatuvlar aytarli energiyaga ega bo'lgan ($M=5$) zilzilalar ham tsunami kuchi uncha xavfli bo'lmasiligini ko'rsatdi. Qirg'oqdan uzoqdagi sunami uncha xavfli bo'lmaydi. Ammo sohilga yaqinlashgan sari to'liqning tezligi va balandligi ortib, dahshatli, vayron etuvchi kuchga aylanadi. Sunami to'liqlari atrofga 1000 km/soat gacha tezlikda tarqaladi, to'liqlar qultiqda 30 metrgacha balandlikda bo'ladi. (Sunami to'liq uzunligi 200-300 km).

To'liqin harakatlanishi tezligi quyidagi (Lagranj) formuladan aniqlanadi:

$$v = \sqrt{gH}$$

bu yerda, g – erkin tushish tezlanishi, N – tezligi aniqlanayotgan joydagi suv chuqurligi.

Odatda, to'liqin balandligining ortishiga okean chuqurligining kamayishi sababchi bo'ladi. To'liqin balandligi Eri-Grin formulasi yordamida aniqlaniladi:

$$h_M = h_r \sqrt[4]{\frac{H_r}{H_M}}$$

bu yerda, h_m-H_m – sayoz chuqurlikdagi joyda to'liqin balandligi, h_g-H_g – chuqurlikdagi joyda to'liqin balandligi.

Bulardan tashqari, sunami suv osti va sohil vulqoni otilishidan, suvga ulkan massali jinslarning qulashidan, kuchli portlashlar, ba'zan esa tayfunlar dastidan vujudga kelishi mumkin.

Yuqorida aytilganidek, eng ko'p sunami sodir bo'ladigan zona, bu Tinch okeani seysmik poyasidir. Planetamizda sodir bo'ladigan sunamilarning barcha seysmik poyaslar bo'yicha chastotasi (soni) quyidagicha:

Tinch okeani seysmik poyasi	– 75
Atlantika okeani xavzasi	– 9
Hind okeani	– 3
O'rta yer dengizi	– 12
Boshqa dengizlar	– 1

1.6-§. Territorialarni seysmik va mikroseysmik rayonlashtirish

Planetamizda sodir bo'lgan yoki endi sodir bo'ladigan zilzilalar tabiatan hech qachon bir-biriga o'xshamaydi. Bundan tashqari, fan va texnika taraqqiyotining bugungi rivojlanish darajasi sodir bo'lajak zilzilalarning kuchi, vaqti va o'rnini aniq ayta olmaydi. Ma'lumki, yer sharining zilzila sodir bo'lishi mumkin bo'lgan territoriyasini aholi zichligi bo'yicha tahlil qilsak, bunda zilzila sodir bo'ladigan territorialalarda aholi zichligi bo'yicha keskin farq borligi yaqqol ko'rinadi.

Mamlakatimizning seysmik aktivligi yuqori hududlari, asosan Farg'ona vodiysi, Toshkent kabi hududlari aholi zichligi ancha yuqoriligi hamda sanoati rivojlanganligi bilan xarakterlanadi. Ba'zi hududlarda (aholi kam yashaydigan joylar) ancha kuchli zilzilalarga ham kam e'tibor bilan qaralsa, ba'zi aholi zich territoriyalarda ancha kuchsiz zilzilalar ham aslo e'tiborsiz qoldirilmaydi. (Ba'zida okean va uzoq aholi turmaydigan tog'li territoriyalardagi kuchli zilzilalar faqat fan nuqtai nazaridan o'rganiladi).

Planetamizda sodir bo'ladigan turli intensivlikdagi zilzilalar sodir bo'lish chastotasi quyidagi 9-jadvalda keltirilgan.

9-jadval

<i>Zilzila intensivligi (ball)</i>	<i>10</i>	<i>9</i>	<i>8</i>	<i>7</i>	<i>6</i>
Bir yilda sodir bo'ladigan zilzilalarning taxminiy soni	3	11	80	400	1300

Quruvchi-muhandis hamda arxitektorlar uchun mintaqada sodir bo'lishi mumkin bo'lgan zilzila kuchi (intensivligi)ni oldindan bilish juda muhimdir. Bu borada yer sharidagi episentrlar chuqur o'rganilib, mashxur seysmolog E.F. Savarenskiy tomonidan asosan uchta seysmik zona mavjudligi ko'rsatib berildi:

1. Yer sharidagi barcha zilzilalarning, taxminan 80% shu yerda sodir bo'ladigan, g'oyat aktiv Tinch okean seysmik poyasi. Ushbu Tinch okean seysmik poyasining chegarasi deyarli okeanning ikki sohili bo'ylab o'tadi. Eng dahshatli zilzilalar Alaska, Koliforniya, Chili hamda Yaponiyada uchraydi.

2. O'rta yer dengizi yoki Transosiyo poyasi aktivligi sustroq bo'lib, yer sharidagi jami zilzilalarning, taxminan 15% shu zonada sodir bo'ladi. Bu poyas Ispaniya tog'laridan boshlanib, Pomir tog'larida tugaydi. O'zbekiston seysmik zonalari ham shu poyasda joylashgan.

3. Arktika-Antlantika poyasi Lena daryosining etaklaridan boshlanib, Grenlandiya va Islandiyaning janubiy sohili orqali Atlantika okeanining markaziy qismi bo'lib, Ozor orollari atrofida O'rta yer dengizi bo'ylab tutashadi.

Biror mintaqa seysmik jihatdan o'rganishda shu hudud aholi zichligi va sanoat qurilishi hajmining har xil bo'lishiga katta e'tibor qaratiladi.

Tabiiyki, seysmik rayonlashtirishni aniqlashda xalq xo'jaligida muhim o'rin tutuvchi kelajakda katta hajmdagi qurilishlar rejalashtirilayotgan hududlar nazarga olinadi.

Seysmik rayonlashtirish xaritasini tuzishda, eng avvalo, ma'lum bir davr (bir necha yildan to ming yilgacha bo'lgan davr) ichida shu rayonda sodir bo'lgan zilzilalar haqida ma'lumotlar to'planadi. Seysmologik, muhandis-seysmologik va geologik materiallarni birgalikda tahlil qilib va uning natijalariga asoslanib har bir zona uchun seysmik rayonlashtirish xaritalari tuziladi.

Territorialarni seysmik rayonlashtirish xaritasini tuzish ikki bosqichda amalga oshiriladi.

Birinchi bosqichda zilzilalar seysmik aktivligi prognozi xaritasi tuziladi, ya'ni bu bosqichda seysmik xavf haqida prognoz beriladi. Bu yerda, zilzila haqidagi prognoz yer sirtiga tegishli bo'lmay, balki o'choq zonasiga talluqlidir. Seysmik ma'lumotlar (chuqurlik hisob-ga olingan holdagi episentrlar xaritasi, takrorlanish grafigi, aktivlik xaritasi va boshqalar) hamda geologik ma'lumotlar yer ustidagi silkinishlarni ifodalamay, balki faqat o'choq zonasini xarakterlaydi.

Ikkinchi bosqichda seysmik xavf bo'yicha olingan prognoz materiallariga asoslanib, o'choq chuqurligi, zilzila energiyasi bilan kuchi o'rtasidagi nisbatni, masofaga qarab tebranish intensivligi so'nishi haqidagi faktlar va boshqa ma'lumotlarni hisobga olib seysmik rayonlashtirish xaritasi tuziladi. Bu xarita yer ustida bo'ladigan silkinishlar haqida ma'lumot beradi.

Seysmik rayonlashtirish xaritasi bir xil grunt mexanik sifati sharoitiga yoki o'rtacha grunt sharoitiga ega bo'lgan rayonlarda zilzila kuchini ballarda aniqlab beradi.

Ma'lumki, grunt sharoiti xilma-xil bo'lgan uchastka va maydonlarda zilzila kuchi har hil bo'ladi. Shu munosabat uchastkaning seysmik holatiga grunt sharoitining ta'sirini hisobga olib seysmik rayonlashtirish xaritasida ko'rsatilgan zilzila kuchiga kiritiladigan tuzatishni aniqlash zarurdir.

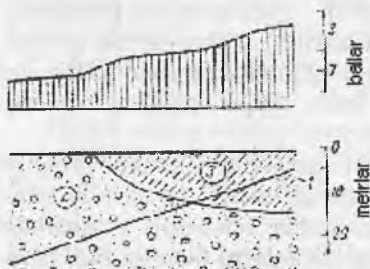
Biror alohida shahar yoki bir katta viloyat uchun belgilangan zilzila kuchiga har xil grunt sharoitini hisobga olgan holda tuzatish kiritishga - seysmik mikrorayonlashtirish deb ataladi.

Quruvchi va seysmologlar zilzila natijasida vayron bo'lgan shahar va qishloqlarni tekshirayotib, yerning tebranish-silkinish kuchiga faqat episentrgacha bo'lgan masofaning o'zigina ta'sir etmasligini ancha ilgari payqagan edilar. Ba'zan episentrlarning o'zida hech qanday xavf ta'sir etmagan uchastkalar-"seysmik orollar" mavjud bo'lgani holda, episentrdan ancha uzoqda zilzila kuchining keskin oshib ketishi kuzatilgan. Masalan, 1944-yil Yaponiyaning Tatami tumanida ro'y bergan zilzila natijasida daryo bo'ylaridagi

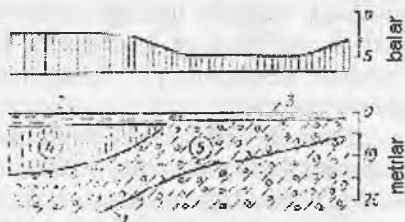
batqoqlashgan tuproqli yerlarda va loy tuproqdan tashkil topgan yerlarda vayronagarchilik ko'p bo'lgan. Qirg'oq bo'ylaridagi ko'p imoratlarda esa aksincha.

Yuqori terrasalarda, dag'al toshlardan tashkil topgan yerlarda hamda qoyali yerlarda imoratlar kam zararlangan.

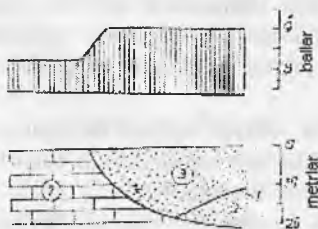
Zilzila kuchining grunt sharoitiga qarab o'zgarishi bizning mintaqada ham kuzatilgan. Misol tariqasida, 1949-yilda sodir bo'lgan Hayit zilzilasini (Pomirda) ko'rishimiz mumkin. Quyidagi rasmda ushbu zilzilaning har xil grunt sharoitida o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'lishi keltirilgan (42-rasm).



Shag'al chaqiqli va qum loyli gruntlarda ballar o'zgarish sxemasi:
1-grunt suvlarining sathi; 2-shag'al chaqiqli qatlam 3-qumli loylar.



Cho'kindi jinslar gruntlar sharoitida ballar o'zgarish sxemasi:
1-grunt suvlarining sathi;
2-loy; 3-qum; 4-sog' tuproksimon qumli loylar; 5-shag'al chaqiqli va loy qumli cho'kindi qatlami.



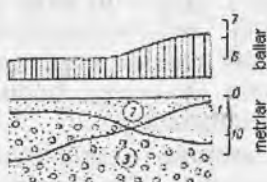
Ohaktoshdan shag'al qumli cho'kindi qatlamga o'tganda ballar o'zgarish sxemasi:
1-grunt suvlarining sathi;
2-ohaktosh; 3-shag'al qumli grunt.



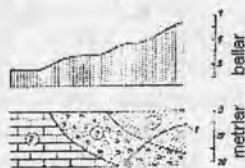
Grunt sharoitining va er osti suvlarining sathiga bog'liq holda ballar o'zgarish sxemasi:
1-grunt suvlarining sathi; 2- shag'al chaqiqli qatlam; 3-qumli loylar.



Delyuviy qumli loylar
grunt sharoitida yer
osti suvlari sathiga
bog'liq holda ballar
o'zgarish sxemasi:
1-grunt suvlarining
sathi 2-qumli loylar.



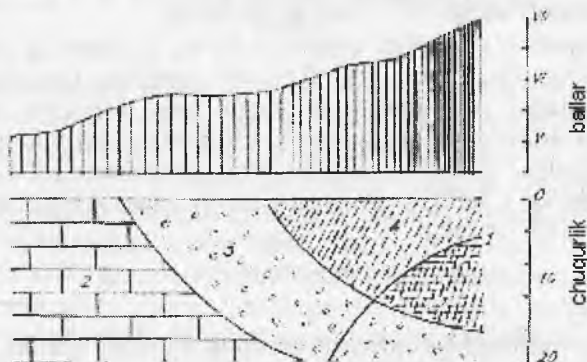
Chaqiq qumli
cho'kindilarda ballar
o'zgarishining er osti
suvlari sathiga bog'liqligi
sxemasi:
1-er osti suvlari sathi; 2-
qum mayda toshli grunt;
3-shag'al loyli qum
qatlami.



Ballarning yer osti
suvlar sathiga
bog'liqligi sxemasi:
1-er osti suvlari
sathi; 2-ohaktosh;
3-shag'al chaqiqli
cho'kindi; 3-qumli
loy.

42-rasm. Grunt sharoitining zilzila kuchiga ta'sirini ko'rsatuvchi sxemalar.

43-rasmdan shu narsa yaqqol ko'rinib turibdiki, zilzilaning kuchi ohaktoshdan oddiy tuproqqa o'tganda ikki balga oshadi (tuproqda yer osti suvlarining chuqurligi 4 m ga teng).



43-rasm. Seysmik ta'sir intensivligi ortirmasining grunt sharoitiga bog'liqligi:
1-er osti suvi sathi; 2-ohaktosh; 3-shag'al va qumtoshli
cho'kindilar; 4- soz tuproq.

Oxirgi kuzatish ham juda muhimdir, ya'ni zilzila kuchiga faqat gruntning tarkibi va grunt qatlamining qalinligi ta'sir etadi. Gruntning suvga to'yinganlik darajasi va yer osti suvlari qanday chuqurlikda yotishining ham yuqoridagi hodisada katta roli bor (bunga yuqorida batafsil to'xtalgandik).

Seysmik mikrorayonlashtirish usullarining nimaga asoslanganligini bilish uchun seysmik to'liqlarning ba'zi xususiyatlari haqida qisqacha axborot berish maqsadga muvofiqdir. Buning uchun yer qa'rini ko'z oldimizga keltiramiz. Bunday sharoitda to'liqin tarqalish tezligi shu muhit modda zichligiga va uning elastiklik-egiluvchanlik xususiyatlariga bog'liq. Masalan, aytaylik, seysmik to'liqlar tarqatuvchi zilzila o'chog'i joylashgan yer qobig'i birinchi holatda yer yuzasiga chiqib turgan bo'lsin, ikkinchi holatda esa uni ma'lum qalinlikdagi yupqaroq holda yotqizilgan tog' jinslari qoplab turgan bo'lsin. Endi pastdan-zilzila o'chog'idan kelayotgan seysmik to'liqlar bu ikki uchastkadan o'tayotganda uning tabiati qanday o'zgarishini solishtirib ko'ramiz.

Ma'lumki, to'liqin energiyasi uchta miqdorning ko'paytmasiga bog'liq, ya'ni:

$$E = \rho \cdot c \cdot v^2$$

Bu yerda: E – to'liqin energiyasi, ρ – tog' jinsi zichligi, s – to'liqin tarqalish tezligi, v^2 – tebranish tezligi.

Energiyaning saqlanish qonuniga ko'ra, to'liqinning energiyasi bir qatlamdan (yer qobig'ida) ikkinchi qatlamga (yer yuzasidagi yupqa qatlamga) yetganda o'zgarmaydi, faqat bir qism energiya-ikki qatlam orasidagi chegarada aks etib, pastga qaytib ketadi. Agar pastki qatlamni "0" indeksi bilan, ustki qatlamni esa "1" indeksi bilan belgilasak, u holda energiya saqlanish qonuniga asosan, ushbu tenglikni yozish mumkin:

$$\rho_0 c_0 v_0^2 = \rho_1 c_1 v_1^2$$

Endi yuqoridagi yotqiziq jinslarining zichligi, ulardagi to'liqin tarqalish tezligi pastki qatlamnikiga nisbatan birmuncha kam, deb faraz qilaylik. U holda ikkala qatlamning energiyasi teng bo'lishi uchun yuqoridagi qatlamning tebranish amplitudasi keskin ravishda ortishi zarur. Yuqoridagi tenglikka asosan, tebranish tezligi kvadratining o'sishi, ortishi tog' jinsining zichligini uning to'liqin tarqalishi (tebranish) tezligiga bo'lgan ko'paytmasiga, ya'ni p_v ga tes-

kari proporsionaldir. p_v – ko‘paytma seysmik qattqlik yoki akustik bikrlilik (impedans) deb yuritiladi. Shularga asosan, yuqoridagi tenglikni quyidagicha yozsak:

$$\frac{v_1^2}{v_0^2} = \frac{\rho_0 \cdot c_0}{\rho_1 \cdot c_1}.$$

Juda ko‘p kuzatishlar shuni ko‘rsatadiki, tebranish tezligining yoki boshqacha aytganda, tebranish amplitudasining ikki marta ortishi zilzila kuchi (intensivligi) ning bir ballga ortishiga tengdir.

Seysmik mikrorayonlashtirish obyektlari – shahar va aholi punktlari aholi soniga ko‘ra, quyidagi besh sinfga ajratiladi:

A sinf – aholi soni 500000 dan ortiq bo‘lgan shaharlar;

B sinf – aholi soni 250000 dan kam bo‘lmagan katta shaharlar;

D sinf – aholisi (100–250) ming bo‘lgan shaharlar.

E sinf – aholi soni 50000–100000 atrofida bo‘lgan o‘rtacha kattalikdagi shaharlar;

F sinf – aholisining soni 50000 dan (oshmagan) kam bo‘lgan qishloq va posyolka aholi punktlari.

Kurort shahar va aholi punktlari uchun (ular aholisi soni doimo o‘zgarib turadi) aholi soni eng ko‘p maksimal qiymati olinadi.

1.7-§. Zilzilani prognoz (bashorat) qilish usullari

Bugungi kunda butun dunyo olimlari fan va texnika yutuqlaridan foydalanib, bo‘lajak zilzilalar intensivligi, vaqti va o‘chog‘ini aniqlash muammosi ustida ish olib bormoqdalar.

Ushbu muammoni ijobiy hal qilish quyidagi ishlarni muvaffaqiyatli hal qilish imkonini yaratadi: zilzila paytida sodir bo‘ladigan yong‘inlarning oldini olish, elektr energiyasini oldindan o‘chirib qo‘yish, gaz oqimini, o‘choq (pechka)larni o‘chirish, zavodlarda kimyoviy xavfi, yonishga va portlash xavfli bo‘lgan jarayonlarni to‘xtatish, binolardan odamlarni tashqariga chiqarish, zilzila sodir bo‘ladigan aniq vaqtini bilib turib, bino va inshootlar zilzilabardoshligini ta‘minlashning differensial darajasini belgilash.

Sodir bo‘lgan zilzilalardan olingan ma‘lumotlar va ilmiy-tadqiqot ishlari natijalari shuni ko‘rsatadiki, tog‘ jinslariga ta‘sir etuvchi kuch ularning fizik xususiyatlarini o‘zgartirib yuboradi. Bunday o‘zgarish jarayonida uning atrofida hosil bo‘ladigan turli maydonlarda odatdan tashqari (shu mintaqa uchun) bo‘lgan hodisalar yuz

beradi. Natijada, tog' jinslarida fizik va kimyoviy xususiyatlarning anomal holatini ko'rish mumkin.

Bunday anomal holat tektonik zilzilalar paydo bo'lishidan oldin, bo'lajak zilzila o'chog'i atrofida ilgariroq vujudga kelishi aniqlangan.

Yerning geofizik maydoni, chuqurlikdagi suv qatlamlarida ularning gaz va geoximik tarkiblari variatsiyalarini yer qimirlash darakchisi sifatida ishlatish imkoni yaratildi.

Shuningdek, geofizika va gidrogeologiya hamda boshqa fanlarning birgalikda olib bergan kuzatuvlari zilzila darakchisining bir necha usullarini keltirib chiqardi. Ushbu usullarga qisqacha to'xtalib o'tamiz.

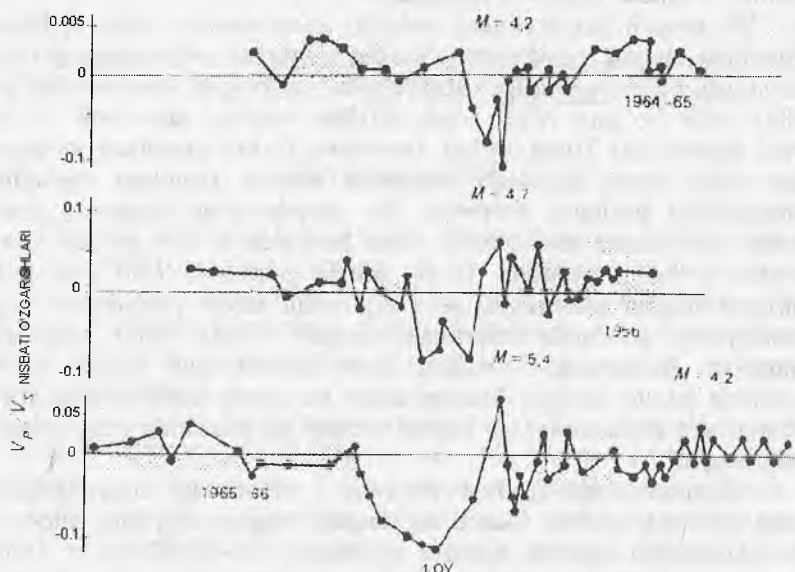
Geofizik usul

Hozirda zilzilalarni geofizik maydonlarning variatsiyalariga qarab prognoz qilish istiqbolli usullardan biriga aylandi. Yerning biror qismida (maydonida) zo'riqish-deformatsiyalanish jarayoni davom yetayotgan bo'lsa, silkinish (zilzila) sodir bo'lishidan bir necha oy va yillar ilgari bo'lajak zilzila o'chog'ida tog' jinslarining deyarli barcha fizik xossalari o'zgaradi. Zilzila o'chog'ida tektonik harakat natijasida tog' jinslarining elektr o'tkazuvchanligi, magnit xossalari, zichligi, seysmik to'liqlarni o'tkazish tezligi o'zgaradi.

Ular o'z navbatida, yerning ustida turli geofizik maydonlarning o'zgarishiga olib keladi. Tog' jinslari magnit xossalari o'zgarishi, yer magnit maydoni elektr o'tkazuvchanligining o'zgarishi, yerning elektr maydoni zichligining o'zgarishi, gravitatsion maydonning o'zgarishi va seysmik to'liqlar tarqalish tezligining o'zgarishiga sababchi bo'ladi.

Ma'lumki, normal sharoitda R va S to'liqlarning biror grunt-dagi tarqalish tezliklarining nisbati, taxminan $V_P/V_S = 1,77$ nisbatda bo'ladi. Tojikistonning Garm hududida I.L. Nersesov va I.V. Kondratenkolar tomonidan olib borilgan ko'p yillik kuzatuv natijalari ushbu hajmiy to'liqlar zo'riqqan-deformatsiyalangan holatdagi gruntlarda tarqalganda ushbu nisbat qiymatida o'zgarish bo'lishini va zilzila sodir bo'lish arafasida bu nisbat 1,5 gacha pasayishini qayd qildilar. Olimlarning kuchsiz seysmik zilzilalar paytida seysmik to'liqlarning grunda tarqalish jarayonini o'rganish borasida olib borgan ko'p yillik tadqiqotlari, kuchli zilzilalar sodir bo'lishidan oldin ushbu hududda yuqorida keltirilgan nomli to'liqlar tarqalish tezliklari qiymatlari nisbatida anomal natija-

larni tasdiqladi. Quyidagi 44-rasmda Tojikistonda kuzatilgan ikkita zilzila sodir bo'lishidan oldin ushbu to'lqinlarning grunda tarqalish nisbatining o'zgarish grafigi keltirilgan. Bunda to'lqinlar tezliklaridagi ogohlantiruvchi o'zgarishlar grafikda yaqqol ko'rinib turibdi. Ushbu o'zgarishlar zilzila sodir bo'lishidan 1 oy oldin boshlanib, zilziladan keyin tezda normal qiymatiga tenglashgan. Keyingi yillarda Amerika, Yaponiya, Xitoy olimlarining olib borgan ilmiy izlanish natijalari ham ushbu xulosani to'liq tasdiqlagan.



44-rasm. Zilzila sodir bulishidan oldin shu hududda V_p/V_s nisbat qiymatida kuzatilgan uzgarishlar grafigi.

Turli mintaqalarda yerning har xil maydonlaridagi o'zgarishlarni o'lchab borish asosida zilzilalarni prognoz qilish imkoniyati tug'iladi.

Magnitometriya usuli

O'tgan asrning 50-yillarga kelib, S.P. Kapitsa, A.G. Kalashnikov, M.A. Grabovskiy va boshqa olimlar laboratoriyalarda tog'

jinslari magnit xossalari yuqori bosim va harorat ostida o'zgarish jarayonini kuzatdilar. Ular tog' jinslarining magnit xossalari har 100 kg/sm² qo'shimcha bosimga, taxminan 1% atrofida o'zgarishini aniqladilar. Keyinchalik, ana shu xulosa asosida kuchli zilzilalar paytida yerning ustida magnit maydoni anchagacha o'zgarishi nazariy ravishda hisoblab chiqildi. Masalan, 1966-yilgi Toshkent zilzilasi vaqtida magnit maydoni 20-30 gammagacha o'zgarganligi K.N. Abdullabekov tomonidan hisoblab topildi.

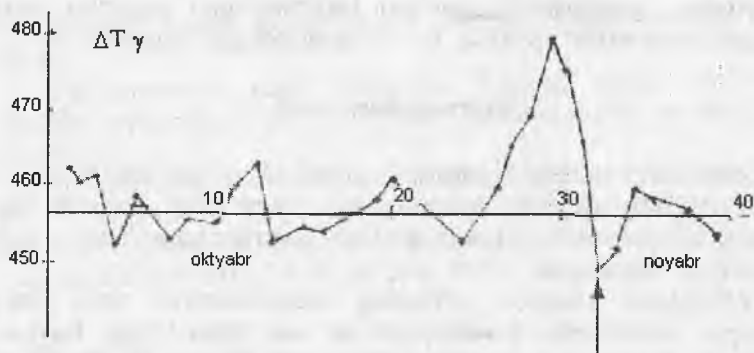
Keyinchalik Respublikamizning boshqa seysmik aktiv hududlarida ham kuchli zilzilalar vaqtida yerning magnit maydoni 20-30 gamma atrofida o'zgarishi tasdiqlandi.

Yer magnit maydonining mahalliy anomaliyalari (yerning biror hududida magnit maydonining keskin o'zgarishi) zilzilalarning tayyorlanishi bilan bog'liqligi kuzatuvlarda aniqlanadi. Bu narsa 1972-yilda sodir bo'lgan Abay bozor zilzilasi vaqtida isbotlandi. Ko'p yillik kuzatishlar Toshkentdan, taxminan 25 km masofada joylashgan Abay bozor qishlog'i hududida magnit maydoni mahalliy anomaliyasi borligini ko'rsatdi. Bu maydonning o'zgarishi juda qisqa vaqt ichida hosil bo'ldi. Shu hududda 6 ball yer qimirlashidan so'ng u yo'qolib ketdi. Zilzila paydo bo'lishi arafasida olingan magnit anomaliyasining zilziladan keyin yo'qolishini tog' jinslarining zo'riqqan-deformatsiyalangan holati bilan bog'lash mumkin. Jinslarning zo'riqqan-deformatsiyalangan holati, ya'ni jinslarda paydo bo'lgan kuchlanishlar natijasida deformatsiya ortganligi, o'z navbatida, tog' jinslari magnit xossalariining o'zgarishiga olib kelgan.

Magnitometriya usulida 1978-yil 2-noyabrdagi Oloy zilzilasi aniq bashorat qilindi. Ushbu mintaqada magnit maydoni miqdori 26 oktyabrdan boshlab o'zgara boshlagan, 30-oktyabrgacha kelib uning o'zgarishi 23 gammaga yetgan. Magnit maydoni 31-oktyabrdan 1-noyabrgacha tezda kamaya boshlagan va 1-noyabrdan 2-noyabrga o'tar kechasi tungi soat 1-u 50 minutda zilzila sodir bo'lgan. Magnit maydonining bu o'zgarishlari va boshqa usullarning ko'rsatishiga asoslanib, zilzilaning bo'ladigan vaqti va hududi 6-8 soat avvaldan xabar qilingan.

Yuqoridagi 45-rasmda magnit maydonning Oloy zilzilasi bilan bog'liq bo'lgan o'zgarishlar qonuniyati berilgan.

Ushbu rasmda yer magnit maydonining 1978-yil 12-noyabrdagi Oloy zilzilasidan oldingi anomal o'zgarishi keltirilgan. Strelka zilzila sodir bo'lish vaqtini ko'rsatadi.



45-rasm. Yer magnit maydonining 1978-yil 12-noyabrdagi Oloy zilzilasi oldingi anomal o'zgarishi grafigi strelka zilzila vaqtini ko'rsatadi.

Gravimetriya usuli

Bu usul zilziladan avval zilzila o'chog'idagi tog' jinslarining zichligi ortishi hisobiga yerning tortish kuchi o'zgarishiga asoslangan. Ko'pgina kuzatuvlarda zilzilalar sodir bo'lishidan oldin shu yerning gravitatsion maydoni o'zgara borganligi aniqlangan. Bunday o'zgarishlar Turkmaniston, Baykal va boshqa qator poligonlarda qayd qilingan.

Ushbu usulda yer gravitatsion maydoni ushbu xududdagi erkin tushish tezlanishi orqali baholanadi. Ma'lumki, erkin tushish tezlanishi g ning birligi SGS sanoq sistemasida sm/s^2 bo'lib, bu birlik Galiley nomi bilan ataladigan — Galga tengdir. Erkin tushish tezlanishining yer sirtidagi o'rtacha qiymati 980 Gal ($9,8 \text{ m/s}^2$) ga teng bo'lsa, uning qiymati ekvator dan qutblargacha 5 Gal. ga farq qiladi va bu qiymat, taxminan 0,5%g ga teng. Seysmologik tadqiqotlarda qayd qilinadigan g ning o'zgarishlari qiymatlari milligallarga (mGal) to'g'ri keladi.

Bugungi kunda amaliyotda qo'llanilayotgan gravimetrlar gravitatsion maydonning o'zgarishini (Δg) 0.01 mGal. gacha aniqlikda o'lchash imkoniyatiga ega.

Lekin ushbu usulning mohiyati erkin tushish tezlanishi o'zgarishining juda kichik qiymatlarini qayd qilishni talab etadi va bu holat bugungi kunda nihoyatda sezgir hamda takomillashgan gravimetrlarni yaratishni taqozo etadi. Shuning uchun ham bu usul hozir amaliyotda kamroq qo'llanilmoqda.

Ammo, gravimetrlar sezgirligi orttirilsa yoki sezgirligi katta bo'lgan gravimetrlar yaratilsa, bu usulning kelajagi porloqdir.

Elektrometriya usuli

Zilzilalarni prognoz qilishning ushbu usuli tog' jinslari elektr o'tkazuvchanligi va elektr qarshiligining o'zgarishlari, tellurlik toklarining variatsiyalari, elektromagnit to'lqinlarida kuzatiladigan turli hodisalarga asoslangan.

Zilzilalarni prognoz qilishning elektrometriya usuli keng tarqalgan metodlardan hisoblanadi. Bu usul bilan Gazli, Kavkaz, Toshkent, Qizilqum va boshqa poligonlarda bugungi kunda samarali ish olib borilmoqda. Zilzilalardan 1-2 yil oldin tog jinslarining elektr o'tkazuvchanlik qarshiligi asta-sekin kamaya boshlaydi. Bunda yerga maxsus generatorlardan yoki boshqa manbalardan kuchli elektr toki yuboriladi. Yer qatlamlaridan o'tgan tok kuchi va kuchlanishini qayd qilish natijasida o'rganilayotgan joyning elektr o'tkazuvchanligi va elektr qarshiligi kuzatib boriladi, shular asosida bo'lajak zilzila prognoz qilinadi. Masalan, Gazli zilzilasiining after-shoklaridan biri vaqtida yer qatlamlarining elektr o'tkazuvchanlik qarshiligi 50 % ga o'zgarganligi qayd qilingan.

Ko'p hollarda, kuchli zilzilalar paytida yorug'lik paydo bo'lishi, radio, telefon, telegraf aloqalarining buzilishi yoki yomonlashishi, kunduzgi yorug'lik lampalarining o'z-o'zidan yorita boshlashi, atmosfera tokining o'zgarishi va shunga o'xshash voqealar juda ko'p kuzatilgan.

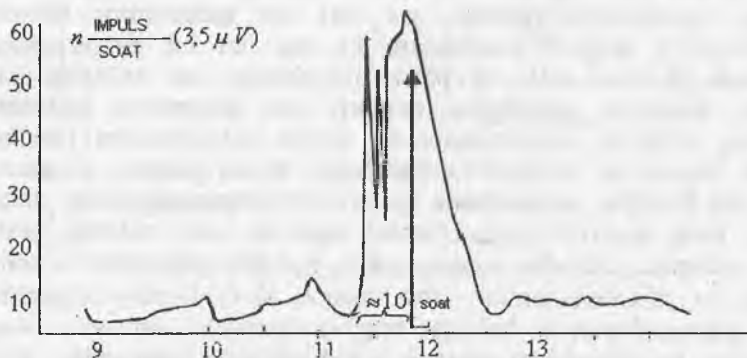
Zilzila paytida yer va atmosfera qatlamlarining elektromagnit to'lqinlari maxsus apparatlar bilan kuzatilganda, zilziladan bir muncha avval tog jinslari turli chastota va uzunlikda elektromagnit impuls to'lqinlari chiqarishi aniqlandi. Ajralib chiqqan elektromagnit to'lqinlar ionosfera bo'yicha tarqalib, yer ionosfera oraligida juda katta masofalarga (1000 km gacha) uzatilishi ma'lum bo'ldi. Quyidagi rasmda 1974-yil 12-yanvardagi Pskom zilzilasi bilan bog'liq bo'lgan elektromagnit to'lqinlarning anomal variatsiyasi ko'rsatilgan.

Zilzila o'chog'i fizikasi va turli elektr hodisalarini o'rganish natijasida yuqorida keltirilgan voqealar (yorug'lik paydo bo'lishi, telefon, telegraf, radio aloqalarining yomonlashishi va shu kabilar) ning hammasi o'zaro bog'liqligi va ularning sababchisi zilziladan oldin bo'ladigan mexanik-elektrik hodisalar natijasida tog' jinslari

chiqaradigan kuchli elektromagnit impulslar oqimi ekanligi aniqlandi.

Elektrometriya usuli yordamida bugungi kunda seysmolog olimlar tomonidan turli zilzilalar muvaffaqiyatli prognoz qilinmoqda.

46-rasmda ushbu hududdagi elektromagnit maydonning 1974 yil 12 yanvaridagi Pskom zilzilasi bilan bog'liq bo'lgan impuls anomal o'zgarishlari keltirilgan bo'lib, strelka bilan ko'rsatilgan vaqt zilzila sodir bo'lgan vaqtga mos keladi.



46-rasm. Elektromagnit maydonning 1974-yil 12-yanvardagi Pskom zilzilasi bilan bog'liq bo'lgan impuls anomal o'zgarishlari.

Gidrokeoseysmologik usul

Ushbu usulning yaratuvchilari vatanimiz olimlaridir. Fanga ma'lum bo'lishicha zilzila sodir bo'layotgan paytda chuqur qatlamlardagi suvlar tarkibida mavjud kimyoviy elementlar, tuzlar va ularning boshqa komponentlari o'zgarib turadi.

Gidrokeoseysmologiya asosiy vazifasi seysmik hodisalar bilan bog'liq bo'lgan qonuniyatlarni o'rganib, ulardan yer qimirlashini prognoz qilish yo'lida foydalanishdir. Gidrokeoseysmologik kuzatishlar sistematik ravishda geodinamik poligonlardagi mavjud quduqlarda kuzatuvlar natijalari zilzila tayyorlanayotgan zonada yer osti suvlari tarkibi, rejimi va gidrokimyoviy xossalarning o'zgarishini ko'rsatadi. Olimlarning fikricha, ushbu o'zgarishlar, ya'ni gidrokeoximik anomaliyalar hosil bo'lishining asosiy sabablari quyidagilar:

1. Tog' jinslarining darz ketishi yer osti suvlarining umumiy gaz-kimyoviy va fizikaviy xususiyatlari o'zgarishiga imkon tug'diradi.

2. Darz ketish natijasida ultra to'liqlarning hosil bo'lishi tog' jinslaridagi gaz va kimyoviy elementlarning siqib chiqarilishiga va ularning bir joydan ikkinchi joyga yo'nalishiga yordam beradi.

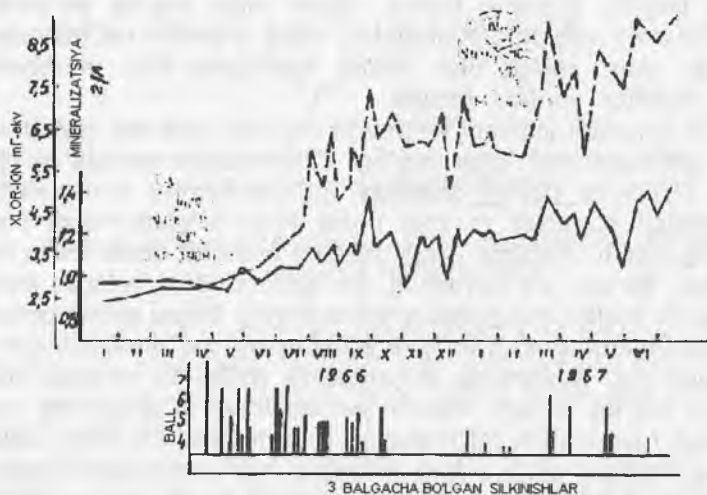
3. Yerning eng chuqur qatlamlaridan gaz va flyuidlarning kelishi sodir bo'ladi.

Toshkentda olib borilgan ko'p yillik kuzatishlar borasida yer osti suvlari tarkibida sodir bo'ladigan gidrogeoximik elementlarning o'zgarishini o'rganilib, yer osti suv qatlamining normal geokimyoviy sharoiti aniqlangan. Bu esa har bir parametrlarning seysmik jihatdan aktiv va passiv holatlariga mos kelishini kuzatish sharoitini yaratibgina qolmay, shu qatlamdagi elementlarning uzluksiz o'zgarishiga qarab zilzila darakhchilarini belgilab olish imkoniyati borligini aniqlashtirdi. Misol uchun, kuzatishlar olib borilgan poligonlarda geokimyoviy anomaliyalarni aniqlash, keng spektr bo'yicha o'lchash (uglerod, azot, vodorod, neytral radiogen gazlardan argon, geliy, radiaktiv elementlar – uran, radiy va mikroelementlar – flor, simob, xlor) bunday o'zgarishlar gidrogeokimyoviy holatga bog'liq ekanligini ko'rsatdi. Vaqt jihatdan bu o'zgarishlar qaytalab turish holatiga ega bo'lib, ko'pincha tektonik jarayonlarning aktivligi bilan moslashib keladi.

Gidrogeologik elementlarning o'zgarish darajasi ko'pincha bu elementlarning aktivligi va turli xil siljish qobiliyatiga ega bo'lganligiga bog'liq. Ayniqsa, bu holat tektonik zilzilalardan oldin va keyin bo'ladigan jarayonlarda namoyon bo'ladi. Bu indikatorlarning birinchisiga inert gazlardan hisoblangan vodorod, azot, karbonat angidrid va ularning izotoplari hamda ba'zi bir makro va mikrokomponentlar (xlor, fluor, simob, silikat, bor) termodinamik sharoitning keskin o'zgarishi natijasida eritmadan gaz holatiga o'tib siljishlik qobiliyatini keskinlashtiradi. Ikkinchi indikatorlarga radiaktiv elementlar (uran va uning izotoplari) makro hamda mikrokomponentlari va yer osti suvining minerallashganligi kiradi.

Zilzila o'chog'i qanchalik uzoq bo'lsa, bu elementlar gidrogeologik o'zgarishlarga shuncha kam uchraydi va aksincha. Buning natijasida olinayotgan ma'lumotlar o'lchov punktlariga kechikib keladi. Masalan, Toshkent (1966-y) zilzilasigacha Qibray posyolkasida quduqdagi suv gidrokarbonat-natriy tarkibiga ega bo'lgan bo'lsa, zilziladan keyin esa xlorid-gidrokarbonat-natriyga o'zgar-

gan, ya'ni suv xlorid miqdori bilan boyigan. Uning tarkibida 3-4 oy mobaynida xlorid elementlari ko'payib suv mineralizatsiyasi oshdi. Bu o'zgarishning asosiy sababi Toshkent yorig'i bo'yicha paleozoy qatlamlari tarkibida xlorid bo'lgan suvlarining senoman qatlamiga sizib o'tishidir. Qibraydagi quduqda bunday siljish zilziladan so'ng 2-3 oy o'tgach boshlangan (47-rasmga qarang).



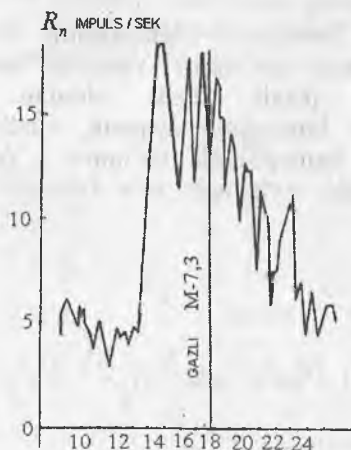
47-rasm. Toshkent oldi artezian xavzasidagi issik mineral suvi kimyoviy tarkibining uzgarish grafiki.

Ushbu rasmning pastki qismida Toshkent zilzilasidan keyingi tebranishlarning qaytalab turish ballari orqali har oyda necha marta bo'lganligi ifoda etilgan. Rasmning yuqori qismida 1966-1967-yillar mobaynida Qibray qudug'idagi suvning kimeviy tarkibi va umuman tuzlarning oshganligi har bir oy uchun ko'rsatilgan. Qizig'i shundaki, Toshkent zilzilasigacha va undan 2-3 oy keyin ham bunday o'zgarish kuzatilmagan, faqat 1966-yilning iyun oyidan so'ng keskin o'zgarish sodir bo'lgan. Bu bilan zilzila o'chog'i atrofidagi tog' jinslarining darz ketganligini tushuntirish mumkin. Darz ketish chuqur qatlamlargacha borib etgan, deb faraz etiladi. Shu sababli, u yerdagi xlorid gazlari shu darz ketgan tog' jinslari orqali yuqoriga chiqib yer osti suvi tarkibining o'zgarishiga olib kelgan bo'lishi mumkin. Boshqa quduqlarda bunday siljish

gidravlik bosim holatiga qarab ham o'zgargan. Ya'ni suv filtratsiya etayotgan tog' jinslarining darz ketishi yer osti rejimini buzishga sababchi bo'lgan. Xuddi shu paytning o'zida radiogen gaz hisoblanganda radon miqdori 3-4, gely 12 marta keskin ko'paygan. Bu o'zgarish jarayoni Toshkent zilzilasi paytida birinchi marotaba aniqlangan. Zilzila darakchisini aniq belgilash shakllanayotgan yer qimirlash o'chog'ining energiya miqdoriga, bo'lajak zilzila mexanizmiga va kuzatishlar olib borilayotgan punktga bo'lgan masofaga bog'liq. Shuning uchun, zilzila bilan bog'liq bo'ladigan gidrokimyoviy effektini aniqlashdan oldin seysmik ma'lumotlarni to'plash zarur, chunki ular zilzila tabiatining fizik mohiyatini ochib berishga yordam beradi.

Yer qimirlash jarayoni ko'pincha ma'lum hajmdagi tog' jinslarining deformatsiyasi bilan bog'liq. Deformatsiya paytida bo'lajak zilzila o'chog'ini tashkil qiladigan tog' jinslarining fizik-mexanik xususiyatlari o'zgaradi va vaqt o'tish bilan to'planayotgan energiyani ajralib chiqishga qarab zilzilani bashorat qilish imkoniyati tug'iladi. Bu esa, o'z navbatida, yer qimirlashning bo'lajak joyini, kuchini va vaqtini belgilashga yordam beradi. Shuni aytish kerakki, zilziladan oldinroq hosil bo'lgan geokimyoviy gaz anomalialari va boshqalar tog' jinslarining deformatsiya tezligi va miqdori bilan ko'proq bog'liq bo'ladi. Bunda yer qimirlash o'chog'ining katta kichikligi ham muhim rol o'ynaydi. Informatsiyalarni qayta ishlash tajribasi bashorat qilish uchun imkoniyat tug'dirgan anomalialarni aniqlashga yordam beradi. Bu anomalialar bo'lib o'tgan zilzilalar paytida olingan geokimyoviyvariantlarni sinchiklab o'rganish natijasida aniqlangan. Kuzatuvlar shuni ko'rsatadiki, zilzilalar o'chog'ining hajmi va uzunligidan o'n marotaba uzoq bo'lgan masofada variatsiyalarni hosil qilgan deformatsiya miqdori kamayib borgan. Ana shu davr ichida bunday uzgarishlar, masalan, 1976-yildagi Gazli va boshqa qator zilzilalar paytida aniqlanadi. Quyidagi 48-rasmda suv tarkibidagi radon miqdorini zilzila o'chog'idan uzoqda bo'lgan punktlarda qayd qilinishi ko'rsatilgan. Bu sxema 1977-yil 17-maydagi Gazli zilzilasiga taalluqli.

Ko'rinib turibdiki, radon miqdori episentral zonasida juda katta 500 km uzoqlikdagi Toshkent punktida nisbatan kamroq va 720 km uzoqda joylashgan Andijon punktida radon miqdori yana aniqlangan. Shu yo'nalishda zilzila kuchi ham keskin kamayib boradi. Demak, zilzila kuchining sekin-sekin ozayib borishi o'lchov punktlaridagi suvning radon miqdoriga ta'sir ko'rsatib, deformatsiyaning kam bo'lganligidan darak beradi.



48-rasm. 1976-yil 17-maydagi gazli zilzilasi bo'lishidan oldin radon gazining o'zgarish grafigi.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, zilzila kuchi qancha katta bo'lsa, tog' jinslarining deformatsiyasi ham shuncha katta bo'ladi.

Zilzila o'chog'i chuqur bo'lsa, uning kuchi juda katta maydonni egallaydi.

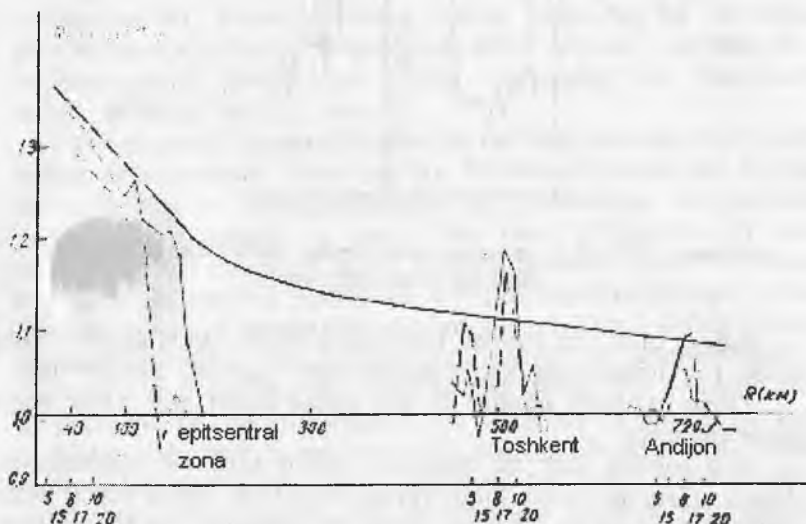
Shu sababli, har xil zilzilalar uchun turli xil anomaliyalar olinadi. Demak, radon miqdorining o'zgarishi zilzila kuchi bilan chambarchas bog'liq. Shuning uchun bu miqdorni har bir kuzatish punktida o'lchab borilsa, zilzila tayyorlanayotgan joyni oldindan belgilab olish mumkin bo'ladi. Yuqoridagi rasmda ana shu o'zgarish qayd qilinadi.

Yer osti suvlarining tarkibida sodir bo'ladigan geoximik anomaliya (ya'ni suv tarkibidagi uglerod, azot, vodorod, neytral radio-gen gazlardan ba'zilar argon, geliy, radiaktiv elementlardan – uran, radiy, mikroelementlardan – fluor, simob, xlor miqdorining o'zgarishi) hamda shu zonada yer ostidagi bosim va temperatura o'zgarishlarini kompleks o'rganish va tahlil qilish natijasida bo'lajak zilzilani prognoz qilish mumkin.

Bundan boshqa jihatlari, shu jumladan, bosim, harorat o'zgarishlari ham uzaromuvofik kelsa zilzilani oldindan aytish imkoniyati vujudga keladi. Buni biz quyidagi rasmdan ko'rishimiz mumkin.

Bu 49-rasmda Toshkent geodinamik poligonidagi yerosti suvlari gaz-kimyoviy tarkibining o'zgarishiga qarab 1977-yildagi

Isfara-Batkan va Tovoqsoy zilzilalarining oldindan bashorat (prognoz) qilinganini ko'ramiz. Yuqorigi radon miqdorining o'zgarish grafigida ikkala zilzila oldidan uning miqdori umuman o'zgarmay borganini payqasak, zilzila bo'lishidan 1-2 oy oldin esa tez kamayishini ko'ramiz. Yer qimirlashi bu gazning past darajada bo'lganida ro'y bergan.



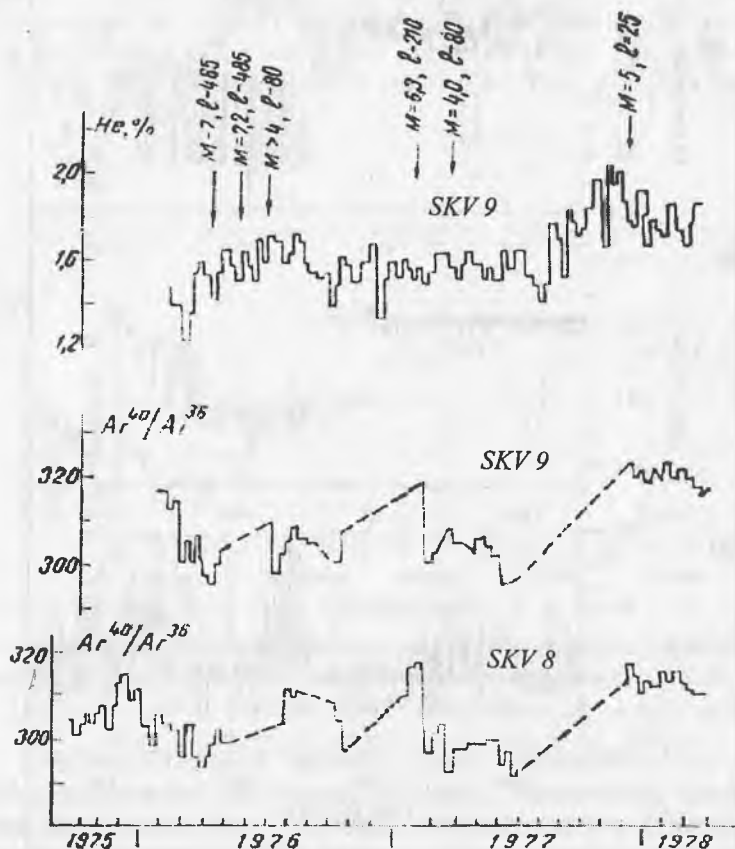
49-rasm. Radon miqdoriga qarab zilzila kuchini zilzila o'chog'idan kuzatish punktigacha o'zgarishini ko'rsatadigan grafik.

Quyidagi 50-rasmda zilzila paydo bo'lish jarayonida S_{13} va SO_2 gazlarining o'zgarishini ko'rsatuvchi grafik keltirilgan. Bu yerdan zilzila sodir bo'lish arafasida 4 kun davomida SO_2 gazining keskin oshib borganini ko'rish qiyin emas.

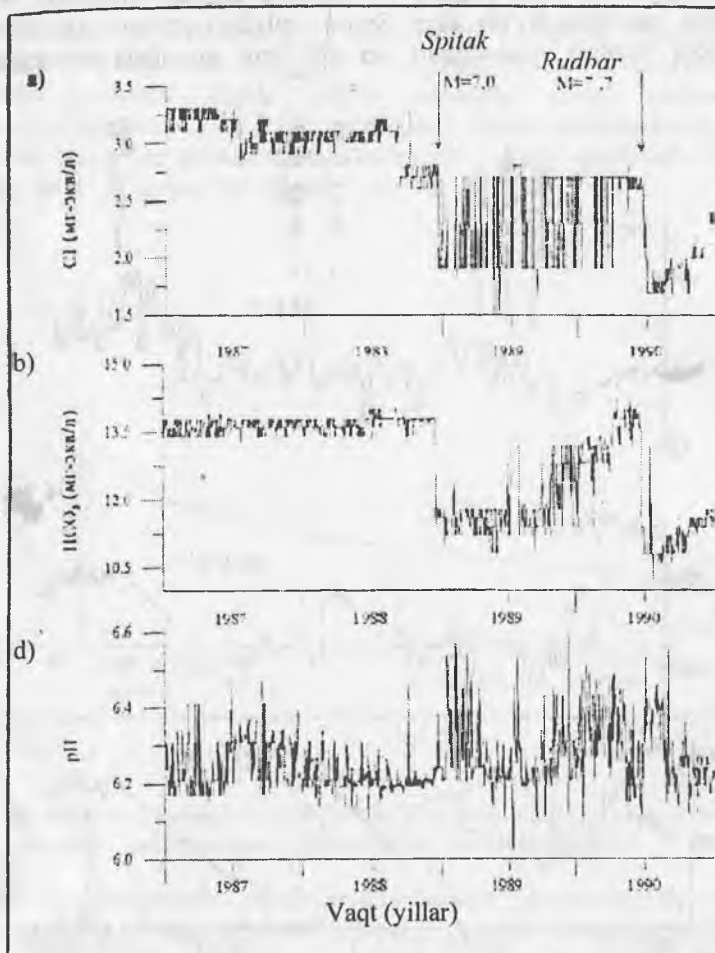
Bunday grafiklardagi ma'lumotlarni kompleks tahlil qilish natijasida bu zilzilalar oldindan aytib berilgan. Grafiklarda ko'rsatilgan strelkalar zilzila sodir bo'lish paytiga to'g'ri keladi.

Navbatdagi 51-rasmda Armanistondagi «Kadjaran» stansiya-sida olib borilgan kuzatuvlar natijasida tuzilgan yer osti suvlari tarkibidagi kimyoviy elementlar Cl , HCO_3 pH lar miqdori variatsiyasi keltirilgan. Ushbu grafikdan 1988-yilgi Spitak (Armaniston) va 1990-yilgi Rudbor (Eron) zilzilalari sodir bo'lishdan oldin yer osti suvlaridagi kimyoviy elementlar variatsiyasi keskin

kamaygani ko'rinib turibdi. (Stansiyalar kuzatuv nuqtalari Armaniston janubida bo'lib, ular Spitak zilzilasi episentridan 260 km. Rudbor zilzilasi episentridan esa 450 km. masofada joylashgan).

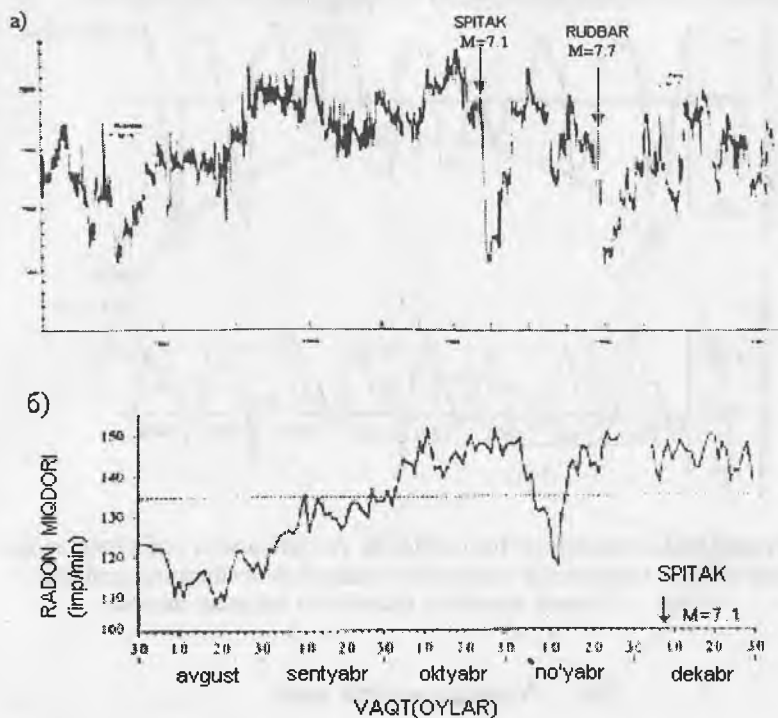


50-rasm. Zilzila sodir bo'lish jarayonida S_{13} va SO_2 gazlarining o'zgarish grafiqi.



51-rasm. Spitak (1988-y.) va Rudbar (1990-y.) zilzilalari sodir bo'lishi arafasida shu hududlar yer osti suvlari tarkibida kuzatilgan gidrogeokimyoviy anomalialar: a) xlor ion (Cl^-), b) gidrokarbonat ion (HCO_3^-), v) vodorod (pH).

52-rasmda esa Armanistondagi «Leninakan» stansiyasida qayd qilingan yer osti suvlari tarkibidagi radon gazi (Rn) miqdorining vaqtinchalik variatsiyasi keltirilgan.

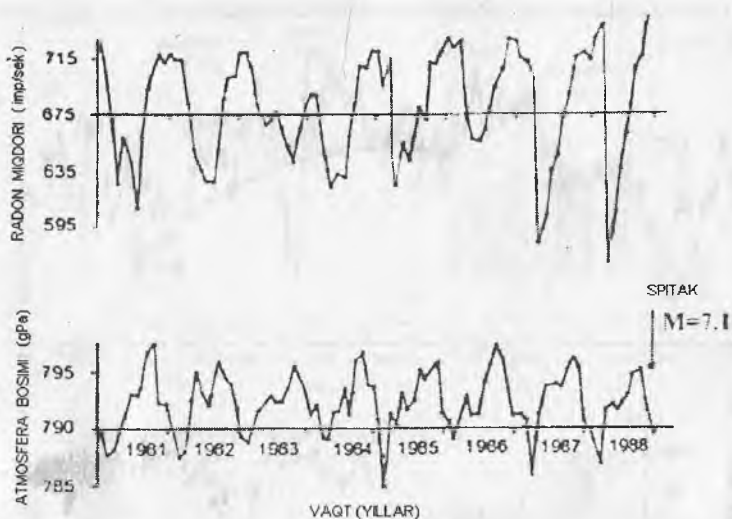


52-rasm. Spitak va Rudbar zilzilalari sodir bo'lishi arafasida yer osti suvlari tarkibidagi geliy Ne va radon gazi Rn miqdorining muvaqqat variatsiyalari: a) geliy Ne; b) radon Rn.

Bu yerdan ko'rinib turibdiki, Spitak zilzilasidan bir oy oldin radon gazining yer osti suvlari tarkibidagi miqdorining pasayishi shaklidagi anomaliyasi kuzatilgan. Boshqa stansiya (Djermuk)da olingan natijalardan, ushbu hududda radonning yillik o'sish variatsiyasi 1981-yildan kuzatila boshlaganligi va 1988-yilga kelib, uning suvlari tarkibidagi miqdori keskin ravishda oshib ketgani quyidagi 53-rasmdan ko'rinib turibdi.

Bunday grafiklardagi ma'lumotlarni kompleks tahlil qilish natijasida bu zilzilalar oldindan aytib berilgan. Grafiklarda ko'rsatilgan strelkalar zilzila sodir bo'lish paytiga to'g'ri keladi.

Bu sohaning bugungi kungi rivojlanish darajasi bo'lajak zilzilaning vaqti, geografik o'rni hamda kuchini aniq prognoz qilish imkoniga ega. Zilzilani prognoz qilishning ushbu usuli gidrogeoseysmologik usul, deb nomlanadi.



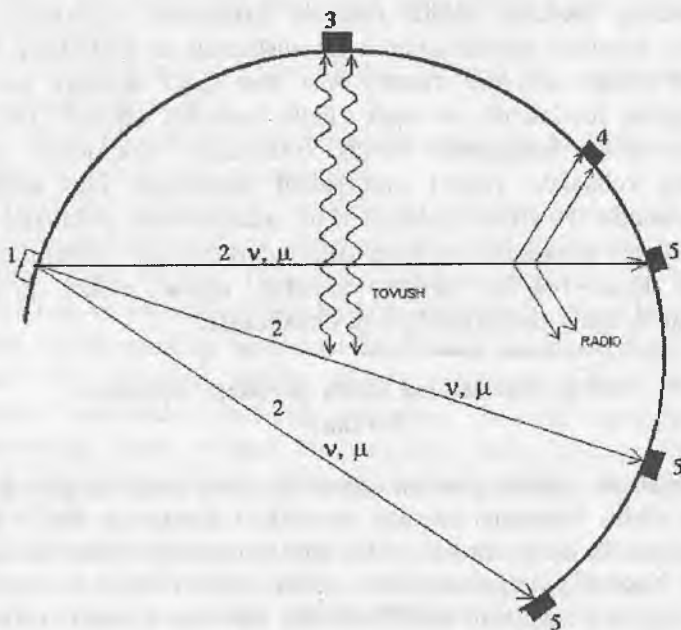
53-rasm. Spitak zilzilasi bo'lishi arafasida yer osti suvlari tarkibidagi radon miqdorining vaqtinchalik variatsiyasi (atmosfera bosimiga taqqoslangan holda). (Djermuk stansiyasi kuzatuvlari natijalari asosida).

Neytrino geofizik usuli

Elementar zarralar fizikasi fani atom va yadro fizikasining tabiiy ravishdagi davomchi bulib, u mustaqil fan sifatida shakllangan davrdan boshlab tez sur'atlar bilan rivojlandi. Yaqin oragacha elementar zarralar fizikasi sof fundamental fan bo'lib kelgan bo'lsa, oxirgi yillarda yuqori quvvatli tezlatgichlarning qurilishi tufayli, bu fan boshqa fan sohalarga va amaliy xarakterdagi tadqiqotlar sirasiga kirib bordi. Oldingi vaqtlarda zarralar fizikasida sof fundamental izlanishlarda qo'llanilgan tezlatgichlar endi boshqa fan sohalariga ham kirib keldi, jumladan, ular qattiq jism fizikasi, biologiya, kimyo, tibbiyot va yer haqidagi fanlar (geofizika, seysmologiya va sh.k.)da keng qo'llanila boshlandi.

Neytrinolardan seysmologiyada foydalanish g'oyasi dastlab Rossiya Fanlar akademiyasi fizika instituti va yer fizikasi instituti olimlari tomonidan ilgari surildi va tajribada amalga oshirildi. Bu usul muhitning neytrinolar tarami ta'siriga bo'lgan akustik aksadosi darajasini baholashga asoslangan bo'lib, ushbu usulning g'oyasi quyidagilardan iborat.

(54-rasmda neytrino geofizik usulini amalga oshirish sxemasi keltirilgan).



54-rasm. Neytrinolar taramidan foydalanib zilzilalarni bashorat qilish sxemasi:

1-neytrino tarami manbai (tezlatgich); 2- neytrino tarami; 3-geofonlar; 4-radionurlanish priyomnigi (qabul qilgich); 5-myuonlar detektorlari.

Planetaning ma'lum bir nuqtasiga o'rnatilgan tezlatgichlar (1) orqali seysmik-zo'riqqan zona yo'nalishida (zilzila kutilayotgan zona yo'nalishida) neytrinolar tarami tarqatiladi. Neytrino oqimi yer qa'ri orqali (2) tarqaladi va yerning ma'lum bir nuqtalarida myuonlar detektor (qabul qilgich)lari (5) orqali qayd qilinadi. Neytrinolar seysmik-zo'riqqan (seysmik aktiv) muhitdan o'tishi jarayonidan myuonlar detektori orqali anomal natijalar qayd qilinadi. Seysmik noaktiv, ya'ni seysmik-zo'riqqan holatda bo'lmagan muhitda esa bunday anomal natijalar kuzatilmaydi. Yer qa'ri tog' jinslari deformatsiyalanishi jarayonida jinslarda vujudga kelgan

kuchlanish qiymati ancha ortganda (mustahkamlik chegarasida ancha kichik qiymatlarda) unda oldindan mavjud yoriqlarning kengayishi va yangi yoriqlar paydo bo'lishi jarayoni kuzatiladi. Olimlarning fikricha, xuddi shunday jarayonlar neytrinolarning muhitda tarqalish paytida akustik impulsning kuchayishiga, ya'ni anomal natijalarga olib keladi. Ana shu qayd qilingan anomal natijalardan foydalanib, bo'lajak zilzila bashorat qilinadi. Bu usul hozirda tajriba bosqichida bo'lib, o'tkazilgan tadqiqotlar ushbu usulning kelajakda yuqori aniqlikdagi natijalarga olib kelishini ko'rsatmoqda. Neytrino geofizik usuli qimmatbaho uskunalar-tezlatgichlar va neytrinolarni qayd qilish detektorlari (myuonlar detektor) bilan bog'liq bo'lgani sababli, ushbu usulni qo'llashi mumkin bo'lgan mamlakatlar soni cheklangan.

1.8-§. Binolarning zilzila paytidagi tebranma harakati

Ma'lumki, zilzila paytida grunt harakati juda qisqa muddat davom etishi, tebranma harakat murakkab xarakterda bo'lib hech bir matematik ifoda orqali to'liq ifodalanmasligi bilan xarakterlanadi. Yuqorida aytganimizdek, zilzila paytida bino va inshootlarga seysmik ta'sir grunt orqali uzatilib, ularning seysmik zo'riqqan holatini belgilovchi omil grunt harakatidir. Bundan ko'rinib turibdiki, bino va inshootlarning zilzila paytidagi holati, ularning tebranma harakati fizik xarakteri, konstruksiya va boshqa elementlarning bunday murakkab jarayonda seysmik kuchlarga qarshilik ko'rsatish jarayoni o'ta murakkab va bugungi kunda to'la oydinlashmagan jarayondir.

Zilzila paytida bino va inshootlarga bo'ladigan seysmik ta'sir qator xususiyatlarga: bino yoki inshoot asosi grundi seysmik tebranma harakatiga, bino yoki inshootning tebranma harakati hamda asos grundi bino yoki inshootning o'zaro ta'siriga bog'liq bo'ladi.

Seysmik tebranish intensivligi manba energiyasi, seysmik to'liqlar tarqalayotgan muhit tuzilishi hamda bino yoki inshoot joylashgan uchastka grunt sharoitiga bog'liq bo'ladi. Ma'lumki, uchastka grundi zarralari uch o'q bo'ylab fazoda harakat sodir qiladi. Shuni qayd qilish lozimki, grunt fazoviy harakati vektorining barcha o'qlardagi proektsiyalari o'lchamlari biri-biriga yaqin bo'ladi.

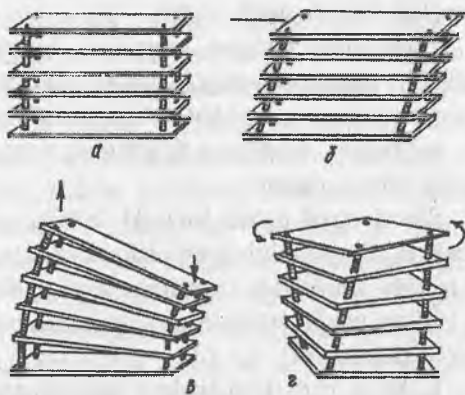
Bino yoki inshoot devor, kolonna, orayopma va boshqa konstruksiyalardan tashkil topgan noyaxlit jism bo'lganligi sababli, ular tebranma harakatida ikki formadagi tebranishlar sodir bo'ladi, deb qarash mumkin:

- birinchi formadagi tebranishlar, bu bino yoki inshootning bir butunligicha tebranishi;
- ikkinchi inshoot yoki bino sistemasini tashkil qilgan konstruksiya va elementlari tebranishlari.

Yuqorida aytilganidek, vertikal tekisliklarda joylashgan ikkita o'zaro perpendikular o'qqa nisbatan bino yoki inshootda burovchi moment paydo bo'ladi. Bino yoki inshootlarning uch o'q bo'ylab (bo'yi, eni va balandligi) o'lchamlari biri-biriga yaqin bo'lganligi sababli, inshootlarning tebranma harakatida fazoviy harakat sodir bo'ladi deb qaraladi. Zilzila paytida yuzaga keladigan seysmik ta'sirdan inshootda elastiklik chegarasi, ba'zida mustahkamlik chegarasidan katta bo'lgan kuchlanishlar sodir bo'ladi. Shuning uchun ham (konstruksiya) inshootlarda shikastlanish va buzilishlar sodir bo'ladi.

Zilzila paytida bino va inshootlarga seysmik ta'sir intensivligi asos grunni seysmik tebranishlari xususiyatlariga va inshoot (bino) dinamik xossalari nisbatiga bog'liq bo'ladi. Bundan tashqari, bino (inshoot)ning asos grunni bilan o'zaro ta'siri xarakteri, ya'ni uning asosga qanday tayanganligi ham muhimdir.

Agarda inshoot yoki binolarning seysmik tebranishlari o'ta murakkab ko'rinishda sodir bo'lsa-da, ularning tebranishlarini quyidagi rasmdagi uch xildagi tebranish shaklida tasavvur qilish mumkin: siljish, egilish va burilish (55-rasm).



55-rasm. Zilzila ta'sirida binolarda sodir bo'ladigan deformatsiyalar: a - tinch holati; b - siljish; v - egilish; g - burilish.

Bunda asosiy ko'rsatkichlar-xususiy tebranishlar chastotasi (yoki tebranish davri), so'nish dekrementi va tebranish formalari bino yoki inshoot xususiyatlariga bog'liq bo'ladi.

Odatda, ikki-to'rt qavatli binolar xususiy tebranish davri, taxminan 0,25 sek (chastotasi 4 Gts) atrofida, ko'pqavatli binolarniki 0,5-0,8 sek bo'ladi.

Asos gruntining zilzila paytidagi tebranma harakatini ikki fazaga ajratish mumkin:

- birinchi faza qisqa davrli tebranishlardan iborat bo'lib, bu fon keskin zarblar bilan namoyon bo'ladi.

- ikkinchi fazada zilzila ta'siri (uzun) katta davrli tebranishlardan iborat bo'ladi (aniq ajralib turgan tebranishlar).

Birinchi faza tebranishlari qattiq va mo'rt elementlar uchun xavf tug'diradi. Xususan, uncha yetarli bo'lmagan mustahkamlikka ega bo'lgan devor hamda peremichkalarda yoriqlar paydo bo'lishi mumkin. Tebranishning ikkinchi fazasida birinchi fazada shikastlangan konstruksiyalarning o'rnidan siljishi sodir bo'ladi. Bu esa devor va orayopmalarning buzilishiga sababchi bo'ladi va hokazo.

Biz yuqorida erkinlik darajasi birga teng bo'lgan mexanik sistemaning qarshilik kuchi mavjud bo'lgan muhitdagi erkin tebranishlari to'g'risida gap yuritganda, sistema tebranishi so'nishini xarakterlovchi so'nish logarifmik dekrementi, dissipatsiya koeffitsientlari haqida aytib o'tdik.

Bino yoki inshoot tebranma harakati maboynidagi energiya yutilishi (dissipatsiyasi)ni ifodalovchi xarakteristikalardan bo'lgan xususiy tebranma harakat so'nishning logarifmik dekrementi, odatda, so'nuvchi tebranma harakatni o'lchash (priborlar bilan qayd qilish) orqali topiladi.

Shuni qayd qilish lozimki, zilzila paytida real bino tebranma harakati energiyasining so'nish (dissipatsiyasi) jarayoni laboratoriya sharoitida sinaladigan qurilish materiallaridan ko'ra, murakkab bo'ladi va ushbu jarayonning quyidagi o'ziga xos tomonlarini ko'rsatib o'tish lozim:

1. Bino turli konstruktiv xususiyatga ega bo'lgan material va elementlardan tashkil topgan mexanik sistemadan iborat bo'lib, laboratoriya sharoitida sinaladigan monolit namunalardan uning holati keskin farq qiladi.

2. Binoda qurilish materiali ichki ishqalanish orqali sodir bo'ladigan energiya yutilishi (dissipatsiyasi) ko'pincha siljish deformatsiyasi sababli sodir bo'lsa, laboratoriya sharoitida sinalgan sharoitda egilishdagi cho'zilish – siqilish deformatsiyasi sababli sodir bo'ladi.

3. Energiya yutilishi (dissipatsiyasi) binolar konstruksiyalari biki bo'lmagan bog'lanishlarda (to'siqlar, orayopma, zinapoya va shu kabilar) sodir bo'ladi. Bunday bog'lanishlar esa laboratoriya sharoitida sinaladigan konstruksiyalarda bo'lmaydi.

4. Zilzila paytida bino grunt bilan birgalikda tebranma harakatda ishtirok qilar ekan, u o'z navbatida, energiya tarqatuvchi manbaga aylanadi. Chunki u grunt bilan birday sinxron tebranma harakatda bo'lmaydi. Bunday holat va binoning grunt bilan birgalikdagi harakatida asosda yuzaga keladigan noelastik qarshilik, o'z navbatida, energiyaning so'nishi (dissipatsiyasi) ga sababchi bo'ladi.

Ushbu jarayon murakkabligini hisobga olib, bino holatini baholashda muhim rol o'ynaydigan bu parametr naturaviy tajribalar yordamida aniqlaniladi. Tebranma harakat so'nish logarifmik dekrementini naturaviy (asl holid) aniqlashda binolarga seysmik ta'sir yer osti portlashlari, zarb berish yoki yukni birdaniga olish usullari keng qo'llaniladi. Dinamik hisoblashda binoning real ish sharoitini to'liq hisobga ololmaslik, zilzila jarayonida bino va inshootlarda vujudga keladigan seysmik kuchlar miqdorining ko'p jihatdan binoning dinamik xossalari (xususiy tebranish davri va formasi, tebranma harakat so'nishi) bog'liqligini hisobga olsak naturaviy sinashlarning naqadar ahamiyatliligi namoyon bo'ladi.

Bino va inshootlarning zilzila paytidagi holatini oldindan baholash bitta asosiy maqsadga – zilzila paytida bino va inshootlarda sodir bo'lishi mumkin bo'lgan salbiy oqibatlarining oldini olishga qaratilgan. Ushbu muammoni ijobiy hal qilish seysmik mustahkam bino va inshootlarni loyihalash va qurishda juda muhimdir. Mazkur muammoni ijobiy hal qilish va uning natijalarini zilzilabardosh qurilishga qo'llash ulkan ijtimoiy effekt beradiki, bu zilzila paytida saqlab qolinadigan insonlar hayoti va moddiy boyliklardir. Shuning uchun ham mazkur fan yutuqlari ushbu maqsadga yo'naltirilgan.

Zilzila paytidagi bino va inshootlarda bo'ladigan seysmik ta'sir muammosi mohiyatan keng miqyosdagi savollarni ko'ndalang qo'yadi, ulardan asosiylari quyidagilar:

- zilzila paytidagi bino va inshootlarda bo'ladigan seysmik ta'sir haqida dastlabki ma'lumot (parametr)lar;

- bino va inshootlarda ishlatiladigan konstruksiya va qurilish materiallarining asosiy xarakteristikalar;

- bino va inshootlarni seysmik ta'sirga bardoshlilikini hisoblash uslubi;

- seysmik mustahkam bino va inshootlarning loyihalash asosiy holati.

Yuqorida keltirilgan muammolar o'z ichiga qator murakkab aspektlarni ko'ndalang qo'yadiki, ularning muvaffaqiyatli yechimi ushbu fanning asosiy masalasidir. Ikkinchi tomondan mazkur muammo fan yutuqlarini loyihalash va qurilish jarayoniga doimiy ravishda tatbiq qilishni talab qiladi.

Yuqoridagi har bir muammoga qisqacha to'xtalib o'tamiz.

Seysmik ta'sirning dastlabki ma'lumot (parametr)lari

Ma'lumki, tektonik zilzilalar sodir bo'lish chuqurligiga ko'ra ancha katta bo'lgani va bu chuqurlik inson uchun zabt qilinmaganligi sababli, zilzila sodir bo'lish mexanizmi bilvosita o'rganiladigan jarayon bo'lib, bugungi kunda to'liq yechimini topmagan masaladir.

Shuning uchun zilzila paytidagi grunt seysmik tebranma harakati kinematik parametrlari haqidagi faktlar yagona ma'lumot manbai hisoblanadi. Grunt seysmik harakati kinematik parametrlari haqidagi ma'lumot-bugungi kunda zilzila paytida amalga oshiriladigan instrumental yozuvlardir.

Bugungi kunda barcha tektonik zilzilalarga sifatii baho berish mezoni – bu grunt seysmik harakat tezlanishining erkin tushish tezlanishiga nisbati orqali belgilanuvchi koeffitsiyentdir. Ya'ni seysmik ta'sir dastlabki (ma'lumot) parametrlari zilzila paytida yozib olinadigan seysmogramma, akselerogramma va velosigrammalar to'liqligi bilan belgilanadi. Zilzila paytidagi ushbu yozuvlarni qayd qilishni amalga oshirish ancha murakkab jarayondir.

Ammo zilzilabardosh bino va inshootlarni loyihalashda ushbu ma'lumotlar to'liq va sifatli nihoyatda ahamiyatlidir. Chunki bino va inshootlarning seysmik mustahkamligini ta'minlashda aniqlik darajasi instrumental yozuv (ma'lumot) larga tayanadi. Qaysi mamlakatda muhandis-seysmometrik xizmat talab darajasida tashkil qilingan bo'lsa, mazkur muammoni yechish oson kechadi va aksincha.

Albatta, zilzila seysmik ta'sirini baholashda inshoot qurilish hududi geologik va gidrogeologik sharoitni hisobga olish, hudud seysmik ta'sir intensivligi orttirmasi haqidagi ma'lumot ham ahamiyatlidir. Ushbu mavzuga maxsus paragrafda alohida to'xtalamiz.

Konstruksiya va qurilish materiallari asosiy xarakteristikalari

Yuqorida biz zilzila seysmik ta'sir intensivligiga ta'sir qiluvchi parametrlar va boshqa omillarga to'xtalib o'tdik. Lekin, zilzila paytidagi seysmik ta'sir darajasi va xarakteri faqat grunt va gidrogeologik sharoitga bog'liq bo'lmasdan, balki inshoot konstruksiyasi va materialining dinamik, dissipativ, mustahkamlik va boshqa xarakteristikalariga ham bog'liq bo'ladi. Inshootlarning dinamik xarakteristikalari, odatda, analitik ravishda aniqlaniladi. Bugungi kunda bino va inshootlar tebranishlari formasi va chastotasi sonli metodlar hamda hisoblash texnikasi yordamida aniqlaniladi. Ammo ushbu parametrlarning qiymatlari doimo asl holidan (qiymati)dan farq qiladi, bunga sabab bino va inshootlarning hisoblash sxemalari ideallashtirilganidir.

Shuning uchun bino va inshootlarning ushbu parametrlarini aniqlash naturaviy dinamik sinash natijalariga asoslanadi. Ayniqsa, yer osti portlashlarining seysmik ta'siridan naturaviy sinashda foydalanish tabiiy zilzilalarga juda yaqin natijalar bergani tufayli, ushbu turdagi izlanishlar alohida ahamiyatlidir.

Bino va inshootlarning yer osti portlashlari ta'siridan paydo bo'ladigan seysmik zo'riqqan holatidagi aniqlangan parametrlardan bevosita inshootlarni seysmik ta'sirga chidamliligini hisoblash va loyihalashda foydalanish bilan eng kam xatolikka yo'l qo'yiladi.

Bino va inshootlarning seysmik ta'sirga bardoshlilikini hisoblash uslubi

Bino va inshootlarni seysmik ta'sirga hisoblash ularning seysmik mustahkamligini ta'minlashda o'ta muhim bosqichdir. Ma'lumki, barcha seysmik aktiv hududlarda bino va inshootlarni seysmik ta'sirga hisoblash me'yoriy hujjatlar asosida olib boriladi. Shuning uchun seysmik mustahkam qurilish ishonchliligi va iqtisodiy samaraliligi ma'lum darajada ushbu me'yoriy hujjatlar mukammalligi, davr talabiga javob bera olishi kabi ko'rsatkichlar orqali belgilanadi.

Har bir seysmik aktiv hududda qurilish me'yoriy hujjatlari ilmiy tadqiqot natijalarini tatbiq qilish orqali takomillashib boradi. Bunday takomillashtirish me'yoriy hujjatlarda seysmik ta'sir spektrining aniqlik darajasini grunt sharoitiga ko'ra oshirish, bino va inshootlarni ularning ishonchlilik darajasiga ko'ra differensiyalash, dinamik koeffitsiyentlarning aniqlik darajasini oshirish, konstruksiyalar plastik deformatsiyalarini hisobga olish va shu kabilar orqali amalga oshiriladi.

Seysmik mustahkam bino va inshootlarni loyihalash holati

Ma'lumki, seysmik aktiv mintaqalarda loyihalanadigan har qanday bino yoki inshootlar konstruktiv yechimlari iqtisodiy, arxitek-turaviy va funksional manbalar asosida tanlanadi. Seysmik mustahkam bino va inshootlarni loyihalashning asosiy prinsipi – konstruktiv sxemada simmetrik yechim, bikrlilikning va massaning tekis taqsimlanishini ta'minlashdir. Ushbu talablar bajarilganda optimal loyihalashga erishish mumkin. Odatda, optimal loyihalash deganda, bino va inshootlarga mustahkamlik, ustuvorlik, texnologik talablar va boshqa konstruktiv talablarning maksimal texnik-iqtisodiy samaradorlik asosida bajarilishi tushuniladi. Optimal loyihalash matematik nuqtai nazardan bajarilishi qiyin bo'lgan masala bo'lib, ayniqsa, seysmik (dinamik) kuchlar ta'siri tufayli muammoni yechish yanada murakkablashadi.

Optimal loyihalashning asosiy mezoni tariqasida konstruksiya minimal tannarxi, talab darajasidagi mustahkamligi, dissipatsiya koeffitsiyentining teng taqsimlanganligi va shu kabilarni qabul qilish mumkin.

Bino va inshootlarni seysmik ta'sirga hisoblash va loyihalash qay darajada to'g'ri olib borilgani zilzila "sinov"ida ma'lum bo'ladi.

Seysmik aktiv mintaqalarda zilzilabardosh bino va inshootlarni loyihalash prinsiplarini o'rganish masalasiga keyingi bobning alohida paragraflarida to'xtalamiz.

II bob. QURILISH MATERIALLARI VA KONSTRUKSIYALARNING DINAMIK XARAKTERISTIKALARI

2.1-§. Umumiy ma'lumotlar

Yuqoridagi bobda ko'rib o'tdikki, seysmik ta'sir qiymati va yo'nalishi oldindan noma'lum bo'lgan dinamik kuch turiga ta'alluqlidir. Zilzilalar oqibatini o'rganish natijalari shuni ko'rsatdiki, instrumental yozuvlar, ya'ni seysmik ta'sirning vaqt bo'yicha o'zgarish qonuniyati har bir zilzila uchun o'ziga xos va takrorlanmasligi bilan xarakterlanadi. Yuqoridagi instrumental yozuvlarining to'liq ilmiy asoslangan klassifikatsiyasi haqida bugungi kunda gapirishga hali erta. Lekin mashhur seysmolog S.V. Medvedev qator instrumental yozuvlarni tahlil qilish natijasida ularning quyidagi umumiy xususiyatlarini ko'rsatib o'tgan:

1. Barcha (akselerogramma) instrumental yozuvlar o'zgaruvchan davr va amplitudali nodavriy tebranish xarakterida davom etadi. Bu holda tebranish davri deganda tezlanish (akselerogramma) yozuvidagi nolga teng oraliqning ikkilangan qiymati tushuniladi.

2. Yozuvning boshlang'ich, ya'ni ko'ndalang to'lqinlar etib kelmagan qismi nisbatan kichkina amplitudalardan iborat bo'lib, uning davom etish vaqti episentral masofaga bog'liq bo'ladi. (kichkina episentral masofalar uchun 1-4 sek atrofida bo'ladi).

3. Yozuvning ko'ndalang to'lqinlar va sirt to'lqinlari aralash o'rta qismi, eng katta amplitudaga teng bo'lib, tebranish davri boshlang'ich qismidagidek katta holda bo'ladi.

4. Yozuvning yakuniy qismi katta tebranish davri bilan xarakterlanadi va amplituda asta-sekin kamaya boradi. O'rta qismdan yakuniy qismga o'tish keskin holda kuzatilmaydi.

5. Umumiy tebranma harakat davom etish vaqti bir xil kechmasdan zilzila intensivligi va episentral masofa ortishi bilan oshib boradi. Tebranish davom etish vaqti, taxminan 10-40 sek, yozuvdagi amplitudalar soni 100 dan ortiq bo'ladi.

6. Tebranma harakat fazoviy xarakterda bo'lib, tebranishning vertikal tebranishi gorizontall tashkil qiluvchining 60-70% ga teng bo'ladi.

Ma'lumki har bir zilzila boshqalaridan tebranish chastotalari "to'plami" bilan keskin farq qiladi. Zilzila tebranishining eng intensiv tebranish qismiga mos keladigan tebranish davri zilzila dominant (ustun keluvchi) tebranish davri deb ataladi. Zilzila dominant tebranish davri o'choq atrofi geologik sharoitiga bog'liq bo'lib, u 0,1 sekunddan 2 sekundgacha (kam hollarda > 2 s) davom etadi. Har bir bino yoki inshootning o'ziga xos xususiy tebranish davri qiymati mavjud bo'lib, zilzila dominant tebranish davriga nisbati turlicha bo'lishi mumkin. Agarda zilzila dominant tebranish davri (To) qiymati bino yoki inshoot xususiy tebranish davri (T) dan keskin farq qilgan hollarda, bino yoki inshoot uchun zilzila ta'siri, umuman xavfsiz kechishi mumkin. Aks holda, ya'ni To va T qiymatlari o'zaro teng bo'lsa, har qanday mustahkam bino va inshoot konstruksiyalari uchun bunday zilzila o'ta xavfli ta'sir qilishi mumkin.

Ya'ni boshqacha, aytganda, seysmik ta'sir sharoitidagi bino yoki inshoot konstruksiya va qurilish materiallari mustahkamligi umumiy oldindan ma'lum fizik xususiyatlar bilan belgilanmasdan balki, ta'sir chastotasi va yuklanish sikllar soniga bog'liqdir.

Qurilish materiallari va konstruksiyalarning seysmik aktiv regionlarda loyihalashdagi asosiy dinamik xarakteristikasi bu: ko'p marta takroriy yuklanishdagi mustahkamlik, dinamik bikrlilik va so'nishi xususiyati. Odatda, bu xarakteristikalar tajribalar asosida aniqlanadi.

Qurilish materiallari va konstruksiyalari uchun quyidagilarni asosiy omil sifatida keltirish mumkin:

1. Yuklanish tezligining material yoki konstruksiya mustahkamligiga ta'siri.

2. Qayta yuklanishning material va konstruksiya mustahkamligiga ta'siri, material charchash (mustahkamlik) chegarasini aniqlash.

3. Konstruksiyalar me'yoriy kuchdan ortiqcha kuch ta'siri yuk ko'tarish qobiliyatini material deformativ xususiyatlarini hisobga olgan holda aniqlash.

4. Dinamik yuklanishlarning konstruksiya elementlari ustuvorligiga ta'siri.

5. Konstruksiya yoki element uchun uning ish sharoitini hisobga oluvchi koeffitsiyentni baholash.

6. Elastiklik modulini baholash.
7. Energiya yutilishi xususiyatini baholash.

2.2-§. Materiallarning dinamik kuch ta'siridagi mustahkamligi

Yuqorida aytilganidek, bino yoki inshootlarga seysmik ta'sir effekti konstruksiyalar xususiy tebranish chastotasi (davri) va seysmik ta'sir chastotasi (davri) orasidagi nisbatga uzviy bog'liqdir.

Ma'lumki, bino va inshootlar xususiy tebranish chastotalari 0,5-10 Gts atrofida bo'ladi.

Zilzilalar paytida yozib olingan ko'psonli akselerogrammalarni qayta ishlash va analiz qilish shuni ko'rsatdiki, yozuvda asosiy katta intensivlikdagi ta'sir 40-50 siklni tashkil qiladi. Bu holatda seysmik ta'sirdan material va konstruksiyalar dinamik xossalari aniqlashda sikllar sonini 100-200 sikl atrofida chegaralash mumkin. Qurilish material va konstruksiyalarning tajribalar natijalari asosida aniqlangan dinamik xossalari quyidagicha:

Beton va temir-beton uchun

Tajribalar, seysmik ta'sir ostidagi qurilish materiallari va konstruksiyalari yuk ko'tarish qobiliyatining (mustahkamligi) statik kuchlar ta'siri paytidagidan birmuncha va hatto, ba'zida aytarli darajada farq qilishini ko'rsatdi. Betonning zarb paytidagi siqilishga mustahkamligi uning mustahkamlik chegarasidan (10-85)% katta bo'lib, uning qiymati yuklanish tezligiga bog'liq bo'ladi.

Yuklanish tezligi ortib borishi bilan, materiallarning mustahkamligi ham shuncha ortib boradi.

Beton uchun mustahkamlik va yuklanishlar soni logarifmi orasida quyidagi bog'liqlik ifodasini keltirish mumkin:

$$\sigma_n = R_{m,r} (1,15 - 0,091 \lg n)$$

Temir-beton materiali uchun ushbu ifodaga armaturalash foizi va armatura sinfi ta'sir qiladi. Armaturalash foizi $\mu = 1-1,7\%$ (A - 1 kl. armatura, A-IIIIV), oldindan zo'riqtirilgan namunalarda uchun mustahkamlik bilan sikllar soni orasidagi bog'liqlik ifodasi quyidagicha bo'ladi:

$$P_n = P_{m,r} (1,03 \dots 1,16 - 0,04 \dots 0,09 \lg n)$$

Armaturalash koeffitsiyenti $\mu = 0,2-0,3\%$ bo'lgan namunalar uchun (shu turdagi armaturalar uchun).

$$P_n = P_{m,r} (1,08 \dots 1,19 - 0,09 \dots 0,11 \lg n)$$

Tajribalar shuni ko'rsatdiki, oldindan zo'riqtirilgan temir-beton elementlari sikllar soni katta bo'lmaganda mustahkamligiga ta'sir qilmaydi.

Sikllar soni 100 va 200 bo'lsa, yuklanish (zo'riqish) quyidagi ifoda orqali yoziladi (beton uchun).

$$\sigma_{100} = 0,91 R_{m, ch}; \quad \sigma_{200} = 0,89 R_{m, ch};$$

xuddi shu ifoda temir-beton uchun:

$$\sigma_{100} = 0,9 R_{m, ch}; \quad \sigma_{200} = 0,85 R_{m, ch}.$$

Yuk ko'tarish qobiliyati konstruktiv element ustivorligi orqali belgilansa, u holda n yuklanishdagi dinamik buzuvchi kuch quyidagicha ifodalanadi:

$$P_{kp}^n = P_{kp}^{sm} (1 - 0,03 \lg n)$$

Bu yerda, P_{kp}^{sm} statik yuklanishdagi kritik kuch qiymati.

Temir-beton konstruksiyalar dinamik birligi aniqlanganda temir-betonning butun kesimini hisobga olish lozim (cho'zilgan zonani ham hisobga olgan holda). Elastiklik moduli sifatida esa boshlang'ich elastiklik moduli olinadi.

Ko'pgina temir-beton konstruksiyalari uchun so'nish xarakteristikalari quyidagi 10-jadvalda keltirilgan.

Energiya yo'qotilish solishtirma qiymatlari.

10-jadval

	Ψ		
	Kichik qiymati	Katta qiymati	O'rtacha qiymati
Temir-beton ramalar	0, 35	0, 45	0, 38
Temir-beton kranosti balkalari choklarini monolitlashga qadar	0, 24	0, 4	0, 32
Monolitlashgandan keyin	0, 38	0, 56	0, 47
Temir-beton balkalar	0, 16	0, 41	0, 25

Temir-beton orayopmalar	0, 32	0, 57	0, 44
Temir-beton qovurg'ali orayopmalar	0, 39	0, 78	0, 57
Temir-beton balkasiz orayopmalar	-	-	0, 56
Yirik panelli baland binolar choklar monolitlashga qadar	0, 2	0, 24	0, 22
Choklar monolitlashgandan keyin	0, 44	0, 6	0, 52

Metall uchun

Ushbu materiallar zarbiy mustahkamlik statik qiymatidan 20-40 % yuqori, oquvchanlik chegarasi esa 30-60 % yuqori.

Mustahkamlik va yuklanishlar soni orasidagi bog'lanish quyidagicha:

$$\sigma_n = R_{m.ch} (1,34 - 0,13 \lg n)$$

Yuklanishlar soni 100 ga va 200 ga teng bo'lgan holda hisobiy qarshiliklar

$$\sigma_{100} = 1,05 R_{m.ch} \text{ va } \sigma_{200} = 1,02 R_{m.ch}$$

Metall konstruksiyalar uchun

$$R_{m.r} / \sigma_{ok}$$

hamda

$$\sigma_n = 1,6 \sigma_{ok}.$$

Metall konstruksiyalarni mustahkamlikka hisoblashda ish sharoitini hisobga oluvchi koeffitsiyent $m_{kr} = 1,4$; payvand birikmalar uchun $m_{kr} = 1$; bolt va (заклепка) parchinmixlar uchun $m_{kr} = 1,1$.

Ustuvorlik boskichida ishlovchi metall elementlari uchun dinamik buzuvchi kuch va statik kritik kuch P_{KR}^{sm} orasidagi bog'lanish quyidagicha bo'ladi:

$$P_{KR}^n = P_{KR}^{sm} (1,04 - 0,02 \lg n)$$

Ustuvorlikka hisoblashda metall elementlari uchun ish sharoitini hisobga oluvchi koeffitsiyent $m_{kr} = 1 \dots 1,2$.

Aluminiy uchun

Aluminiy materiali zarbiy mustahkamlik statik qiymatidan 20-30 % yuqori. Yuklanishlar soni va mustahkamlik orasidagi bog'lanish quyidagicha:

$$\sigma_n = R_{m.ch} (1,41 - 0,11 \lg n).$$

Yuklanish tsikllari soni 100 va 200 bo'lganda hisobiy qarshiliklar:

$$\sigma_{100} = 1,1 R_{m.ch}; \quad \sigma_{200} = 1,08 R_{m.ch}.$$

Yog'och uchun

Ushbu qurilish materialining egilishdagi zarbiy mustahkamligi statik qiymatidan 10-75 % yuqori bo'ladi. Yogoch konstruksiyalari uchun ish sharoitini hisobga oluvchi koeffitsiyent $m_{kr} = 1,4$. Ba'zi yog'och konstruksiyalari uchun so'nish (xarakteristika) parametri quyidagi 11-jadvalda keltirilgan.

11-jadval

Konstruksiya turi	Ψ		
	Kichik qiymati	Katta qiymati	O'rtacha qiymati
Yog'och balkalar	0,04	0,1	0,07
Yelimlangan yog'och balkalar	- 0,17	- 0,41	0,12 0,3
Kesishuvchi devorchali mixlangan balkalar	-	-	0,35
Odatdagi yog'och orayopmalar			0,35

Tosh materiali uchun

Tosh va armotosh konstruksiyalari uchun siljish va cho'zilishga hisoblashda ish sharoitini hisobga oluvchi koeffitsiyent $m_{kr} = 1$, nomarkaziy siqilish va siljishda $m_{kr} = 1,2$.

Bu koeffitsiyentlar seysmik ta'sir paytida ortiqcha yuklash (переузка) sikllariga ko'ra aniqlanadi.

Bu holda elastiklik chegarasi mustahkamlik chegarasiga yaqin bo'ladi va ortiqcha yuklash (переузка) paytida qisqa muddat maboynda buzilish sodir bo'lishi mumkin. So'nish jarayonini

xarakterlovchi energiya yutilishi koeffitsiyentlari g'isht konstruktsiyalar uchun quyidagi 12-jadvalda keltirilganidek bo'ladi.

12-jadval

Konstruksiya turi	Ψ		
	Kichik qiymati	Katta qiymati	O'rtacha qiymati
G'isht g'aram (svodiki) n	0,47	0,9	0,68
asosida	0,05	0,56	0,19
G'isht ustunlari: sement loyda murak-	0,08	0,64	0,19
kab tarkibli loyda izvestli loyda	0,1	0,64	0,29
0,5 g'isht qalinlikdagi g'isht devor	0,2	0,55	0,37

III bob. SEYSMIK YUKLARNI ANIQLASH

3.1-§. Seysmik kuchlarni aniqlash uslubi rivojlanishi tarixidan

Ma'lumki, zilzila paytida bino va inshootlarga bo'ladigan seysmik ta'sir xarakteri grunt tebranishi bilan chambarchas bog'liqdir. Gruntning seysmik harakati juda murakkab xarakterda bo'lib, u harakatni hech qanday matematik ifoda orqali bevosita ifodalab bo'lmaydi.

Bu harakat murakkabligining birinchi tomoni ushbu jarayonning juda qisqa fursat davom etishidadir. Zilzila paytida grunt harakati bir necha sekundlar davom etadi va harakat shaklan takrorlanmasligi bilan xarakterlanadi, ya'ni grunt harakati grafigidagi xaotik xarakter (tartibsizlik) bu tebranma harakat kinematik parametrlari (davr, chastota va sh.k.) shartli ravishda qabul qilinishi ushbu masalaning naqadar murakkabligidan dalolat beradi (56,a-rasm). Zilzila paytida bino va inshootlarga ta'sir qiladigan seysmik kuchlarni hisoblash usulini dastlab 1900-yilda yapon olimi F.Omori taklif qilgan. Bunga asosan bino yoki inshoot absolut qattiq jism deb va u grunt zarralari bilan bir xilda harakatlanadi deb qaraladi (56,b-rasm). Yaqingacha Omori taklif qilgan ushbu «statik nazariya» deb yuritiluvchi nazariya barcha davlatlarda binolarni seysmik tasirga hisoblashning asosini tashkil qildi. Shunday qilib, zilzila paytida bino yoki inshootning istalgan elementidagi tezlanishi asos grundi harakat tezlanishi bilan bir xilda bo'ladi deb faraz qilinadi. Demak, konstruksiya istalgan elementidagi paydo bo'ladigan inersiya kuchi shu element massasi m bilan asos grundi harakat tezlanishi u (fizika kursidan ma'lum Nyuton II-qonuni) ko'paytmasiga teng, ya'ni $S = my$

$$m = \frac{Q}{g}$$

Bu yerda, Q – konstruksiya og'irligi; g – $9,8 \text{ m/s}^2$ – erkin tushish tezlanishi.

Buni hisobga olsak, yuqoridagi formulani quyidagicha yozish mumkin:

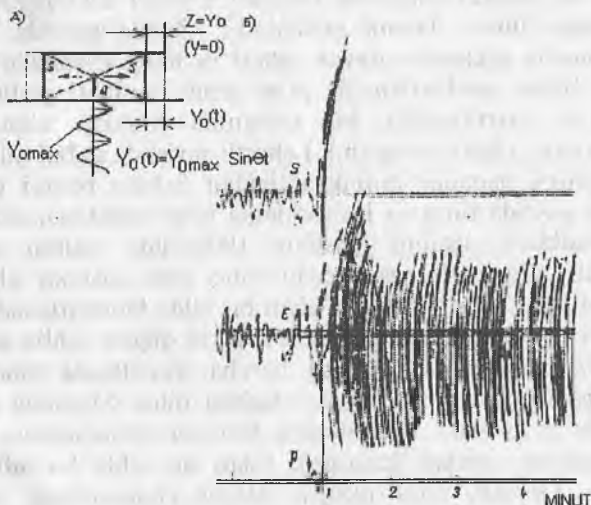
$$S = m \ddot{y} = \frac{Q}{g} \cdot \ddot{y}$$

ushbu ifodadagi $\frac{\ddot{y}}{g} = k_c$ – seysmiklik koeffitsiyenti deb yuritiladi.

Ya’ni

$$S = K_c Q$$

Ushbu formulaga muvofiq asos gruntni harakat tezlanishi hamda bino yoki inshoot og’irligini bilgan holda, zilzila paytidagi maksimal inersiya kuchini hisoblash qiyin emas. Bu kuchlar seysmik kuch deb yuritiladi.



56-rasm. Seysmik yuklarni aniqlashga oid: a) 1923-yilgi Tokio zilzilasi seysmogrammasi; b) F. Omori modeli.

Seysmiklik koeffitsiyenti K_s regionlarning seysmik aktivlik dara-jasiga qarab belgilanadi.

Ya’ni 9 balli zonalar uchun $K_s = 0,1$;

8 balli zonalar uchun $K_s = 0,05$;

7 balli zonalar uchun $K_s = 0,0025$.

Zilzilalar davom etadigan jarayonda bino va inshootlar seysmik zo'riqqan holatini tahlil qilish statik nazariyaning ushbu jarayondagi holatini to'liq yoritma olmasligini ko'rsatdi. Ma'lumki, har qanday bino yoki inshoot deformatsiyalanadi va ushbu deformatsiyalar inshoot tebranishida muhim rol o'ynaydi. 1920-yilda yapon olimi Mononobe bino yoki inshootlarga ta'sir qiluvchi seysmik kuch faqat asos grunti harakat tezlanishiga bog'liq bo'lmasdan, balki inshoot yoki bino dinamik xarakteristikalariga ham bog'liqligini hisobga olishni taklif qildi. U ushbu masalani yechishda inshootlarni erkinlik darajasi birga teng bo'lgan sistema deb, asos gruntini esa garmonik qonun bilan tebranadi deb qaraydi. Bu hol dinamik koeffitsiyent sifatida quyidagi ifodadan foydalanish imkonini yaratadi:

$$\beta = \frac{1}{\sqrt{1 - T^2/T_0^2}}$$

bu yerda, T – sistemaning xususiy tebranish davri; T_0 – asosning xususiy tebranish davri.

Mononobe taklif qilgan usulda inshootga ta'sir qiluvchi seysmik kuchlarning maksimal qiymati quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$S = \beta_1 K_s Q$$

bu yerda, $Q = mg$ – inshoot og'irligi;

$K_c = y_{0\max}/g$ – seysmiklik koeffitsiyenti;

$T = 2\pi\sqrt{m/k}$ – inshoot xususiy tebranish davri.

$$\beta_1 = \frac{1}{\sqrt{1 - T^2/T_0^2}}$$

1927-yilda mashhur gruzin olimi K.S. Zavriev yuqoridagi nazariyadan farqli o'larok, majburiy tebranishlar bilan bir qatorda xususiy tebranishlarni hisobga olishni taklif qildi. Unga asosan tebranish boshlanish daqiqalarida dinamiklik koeffitsiyenti:

$$\mu_g = \frac{2}{\sqrt{1 - T^2/T_0^2}}$$

Ishqalanish kuchlarini hisobga olmagan holda sodda inshootga ta'sir qiluvchi seysmik kuch qiymati bu holda quyidagicha aniqlanadi:

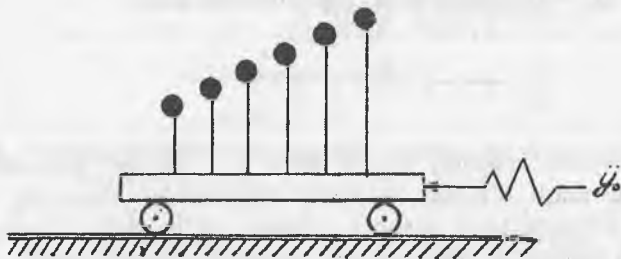
$$S_{\max} = \mu_g k_c Q$$

K.S. Zavriev o'zining ushbu ishi bilan seysmik kuchlarni aniqlashning dinamik nazariyasi asoslarini yanada rivojlantirdi.

3.2-§. Seysmik kuchlarni aniqlashning spektral usuli

Yuqorida keltirilgan seysmik kuchlarni aniqlashning barcha usullarida bino yoki inshoot asos grunti tebranishi garmonik xarakterda deb qaraladi. Ma'lumki, aslida zilzila paytidagi grunt harakati o'ta murakkab va tartibsiz bo'lib, matematik ifodalash juda qiyin bo'ladi. Ushbu hol zilzila paytida seysmik kuchlarni aniqlashda ancha xatolikka yo'l qo'yilayotganini bildiradi.

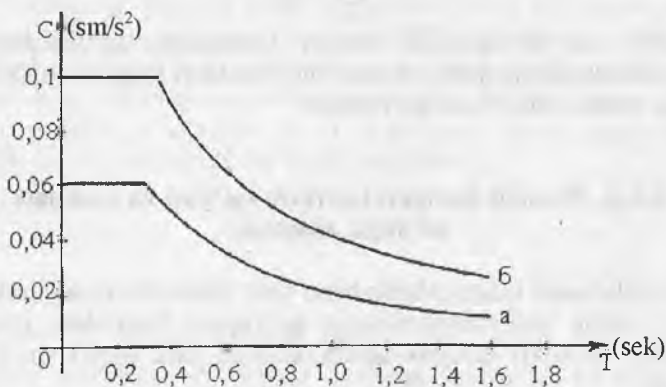
Zilzila paytida seysmik kuchni aniqlashdagi ushbu yo'l qo'yilayotgan xatolikni bartaraf qilish maqsadida AQSH olimi (1934-yilda) M. Bio seysmik kuchlarni aniqlashda grunt harakati instrumental yozuvidan foydalanish uslubini taklif qildi. Bu uslubda M. Bio seysmik kuchlarni baholashda asos gruntning harakatini garmonik tebranish deb qaralmasdan balki tabiiy zilzila instrumental yozuvlaridan foydalanishni taklif qilgan. Bu usulning mohiyati shundayki, xususiy tebranishlari 0,1-2,4 sek. bo'lgan mayatniklar qo'zg'aluvchan platformaga mahkamlanadi va o'sha platforma zilzila paytida yozib olingan (57-rasm) instrumental yozuv asosida tebratiladi.



57-rasm. Bio tajriba modelining prinsipial sxemasi va platformacha tebranishini ifodalovchi zilzila akselerogrammasi.

Ushbu platformadagi har bir mayatnik chastotaviy xarakteristikalarini bo'yicha biror real inshootning modeli sifatida tayyorlangan bo'lib, platforma aniq zilzila instrumental yozuvi asosida tebranganida har bir massaning (mayatnik)ning harakat tezlanishi yozib olinadi. Platforma harakati davomida xar bir mayatnik harakat tezlanishi va xususiy tebranish davrlari orasida bog'liqlik grafigi ya'ni tezlanish spektrini tuzish imkoni yaratiladi. Bunday spektrlar nafaqat turli zilzilalar uchun, balki biror konkret zilzila uchun turli grunt sharoiti, epitsentral masofa va shu kabilar uchun tuzilishi mumkin. Quyidagi rasmda Kaliforniyada 1938-yilda sodir bo'lgan zilzila akselerogrammasi asosida Bio tomonidan tuzilgan tezlanishlar spektri keltirilgan. Kaliforniyada sodir bo'lgan qator zilzilalar akselerogrammalarini tahlil qilish, ushbu mintaqada tezlanish spektrlari bir-biriga yaqin ekanligini ko'rsatdi.

1958-yilga kelib, Kaliforniya muhandislar assotsiatsiyasi tomonidan amaliy hisoblar uchun yagona (so'nish xususiyati o'rtacha bo'lgan hol uchun) standart spektr taklif qilindi (58-rasm).



58-rasm. Kaliforniya kodi bo'yicha tezlanishlarning standart spektri: a-binolar uchun; b-inshootlar uchun.

Ushbu spektr yordamida erkin tebranish davri ma'lum bo'lgan sistemada zilzila paytida yuzaga keladigan maksimal inersiya kuchini aniqlash mumkin. Inersiya kuchi (seysmik kuch) grafikning sistema massasi bilan sistema xususiy tebranishlar davriga mos bo'lgan tezlanish ko'paytmasiga teng bo'ladi. Bugungi kunda AQSHda inshootga ta'sir qiladigan seysmik kuch quyidagi formulaga asosan aniqlanadi:

$$V = C \cdot \sum Q$$

Bu yerda, S – inshoot xususiy tebranish davriga mos holda grafikdan olinadigan koeffitsiyent; $\sum Q$ – inshootning umumiy mas-sasi.

Inshoot massasi uning balandligi bo'ylab tarqalganligi sababli yuqoridagi V kuch inshoot konstruksiyasi og'irligi va balandligiga mos ravishda taqsimlanadi. Bunda inshoot seysmik tebranishlar jarayonida deformatsiyalanmaydi, balki zamin uzra chayqaladi deb faraz qilinadi. Bunday holda biror elementda yuzaga keladigan inersiya kuchi, shu element og'irligi va inshootning asosigacha bo'lgan masofaga proporsional bo'ladi. Inshoot asosidan h_k masofada joylashgan K nuqtada yuzaga keladigan seysmik kuchning miqdori quyidagicha bo'ladi:

$$S = \frac{V \cdot h_k Q_k}{\sum_{i=1}^n h_i \cdot Q_i}$$

AQSH da muhandislik amaliy hisoblarida qo'llanilayotgan ushbu uslubda zilzila jarayoni dinamik xarakteri hamda inshootning dinamik parametrlari hisobga olinadi.

3.3-§. Seysmik kuchlarni qurilish me'yori va qoidalari bo'yicha aniqlash

Seysmik aktiv mintaqalarda bino yoki inshootlarni loyihalashda ularning statik deformatsiyalangan zo'riqqan holatidagi mustahkamligidan tashqari seysmik mustahkamligi ham asosiy omil qilib qo'yiladi.

Bunday mintaqalarda inshoot (bino)larni loyihalashdan asosiy maqsad zilzila paytida (zilzila intensivligi shu uchastka uchun hisobiy qiymatdan oshmaganda) bino yoki inshoot seysmik mustahkamligi uning chegaraviy qiymatlaridan oshmasligini ta'minlashdan iborat.

Ularning mustahkamligi chegaraviy holati ikki guruhga bo'linadi.

Birinchi – bino yoki inshootning yuk ko'tarish qobiliyati yoki uni ekspluatatsiya qilishga to'liq noloyiq holatga o'tishi. Bunda insonlar hayoti va inshoot yoki bino to'liq saqlanishga xavf bo'l-

maydigan darajadagi alohida elementlarda buzilish yoki ularning qoldiq deformatsiya (ko'chish)lari sodir bo'lishga yo'l qo'yiladi.

Ikkinchi – bino yoki inshoot normal ekspluatatsiya qilishga noloyiq holatga o'tishi. Normal ekspluatatsiya qilinishi bino yoki inshoot ko'zlangan texnologik jarayon yoki maishiy sharoit bilan baholanadi.

Seysmik mustahkamlik (zilzilabardoshlik) sharti quyidagicha ifodalanadi:

$$\bar{y} \leq F$$

$$f \leq |f|$$

ushbu tengsizlikdagi doimiy, vaqtinchalik va qisqa muddatli hamda shu jumladan seysmik kuchlar ta'siridan bino yoki inshoot elementlarida vujudga keladigan zo'riqish va kuchlanishlarni o'z ichiga oladi. Ya'ni

$$\bar{y} = \bar{y}_g + \bar{y}_s + \bar{y}_{km} + \bar{y}_s$$

F ifodaning qiymati konstruksiyalarda kam miqdorda yoriqlar (inshoot turiga qarab) paydo bo'lishiga yo'l qo'yilib (insonlar hayotiga xavf solmagan holda) konstruksiya yuk ko'tarish qobiliyati. F konstruksiya zo'riqqan-deformatsiyalangan holati turiga bog'liq bo'lib, (siqilish, cho'zilish va x) u umumiy holda tekshirilganda seysmik kuch quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$F = F(m_{kr}, m_i, R_i, S, L)$$

Bu yerda, $R_i = R_i'' / K_i$ material hisobiy qarshiligi (beton armatura) R_i konstruksiyalar loyiha me'yorlari yoki material me'yoriy qarshiligi; R_i'' hamda material xavfsizligi bo'yicha koefitsienti K_i orqali aniqlanadi;

m_i – material ish sharoitini hisobga oluvchi koefitsiyent;

S, L – material zo'riqqan holati turiga bog'liq holda uning geometrik shakl va o'lchamlarini hisobga oluvchi parametrlar (yuza, inersiya momenti, ustuvorlikka tekshirilganda element bandligi va sh.k.);

m_{kr} – seysmik ta'sir xususiyatlarini hisobga oluvchi qo'shimcha koefitsiyent.

Birinchi chegaraviy holat bo'yicha hisob, qurilish olib boriladigan maydonchada vujudga kelishi mumkin bo'lgan maksimal

zilzila kuchiga mos keluvchi, hisobiy seysmik yuk ta'siriga nisbatan bajarilishi lozim.

Zilzilaning takroriylik davri binoning ekspluatatsion muddatidan kichik bo'lsa, binolar ikkinchi chegaraviy holat bo'yicha seysmik yuklarning maksimal qiymati ta'siriga nisbatan hisoblanadi.

Bino ekspluatatsion muddati ma'lum bo'lsa yoki zilzilaning minimal takrorlanish davri binoning ekspluatatsion muddatidan katta bo'lsa, u holda 2-chegaraviy holatning mavjudligi hisobiydan 1 ball kichik bo'lgan seysmik ta'siriga nisbatan tekshirish orqali aniqlanadi.

Agarda qurilish maydonchasining katta kuch bilan sodir bo'ladigan zilzilalar takroriyliigi davri, obyektни ekspluatatsiya qilish davridan kichik bulsa, birinchi chegaraviy holatga etib bormasligini tekshirishda hisobiy kuchlar 20% ga oshiriladi.

Seysmik ta'sir natijasida elementlardagi deformatsiya va ko'chish, qiymati inshoot va uning elementlari uchun ma'lum chegaraviy qiymat $[f]$ dan oshmasligi lozim.

$[f]$ ning qiymati ikkinchi chegaraviy holat bo'yicha hisoblashda texnologik, normal ekspluatatsiya sharoiti va boshqa talablardan kelib chiqqan holda belgilanadi.

Mazkur paragrafda seysmik kuchlarni bugungi kunda amaldagi (SNiP) qurilish me'yor va qoidalari bo'yicha aniqlash uslubi bilan tanishamiz.

Ushbu me'yorlarda hisobiy seysmik kuchlar bino va inshootlarga statik ravishda ta'sir qiladi deb qaraladi. Ammo bu kuchlar statik ta'sir etishiga qaramasdan, inshoot elementlarida inersiya kuchlarini vujudga keltirishi mumkin bo'lgan ichki zo'riqishlarni paydo qiladi, ya'ni hisobiy seysmik kuchlar zilzila jarayonida bino yoki inshootlarda paydo bo'ladigan inersiya kuchlariga ekvivalent bo'lgan kuchlardir.

Bino va inshootlar xususiy tebranishlari i nchi formasi bo'yicha biror k nuqtasida tanlangan yo'nalishda paydo bo'ladigan hisobiy seysmik kuch quyidagicha aniqlanadi:

$$S_{ik} = k_o k_p k_{em} k_p S_{oik}$$

bu yerda, k_o – mas'ullik koeffitsiyenti (loyihalanayotgan bino mas'ullik toifasini hisobga oluvchi koeffitsiyent) bo'lib, u quyidagi jadvaldan aniqlanadi.

13-jadval

Bino tavsifi	Mas'ullik toifasi	k_o
Zitzilla daqiqalari va uning oqibatlarini tugatish davrida ishlab turishi hayotiy muhim bo'lgan binolar (shifoxonalar, o't o'chirish maskanlari, energiya ta'minoti obyektlari va shu kabilar)	I	1,4
Odamlar gavjum bo'ladigan joylar (maktablar, madaniy muassasalar, majlis zallari va h.k)	II	1,2
1,2 va 4 bandlarga kirmagan binolar	III	1,0
Mas'uliyati kam bo'lgan binolar (qishloq xo'jaligi binolari, omborxona va sh.k)	IV	0,8

Mas'ullik koeffitsiyentini belgilashda:

Seysmik intensivligi 6 ball belgilangan mintaqalarda, seysmik xossalarga ko'ra III toifali gruntlarda, mas'ullik toifasi IV bo'lgan binolarning mas'ullik koeffitsiyenti k_o 2 marta qisqartiriladi.

k_p – takroriylik koeffitsiyenti, quyidagi jadvaldan aniqlanadi.

14-jadval

Takroriylik oralig'i (yillar)	Takroriylik koeffitsiyenti k_p	
	7-8 ball	9 va undan yuqori ballar uchun
< 250	1,20	1,25
300- 600	1,0	1,15
500-1000	0,8	1,0
> 1000	–	0,9

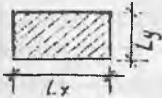
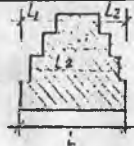
k_p – bino konstruktiv yechimini hisobga oluvchi koeffitsiyent.

15-jadval

	Binolar konstruktiv yechimi	k_{et} koeffitsiyenti
1	Qavatlar soni 5 dan ortiq bo'lgan karkasli, diofragmali yoki bikrlilik o'zagi bo'lgan yirik blokli, kompleks konstruksiyali yoki monolit temir-beton binolar	$k_{et} = 1 + 0,1 (p-5)$ $k_{et} < 1,5$
2	Qavatlar soni 5 gacha bo'lgan yirik panelli binolar	$(k_{et} < 1,5)$ 0,75
3	Qavatlar soni $n > 5$ dan yuqori bo'lgan yirik panelli binolar va hajmiy blokli binolar	$k_{et} = 0,9 + 0,075 (p-5)$ (birok $k_{et} < 1,3$)
4	1-3 bandlarda ko'zda tutilmagan binolar	1, 0

k_r – muntazamlik koeffitsiyenti bo‘lib, u quyidagi 16-jadvaldan belgilanadi:

16-jadval

Tarh	Parametr	Muntazamlik ko'rsatkichi k_r – koeffitsiyenti		
		muntazam	o'tamuntazam	nomuntazam
1		$\frac{L_x}{L_y}$	$\frac{5 \div 8}{1,1}$	$\frac{> 8}{1,2}$
2		$\frac{L_1}{L}$ $\frac{L_2}{L}$	$\frac{< 0,15}{1,0}$ $\frac{< 0,15 \div 0,25}{1,15}$	$\frac{> 0,25}{1,25}$ $\frac{> 0,5}{1,25}$
3		$\frac{L_1}{L}$ $\frac{L_2}{L_n}$	$\frac{< 0,15}{1,0}$ $\frac{< 0,15 \div 0,25}{1,15}$	$\frac{> 0,25}{1,25}$ $\frac{> 0,5}{1,25}$
4		$\frac{L_1 + L_2}{L}$	$\frac{\leq 0,2}{1,0}$ $\frac{> 0,2}{\frac{h}{H} \leq 0,15}$ $\frac{1,1}{1,1}$	$\frac{> 0,2}{\frac{h}{H} \leq 0,15}$ $\frac{1,2}{1,2}$
5		$\frac{L_1 + L_2}{L}$ $\frac{L_1 + L_{1+}}{L_i}$	$\frac{< 0,25}{1,0}$ $\frac{< 0,1}{1,0}$	$\frac{> 0,5}{1,2}$ $\frac{> 0,3}{1,2}$

S_{oik} – konstruksiya elastik deformatsiyalanadi deb faraz etilganda hosil bo‘ladigan inersiya kuchi.

$$S_{oik} = \alpha Q_k W_k K_\delta \eta_{ik}$$

bu formuladagi α – qurilish maydoni seysmikligini hisobga oluvchi koeffitsiyent.

Alohida jamlamalarga hisoblagan paytda egiluvchan ilgaklarga osilgan massalardan hosil bo'ladigan gorizontal seysmik kuchlar, iqlimiy harorat ta'sirlari, shamoldan hosil bo'lgan kuchlar, asbob-uskuna va transport harakatidan paydo bo'ladigan tormoz va yonlanma kuchlar e'tiborga olinmaydi. Vertikal seysmik kuchlarni aniqlashda kranning vazni, aravacha og'irligi, shuningdek, kran ko'tara oladigan yukning 0,3 ulushi hisobga olinishi lozim.

Kranlarning ko'prigi va aravachasi vaznidan hosil bo'ladigan gorizontal seysmik yuklar kran osti yo'lga tik (perpendikular) yo'nalishda hisobga olinadi.

- bino i ton bo'yicha tebranganda xususiy tebranishlar shakliga va hisoblash sxemasida yuklarning joylashgan o'rniga bog'lik bo'lgan koeffitsiyent bo'lib, quyidagicha aniqlanadi.

Konsol sxemasi bo'yicha hisoblanadigan binolar uchun koeffitsiyentining qiymati quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\eta_{ik} = \frac{X_i(x_k) \sum_{j=1}^n Q_j X_i(X_j)}{\sum_{j=1}^n Q_j X_i^2(X_j)}$$

bu yerda, $X_i(X_k)$, $X_j(X_j)$ – bino yoki inshootlar i -ton bo'yicha erkin tebranganda qaralayotgan k nuqtasi va massalar to'plangan nuqtalarda vujudga keladigan ko'chishlar.

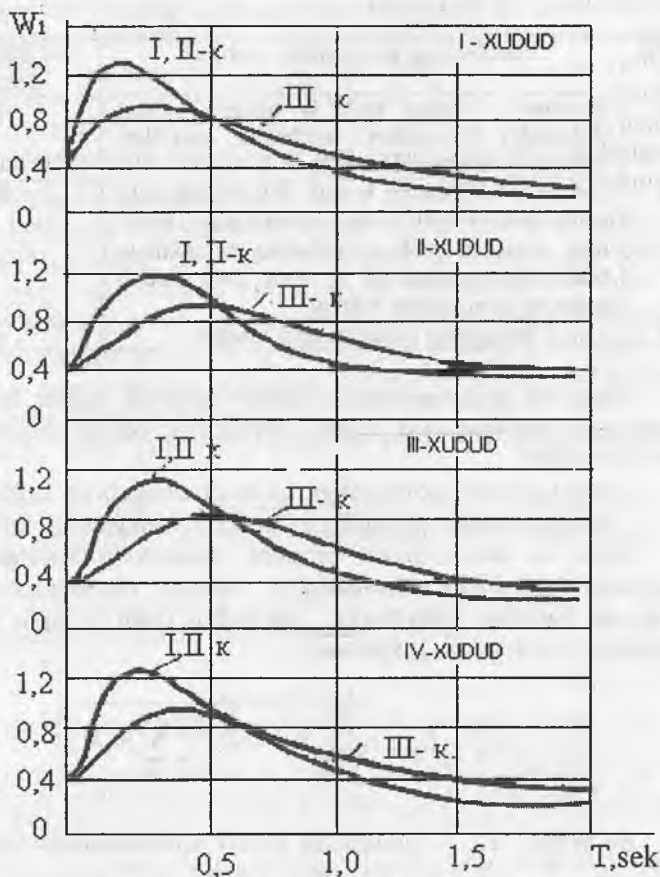
Q_j – nuqtasiga to'plangan massaning vazni bo'lib, uni aniqlash yuqorida keltirildi (Q_k shaklida).

Bino qavatlari soni 5 gacha bo'lib, $T_1 < 0,4$ sek bo'lsa, η_k koeffitsienti quyidagi soddalashtirilgan formuladan aniqlanadi:

$$\eta_k = \frac{X_k \sum_{j=1}^n Q_j X_j}{\sum_{j=1}^n Q_j X_j^2}$$

bu yerda, X_k va X_j lar poydevorlarning yuqori sirtidan k va j nuqtalarigacha bo'lgan masofa.

W_i – spektral koeffitsiyent, loyihalashtirilayotgan bino yoki inshoot xususiy tebranishlar davri, KMK 2.01.03-96 da keltirilgan regionlar indeksi hamda gruntlarning seysmik xossalari bo'yicha toifasiga boqliq holda KMK dan yoki quyidagi grafiklardan aniqlaniladi:



K_δ – muntazamlik (регулярность) koeffitsiyenti quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$K_\delta = e^{(0,548 - \sqrt{\delta})(0,1 + \frac{0,7}{T_1})}$$

bu yerda, δ – tebranishlar dekrementi bo'lib, loyihalashtirilayotgan bino yoki inshootlarga o'xshash bino (inshoot)larni naturaviy sinash orqali aniqlanadi; tajriba usulida aniqlash imkoni bo'lmasa, quyidagi jadvaldan foydalanib aniqlanadi.

(T_1 – bino tebranishlari asosiy toni bo'yicha xususiy tebranishlar davri).

№	Binolarning konstruktiv yechimi	Tebranish dekrementi
1.	Rejadagi o'Ichami katta bo'lmagan baland inshootlar (minoralar, machtalar, mo'rilar, liftlarning shaxtalari va h.k)	0,15
2.	Devor to'ldirgichlari karkas deformatsiyasiga ta'sir etmaydigan, ustun balandligini bino-ning seysmik kuch yo'nalishiga ko'ndalang o'Ichamiga nisbati 25 ga teng yoki undan katta bo'lgan karkas binolar	0,15
3.	1 va 2 bandlarda keltirilmagan binolar	0,3

Yuqorida keltirilganidek, binolar seysmik yuklar ta'sirini e'ti-borga olib hisoblaganda, butun obyektning ikkita chegaraviy holati ko'rib o'tiladi:

- yuk ko'tarish qobiliyatiga ko'ra (1-chegaraviy holat);
- ekspluatatsion yaroqliligiga ko'ra (2-chegaraviy holat).

Bino va inshootlarda birinchi chegaraviy holatga erishma-ganligini tekshirishda konstruktiv sistema elementlarida alohida jamlama (особое сочетание) yuklardan hosil bo'lgan zo'riqishlar quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$F_a = L_\sigma \pm r \sqrt{\sum_{j=1}^m N_i^2 + 0,6 \sum_{j>1}^{m-1} \sum_{j>1}^m N_i N_j}$$

Bu yerda, L_σ – yuklarning asosiy jamlamasidan hosil bo'lgan zo'riqish, r – reduksiya koeffitsiyenti N_i , N_j – seysmik yuklar ta'sirida hosil bo'lgan zo'riqishlar. m – tebranish shakllari soni.

Reduksiya koeffitsiyenti elementning ruxsat etilgan nisbiy noe-lastik deformatsiyasi va binoning xususiy tebranishlari davri T_1 ga bog'liq ravishda QMQ. 2.01.03-96 (2.3-rasm)dan quyidagi for-muladan aniqlaniladi:

$$r = 1 - 1,07 \mu T_1$$

Bunda, quyidagi shart bajarilishi lozim:

$$r \geq r_1 = 0,03 + 1,95 T_1$$

Seysmik kuchlar ta'siriga hisoblanadigan binoning rejadagi uzunligi 30 metrdan ortiq bo'lsa, vertikal o'qlarga nisbatan hosil bo'ladigan burovchi moment ham hisobga olinishi lozim. Agar bino yoki inshoot bikrlilik markazi bilan massalar markazi ustma-ust tushsa, elementlardagi zo'riqishlar (ξ) koeffitsiyentiga ko'paytiriladi. ξ – koeffitsiyentning qiymati quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\xi = 1 + 0,4 \frac{X}{V}$$

bu yerda, X – seysmik yuk ta'siriga perpendikular yo'nalishda simmetriya markazidan elementgacha bo'lgan masofa, V – binoning o'sha yo'nalishdagi o'lchami.

Agarda bino yoki inshootlarda bikrlilik markazi bilan massalar markazi bir o'q ustida yotmasa, K balandlikdagi burovchi moment quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$M_{bur} = Q_k(e_k + 0,05V)$$

bu yerda, Q_k – xususiy tebranishlarning birinchi shakliga mos bo'lgan, gorizontalseysmik yuklardan binoning K sathida hosil bo'lgan qirquvchi kuch; e_k – binoning bikrlilik va massalar markazlari orasidagi masofa.

IV bob. VATANIMIZ ME'MORIY OBIDALARI QURILISHIDA ZILZILABARDOSHLIK MASALALARI

4.1-§. Ota-bobolarimiz asarlarida zilzila mavzusi

Seysmik mustahkam bino va inshootlarni qurish bugungi kunda ham to'liq yechimini topmagan muammolardan biri bo'lib qolmoqda. Insoniyat ongli hayoti paydo bo'libdiki, ushbu muammo bilan kurashib keladi.

Me'mor va quruvchilar ittifoqi har qanday rivojlanish darajasini toshga ko'chirish orqali tarixni bino va inshootlarga muhrlaydi. Tarixdan ma'lumki, qadimgi Rimda yashab o'tgan Vitruviy o'z asarlarida me'morchilikning eng asosiy uchta omilini ilgari surgan bo'lib, bu quyidagi uchlikni tashkil qiladi: "mustahkamlik + foyda + chiroylilik".

Me'morchilik tarixida Vitruviydan oldin ham ma'lum bo'lgan ushbu omil me'mor va quruvchilarning kasbiy madaniyatiga aylandi.

Bundan tashqari, tarixdan ma'lumki, ushbu masala ko'pchilik hollarda, hatto davlat qonunlarida ham o'z aksini topgan. Masalan, qadimgi Vavilon podshoxi Hammurapi (eramizdan oldingi 1750-yil) qonunlarida ushbu masala qat'iyat bilan quyidagicha ifodalandi:

229-§ – agarda quruvchi buyurtmachiga bino qurib bersa va mustahkamligi yetarli bo'lmasdan, ushbu bino qulashi natijasida, bino egasi halok bo'lsa, u holda quruvchi qatl etiladi.

230-§ – agarda bino egasining farzandi halok bo'lsa, quruvchining farzandi qatl qilinadi.

231-§ – agarda bino egasining xizmatkori (quli) nobud bo'lsa, quruvchi uning haqini to'lashi lozim.

Ushbu satrlardan ma'lumki, o'sha davrda ham qurilishga bino va inshootlar mustahkamligiga birinchi darajali e'tibor qaratilgan.

Vatanimizda ota-bobolarimizdan qolgan tarixiy va me'moriy, obidalarining bugungi kunda "qad rostlab" turishi, bir necha asrlardan beri tabiat "imtihon"laridan a'lo darajada o'tib kelayotgani

ularni quruvchilarning o'ta yuqori sivilizatsiyasi darajasi, aql-idroki va boy tajribasidan dalolatdir.

O'rta asr diyorimiz matematika va umuman tabiiy fanlarning yuqori darajada rivojlanganligi bilan xarakterlanadi. Bu hol quruvchilar oldida katta imkoniyatlar yaratganki, u qurilish jarayonida namoyon bo'lgan.

O'lkamizda doimiy ravishda sodir bo'lib turadigan zilzilalar, o'tmishda quruvchilar diqqat markazida bo'lgan. Ma'lumki VIII-XIII asrlar maboynida O'rta Osiyo va Sharq davlatlarida geologiya mustaqil fan sifatida shakllandi. Bobokalonimiz, insoniyat rivojiga beqiyos hissa qo'shgan, ensiklopedist olim Abu Rayxon Beruniy o'zining ilmiy asarlarida O'rta Osiyo, Xitoy, Hindiston va boshqa o'lkalarda ma'lum bo'lgan minerallar va ularning konlari to'g'risida juda qimmatli ma'lumotlar bergan. U birinchi bo'lib dunyoning geliosentrik sistemasi va Yerning aylana shaklida ekani, ishlagan (yaratgan) asbobi haqida o'z fikrlarini ilgari surgan.

Abu Rayxon Beruniy XI asrda, "Qit'alar go'yo suv sathida suzib yurgan daraxt barglari singari bir-biri tomon yaqinlashib yoki uzoqlashib, sekin harakatda bo'ladi", - deb yozgan.

XX asrda amerikalik olimlarning fazodan turib olib borgan ilmiy kuzatuvlari Beruniyning bunday qiyosi, naqadar mohirlik bilan o'ta murakkab jarayonni sodda tarzda tushuntirib bergan fikri to'g'ri ekanini isbotladi. Amerikafikrlarning ushbu tajribasida, turli qit'alarga juda kuchli yorug'lik taratib turuvchi katta-katta mash'allar o'rnatilib, ular kosmik kemalardan turib kuzatildi. Ko'p yillik kuzatuv mash'allar o'rnatilgan qit'alarining bir-biriga nisbatan yiliga 5-7 sm siljishi tasdiqlandi. O'sha davr uchun Beruniyning bu fikri olim zamonasining u ulug' iste'dod sohibi ekanidan dalolat beradi.

Beruniy o'zining «Qimmatbaho toshlarni bilish haqida ma'lumotlar» (Собрание сведений для познания драгоценностей) nomli asarida Afg'onistondagi Fayzobod zilzilasi haqida qimmatli ma'lumotlar yozgan. Ushbu zilzila qoldiqlarini Beruniy yozuvidan X asr o'tgach Rossiya Fanlar akademiyasi Yer fizikasi instituti olimlari o'rganib, o'sha zilzila kuchi kamida 9 ball bo'lgani va o'z davrida Beruniyning ushbu zilzila to'g'risidagi ma'lumotlari ilmiy nuqtai nazardan qimmatli ekani haqida yozganlar.

Bundan tashqari, tarixda yozilgan zilzilalar haqidagi ma'lumotlarni ko'plab tarixchilarning asarlarida ham uchratish mumkin. Respublikamiz hududida sodir bo'lgan zilzilalar haqidagi dastlabki ma'lumot Abu Said Gardiziyning «Kitobi Zayn al-Axbor» asarida

keltiriladi. Ushbu kitobda 224-yil, ya'ni eramizning 838-839-yillarida Farg'onada kuchli zilzila sodir bo'lgani va uning natijasida ko'plab binolar buzilgani (vayronaga aylangani) haqida ma'lumot keltirilgan. Bundan tashqari, kitobda hozirgi Turkmaniston hududida 331-yilda, ya'ni asrimizning (6.08-4.09) 943-yili sodir bo'lgan yana bir zilzila haqida ma'lumot berilgan. Nesa tumanida sodir bo'lgan kuchli zilzila natijasida ko'plab qishloqlar vayronaga aylangani va 5000 dan ortiq odamlarning yostig'i qurigani haqida qimmatli ma'lumotlar keltirilgan.

Tehronda hijriy 1298-1300-yillarda (1880-1883-y. melodiy) Eron shoxi Nasriddinga bag'ishlab San ud-Doul tomonidan yozilgan «Насирова приведённая в порядок история» nomli kitobida hijriy 571 (melodiy 1175-1176-yil)-yilda Eronda va Movaraunnahrda sodir bo'lgan zilzila haqida ham qimmatli ma'lumotlarni uchratamiz.

XVI asrda Sulton Muhammad bin-Darvish Muhammad al Mufti al Balxiy tomonidan yozilgan geografik asarda hijriy 242-yil (melodiy 856-857-y) Mutavakkil halifaligida va Eronning ko'p shaharlarida hamda Bodoxshonda nihoyatda kuchli zilzila sodir bo'lgani haqida ma'lumot beriladi. Unda zilzila paytida aholining qo'rquv ta'sirida turli tomonga qochgani va voqea sodir bo'lgan yerda hech kim qolmagani, zilzila uzoq vaqt davom etgani haqida xabar beriladi.

Usama ibn-Murshid-ibn Ali ibn Mukallad ibn Nasribiy Mingqiz (Munqiz) (1095-1188-y. yashagan) o'zining «Turarjoy va to'xtash joylari haqida kitob» (Книга стоянок и жил) asarida 1152-yilda sodir bo'lgan zilzila tufayli barcha uylar tekislanib ketgani xususida yozadi.

Zilziladan keyin u aka-ukalari, tog'alari va boshqa qarindoshlarining uylarini taniy olmay qolganini yozadi.

Olovuddin Ota Malik Juvayniy (1226-1283-y) o'zining «Jahongush tarixi» asarida 605-yilda (1208-1209-y melod.) zilzila Xorazmga yetib kelgani, zilzilaning kunduz kuni sodir bo'lgani tufayli aholi o'rtasida halok bo'lganlar soni kamaygani va taxminan 2000 kishi halok bo'lgani haqida ma'lumot beradi. Poytaxt Urganchda buzilishlar kam bo'lgani, qishloqlarda vayronagarchilik ko'p bo'lganini bayon etadi. Kitobda ikkita qishloq (barcha aholisi bilan) butunlay vayronaga aylangani haqida ma'lumot keltiriladi.

Muhammad Tohir ibn Abul Qosim (XVIII asr) o'zining «Ajoyibot Taboqat» asarida hijriy 1030-yil (melod. 1621) da Axbi (hozirgi Axbkent) atrofida nihoyatda kuchli zilzila sodir bo'lganini

yozib qoldirgan. Zilzila shu darajada kuchli bo'ldi-ki, – deb yozadi u, Sirdaryo suvlari qirg'oqdan toshib, yaqin qishloqlar suv tagida qoldilar. Butun quruqlikda suv toshqini tufayli daryodan chiqib qolgan baliqlar yotardi. . . Katta-katta daraxtlar ildizlari bilan birga yerdan qo'porilib, qulab yotardilar. Imoratlar, asosan qulab tushishi natijasida, odamlarning barchasi imoratlar tagida qolib ketdilar.

Hayvonlar hayqirganicha qumlikka qarab qochdilar. . .

Shunday ahvol olti oy davom qildi. Shunday kuchli zarblar soni yetmishga yetdi.

Bunday kuchli zilzilaning tirik guvohi bo'lgan bu tarixchi hayratlanib, «Eng hayratlanarlisi shuki, eng qo'rqinchli zilzila Axi qal'asining o'zida sodir bo'ldi. Unga yaqin qishloqlarda esa juda kam sezildi, shahardan bir farsang (taxminan 8 km) masofada esa zilzila belgilari deyarli sezilmadi. . .»

Muhammad Yoqub ibn Muhammad Daniabiy o'zining «Gulshan al-Mulk» asarida 1797-1798-yilda Movaraunnahrda kuchli zilzila sodir bo'lgani haqida qimmatli ma'lumotlar keltirdi.

N. V. Xonikovning 1843-yilda nashrdan chiqqan «Buxoro xonligi» asarida 1821-1822-yilda Buxoroda sodir bo'lgan zilzila oqibat-lari haqida to'xtalar ekan, uning ta'sirida Samarqanddagi Mirzo Ulug'bek madrasasining minorasi vayron bo'lgani tug'risida ma'lumot beradi.

Tariximizda bu boradagi eng qiziq manbalardan biri Muhammad Hakimxon To'raning «Muntaxab-at-tavorih» nomli qo'lyozma asaridir. Unda 1822-1823-yilda Farg'onada bo'lib o'tgan zilzila to'g'risida ba'zi ma'lumotlar keltirilgan. Zilzila oqibatlarini o'z ko'zi bilan ko'rgan muallifning yozishicha, «Bunday dahshatni asrlar bo'yi hech kim ko'rmagan va sezmagani. Ko'plab imoratlar buzilib, ko'p kishilar xarobalar tagida qolib halok bo'ldi. Aholi qamishlardan kapalar yasab yashadi, tog'da esa ko'p oilalarni yer yutdi. Yer yorilib kuchli tovush bilan qop-qora bug otilib chiqdi, ariqlardagi suv, qozondagidek qaynab har tarafga toshib ketdi. Tebranish va silkinishlar 6 oy davomida bir necha kunlab takrorlanib turdi».

1868-yil aprelda sodir bo'lgan Toshkent zilzilasi haqida Muhammad Solih «Tarixi jadidayi Toshkand» asarida quyidagicha yozadi:

. . . o'n birinchiga o'tar kechasi sahar paytida Toshkent shaxrida kuchli zilzila voqe bo'ldi: mozorlarning bir gumbazi, Xazrat Ahror valiy Masjidi (Ko'kaldosh madrasasi yonida) jomening gumbazi kunpayakun bo'ldi, ko'p kishilar, g'afatda yotgan aholi imo-

ratlar tagida qoldi. Baroqxon madrasasi (hozirgi Hamza ko'chasida) tagida tolibi ilm mullabachcha halokatga etdi. Zilzila yarim soatdan so'ng qaytdi: xususan, oxirgi marta, taxminan, to'rt daqiqa shu qabilda davom etsa yer yuzida hech bir tik turgan narsa boqiy qolmas edi. Zilzila tinchlangandan keyin ham kechalari bedor bo'lgan kishilarga qariyb bir oy davomida yer harakati asari ma'lum bo'lib turdi.

Bulardan ko'rinib turibdiki, insoniyat izmiga bo'ysunmaydigan o'tmishda sodir bo'lgan zilzilalar tarixchilar va barcha olimlar diqqatida bo'lgan. Zilzilalar tarixi o'lkamiz tarixining endilikda alohida o'rganiladigan sahifalaridan hisoblanadi.

4.2-§. Me'moriy obidalar qurilishida zilzilabardoshlik masalalari

Ma'lumki, diyorimiz o'zining o'ta darajada rivojlangan sivilizatsiyasi bilan insoniyat tarixida beqiyos o'rin tutgan.

Bugungacha olimlarimiz o'tmishdagi ota-bobolarimizning ilmiy merosini har tomonlama o'rganishlari, o'tmishdagi me'mor va ustalar amalda foydalangan usullarni, manbalarni o'rganish arxitektura - tektonik tizimlarini tahlil qilish diyorimizda o'rta asrlarda arxitekturaviy loyihalash fanining to'liq shakllanganligini ko'rsatadi.

Arxitekturaviy loyihalash fanining rivoji, unda qo'llaniladigan qonuniyat matematikaning bir qismi bo'lgan geometrik yasash usullari, ya'ni geometriya bilan chambarchas bog'liqdir. O'tmishda arxitektura nazariyasi faqat bino yoki inshootlarni loyihalash bilan chegaralanib qolmagan. Bunda yuqoridagi aytilganlardan tashqari, shaharsozlikning keng ko'lamli masalalari, zilzilabardoshlik va klimatologik masalalar, aholi turarjoylari xarakteristikalari, shahar va "ilohiy" joylarda bino va qal'alarni qurish, massiv tugonlar qurilishi, ariqlar qazish kabi keng miqyosdagi masalalar bilan ham shug'ullanilgan.

Tarixdan ma'lumki, o'lkamizda ota-bobolarimizning matematik fikrlashi o'ta darajada yuqori bo'lgan. Matematika fanining ko'p qonuniyatlari shu yerda yaratilgan yoki rivojlantirilgan. Astasekin matematik fikrlashdan arxitektura, qurilish madaniyati, amaliy san'atga o'tish jarayoni kuzatila borib, bilimlarning matematikalashuvi jarayonida matematika qonun-qoidalaridan badiiy ijodga va undan keyimoq qurilish san'atiga ko'chirish jarayoni kuzatilgan. O'sha davrda matematika fanining o'ta rivojlanganlik darajasi

me'morlar g'oyalarini qurilishga tatbiq qilishda katta imkoniyatlar ochib bergan.

Me'morlar qo'lida sirti parabaloid aylanasi bilan iborat murakkab fazoviy tizimlar, ellipsoid va geodezik gumbazlar kabi shakllar paydo bo'ldilarki, bu albatta, matematika fani yutuqlarining qurilish amaliyotiga tatbig'i edi.

Qurilish jarayoniga fazoviy yupqa devorli gumbaz, kubba, qobiqlar, to'rsimon konstruksiyalarning kirib kelishi nafaqat ilmiy-texnika rivojlanishi mahsuli, balki davr estetik dididan ham dalolat bo'ldi.

Biz yuqorida bino va inshootlar seysmik mustahkam bo'lishi uchun bajarilishi lozim bo'lgan shartlarga batafsil to'xtalib o'tdik. Ushbu shartlar bino va inshootlar zilzilabardoshligi fani yutuqlari asosida chiqarilgan xulosalar bo'lib, sodir bo'lgan ko'plab zilzilalar ta'siri «sinov»dan o'tgan. Endi me'moriy obidalar qurilishi bilan bog'liq loyihalashdan to' qurilishigacha bo'lgan barcha jarayonlarni zamonaviy bino va inshootlar zilzilabardoshligi fani qonun - qoidalari asosida tahlil qilamiz.

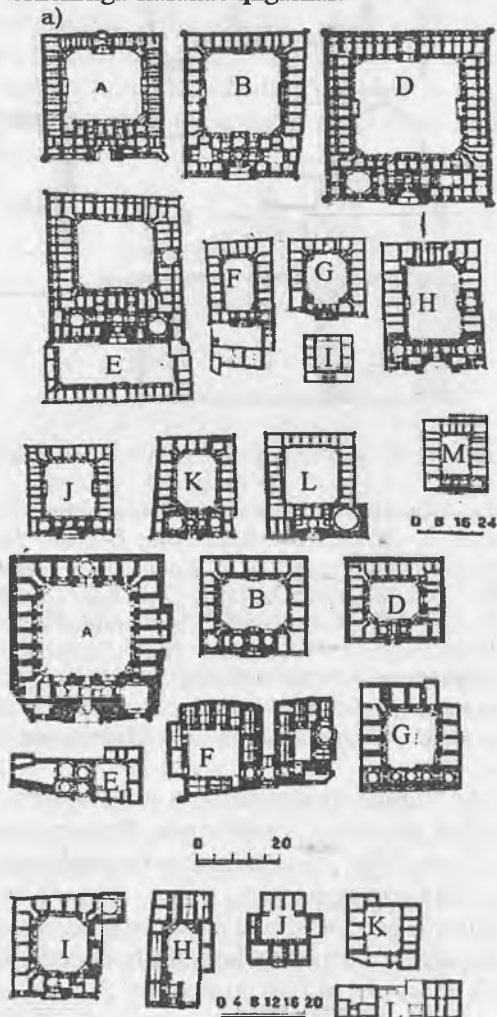
Bino va inshootlarga bo'ladigan seysmik ta'sir qator xususiyatlar bilan xarakterlanadi, bular birinchidan, grunt tebranish xususiyatlari, ikkinchidan bino yoki inshoot o'zining tebranish xususiyatlari va albatta, ularning o'zaro birgalikda harakatlaridir. Agarda bino yoki inshoot rejada ikkala o'q bo'ylab nosimmetrik joylashsa, seysmik ta'sir paytida burovchi moment hosil bo'ladi va bino (yoki inshoot) seysmik zo'riqqan holati yanada murakkablashadi, natijada imoratlarda buzilish yoki qulash sodir bo'lishi mumkin.

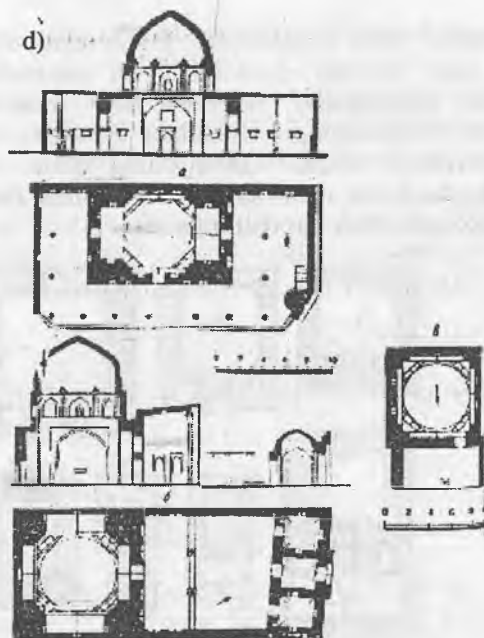
Xiva me'moriy obidalari - binolar loyihalarini tahlil qilsak, ma'lum bo'ladiki, o'tmishda me'morlar, avvalambor, imoratlarni rejada kvadrat yoki unga yaqin qilib olganlar (59,a,b,v-rasmlar).

Loyihalashda me'morlar binolarni qirgimda balandliklarini birday belgilaganlar, ya'ni balandliklari keskin farq qilishga yo'l qo'ymaganlar. Agarda buyurtmachi talabiga ko'ra, balandlikda keskin farq bo'lishi zarur bo'lib qolsa, u holda balandliklar farq qilgan joylari qo'shimcha mustahkamlangan (yoki o'sha joylarda mustahkamligi yuqori bo'lgan qurilish materiallaridan foydalanilgan).

Bugungi kunda ota-bobolarimizning mustahkamlikni hisoblash usullari va ularning nazariy bilim cho'qqilari bizga aniq emas. Lekin ularning o'ta darajada oqilona qurilish madaniyati ularning yuqori nazariy bilim darajasining belgisidir. O'tmishda qurilish jarayonida asos va poydevorning o'zaro ta'sir jarayoniga alohida e'tibor bilan qaratilgan (zilzila sodir bo'lganda binoga seysmik ta'sir

aynan shu holat bilan belgilanadi). Poydevorni qurishdan oldin, quruvchilar asos gruntini mustahkamlash maqsadida kotlovanni ko'p martalab namlaganlar, bu bilan asos gruntining maksimal cho'kishiga va zichlashishga erishganlar. Shunday usulda bino va inshoot asoslaridagi notekis cho'kishning oldini olishga hamda zilzila paytida poydevor uzunligi bo'ylab seysmik kuchlarning tekis taqsimlanishga erishishga harakat qilganlar.





59, a, b, d-rasm. Xiva ba'zi me'moriy obidalarining rejadagi va kesimdagi ko'rinishlari:

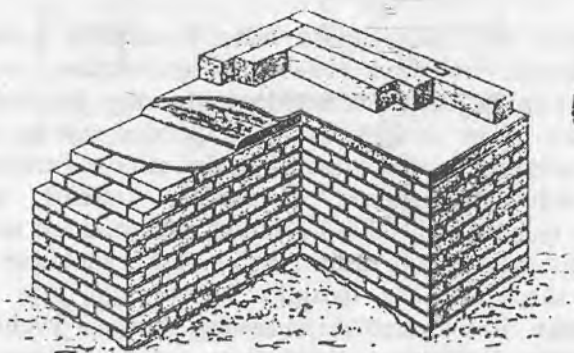
a-rasmda: A-Sheroziyon; B-Qutlug' Murod Inoq; D-Muhammad Aminxon; D-Muhammad Rahimxon; E-Yusuf Yasavulboshi; F-Abdullaxon; G-Yoqquboy Xo'ja; H-Amir To'ra; I-Matniyoz Devonbegi; J-Muso To'ra; K-Islom Xo'ja; L-Qozi Kalon nomli madrasa.
b-rasmda: A-Arab Muhammadxon; B-Muhammad Amin Inoq; D-Do'st A'lam; E-Abdurasulboy; F-Xo'jamberdibiy (Xurjum); G-Matpanaboy; H-Xo'jam Muharram; I-Mozori Sharif; J-Otatonboy; K-Tolib Maqsum; L-Qorixona madarasalari. d-rasmda: Yuqorida Oq masjid, pastda Bog'bonli masjidi, o'ngda Said ota (Yor Muhammad Devon) masjidi.

Ma'lumki, imorat (inshoot)larda eng muhim konstruktiv elementlardan biri poydevor hisoblanadi. Shuning uchun, o'tmishda me'mor va quruvchilar imorat (inshoot) poydevori qurilishiga alohida e'tibor bilan qaranlar.

Xiva imoratlarida poydevorlar deyarli devor qalinligidan o'zgarmagan qalinlikda, ularning joylashish chuqurliklari geologik va gidrogeologik sharoitlarga bog'liq holda 0,5 metrdan 2,0 metrgacha qabul qilingan. Binolarning yerosti qismlarida g'isht terimlari faqat

gorizontal qator ko'rinishda qilinmasdan, «archa» ko'rinishida bir-biri bilan uchrashuvchi qatorlar shaklida ham qilingan.

Imorat yer ustki qismida, taxminan 0,5 m balandlikda devorga seysmik izolyatsiya maqsadida yog'ochdan qatlam, maxsus rastvor (loy)da terilgan tosh bloklar, ko'pchilik hollarda qamish yoki ekan-dan* tayyorlangan qatlam to'shalgan. Bu to'shamalar ilmiy nuqtai nazardan nihoyatda oqilona tadbir bo'lib, asrlar davomida tabiat sinovlaridan muvaffaqiyat bilan o'tgan. Antiseysmik tadbir sifatida ishlatiladigan ushbu maxsus qatlamlar zilzila paytida devor bo'ylab vertikal tarqaluvchi to'lqinlarni so'ndirish hamda devorga poydevor orqali ta'sir qiluvchi gorizontal seysmik kuchlarni keskin kamaytirish xususiyatiga ega (60-rasm).



60-rasm. Bino, sokol (poypesh) qismiga joylashtiriladigan qamish va ekan qatlam sxemasi.

O'tmishda ota-bobolarimiz seysmik nuqtai nazaridan eng mustahkam konstruksiya karkas(sinch) imoratlar ekanini yaxshi bilganlar. Shuning uchun ham hududimizda yog'och kamyob qurilish materiali bo'lishiga qaramasdan u qurilish materiali sifatida keng tarqalgan. Chunki ular solishtirma mustahkamligi yuqori bo'lishidan, xususiy og'irligining kichkinaligi boshqa qator afzalliklari yog'och materialining seysmik mustahkam imorat qurishda eng qulay qurilish materiali ekanini yaxshi bilishgan. Tarixda sodir bo'lgan zilzilalar oqibatlarini o'rganish natijalari imoratlardan seysmik mustahkamligi eng yuqorilari karkas (sinch) uylar ekanini ko'rsatadi.

Xorazm me'morchiligida minoralar alohida o'rim tutadi. Ular o'tmishdagi xonlarning qudrati buyukligidan dalolat beradi. O'ra

Osiyo shaharsozligida aniq me'morchilik tizimini yaratishda minoralar loyihalash va qurishga alohida e'tibor bilan qaralgan.

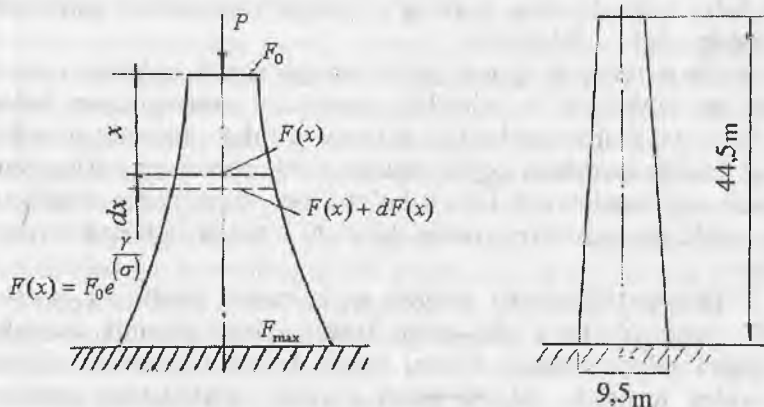
Minoralarni loyihalash va qurish, ayniqsa, u seysmik aktiv va yomon geologik hamda gidogeologik sharoitda joylashadigan bo'lsa, me'mor va quruvchilardan hisoblash matematikasi, geometriya, me'morchilik proporsiya mutonasiblik va g'oyalari garmoniyasi borasida o'ta yuqori darajadagi bilim saviyasi talab qilgan. Ayniqsa, minoradek mas'ul inshootlar seysmik aktiv mintaqada hamda noqulay geologik va gidrogeologik sharoitda qurilganda me'mor va quruvchilar zimmasiga yuklatilgan mas'uliyat yanada ortadi. Minora balandligining ortishi, o'z navbatida, uning vazni, ham ortishiga, tabiiyki zilzila paytidagi seysmik kuchlarning ortishiga olib keladi.

Minoralar balandligi ortishi bilan ko'ndalang kesim yuzasi kamayib boradi. Bu bilan me'mor va quruvchilar, avvalambor, statik yuklanishi holatida ustuvorlikka erishganlar. Bundan tashqari, minoralarda tashqi va ichki kuchlar ta'siridan vujudga keladigan normal kuchlanish keskin ortmaydi, ya'ni minora kuchlarga xuddi teng qarshilik ko'rsatuvchi bruslardek qarshilik ko'rsatadi. Materiallar qarshiligi kursidan ma'lumki, minorasimon inshootlarni o'zgaruvchi yuzali qilib qurish, ya'ni uning kuchlarga qarshilik ko'rsatish sharoitini teng qarshilik ko'rsatuvchi brus sharoitiga yaqinlashtirish jism (minora) tanasidagi normal kuchlanishning keskin ortib ketishidan saqlaydigan eng oqilona usuldir. O'ylaymizki, o'tmishda me'mor va quruvchilar nazariy bilimlar asosida ushbu usulni tanlaganlar. Minoralarni yerga mahkamlangan (konsol) sterjen deb qarash mumkin. Zilzila paytida bunday inshootlarda uning balandligiga bog'liq holda gorizontalseysmik kuchlardan egilishi yoki siljish deformatsiyalari vujudga kelishi mumkin. Minoraning balandligiga qarab ko'ndalang kesimining o'lchamlarini kamaytirib borish ushbu deformatsiyalar qiymatining keskin ortib ketmasligini hamda ushbu inshootlarni yetarli darajada ustuvorlik bilan ta'minlaydi. Me'mor va quruvchilarning xuddi shunday oqilona yechimini Islomxo'ja minorasi qurilishida ko'rish mumkin (61-rasm).

Ushbu minorada yer sathidan, taxminan 1,2 m balandlikda qalinligi 18-19 sm bo'lgan marmar bloklardan gidroizolyatsion qatlam qo'yilib, qatlam tagida tol to'shalgan. Marmartol qatlami pastdan namlikni tepa devorga o'tkazmaslik uchun xizmat qilish-

dan tashqari, zilzila paytida seysmik izolyatsion sirpanuvchi qatlam rolini o'taydi.

Qadim o'tmishdan tabiiy zilzilani to'xtatish yoki uning sodir bo'lishini boshqarishga kuchi yetmasligini tushunib yetgan quruvchi va me'morlar bunday ofatga qarshi alohida kurash choralarini qurish bilan bino yoki inshootlarni buzilishdan saqlab qolish mumkinligini anglaganlar. Bunday antiseysmik choralar qatorida yuqorida keltirilganlardan tashqari, qurilish materiallarining xususiyatlaridan maksimal darajada foydalanish asosiy maqsad qilib qo'yilgan, ajdodlarimiz uning uddasidan chiqq olganlar. Ota-bobolarimiz qurilish materiallarining elastiklik xususiyatlarini bino va inshootlar seysmik mustahkamligini oshirishning garovi deb bilganlar. Buning natijasi o'laroq binokorlikda qurilish qorishmasi sifatida ganch va loydan foydalanish keng tus oldi hamda loy "yostiq"qa joylashtirilgan poydevorlar, bino sokol qismida ekan¹ va qamishdan tayyorlangan antiseysmik tadbirlar, alohida xususiyatli konstruksiyalar vujudga keldi (bularga batafsil to'xtalib o'tamiz).



61-rasm. Islomxo'ja minorasining sxematik ko'rinishi.

Hozirgi alebstrlar paydo bo'lmasdan ancha ilgari O'rta Osiyo-da g'ishtlarni (pishiq g'ishtlarni) terishda bog'lovchi material-

¹ ko'llarda o'sadigan namlikni o'tkazmaydigan, namlikdan chirimaydigan o'simlik.

ganchdan foydalanish o'lkasida qurilishda alohida davrni ochib berdi. Bino va inshootlarning mas'ulligi yuqori bo'lgan qismlarida (gumbaz va shu kabilar) ganch, qolgan qismlarida g'isht terishda maxsus ishlov berilgan loy qorishmalar ishlatilgan.

Bunday oqilona yechimlar yana bir bor o'tmishdagi quruvchilar aql-idrokidan dalolatdir. Ayniqsa, yuqori namlikda ishlatiladigan inshootlarda barpo etilgan suv inshootlari konstruksiyalarida suvga va muhitning boshqa agressiv ta'sirlariga turg'un bo'lgan kirlar (o'rta maxsus qorishma)dan foydalanilgan.

Kir qorishmasi g'isht terishda kamroq ishlatilgan. Ular turli agressiv ta'sirlarga turg'unligi tufayli ko'proq o'ta noqulay sharoitlarda suvoq ishlarida ishlatilgan.

Tabiiyki, ganchning qurilish xususiyatlari unga qo'yilgan barcha talablar, ayniqsa, antiseysmik talablarni to'liq bajarmay qolgan. Ba'zida ularning ya'ni qorishmalarning elastik yoki boshqa xossalari oshirganlar.

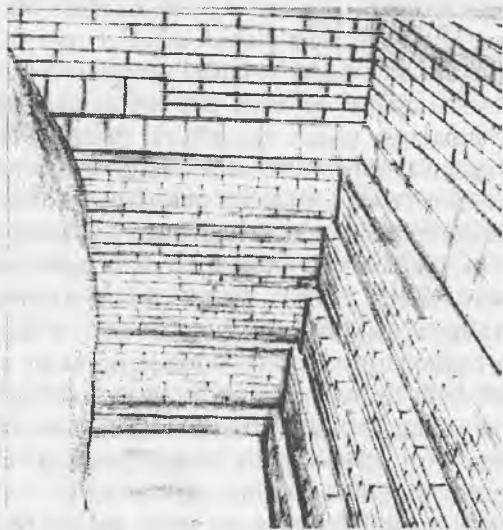
Masalan, minoralar qurilishida ishlatiladigan qorishmalarga sut, ba'zi hollarda tuya qaymog'i "suzma" aralashtirib qorishma mustahkamligini oshirganlar.

Bundan tashqari, ganch qorishmasiga sirach qo'shish orqali, uning mustahkamligi va elastiklik xossalarini pasaytirmagan holda uning suv va muhitning boshqa agressiv ta'siriga turg'unligini oshirishga hamda qorishma qotish muddatining uzayishiga erishganlar. (Sirach sarg'imtir rangli kukun bo'lib, tog' va adirlarda o'sadigan shu nomli, piyozgullilar guruhiga kiruvchi o'simlik ildizidan tayyorlanadi).

O'tmishda binokorlar qurilish qorishmalari elastik va qayish-qoqlik xossalarining g'isht terimi konstruksiyasi seysmik mustahkamligini ta'minlashdagi o'rnini to'g'ri baholay bilganlar. G'isht devorning tepasidan pastga qarab xususiy og'irliklardan vujudga keladigan vertikal kuchning ortib borishini hamda zilzila paytida seysmik kuch konstruksiya vazniga proporsionalligini hisobga olib, gorizontaal choklarda qorishma qalinligi ham devor balandligi bo'ylab birday belgilanmagan. Odatda, bino devorining pastki qismida qorishma qalinligi kattaroq (taxminan 5 sm qalinlikda) belgilanib, devor balandligi ortgan sayin, qorishma qalinligini kamaytirib borganlar. Bu bilan g'isht-qorishma sistemasining elastik xususiyatini oshirishga erishganlar. Shuning uchun ham ko'pgina hollarda

Poydevorlar balandligi yer sirtiga yetganda, poydevor va bino sokoli orasiga uncha qalin bo'lmagan loy qorishmasida yoki toza tuproqning o'zidan binoning butun perimetri bo'ylab, bir qator g'isht terilgan. Bu ham qadimiy me'mor va quruvchilarning anti-seysmik tadbirlardan biri bo'lgan.

Ma'lumki, zilzila sodir bo'lganda vujudga keladigan seysmik kuchlarining gorizontal tashkil etuvchilari poydevorni bino tagidan surib chiqarishga intiladi. Binoning ostki qismi (poydevor) va ustki qismi sokol devori bilan mahkam bog'lanmagan g'isht qatlami poydevor va sokolning zilzila paytida bir-biriga nisbatan siljish imkonini beradi. Natijada, poydevorda vujudga kelgan seysmik zo'riqishlar binoning yuqori qismlariga uzatilmaydi. Bu esa, o'z navbatida, bino yuqori qismlari seysmik zo'riqqan holatining ortib ketmasligiga sabab bo'ladi.



62-rasm. Binolar poydevorining ko'rinishi.

O'tmishda ota-bobolarimizning bino va inshootlardagi qo'llagan antiseysmik tadbirlari majmuining mantiqan eng rivojlangan hamda bugungi kungacha hech qanday o'zgartirilmasdan shundayligicha qo'llanilayotgan qismi bino va inshootlar seysmik mustahkamligini oshirishda qamish va ekan qatlamlaridan foydalanishdir.

Qamish va ekan qatlami binolarning sokol qismiga yotqizilgan. Sokolning yer sirtidagi qismida yerdan ma'lum bir balandlikda tekis qilib qorishma yoyilgandan keyin, uning ustiga, taxminan 5-10 sm qalinlikda, devor tekisligiga perpendikular yo'nalashda qamish (va ekan) bostirilgan. Qamish va ekan uzunligi devor eniga nisbatan, taxminan 2-5 sm uzunroq qilib, tayyorlangan. Qamish qatlami ustidan qorishma to'shalib, uning ustidan g'isht terilgan (63-rasm).

Ba'zi adabiyotlarda bunday qamish qatlamlari vaqt o'tishi bilan ezilib qolishi va ular samara bermasligi haqida yozilgan.

Ammo bugungacha saqlangan qadimgi binolarda ishlatilgan qamish qatlamlarini o'rganish, ushbu qatlamlar cho'kkani, ammo sinib pachoqlanib ketmaginini ko'rsatdi. Qamish qatlami yer sirtidan ma'lum balandlikda joylashganligi tufayli, unga hamma vaqt havo tegib turgan va bu hol uni chirishdan saqlagan. Albatta, qamish qatlamining yer sirtidan balandligi kamroq belgilanib, qatlam vaqt o'tish bilan tuproq tagida qolib ketsa yoki siyrak joylashtirilgan bo'lsa, qurilish ishlari sifatsiz olib borilgan hollarda qamish qatlami chirib ko'zlangan maqsadga erishilmagan. Bunday hollarda bino mustahkamligiga putur etib uning "umri" qisqargan.



63-rasm. Binolar poydevorida qamish qatlamidan foydalanish.

Zilzila sodir bo'lganda bino va inshootlarning seysmik ta'sir natijasida tebranma harakati jarayonini ko'rib chiqsak.

Ma'lumki, zilzila chog'ida giposentrdan hamma tomonga seysmik to'liqlar tarqaladi. Bino va inshootlar seysmik to'liqlari ta'si-

ridan fazoviy tebranma harakat, ya'ni u vertikal tekislikda vertikal o'q bo'ylab, gorizontal tekislikda ikkita o'q bo'ylab tebranma harakat qiladi.

Seysmik kuchdan vertikal tashkil etuvchisi ta'sirida yoki inshoot barcha konstruksiyalari pastdan yuqoriga qarab yo'nalgan o'q bo'ylab tebranma harakat qiladi. Bundan vertikal seysmik ta'siridan seysmik to'lqin grunt dan dastlab plastik loy qatlamiga uriladi. Plastik loy seysmik to'lqinlarining ancha qismini yutush xususiyatiga ega bo'lganligi tufayli u seysmik to'lqinlar intensivligini susaytiradi. Bu hol ikkinchidan poydevor seysmik ta'siridan tosh asoslarida kuzatiladigan kuchlanish konstruksiya to'planishidan asraydi. Uchinchidan grunt tebranishining yuqori chastotali qismini so'ndiradi. Ma'lumki, yuqori chastotali tebranishlar qattiq bino va inshootlar uchun xavflidir. Poydevordagi pastki qorishmalar ham xuddi shunday xususiyatga ega bo'lganligi tufayli, ulardan o'tishda vertikal seysmik to'lqin intensivligi yanada pasayadi. Binoning sokol qismida joylashtirilgan qamish qatlami amortizator vazifasini bajaradi. Ma'lumki, amortizator to'lqin ta'sirini yuqoriga to'laligicha o'tkazmaydi. Elastikligi g'ishtdan yuqori bo'lgani tufayli, to'lqin qamishdan o'tganda uning ta'siri ancha qirqiladi. Seysmik to'lqin butun devor bo'ylab elastik ganch qorishmasidan o'tgan sayin ancha so'nadi. Ko'rinib turibdiki, ushbu qurilish materiallarining barcha seysmik ta'siri vertikal tashkil etuvchisining keskin pasayishiga olib kelar ekan.

Bilamizki, bino va inshootlar uchun zilzila paytida seysmik ta'sirning gorizontal tashkil etuvchisi ancha xavfli hisoblanadi. Seysmik kuchning bunday tashkil etuvchisi bino yoki inshoot poydevoriga grunt orqali gorizontal yo'nalishda ta'sir qilib, poydevorni bino ostidan surib chiqarishga intiladi.

Binoning poydevor va sokol qismlari tutashuv joyiga qum bilan tuproqdan teriladigan qorishma qatlami to'shalgan. Undan tepada qamish qatlami bor. Bu ikkala qatlam tufayli, grunt orqali poydevorga ta'sir qiluvchi gorizontal kuchga bino kam qarshilik ko'rsatadi. Qamish qatlami esa binoning pastki va yuqorigi qismlarining bir-biriga nisbatan siljish imkonini beradi. Bu hol binoga ta'sir qiluvchi gorizontal seysmik kuch qiymatini keskin kamaytiradi.

Bundan tashqari, yuqoridagi antiseysmik tadbirlarning qo'llanilishi bino yoki inshootni gorizontal yo'nalishda rezonansga olib keluvchi xavfli holatdan qutqarib qoladi. Qamish qatlamining yana

bir afzalligi gorizontal yo'nalishdagi tebranma harakat energiya-sining katta miqdorda tarqalishiga olib kelishidir. Gorizontal seysmik kuch kamayishi siljish va egilish kuchlanishlari qiymatining pasayishga olib keladi.

Oldin aytganimizdek, o'tmishda me'mor va quruvchilar tomyopma va orayopma konstruksiyalari sifatida yupqa devorli arxitekturaviy shakllardan foydalanganlar. Bu bilan ular konstruksiyalar xususiy og'irliklari va albatta, zilzila paytidagi seysmik (inersion) kuchlarni kamaytirishga erishganlar.

Ma'lumki, konstruksiyalarda tashqi kuchlardan vujudga keluvchi eng xavfli ta'sir — bu eguvchi momentdir. Bugungacha saqlangan me'moriy obidalarni konstruktiv nuqtai nazardan tahlil qilar ekanmiz, o'tmishda me'mor va quruvchilar bunday xavfdan qutilish imkonini topganlar. Buning uchun ular arka konstruksiyasidan foydalanganlar. Arkalar oddiy balkalarga nisbatan katta yuk ko'tarish qobiliyati bilan birgalikda yuqori bikrlikka ega bo'lgan konstruksiyalardir.

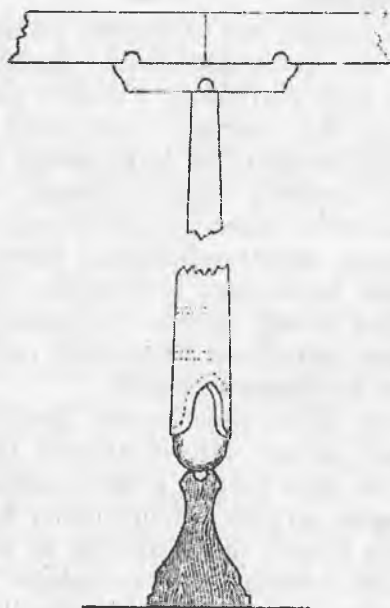
O'tmishda ota-bobolarimiz tomyopma konstruksiyalari uchun kubba va gumbaz kabi konstruksiyalaridan foydalanish orqali ham zilzila paytida eng xavfli gravitatsion kuchlarni kamayтира olganlar. Kubba va gumbazlar bir vaqtning o'zida xuddi imorat devorlari kabi, yuk ko'taruvchi hamda to'siq funksiyalarini bajaradilar.

Katta prolotli binolarda oddiy gumbazga nisbatan mustahkamligi va bikrligi ancha yuqori bo'lgan qovurg'ali gumbazlardan foydalanilgan. Bunday konstruksiyalarning asosiy xususiyatlaridan biri, yirik o'lchamli, tayanchdan konstruksiya cho'qqisigacha davom etadigan qovurg'alaridir. Ayniqsa, bu konstruksiyalardan seysmik aktivligi yuqori hududlarda foydalanish imorat seymik mustahkamligini keskin oshirishini ko'rsatadi.

XV asrga kelib diyorimizda binolar qurilishida kesishuvchi arkalardan tuzilgan qurilma fazoviy-tektonik tizimlardan foydalanila boshlandi. Bu bilan binolar seysmik mustahkamligini oshirishga muhim qadam qo'yildi, chunki ushbu konstruksiyalar ol-dingilariga nisbatan fazoviy mustahkamligi va bikrligining keskin kattaligi bilan ajralib turadilar. Bundan tashqari, ushbu konstruksiyalar o'zining yuqori yuk ko'tarish qobiliyati bilan hamda ularning yuk ko'tarish qobiliyatidan maksimal foydalanish imkoniyati bilan xarakterlidir.

O'tmishda me'mor va quruvchilar zilzila paytida seysmik kuchlarni kamaytirish maqsadida, bino va inshootlar qurilishida xususiy vazni yengil materiallardan foydalanishga harakat qilganlar. Shuning uchun ham tanqisligiga qaramasdan ko'p qurilish afzalliklariga ega bo'lgan yog'och bino va inshootlar qurilishida ular keng ko'lamda ishlatilgan. Ayniqsa, ustun va shu kabi alohida turuvchi konstruksiyalarda tosh materialining qo'llanmaganligini alohida qayd qilish lozim.

Tosh va g'isht ustunlarining seysmik ustuvorligi yetarli emasligi sababli, bu o'rinda faqat yog'och ustunlar ishlatilgan. Chunki yog'och materialining xususiy og'irligi kamligi va boshqa qator afzalliklari tufayli orayopma va tomyopma konstruksiyalarida ustun va karkas tizimiga sodda sharnirli bog'lanish imkoniyati mavjud. Ustunlarning ostki (pastki) qismi esa ensizroq qilib tosh yoki yog'och asosga o'rnatilgan (64-rasm).



64-rasm. Yog'och ustunlarning balka ostki elementiga mahkamlanish sxemasi.

Shunday qilib, o'tmishdagi me'mor va quruvchilarning asosiy maqsadi, bino va inshootlarga yetarli darajadagi mustahkamlik va ustuvorlik ta'minlashdan iborat bo'lgan. Ular yaratgan qurilish usullari aniq fan yutuqlariga asoslangan bo'lib, davrining estetik talablari darajasida amaliyotda qo'llanilgan.

Har bir me'morning takrorlanmas arxitekturaviy asari uning o'ziga xos husnixati (dastxati), arxitekturaviy-badiiy madaniyati, estetik dunyoqarashi va chuqur bilim darajasining intiqosidir.

Har bir davrga mansub me'moriy loyihalash saviyasi, o'tmishda har bir shogird ustozining usulini, albatta, rivojlantirganidan, me'morlar matematika fanini chuqur bilgani va o'sha davr texnik rivojlanish darajasidan dalolat beradi.

Me'mor va quruvchilar an'anaviy me'morchilikdan chiqmaganidek, har bir me'mor ustozlarining usullarini muayyan darajada rivojlantirgan. Shuning uchun yaratilgan me'morchilik asarlarida ularning uslubi va badiiy g'oyalari birligi namoyon bo'lgan.

V bob. SEYSMIK MUSTAHKAM BINOLARNI LOYIHALASH

5.1-§. Seysmik mustahkam binolarni loyihalashning umumiy qoidalari

Qurilish me'yor va qoidalariga (QMQ) asosan, seysmik mustahkam inshootlarni loyihalash quyidagi ketma-ketlikda olib boriladi:

1) loyihalalanayotgan obyekt qurilajak uchastkasi hisobiy seysmikligi aniqlanadi;

2) inshootning gorizontal yo'nalishdagi kuchlarni effektiv qabul qiladigan konstruktiv sxemasi hamda hajmiy-rejaviy yechimi qabul qilinadi;

3) konstruksiyalar asosiy va qo'shimcha kuchlar ta'siriga hisoblanadi hamda ular kesimi tanlanadi;

4) mos ravishda inshoot hisoblash sxemasi qabul qilinadi, uning dinamik xarakteristikalari aniqlanadi. Inshoot ilgari tanlanma va sodir bo'lishi mumkin bo'lgan buramali tebranma harakatini belgilovchi dinamik xususiyatlari tahlil qilinadi;

5) inshootga hamda uning alohida elementlariga ta'sir qiluvchi hisobiy seysmik kuch hisoblanadi;

6) konstruksiyalarda seysmik zo'riqishlarning hisobiy qiymati aniqlanadi;

7) konstruksiya va elementlarning asosiy va seysmik kuchlar (eng yomon variantda) ta'siridagi yuk ko'tarish qobiliyati tekshiriladi.

Ko'pchilik bino va inshootlar uchun asosiy xavf gorizontal yo'naluvchi seysmik kuch tomonidan bo'ladi. Shuning uchun, bino yoki inshootning har bir konstruksiya va elementi gorizontal seysmik kuch ta'siriga hisoblanishi lozim. 9 balldan yuqori seysmik aktiv mintaqalarda bino va inshootlar qurilishi tavsiya qilinmaydi. Shunday ekan, me'yorlar asosiy masalasi seysmik aktivligi 7, 8 va 9 ball bo'lgan mintaqalarda obyektlarni loyihalashdan iborat. 6 ball seysmik aktiv mintaqalarda quriladigan (obyektlar) bino va inshootlarni seysmik kuch ta'siriga hisoblash talab qilinmaydi. Lekin

6 ball seysmik aktiv mintaqalarda quriladigan bino va inshootlar umumiy rejaviy va konstruktiv yechimlari zilzilabardoshlik talablariga mos keladigan bo'lishi maqsadga muvofiqdir.

Ma'lumki, zilzila paytida bino yoki inshootlar gorizontal va vertikal yo'nalgan seysmik kuch ta'siriga duch keladilar. Agarda inshoot rejaviy yechimda nosimmetrik ravishda qabul qilinsa, ya'ni uning massa va birklik markazlari o'zaro mos kelmasa bunday inshootga burovchi moment ham ta'sir qiladi.

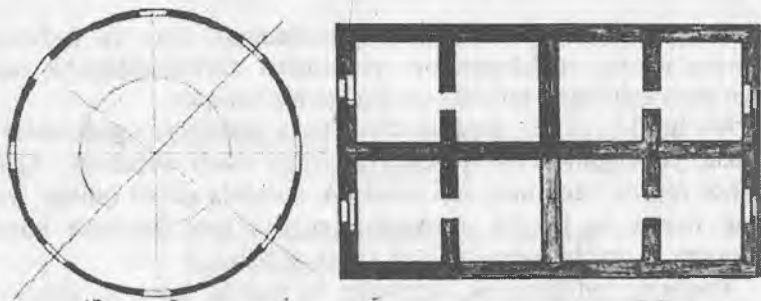
Yuqorida aytilganidek, tajribalar ko'pchilik bino va inshootlar uchun asosiy xavf gorizontal yo'naluvchi seysmik kuch tomonidan bo'lishini ko'rsatadi va bino yoki inshootning har bir konstruksiya va elementi gorizontal seysmik kuch ta'siriga hisoblanishi lozim. Bu holda seysmik kuch o'zaro perpendikular ikki yo'nalishda, eng katta va eng kichik birklik tekisliklarida ta'sir qiladi deb qaraladi.

Seysmik kuchning vertikal ta'sir etuvchisi konstruksiyalar oddiy zo'riqish deformatsiyalanish holatini faqat qiymat jihatdan o'zgartiradi. Shuning uchun ham ko'p hollarda cho'zilishga yaxshi ishlovchi vertikal elementlarni markaziy (yoki kichkina eksentritsitetli) siqilgan sharoitida, prolyoti 24 m.dan oshmagan balkalar sistemalarini mustahkamlikka hisoblashda vertikal seysmik kuchlar ta'siri hisobga olinmaydi. Ma'lumki, seysmik aktiv mintaqalarda ko'rilajak bino va inshootlarni loyihalash bosqichida alohida e'tibor konstruktiv yechim, hisob sxemasi, qurilish materiali xususiyatlariga alohida e'tibor qaratiladi.

Bundan tashqari, seysmik mustahkam binolarni loyihalashda quyidagi asosiy prinsiplarga amal qilish lozim:

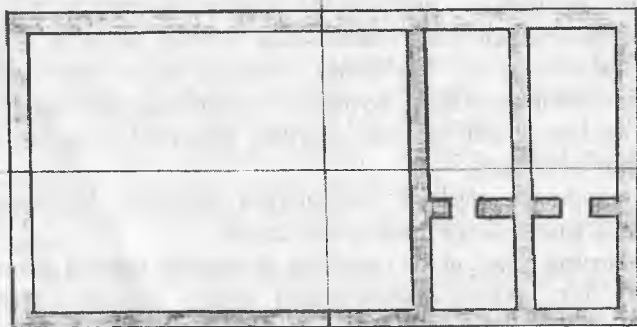
1. Binolarning rejadagi ko'rinishida simmetrik hamda massa va birkliklarning bir tekisda taqsimlanishi orqali erishish mumkin bo'lgan seysmik kuchlarning tekis taqsimlanishi prinsipi.

Bino shakli(formasi) iloji boricha sodda va mo'jaz bo'lishi kerak. Zilzila oqibatlarini o'rganish natijalari rejada aylana yoki kvadrat, kvadrat shakliga yaqin to'g'ri to'rtburchak, ya'ni tomonlarining o'lchamlari uncha farq qilmaydigan hamda bo'rtib chiqadigan qismlari bo'lmagan to'g'ri to'rtburchak binolar eng kam shikastlanganligini ko'rsatdi. Bunday binolarning devorlari va boshqa konstruktiv elementlari turli yo'nalishlarda o'zaro teng yoki biribiriga yaqin birklikka ega bo'lishi tufayli gorizontal seysmik kuchning barcha yo'nalishdagi ta'siriga bunday binolar teng qarshilik ko'rsatadi (65-rasm).



65-rasm. Zilzila paytida seysmik kuchlarning tekis taqsimlanishini ta'minlovchi bino rejasi.

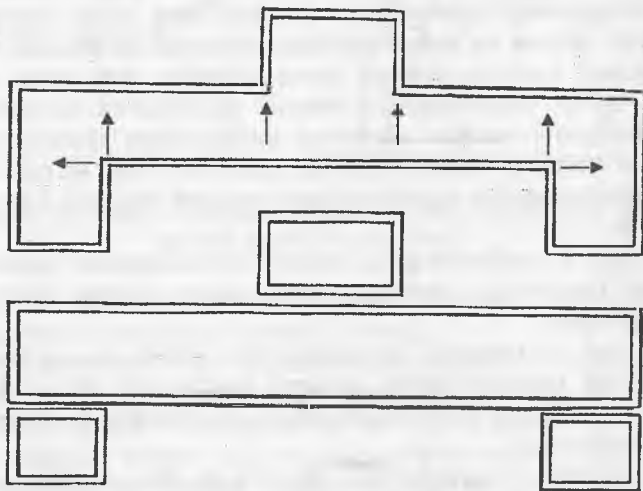
Bu shart bajarilmasa, ya'ni mahalliy yoki massalar bir tomonlama yig'ilishiga yo'l qo'yilsa, bu holda seysmik kuchlar binolar uchun xavfli burovchi momentlarni paydo qiladi. Bunga misol tariqasida quyidagi rasmdagi bino rejasini keltiramiz (66-rasm).



66-rasm. Zilzilabardoshlik talabiga javob bermaydigan nosimmetrik bino rejasi.

Binolarning ichki devorlari rejada bo'yiga yoki ko'ndalang yo'nalishda bo'lsa, ular oxirigacha davom etishi lozim. Rejada bino devori uzluksiz davom etmasa, ajralgan (uzilgan) devor zilzila paytida o'zi tutashgan devorga urilish (taran) orqali uni buzishi mumkin. Yuqorida aytganimizdek, bino loyihasi rejada mo'jaz va ichki devorlar tekis taqsimlangan hamda simmetrik joylashgan bo'lsa, konstruksiyalar (karkas ramasi) qanday bo'lishidan (monolit

yoki yig'ma) qat'i nazar, zilzila paytida bino sinxron ishlashi ta'minlanadi. Rejada shakli aylana, muntazam ko'pburchak, kvadrat (yoki shunga yaqin) yoki to'g'ri to'rtburchak shaklida bo'lganda binolar zilzila paytida rejasi murakkab binolarga nisbatan kam shikastlanishini kuzatuv natijalar tasdiqladi. Me'morchilik yoki binolarni ekspluatatsiya talablariga ko'ra, rejada sodda shakl qilish iloji bo'lmasa, bu hollarda binolarni antiseysmik choklar orqali kvadrat, to'g'ri to'rtburchak va boshqa sodda shaklli qismlarga ajratish lozim (67-rasm).



67-rasm. Zilzilabardoshlik talablariga ko'ra, murakkab shaklli binolarning sodda shaklli qismlarga ajratilishi:

a- seysmik aktiv hududlarda binolarni loyihalashda tavsiya qilinmaydigan yechim; b- binoning sodda shaklli qismlarga ajratilishi.

Binolarda antiseysmik choklar yuk ko'taruvchi juft devorlarni o'rnatish, karkas binolarda juft ramalar orqali amalga oshiriladi. Antiseysmik choklar binolarni (poydevordan tashqari) alohida-alohida qismlarga ajratadi va u butun balandlik bo'ylab qilinadi. Iqtisodiy nuqtayi nazardan poydevorda chok qilmaslik mumkin.

Antiseysmik choklarning kengligi bino balandligiga bog'liq holda tanlanadi. Antiseysmik choklar kengligi shunday tanlanadiki, bunda har bir qism zilzila paytida bir-biriga urilmasdan tebranma harakat qilishi ta'minlanmog'i lozim. Balandligi 5m gacha bo'lgan

binolarda bunday choklarning kengligi 3 sm dan kam bo'lmashligi kerak. Undan baland imoratlarda choklarning eni har 5 m dan 2 sm dan kengaytirib boriladi. Antiseysmik choklar eni ulchami ikkala qism tebranma harakatidan mumkin bo'lgan gorizontal ko'chishlar yig'indisidan kichik bo'lmashligi shart.

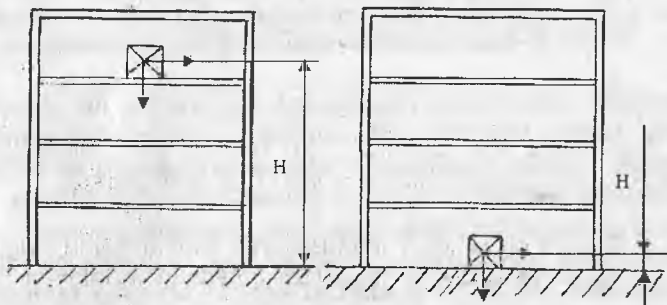
2. Agarda binoni gruntga mahkamlangan konsol deb faraz qilsak, ma'lum bo'ladiki, ko'ndalang qirquvchi kuch va gorizontal kuchlardan paydo bo'ladigan eguvchi momentning maksimal qiymati asos sathida sodir bo'ladi.

Asosda eguvchi moment hamda tino yuqori nuqtalaridagi ko'ndalang kuch qiymatlarini kuchlar teng ta'sir etuvchisining qo'yilish nuqtasi va asos o'rtasidagi masofani qisqartirish mumkin. Gorizontal kuchlar qiymati konstruksiyalar massalariga proporsional bo'lib, konstruksiyalar xususiy og'irliklarini kamaytirish orqali gorizontal kuchlar qiymatini pasaytirishga erishish mumkin. Bundan tashqari, seysmik kuchlar qiymatini yuk ko'taruvchi vertikal konstruksiyalar qayishqoqligini oshirish hisobiga ham erishish mumkin.

Seysmik kuchlarning qiymatini konstruksiyalar xususiy og'irliklarini kamaytirish hisobiga erishish uchun quyidagi shartlar bajarilmog'i lozim:

a. yuk ko'taruvchi konstruksiyalar sifatida mustahkamligi va teplotexnik xususiyatlaridan samarali foydalanish imkoni bor bo'lgan materiallardan foydalanish orqali konstruksiyalar xususiy og'irligini kamaytirish;

b. og'irliklari katta bo'lgan mashina va mexanizmlardan foydalaniladigan texnologik jarayonlarni pastki qavatlariga (iloji bo'lsa birinchi qavatga) ko'chirish, omborxona va boshqa shu kabi xonalarni birinchi qavatda joylashtirish (68-rasm).



68-rasm. Binolarda asosiy texnologik jarayonlarni va omborxonalarni birinchi pastki qavatga joylashtirish orqali seysmik ta'sirni kamaytirish.

hududlarga jamlangan. Bu hol shaharsozlikka o'z navbatida qat'iy talablar qo'yadi. Seysmik aktiv hududlarda inson hayotiga xavf e'tiborga olinib, ushbu talablarni bajarishga qaratilgan vazifalar konstruktiv hal etilishi lozim.

Shu o'rinda bino konfiguratsiyasining (hajmiy fazoviy o'lchamlarining) seysmik mustahkamlikka qanday ta'sir ko'rsatishiga qisqacha to'xtalib o'tish maqsadga muvofiqdir.

Ma'lumki, binoning hajmiy-fazoviy o'lchamlari qanchalik katta bo'lsa, uning xarakteristikalari o'zgarib boradi: narxi oshib boradi, texnologik jarayonlar soni (hajmi) ortadi, vazni ortadi va h.k. Bino o'lchamlari qanchalik kichik bo'lsa, uning vazni va tabiyyi, zilzila paytida vujudga keluvchi inersion kuchlar qiymati shuncha kichik bo'ladi. Bundan tashqari, ushbu binolar prolyotlarining o'lchami bino poli yuzasiga nisbatan ancha kichik bo'ladi va bunday sharoitda statik (dinamik) kuchlar bino fazoviy tizimini tashkil qiluvchi ko'p sonli devor konstruksiyalariga taqsimlanadi.

Bino hajmiy-fazoviy o'lchamlarining ortishi uning narxining ortishidan tashqari, bino hajmiy-rejaviy tizimini tashkil qilgan konstruksiyalar ish sharoitini murakkablashtiradi. Ko'pgina zilzilalar oqibatini o'rganishda nisbatan kichik hajmiy fazoviy o'lchamlarga ega bo'lgan binolar kam shikastlanganligi ma'lum bo'lgan.

Binoning balandligi ortishi bilan uning erkin (xususiy) tebranish davri ham ortadi. Odatda, bino erkin tebranish davrining o'zgarishi yuqori va pastki sathlarda bino reaksiyasining va unga mos ravishda zo'riqishlarning o'zgarishiga olib keladi. Ma'lumki, zilzila dominant tebranish davri o'choq atrofi geologik sharoitiga bog'liq bo'lib, u 0,1–2 sek davom etadi. Bino balandligining (mos ravishda tebranish davrining ham) ortishi, uni zilzila dominant tebranish davridan uzoqlashtiradi.

Bu degani, muammolar shu yo'sinda bartaraf qilinadi degani emas. Ko'pgina mutaxassislarning fikricha, binolar seysmik mustahkamligi nuqtai nazaridan ular qavatlar soni 15 qavatdan oshmagani maqsadga muvofiq. (Binolar balandligining ortishi bilan zilzila paytida unga ta'sir qiluvchi ag'daruvchi zo'riqishlar ham ortadi)

Binoning zilzila paytidagi zilzilabardoshligiga uning gorizontall hajmiy fazoviy o'lchamlarining ortishi salbiy ta'sir ko'rsatadi. Agar-da binoning o'lchamlari katta bo'lsa, simmetrik va sodda ko'rinishda bo'lishidan qat'i nazar, bino seysmik to'lqin ta'siriga yaxlit butun jismdek qarshilik ko'rsata olmaydi. Shuning uchun ham me'yoriy hujjatlarda binolar o'lchamlarining chegaraviy qiymatlari keltirilgan.

Zilzilabardosh bino konstruksiyalarini loyihalashda uning geometrik o'lchamlaridan ko'ra bino tizimida geometrik proporsiyaga e'tibor qaratish muhimroqdir. Biror me'moriy yechimga kelishda bino uzunligining eniga nisbati ahamiyatlidir, uzaytirilgan shakl binolar uchun maqsadga muvofiq emas.

Binolarning zilzila paytidagi zilzilabardoshligini ta'minlashda binoning konstruktiv yechimi (rejaviy zichligi) muhim omil hisoblanadi.

Me'morchilik tarixidan ma'lumki, o'tmishda bino va inshootlarning yuk ko'tarish negizini tashkil qilgan element va konstruksiyalar soni va o'lchamlari bugungi bino va inshootlarnikidan aytarli darajada ko'pligi bilan xarakterlanadi. Vaqt o'tishi bilan konstruktiv hisoblash uslubiyatining takomillashuvi, binolar yuk ko'tarish negizini tashkil qilgan elementlar o'lchamlari va ular sonini kamaytirishga qaratilgan estetik talablar darajasi o'laroq binolar yuk ko'tarish negizi hozirgi holatga yetib keldi.

Ko'pgina hollarda estetik qabul qilish zilzilabardosh loyihalash talablariga zid bo'lib qoladi. Binolar konstruktiv yechimi yoki reja zichligi deganda vertikal yuk ko'taruvchi elementlar: kolonna, devor, bikrlilik bog'lanishlari yuzalari yig'indisining umumiy pol maydoniga nisbati bilan o'lchanadigan kattalik tushuniladi. Bugungi zamonaviy qurilishda barcha turdagi binolar ichida karkas binolar (kolonnalar metallardan qilingan holda) rejaviy zichligi eng kam bo'lgan loyihalar hisoblanadi.

Biroq bino balandligini texnologik jihatdan chegaralashga olib keladigan talablar alohida e'tiborga loyiq bo'lsa, keyingi talablardan biri shaharsozlikda imoratlar zichligining aytarli darajada pasayishidir. Bu zilzila oqibatlarini qisqa muddatda bartaraf qilishga yaxshi imkoniyat tug'diradi.

Ma'lumki, yangi shaharlar qurish va mavjudlarini kengaytirish, sanoat korxonalari, bino va kommunikatsiyalar joylashtirishga faqatgina favqulodda hollarda va ko'rsatilgan yerlardagina yer qonunchiligiga muvofiq, O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi qaroriga muvofiq qurilish amalga oshirilishi mumkin. Bunday katta hajmdagi tadbirlar juda katta mablag'talab bo'lgani sababli, ushbu hudud ishlab chiqarish va ijtimoiy-iqtisodiy jihatdan asoslangan bo'lishi bilan birga qator talablarni qanoatlantirishi lozim.

Har qanday hudud tanlanar ekan bunda mahalliy, gidrogeologik, texnik-iqtisodiy, sanitar-gigienik va shu kabi ko'rsatkichlar e'tiborga olinishi lozim.

Shaharsozlikda, ayniqsa, klimatik sharoit, shamol yo'nalishi hisobga olinishi muhimdir. Normal sharoitda shahar turar-joy zonasi sanoat zonasiga nisbatan shunday joylashishi lozimki, sanoat zonasidagi atmosferani zaharlash ehtimoli bo'lgan zaharli gazlarning turar-joy zonasiga yo'nalishga shamol yo'nalishi mos kelmasligi lozim. Seysmik aktiv hududlarda zilzila oqibatlari sanoat inshootlari shikastlanishi natijasida atrof-muhitning zaharlanishi sharoitini vujudga keltirishi xavfining oldini olishda shamolning esish yo'nalishi o'ta muhim omillardan biridir.

Muhim omillardan yana biri relyefdir.

Zilzila paytida bino va inshootlarga bo'ladigan seysmik ta'sir effekti maydon tabiiy joyning relyefiga bog'liq bo'lib, bu omilni hisobga olishning shaharsozlikdagi o'rni beqiyosdir. Tabiiy relyef qiyaligi oshganda relyef murakkablashgani seysmik ta'sir intensivligining ortishiga hamda zilzila paytida suv toshqinlari: vodoprovod, kanalizatsiya shikastlanishi sababli, maydonlarning batqoqlanishiga va boshqa salbiy oqibatlarga olib kelishi mumkin.

Qurilish uchun joy tanlashda eng asosiy omillardan biri joyning muhandis-geologik sharoitidir. Maydon muhandis-geologik sharoiti bilan zilzila paytida seysmik ta'sir intensivligi orasidagi bog'liqlikka yuqorida batafsil to'xtalgandik. Ma'lumki shahar va mikrorayonlar turar-joy zonalarini joylashtirishda landshaft arxitekturasini usullaridan foydalanish samarasi, ushbu hududlarni loyihalashda sanitariya-gigienik talablarni har tomonlama hisobga olish darajasiga bog'liq bo'ladi. Ayniqsa, imorat solish orqali shamol rejimini boshqarish yoki shamol yo'liga ko'ra binolarni joylashtirish masalaning muhim tomoni hisoblanadi. Bu hol, ayniqsa, zilzila sodir bo'lgandan keyin, ushbu hududda bino va inshootlarni qayta tiklash va ta'mirlash ishlarini olib borish bosqichida muhimdir. Katta sanoat tumanlarida kimyoviy kombinatlar va boshqa ishlab chiqarish texnologiyasida avariya atrof-muhitga zaharli ta'sir qiluvchi moddalar qatnashadigan ishlab chiqarish korxonalarining zilzila oqibatida shikastlanishi yoki buzilishi natijasida atrof-muhitga va ayniqsa, insonlarga katta talofat etishi mumkin. Bunday noxush holat sodir bo'lmasligi uchun aholi turar-joy zonalarini sanoat tumanlariga nisbatan joylashtirishda yuqorida aytilgan sanitariya-gigienik talablarning bekamu-ko'st bajarilishiga erishmoq lozim. Ayniqsa, tabiiy relyefga bino va inshootlarni to'g'ri joylashtirishdan tashqari shamol esish yo'nalishi (shamol yo'li)ni to'g'ri tanlash, lozim bo'lsa shamol yo'nalishini o'zgartirish va havo zaharlanishini

neytrallash choralarini ko'rish, zilziladan keyingi binolarni tiklash davrida, ayniqsa, muhimdir.

Turarjoy tumanlarida binolarni loyihalash bosqichida insolatsiya darajasi maxsus sanitariya me'yorlari bilan belgilanadi. Ushbu hududlarda turar-joy hududlari ko'kalamzorlashtirilishi faqatgina insolatsiyaning me'yoriy davomiyligini hisobga olmasdan, balki atrof-muhitning me'yordan ortiq isib ketmasligini, ya'ni radiatsiya nuridan issiqlik kuchining kamaytirilishini hisobga olish lozim. Ayniqsa, bu hol yilning issiq kunlari zilzila sodir bo'lganda ushbu turar-joy hududidagi bakterialogik holatga birinchi darajali ta'sir ko'rsatadi.

Umuman olganda turar-joy hududlarini loyihalashda yashash va ishlash sharoitini yaxshilashga e'tibor qaratilishi va bu borada shaharsozlikning himoya tadbirlaridan foydalanishi hamda zilzila sodir bo'lgan sharoitda atrof-muhit sanitariya-gigienik holatiga kompleks yondashishni taqozo etadi.

Ko'p zilzilalar oqibatlari, zilzilalarning eng yaqin «yo'ldoshi» kuchli yong'inlar ekanini ko'rsatdi. Zilzila paytida yong'inning zararini kamaytirishning asosiy omili shaharsozlikning o'ylanib, maxsus chora(usul)laridan foydalanishdir. Muhandislik seysmologiyasi va antiseysmik qurilish sohasi mutaxassislarini zilzila oqibatlarini bartaraf qilish bosqichida emas, balki mintaqadagi qurilish bosh rejaralarini tuzish bosqichida ularni ushbu jarayonga jalb qilish maqsadga muvofiqdir.

Sanoat korxonalari, shahar va aholi turarjoy qo'rg'onlari bosh rejalari, albatta, seysmik rayonlashtirish natijalarini hisobga olgan holda ishlab chiqilishi lozim. Ayniqsa, 8 va 9 balli seysmik aktiv regionlarda yirik shahar va rivojlanayotgan sanoat zonalari bosh rejalari tuzilganda seysmik mikrorayonlashtirish natijalari albatta hisobga olinishi shart.

Odatda (me'yoriy hujjatlarda ham keltirilgan), seysmik aktivligi 9 ball va undan yuqori bo'lgan maydonlarda bino va inshootlar qurilishi tavsiya qilinmaydi. Agarda shu zonada muhim xalq xo'jalik obyektlari qurilishi zaruriyat tug'ilsa, Respublika «Davrxitek-qurilish» qo'mitasi va boshqa hukumat organlari ruxsati bilan qurilish olib borilishi mumkin. Seysmik aktivligi 9 ball bo'lgan mintaqalarda mahalliy ashyo resurslarini qayta ishlash, aholiga xizmat, mintaq uchun zarur yangi ilmiy tadqiqot va loyihalash institutlari, oliy va o'rta maxsus o'quv yurtlaridan boshqa turdagi qurilish obyektlarini cheklash tavsiya qilinadi. Bu turdagi obyektlar qu-

rilishiga, texnik-iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofikligi asoslangan taqdirda, ruxsat beriladi.

Shahardagi 8–9 balli seysmik aktiv zonalaridagi yirik massivlar, albatta, transport magistrallari yoki yashil zonalar bilan ajratilishi lozim. Bu zonalar zilzila paytida yuzaga keladigan yong'in tarqalishining oldini oladi va bu holat aholini tezda talofatsiz evakuatsiya qilish imkonini yaratadi. Agarda episentral zona shahar ichida joylashish ehtimoli bo'lsa, u holda albatta, yashil zona joylashmog'i shart.

Odamlar ko'p to'planadigan jamoat markazlari va jamoat binolari, sport inshootlari, kasalxona hamda maktab va boshqa bolar muassasalari seysmik nuqtayi nazardan qulay zonada joylashtirilishi lozim. 9 ball seysmik aktivlik zonalaridagi jamoat ovqatlanish muassasalari va oziq-ovqat bilan savdo qiluvchi markazlar, odatda, alohida turuvchi past qavatli binolarda joylashtiriladi.

Seysmik nuqtai nazardan noqulay zonada hamda grunt sharoiti yomon va yer osti suvlari sathi er sirtiga yaqin joylashgan hududlarda shunday bino va inshootlar joylashtirilishi lozimki, bunday bino va inshootlarning buzilishi (qulashi) odamlar hayotiga xavf solmasligi, qimmatbaho uskunalar buzilishi, texnologik jarayonlar to'xtab qolishi va avariya sababli ekologiya buzilishiga sababchi bo'lmasligi kerak. Sanoat korxonalari bosh rejasini ishlab chiqishda portlash xavfi bo'lgan texnologik jarayonli binolar, avariya natijasida ishlab chiqarishda qatnashuvchi xodimlar hayotiga xavf tug'lsa hamda atom elektrstansiyalari uchun seysmik nuqtayi nazardan o'ta darajada qulay sharoit tanlanishi lozim.

Turarjoy, jamoat va ishlab chiqarish binolari va inshootlari o'lchamlarining chegaraviy qiymatlari QMQ 2.01.03.96. da keltirilgan.

Seysmik aktivligi yuqori bo'lgan, grunt sharoiti va yer osti suvlari sathi yer sirtiga yaqin hududlarda sanoat korxonalarini loyihalashda gorizonttal sxemali texnologik jarayon qabul qilinishi tavsiya etiladi.

Zilzila oqibatlarini tugatiladigan davrda ishlab turishi zarur bo'lgan bino va inshootlar (energiya va suv ta'minoti sistemalari, o't o'chirish depolari, aloqa punktlari), yirik sanoat komplekslari, bir vaqtda ko'p odam to'planadigan sport inshootlari va shu kabi binolar bosh rejalarini ishlab chiqishda bosh rejaga qo'yiladigan klimatologik va seysmik nuqtayi nazardan qulay zonada bo'lishidan tashqari binolarning bir-biriga nisbatan joylashuviga alohida ahamiyat qaratilishi lozim. Ushbu bino va inshootlar joylashgan hudud

ligining yuqoriligi bilan tushuntirish mumkin. Ichki devorlarda proyemlar kamligidan, ular asosan siljishga ishlaydi (ya'ni ularda siljish deformatsiyasi sodir bo'ladi) bu vaqtning o'zida tor tashqi pardevorlarda ma'lum darajada ko'ndalang egilish ham sodir bo'ladi. Proyomsiz devorlarning siljishdagi chegaraviy qiymatlari pardevorlarning egilishidagi chegaraviy qiymatlaridan kichkina bo'lganligi shikast-lanishga sabab bo'ladi;

– qurilishdagi olib boriladigan ish sifati qanchalik past saviyada bo'lsa, zilzila paytida shikastlanish darajasi shuncha yuqori bo'ladi;

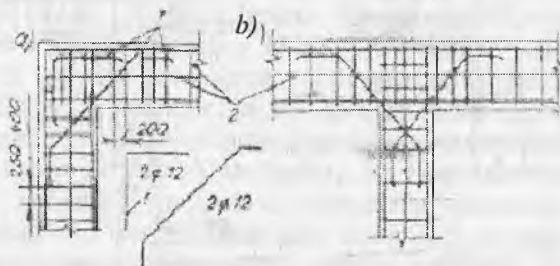
– bino statik holatida notekis cho'kishi va boshqa sabablar tufayli shikastlanishlar sodir bo'lgan binolarning seysmik mustahkamligi keskin kamayadi.

G'isht devorli binolarning seysmik mustahkamligini oshirish choralari yuqoridagi zilzilalar oqibatlarini o'rganish tufayli qabul qilingan xulosalar asosida amalga oshirilsa maqsadga muvofiq bo'ladi. Binolarni loyihalashda, birinchidan, zilzila paytida alohida konstruktiv elementlarning birgalikda ishlashini ta'minlash maqsadida ular orasidagi bog'lanishlarning kuchaytirilishi, ikkinchidan, yuk ko'taruvchi konstruksiyalarning statik hamda dinamik mustahkamligini oshirishga qaratilishi lozim.

Barcha yuk ko'taruvchi konstruksiyalar (bo'ylama va ko'ndalang devorlar, orayopma va shu kabi konstruksiyalar bir-biriga mustahkam bog'langan holda ushbu bino yoki inshoot seysmik kuchlar ta'siriga fazoviy konstruksiyalar sistemasi sifatida qarshilik ko'rsatadi. Agarda konstruksiyalar orasidagi bog'lanishlar yetarli mustahkamlikda bo'lmasa, konstruksiyalarning zilzila paytida ajralib ketishi va hatto qulashi mumkin. Binolarning fazoviy bikrligini ta'minlashda, ayniqsa, konstruksiyalarning roli muhim. Orayopma konstruksiyalari gorizontal diafragma hamda bino yuk ko'taruvchi konstruksiyalari o'rtasida seysmik kuchlarni taqsimlaydi va bino yuk ko'taruvchi konstruksiyalari orasidagi seysmik kuchlar taqsimlanishi va bino seysmik mustahkamligi orayopma konstruksiyasi bikrligiga bog'liq bo'ladi.

Yuqorida qayd qilinganidek, g'isht devorli binolarda eng nozik joylar bo'ylama va ko'ndalang devorlarning tutashuv joylari hisoblanadi. Ikki yo'nalishdagi devorlarni bir-biridan ajratuvchi yoki aksincha, intiluvchi zo'riqishlar shu joylarda to'planadi. Shuning uchun ikki yo'nalishdagi devorlarning bog'lanishini kuchaytirish maqsadida devorlarning tutashuv joylaridagi gorizontal choklarga sim to'r yotqiziladi. Sim to'rlarning uzunligi 1,5–2,0 m bo'lib, 7–8

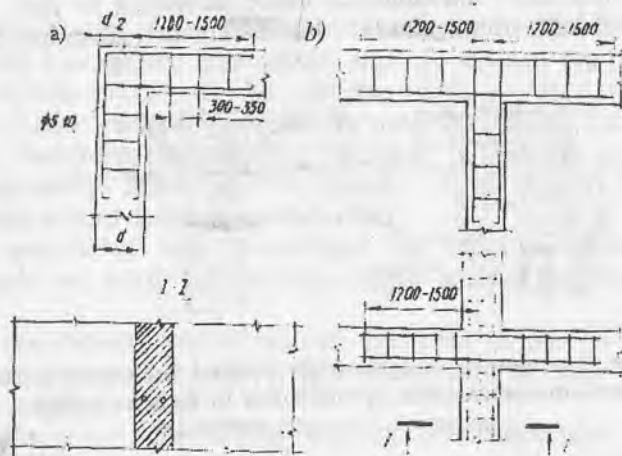
balli seysmik aktiv mintaqalarda devor balandligi bo'ylab - har 70 sm dan, 9 balli mintaqalarda - har 50 sm dan joylashtiriladi (70-rasm).



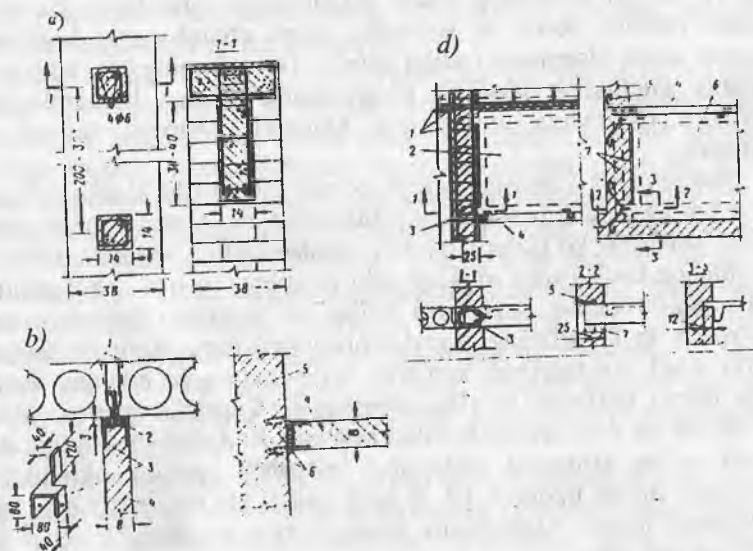
70-rasm. Bino devorlarining tutashuv joylarini armaturalar yordamida qo'shimcha mustahkamlash: a) burchaklar b) kesishuv joylari. 1-asosiy armatura, 2-montaj armaturasi.

Binolarning seysmik mustahkamligini temir-beton kamarlar ishlatish orqali oshirishni mashhur olim K.S. Zavriev taklif qilgan. Ushbu antiseysmik kamarlar sim to'rlar bilan birgalikda barcha bo'ylama va ko'ndalang (ichki va tashqi) devorlar bo'ylab o'tkaziladi va har bir qavatning ishchi balandligida yotqiziladi. Bu konstruktiv yechim devor va yopmalar bilan chambarchas bog'lanib, yagona yopiq sistemani tashkil qiladi. Devorlarning o'z tekisligida seysmik kuchlarga qarshilik ko'rsatishini, yopma konstruksiyalar bikrligini oshirishda antiseysmik kamarlar birinchi darajali rol o'ynaydi.

Antiseysmik kamarlar barcha yo'nalishda g'isht kladka (g'ishtin devor) ning bog'lanishlarini mustahkamlaydi, yoriqlar paydo bo'lishga qarshilik ko'rsatadi hamda zilzila paytida vujudga keluvchi ko'ndalang kuch (unga mos eguvchi moment) ni o'zi qabul qiladi. Antiseysmik kamar devorlarni balka va yopmalar hamda o'zaro (bo'ylama va ko'ndalang devorlar orasidagi) taran sodir bo'lishning oldini oladi. Antiseysmik kamarlar bo'ylama va ko'ndalang devorlarga butun perimetr bo'ylab yotqiziladi. Kamarlar uzunasiga har 25–40 sm da 4–6 armatura bilan bog'lanadi. Armatura sifatida A-1 klassli po'lat armatura ishlatilib, 7–8 balli seysmik aktivlikdagi zonalarda uning miqdori 10, 9 balli zonalarda esa 4–12 dan kam bo'lmasligi lozim. Antiseysmik kamar ayrim detallari 71–72 rasm-larda ko'rsatilgan.



71-rasm. Binolar bo'ylama va ko'ndalang devorlarining tutashuv joylarining armatura yordamida qo'shimcha mustahkamlanishi: a-burchaklar, b-kesishuv joylari.

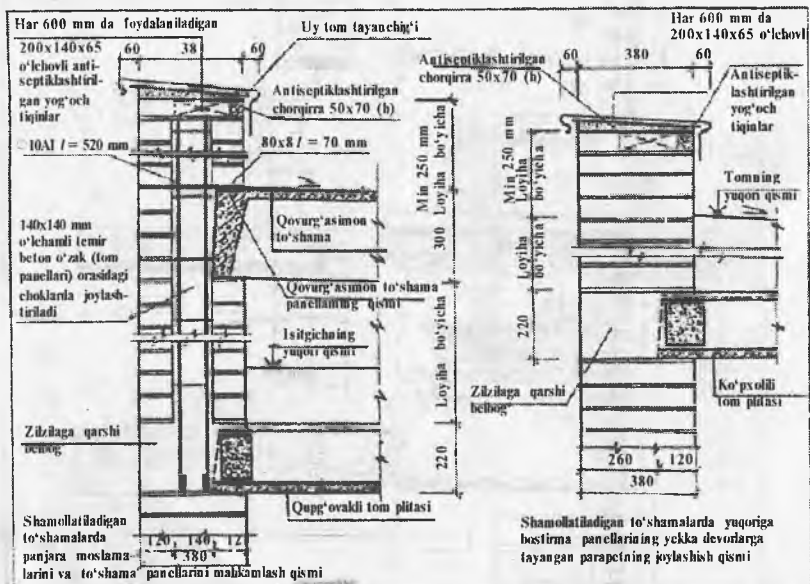


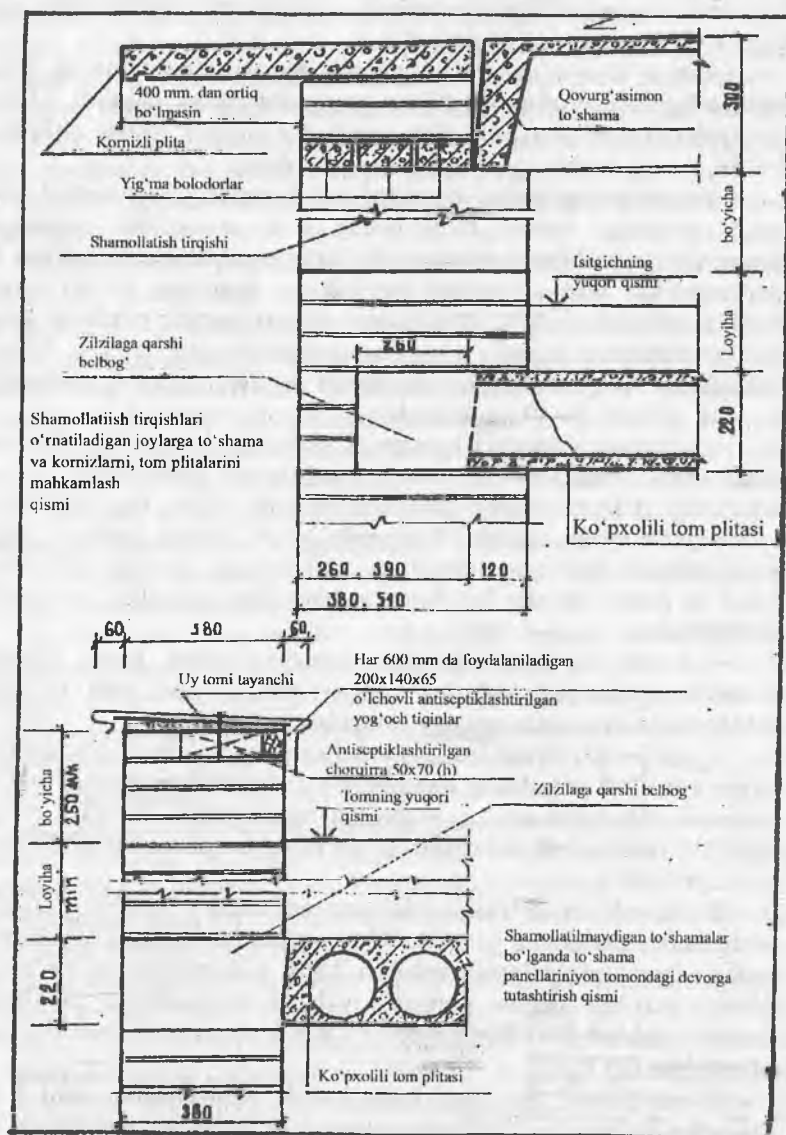
72-rasm. Antiseysmik kamarlar detallari: a-bino burchagi, b-tashqi va ichki devorlarning tutashuv joy, d-kanal o'tgan joylari; 1-asosiy armatura; 2-montaj armaturasi; 3-xomutlar; 4-qo'shimcha armaturalar.

Agarda yopma panellar monolit holda hamda barcha devorlar konturi bo'ylab qo'yilsa, u holda maxsus antiseysmik kamar qo'y-masa ham bo'ladi.

Mo'rilar va shamollatish kanali o'tishi sababli g'isht devor-larning zaiflashishini mustahkamlash maqsadida bu joyda kamarlar qo'shimcha armaturalar yordamida kuchaytiriladi (72,v-rasm).

Bino eng yuqori qavatining tomi sathida o'rnatiladigan anti-seysmik kamarlarning ustidan bosib turadigan konstruksiyalar bo'l-maganligi sababli zilzila paytida o'zining inersiyasi tufayli o'rnidan siljishi mumkin. Bunday holat sodir bo'lmasligi uchun devorning uzunasiga har 50 smda kamardan pastga (zarur joylarda yuqoriga) 25-30 sm uzunlikda armatura chiqarib qoldiriladi. Bunday armatu-ralar o'rniga shponkalardan ham foydalansa bo'ladi. Buning uchun antiseysmik kamar ostidagi devorda 14x14x30 sm o'lchamdagi chuqurcha qoldiriladi va chuqurchaga vertikal armatura joylangan-dan so'ng kamarga ham, chuqurchaga ham beton qo'yiladi (72,a-rasm).





74-rasm. Antiseysmik kamarning yuqori qavat devoriga, to'siq devorlarining tomyopma va ko'taruvchi devorlarga mahkamlanishi.

G'isht devorli binolarning qurilish hajmi kattaligi bu turdagi konstruktiv yechimdagi binolarning seysmik mustahkamligiga alohida e'tibor qaratishni taqozo qiladi.

Olimlar tomonidan g'isht devorli binolar devorlarining mustahkamligini oshirishga qaratilgan tavsiyalar ishlab chiqildi. Ushbu tavsiyalar 9 ball seysmik aktiv regionlar uchun ishlab chiqilgan bo'lib, uning asosini quyidagilar tashkil qiladi:

- binolarning tashqi devorlari pardevorlari (ikki deraza yoki eshik orasidagi devor) temir-beton yoki armog'isht aralashma (включение) si bilan kuchaytirilib, bu aralashma (включение) lar pardevorning ikkala qirralari bo'ylab va binoning butun qavati bo'ylab qilinadi. Ushbu armaturalar o'zaro hamda pardevor bilan yopiq gorizontaal xomut sterjenlar yordamida bog'lanadi. Xomut sterjenlari 5-6 armaturalardan iborat bo'lib, ularning balandlik bo'ylab qadami 30-40 sm bo'ladi;

- derazalar orasidagi kamarni ikki sathda konstruktiv kuchaytirish lozim. Pastki qismi-monolit temir-beton peremichka (deraza tepadoni) si kamar bilan umumlashtirilgan holda, tepa qismining qalinligi bir g'isht qatori o'lchamida bo'lib, beton qatlami ichiga joylashadigan bo'ylama armatura, yordamida, amalga oshiriladi. Tepa va pastki qismlar bo'ylama armaturalari xomutlar yordamida birlashtiriladi.

- ichki va tashqi devorlar armaturalanishi hisob asosida, devorlar tutashgan joylarini kuchaytirish va shu kabi yo'riqlar QMQ talablari asosida amalga oshirilish lozim;

- ma'lumki, devorlarda qo'yiladigan vertikal mo'ri va shamolatish kanallari yetarlicha seysmik mustahkamlikka ega bo'lmagan joylardir. Shuning uchun mo'ri va ventilatsion kanallar o'tgan joylarda antiseysmik kamarlar qo'shimcha armaturalar yordamida kuchaytiriladi.

Bo'lib o'tgan ko'pgina zilzilalar oqibatini o'rganish natijalari binolarning poydevor va yerto'la devorlari seysmik ta'sir paytida boshqa konstruksiyalarga nisbatan kam shikastlanishini ko'rsatdi. Ammo bu hol ushbu konstruksiyalarni loyihalashda zilzilabardoshlik talablarini e'tiborga olmaslik kerak degan noto'g'ri xulosaga olib kelmasligi kerak.

G'isht devorli binolarni loyihalashda bino qavatlar soni 5 qavatgacha bo'lganda poydevor joylashishi chuqurligi noseysmik zonada quriladigan binolarnikiday qabul qilinadi. Bo'sh (mustahkamlik ko'rsatkichlari past bo'lgan) grunt sharoitidan quriladigan bino poydevori bundan mustasno bo'lib, bunday sharoitda poy-

devor joylashishi chuqurligi qiymati oshiriladi. Noqulay grunt sharoitida quriladigan poydevor asosi gruntlari maxsus tadbirlar bajarish orqali (zichlash, gruntlarni almashtirish, himiyoviy mustahkamlash va sh.k.) mustahkamlanishi lozim. Imorat rejadan alohida qism (otcek) larga ajratilgan bo'lsa, alohida qismlar poydevorlari bir xilda chuqurlikda joylashtiriladi. Agarda relyefga muvofiq bino poydevori joylashish chuqurligini o'zgartirish lozim bo'lsa, chuqurlik o'zgarishi me'yoriy hujjatlarda keltirilgan nisbatda bajarilishi shart.

Seysmik aktiv mintaqalarda yuk ko'taruvchi devorlar ostiga lentasimon poydevorlar qurish eng to'g'ri yechim bo'ladi. O'ta cho'quvchan, to'shama va shu kabi gruntlar sharoitida quriladigan poydevorlar qo'shimcha tadbirlar bajarish hisobiga kuchaytiriladi. Agarda bino poydevori yirik bloklardan tiklansa, bunda bloklarning bir-biriga "tishlatishi" sifatli bajarilishi lozim.

Seysmik aktiv hududlarda quriladigan poydevorlarda noseysmik hududlarda qo'llaniladigan materiallardan foydalaniladi. Bunda faqat betonda to'ldirgich sifatida chaqilmagan butun silliq katta toshlardan foydalanish chegaralanadi. Ularni seysmik aktivligi 7 balli zonalarda balandligi 5 m dan oshmagan hollarda bir qavatli binolarda ishlatish mumkin.

Agarda bino konstruktiv – yechimiga asosan poydevor ustunsimon bo'lsa, u holda ularning barchasi uzluksiz temir-betondan qilingan to'sin yordamida o'zaro tutashtiriladi. G'isht devorlar ostiga qo'yiladigan gidroizolyatsion qatlam sement qorishmadan ishlanishi lozim, gidroizolatsion qatlam sifatida tol, ruberoid kabi rulonli materiallardan foydalanish mumkin emas.

Bino va inshootlarning seysmik mustahkamligi ularni seysmik kuchlar ta'siriga hisoblash ishlarining aniqlik darajasi (hamda ularning to'g'ri bajarilishi) va loyihalash ishlarining to'g'ri amalga oshirganligiga bog'liq bo'lib qolmasdan, balki qurilish-montaj ishlarining sifatiga ham bog'liqdir. Bino va inshoot loyihasi «a'lo» darajada bajarilganiga qaramay, qurilish jarayonidagi bajariladigan ishlarining sifati past darajada bo'lsa yoki texnologik jarayonlari ketma-ketligi noto'g'ri bajarilsa, bu holat bino yoki inshoot seysmik mustahkamligining pasayishiga sababchi bo'ladi. Qurilish ishlari texnologiyasi masalalarining maxsus kursda ko'rib o'tilishi sababli, ularga bu o'rinda batafsil to'xtalmaymiz.

5.4-§. Karkas binolar

Yuk ko'taruvchi negizli karkas binolar qurilishda keng tarqalgan bo'lib, ko'pgina sanoat va jamoat binolari hamda ko'p qavatli binolarda bu turdagi konstruksiyalardan foydalanish yaxshi samara bermoqda.

Kuchli zilzila oqibatlarini o'rganish, bunday hajmiy-rejaviy yechimli binolarning yetarli seysmik mustahkamlikka ega ekanini ko'rsatdi. Karkas bino seysmik mustahkamligi alohida elementlarning mustahkam bog'lanishlari orqali fazoviy konstruksiya tizimini tashkil qilish bilan ta'minlanadi.

Karkas binolarning afzalliklari planetamizning turli burchaklarida qurilish va ekspluatatsiya qilish jarayonida namoyon bo'ldi. Ayniqsa, planetamizning barcha seysmik aktiv zonalarida sodir bo'lgan zilzilalar sinovidan bu turdagi binolar muvaffaqiyatli o'tdilar.

Ma'lumki, seysmik aktiv regionlarda bir qavatli va ko'p qavatli binolar temir-beton hamda metall karkaslardan qilinadi.

Rama sistemali binolarda zilzila paytida gorizontall kuchlarni karkaslar qabul qiladi, ammo rejadagi o'lchamlari katta bo'lmay balandligi ancha yuqori bo'lgan binolar yuqori darajadagi deformatsiyalanish xususiyati bilan xarakterlanadi.

Bunday binolar uchun balandligi bo'yicha gorizontall kuchlardan paydo bo'ladigan eguvchi momentlarning balandlik bo'ylab notekis tarqalishi xarakterlidir. Bu hol karkasni yig'ma temir-betondan qilishda unifikatsiya (bixillashtirish) masalalarini qiyinlashtiradi.

Vertikal bikrlilik diafragmali rama tizimli binolarda asosiy gorizontall kuchlar yopma diskalar orqali vertikal bikrlilik elementlariga uzatiladi, gorizontall kuchlarning ma'lum qismi karkas konstruksiyasi orqali qabul qilinadi. Bunday tizimning qo'llanilishi gorizontall kuchlardan rama elementlarida paydo bo'ladigan eguvchi momentlar kamayishiga olib keladi va ular rama elementlari orasida teng taqsimlanadi.

Vertikal bikrlilik diafragmali rama, tizim karkaslarini 16 va undan baland qavatli binolarda ishlatish tavsiya qilinadi.

Seysmik aktiv hududlardagi ko'p qavatli sanoat binolarining temir-beton karkaslari yuk ko'taruvchi qilib ishlanadi. Ular bo'y-lama va ko'ndalang ramalardan hamda ko'pincha sharnirsiz bog'lanishlar ko'rinishda, odatda, yig'ma kolonna va ko'ndalang rigel-lardan tashkil topadi. Bir qavatli ishlab chiqarish binolarda yuqo-

ridagi bog'lanishlar sharnirli va qattiq bog'lanishlar shaklida qilinadi.

Binolarda diafragmalar gorizontall kuchlarni qabul qilishga mo'ljallanadi hamda ular rejada simmetrik va tekis taqsimlangan, ko'ndalang diafragmalar esa imkoniyat darajasida butun eni bo'ylab ishlanadi. Bu diafragmalar binoga butun balandlik bo'ylab qo'yiladi. Bikrlik diafragmalari sifatida zinapoya kletkalari yoki lift shaxtalari ishlatilganda proyomlar rejada simmetrik holda joylashishi ta'minlanishi lozim.

Seysmik aktiv hududlarda temir-beton karkasli binolar tiklanishi jarayoniga ko'ra: yig'ma, monolit va yig'ma - monolit turlarga ajratiladi. Bu turdagi konstruksiyalar har birining o'ziga xos ustunliklari (afzalliklari) hamda kamchiliklari mavjud bo'lib, ularga «Arxitektura», «Qurilish jarayonlari texnologiyasi» va boshqa kurslarida batafsil to'xtatilib o'tamiz. Bulardan tashqari, karkaslar tayyorlanadigan materiallariga ko'ra temir-beton va metall karkaslarga ajratiladi.

Metall karkaslar mas'uliyati yuqori bo'lgan binolarda ishlatiladi.

Ko'pqavatli rama konstruksiyali karkaslarda va birqavatli karkas binolar 8 va 9 balli aktivlikdagi hududlarda loyihalanganda tutashgan joylari zo'riqishlar kam joylarda bo'lishi ta'minlanishi kerak.

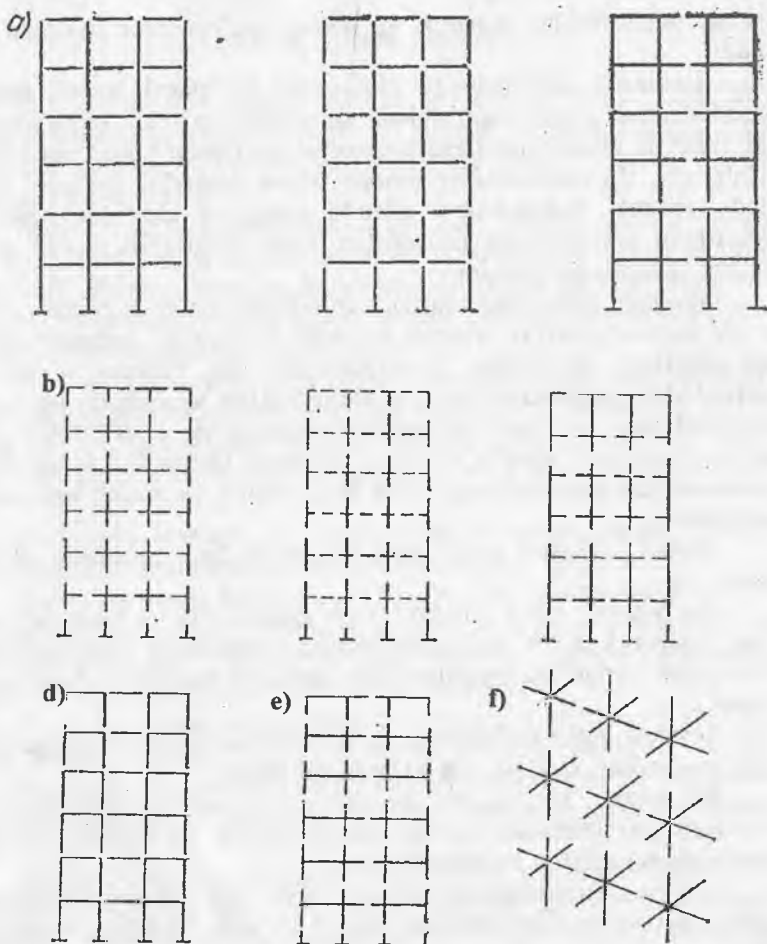
Seysmik aktiv hududlarda qo'llaniladigan konstruktiv sxemalar (yig'ma karkas) quyidagi 75-rasmda keltirilgan.

Bu yerda, karkas chiziqli elementlar ularni tayyorlash jarayonini osonlashtiradi hamda ularni tashish va yig'ma elementlarni montaj qilishni soddalashtiradi.

Karkas qirqimidagi krestitsimon va boshqa elementlar monolit temir-betonning afzalliklaridan mas'ul joylarda foydalanish muhimdir.

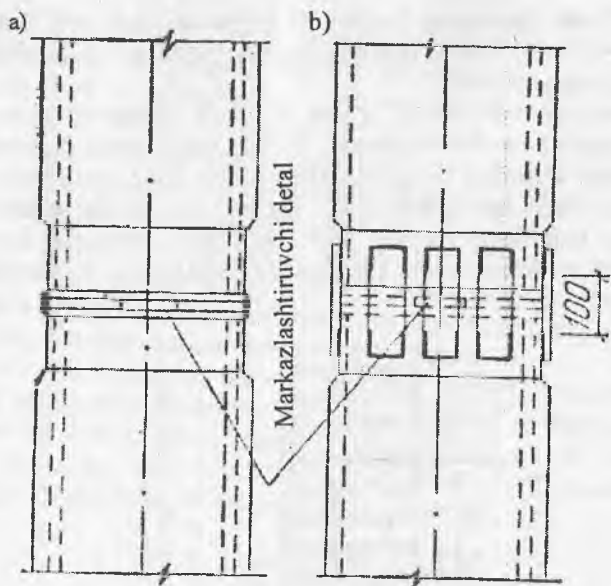
Karkaslarni alohida elementlarga ajaratishning yassi sxemasida elementlar T, P, G shakllari va krestitsimon ko'rinishlarda tayyorlanadi. P shakldagi elementlardan boshqa elementlar qavat yoki oralig'ning o'rta qismida birlashtiriladi.

Bir qavatli sanoat binolarida temir-beton ikki konsolli to'g'ri to'rtburchak kesimli kolonnalar ishlatish tavsiya qilinadi. Temir-beton karkaslarning qattiq uzal (bog'lanish) larini payvand turi yoki yopiq xomutlar bilan kuchaytirish lozim.



75-rasm. Karkas binolarning yig'ma elementlarga ajratilish sxemalari.

Prolyotlarda rama rigellari bog'lanishlarda va bo'ylama rigellari bog'lanishlarda va bo'ylama rigellar karkas ko'ndalang ramalariga yoysimon yoki vanna payvandi orqali payvandlanadi hamda payvandlangan joyi mayda to'ldirgichli betonlar bilan monolitlanadi (76-rasm).



76-rasm. Kolonnalarning turli zo'riqishlarida o'zaro bog'lanishi: a-uncha katta bo'lmagan zo'riqishlarda, b-katta qiymatli zo'riqishlarda.

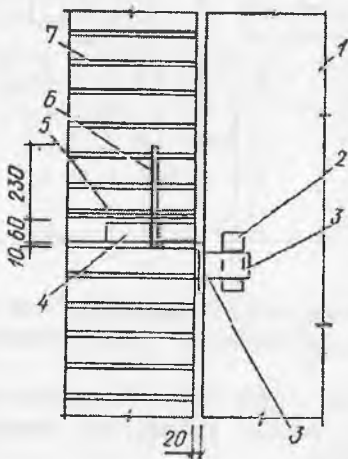
Karkas binolarda to'siq devor konstruksiyalari sifatida yengil osma panellar, o'z vaznini ko'taruvchi devorlar, g'isht va tosh to'ldirgichlar ishlatiladi.

Osma panellar lentasimon yoki qavatlararo qirqimda ishlanadi. Ularning karkasga birlashgan joylari qayishqoq holatda qilinishi lozim. Osma panellar bino konstruktiv yechimiga ko'ra, kolonna konsollariga ham tayanishi mumkin (77-rasm). Bunday konstruktiv yechim tanlanganda osma panellar shunday mustahkamlanishi zarurki, ular seysmik ta'sir paytida devorning gorizontall ko'chishga to'sqinlik qilishmasin.

Seysmik aktivligi 8 va 9 ball hududlarda karkaslarni o'z-o'zini ko'taruvchi g'isht va beton blok devorlar bilan to'ldirish maqsadga muvofiq emas, bunday holda yengil betondan ishlangan osma panellardan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Agarda konstruktiv yechimiga ko'ra karkas binolarda o'z-o'zini ko'taruvchi g'isht devorlar ishlatilganda ular maxsus choralar orqali mustahkamlanishi shart. Karkas binolarda g'isht devorlar bino qadami masofasi bilan chegaralanadi va ular karkas bilan qayishqoq bog'lanishda bo'lishi

kerak. G'isht devorning bog'lanish joylarida 7–8 balli hududlarda uzunligi 150 sm, 9 balli hududlarda esa butun devor bo'ylab armatura to'r joylashtiriladi.

O'z-o'zini ko'taruvchi g'isht va yirik blokli devorlar 7 balli hududlarda 12 m dan oshganda, 8 balli hududlarda 9 m va 9 balli hududlarda 6 m dan oshganda konstruktiv holda vertikal bo'ylama armatura bilan armaturalanishi lozim. Bu holda g'isht kladka 1-toifada bajarilishi hamda jami bo'ylama armatura ko'ndalang kesim yuzasi butun g'isht kladkasi yuzasining 0,1 % tashkil qilishi kerak.



77-rasm. Yig'ma temir-beton panellarning ustunlarga mahxkamlanishi: 1-ustun, 2, 3-mahkamlovchi detallar, 4-plastina, 5-tur, 6-anker, 7-devor.

Bunday tosh devorlar karkasga qayishqoq ankerlar yordamida mustahkamlanadi. Ushbu ankerlar ko'ndalang kesim yuzasi 7 va 8 ball seysmik aktiv hududlarda g'isht devorlarning 10 m^2 ga 1 sm^2 da va 9 balli hududlarda g'isht devorlarning ko'ndalang kesim yuzasining 10 m^2 ga 2 sm^2 dan kam bo'lmisligi lozim.

O'zini ko'taruvchi pardevorlarda vertikal bo'ylama armaturalash ko'zlangan bo'lsa, peremichkalar monolit yoki yig'ma-monolit holida qilinishi hamda kolonnalarga mahkamlanishi zarur.

Karkas binolarda to'siq devor konstruksiyalari karkasga biki holda bog'lanadi va gorizontaal kuchlar ta'siriga qarshilik ko'rsatishda boshqa elementlar bilan fazoviy ish sharoitini vujudga keltirishi lozim.

Seysmik aktivligi 7 va 8 ball bo'lgan hududlarda devorning karkasga mahkamlanadigan joyidan yuqorigi va pastki qismlari gorizontaal choklarida diametri 3–5, 5 mm ko'ndalang kesim yuzasi kamida 1 sm² bo'lgan armaturadan qilingan to'r joylashtiriladi. To'r devorning karkasga mustahkamlanish nuqtalarida har tomonga kamida 50 sm masofagacha qo'yiladi. 9 balli hududlarda esa bu to'r butun devor uzunligi bo'ylab joylashtiriladi.

Seysmik aktiv hududlarda metall karkaslardan foydalanish yaxshi iqtisodiy samara beradi. Metall konstruksiyalar yuqori darajada mustahkam hamda nisbatan yengilligi tufayli seysmik aktiv hududlarda ulardan foydalanish juda qo'l keladi.

Ammo metallarning karroziyalanishi, yuqori haroratda yuk ko'tarish qobiliyatini yo'qotishi kabi kamchiliklari mavjud. Shuning uchun ushbu turdagi konstruksiyalar ishlatilganda metall konstruksiyalar sirti o'tga chidamli hamda issiqlik o'tkazish xususiyatlari past bo'lgan materiallar bilan qoplanishi lozim.

5.5-§. Yirik panelli binolar

Yirik panelli binolar qurilish tarixi nisbatan qisqa bo'lib, ular yaqindan qurila boshlandi. 1966-yilgi Toshkent zilzilasi gacha yirik panelli binolar bevosita kuchli zilzilalar o'choqida bo'lgan emas. Birinchi marta Toshkent zilzilasi bu turdagi binolarni tabiiy sinovdan o'tkazdi. Toshkent zilzilasi, undan keyin Gazli (1976–1984-y.), Spitak (dekabr 1988-y.) va boshqa zilzilalar oqibatlarini o'rganish natijalari bunday konstruktiv yechimdagi binolar seysmik nuqtai nazardan mustahkamligini ko'rsatdi. Yirik panelli binolar konstruktiv xususiyatlaridan kelib chiqib, ushbu binolarni loyihalash tajribalariga tayangan holda, yirik panelli konstruksiyalardan seysmik aktiv mintaqalarda foydalanish seysmik mustahkamlik nuqtai nazaridan o'zini oqladi (bu yerda, faqat seysmik mustahkamlik to'g'risida muloxoza yuritilmoqda). Seysmik mustahkamlik nuqtai nazaridan yirik panelli konstruksiyalarning g'isht devorli binolardan afzalligini keltirib o'tamiz.

Avvalambor, yirik panelli konstruksiyalar yuqori darajada industrilashtirish imkoniyatiga ega bo'lganligi ular g'isht devorli binolarga nisbatan qariyb ikki marta vaznining yengilligi va shu sababli zilzila paytidagi seysmik kuchlar qiymati ancha past bo'lishi aytarli holdir. Qolaversa konstruksiyalarning zavod sharoitida tayyorlanishidan ish sifatining yaxshiligi, devor materialining mustahkamligi, yuk ko'taruvchi konstruksiyalar soddaligi va ular vaznining

rejada nisbatan tekis taqsimlanganligi ularning zilzila paytidagi seysmik-zo'riqqan holatining ancha past darajada bo'lishini ta'minlaydi.

Shu paytgacha sodir bo'lgan zilzila oqibatlarini o'rganish, yer osti portlashlari yordamida o'tkazilgan naturaviy tajriba natijalarini qayta ishlash asosida seysmik mustahkam yirik panelli binolarni loyihalash uchun quyidagi tavsiyalarni keltirish mumkin:

- yirik panelli bino seysmik mustahkamligi bo'ylama va ko'ndalang devorlar, orayopma konstruksiyalari ishtirokidagidagi fazoviy bikrligi orqali belgilanadi. Orayopma va tomyopma panellar xona o'lchamlarida bo'ylama va ko'ndalang devorlarga butun perimetr bo'ylab tayanadigan qilib loyihalanishi lozim;

- rejadagi ko'rinishi iloji boricha simmetrik bo'lishi hamda bino massasi va bikrliklarining tekis taqsimlanishiga erishish kerak. Bo'ylama va ko'ndalang devorlar bino rejasi bo'ylab uzluksiz tutashib ketgan bo'lishga erishish lozim;

- zilzila paytida poydevor chuqur joylashtirilganda seysmik tebranish tezlanishi kamayish va so'nishning ortishi kuzatiladi. Shuning uchun ko'p qavatli binolarda poydevorni taqsimlash darajada chuqurda joylashtirishi hamda yer osti qavatini yordamchi xona sifati foydalanish maqsadga muvofiq;

- poydevorlar lentasimon qilib ishlansa (monolit va yig'ma temir-beton) maqsadga muvofiq bo'ladi. Poydevorlar joylashish chuqurligi noseysmik regionlardagi kabi olinadi;

- balandligi 5 m dan ortiq binolarda poydevor yostiqlari monolit temir-betondan qilinadi. Katta kuchli va yumshoq gruntlar sharoitida poydevor yostiqlari butun perimetr bo'ylab bino ostiga yaxlit monolit temir-beton plitalar shaklida qilinadi;

- binolarning ostki devorlari poydevor yoki yerto'la devorlaridan chiqib turgan armaturalarga mahkamlanadi. Agar poydevor yig'ma bo'lsa, devor ostiga monolit temir-betondan qilingan yostiq ishlatiladi. Agar binoda yerto'la mavjud bo'lmasa, yig'ma beton bloklar, ustiga 100 mm qalinlikda yotqizilgan temir-beton kamar yordamida bir-biriga bog'lanadi;

- ichki devorlar panellari yengil yoki og'ir betondan qilinishi mumkin. Ular o'lchamlari butun xona o'lchamiga teng qilib olinadi. Ichki devorlar ponellari qalinligi hisoblash orqali belgilanadi, lekin ko'ndalang devorlar qadami 4 m gacha bo'lganda zilzilabardoshlik talablariga ko'ra me'yoriy hujjatlarda ko'rsatilgan qiymatlaridan kam bo'lmasligi kerak. Tashqi devor panellari o'lchamlari ham xona o'lchamlari bilan birday olinadi. Bu panellar konstruk-

siyalari bir qatlamli yoki uch qatlamli bo'lishi mumkin. Bir qatlamli panellar, odatda, keramzit betondan yoki yengil betonlarning tajribada sinalgan boshqa turlaridan tayyorlanadi. Devor paneli uch qatlam qilib ishlanganda uning ikki chetki qatlami temir-betondan ishlanadi, o'rta qatlami esa issiq-sovuqni yomon o'tkazadigan (mineral paxta, ko'pik beton va sh.k.) materiallardan tayyorlanadi. Uch qatlamli panellarning ichkariga qaragan temir-beton qatlami yuk ko'taruvchi qatlam hisoblanadi.

Ushbu qatlam qalinligi hisob bilan belgilanib, u og'ir betondan tayyorlanganda, seysmik aktivligi 7-8 balli mintaqalarda 8 va 9 balli zonalarda kamida 10 sm bo'lishi lozim.

Devor uch qatlamli qilib ishlanganda qatamlar temir-beton qovurg'a yordamida bog'lanadi. Odatda, ichki devorlar bir qatlamli qilib ishlanadi va ularning qalinligi 12 sm dan kam bo'lmasligi lozim.

Bu turdagi binolar yopma panellari og'ir betondan ishlanishi va ular o'lchamlari butun xona o'lchamida bo'lib, ular yaxlit holda pastki devorga butun perimetr bo'ylab tayanishi shart. Ko'ndalang devorlar qadamida katta o'lchami ($<6,5$) bo'lganda, yopma panellarni yaxlit joylashtirish qiyinchilik tug'dirishi sababli, yig'ma orayopma panellari (ko'p g'ovakli plitalar) ishlatilishi mumkin. Yaxlit orayopma yoki tomyopma plitalari tayanishi yuzasi devor panellarining qalinligiga bog'liq. Panel qalinligi 12sm, 14 sm va 16 sm bo'lsa, tayanish masofasi kamida mos ravishda 5 sm, 6 sm va 7 sm bo'lishi kerak.

Oldin aytilganidek, yirik panelli konstruksiyalar yuqori darajada industrlashganligi tufayli, konstruksiyalar tayyorlanishi ish sifati yaxshi va mustahkamligi yetarli bo'ladi. Bu turda binolar zilzila paytidagi seysmik mustahkamligi ko'p jihatdan panellar bog'lanish joylari mustahkamligiga bog'liq bo'ladi. Hozirda yirik panelli binolar devor va yopma konstruksiyalari ikki xil variantda bog'lanadi: panellar ichida qoldirilib betonlashtirilgan detallarni o'zaro payvandlash orqali bog'lash hamda konstruksiyalardagi maxsus oldindan mo'ljallangan sirtmoq va armaturalarni biriktirib monolitlash. Bunda armaturalarning ma'lum qismi devor panellaridan tashqariga chiqib turishi va ular qo'shni panel va yopma konstruksiyalar bilan mustahkam bog'lanishi lozim. Armaturalar o'zaro payvandlagich, choklar mayda to'ldirgichli (sheben) beton bilan quyiladi. Choklarda payvandlash ishlarini olib borish paytida payvandlash texnologiyasi talablari to'liq bajarilishi juda muhimdir.

Ushbu soha olimlarining ko'p yillik ilmiy izlanishlari va sodir bo'lgan zilzilalar oqibatlarini analiz qilish natijasida yirik panelli binolarning seysmik mustahkamligi quyidagi omillar bilan belgilanishini ko'rsatdi:

- konstruksiyalarda yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan materiallar (armaturalar)dan foydalanish va yengil betonlarni ishlatish zilzila paytida vujudga keladigan seysmik kuchlar qiymatini kamaytiradi;

- yetarli darajada mustahkam biriktirilgan bo'ylama va ko'ndalang yuk ko'taruvchi devorlar bino barcha elementlarining fazoviy birlikda ishlashini ta'minlaydi;

- yuk ko'taruvchi konstruksiyalarning rejada simmetrik va tekis taqsimlanishi sistema kuchlanganlik holatining murakkablashmasligi va zo'riqish konsentratsiyasining kamayishiga olib keladi;

- bino panellarining zavod sharoitida tayyorlanishi, ular mustahkamligi ko'rsatkichlarining sifati yuqori darajada bo'lishini kafil-
laydi;

- konstruksiyalarda zilzila paytida vujudga keladigan plastik deformatsiya va lokal shikastlanishlar panel konstruksiyalarida kuchlanish qayta taqsimlanishiga olib keladi va bu holda binoning to'liq qulash ehtimoli kamayadi.

VI bob. YER OSTI PORTLASHLARINING SEYSMIK TA'SIRINI BAHOLASH

6.1-§. Umumiy ma'lumotlar

Ma'lumki, xalq xo'jaligida ko'pincha gidrotexnik, sug'orish, transport inshootlari qurilishida va boshqa ko'pgina sohalarda yer osti portlashlarining energiyasidan keng ko'lamda foydalanib kelinmoqda. Bunday inshootlar qurilishida yer osti portlashlardan foydalanish iqtisodiy samara beradi. Yer osti portlashlaridan foydalananda inshootlarni qurilish davomida eng ko'p vaqt hamda mablag' sarflanadigan yer qazish ishlarini olib borish va tashish ishlarida qatnashadigan mashina va mexanizmlardan foydalanishga hojat qolmaydi. Ularning oylar davomida bajaradigan ishini qisqa vaqtda (sekundlar) yer osti portlashlari bajaradi.

Ko'p hollarda yer osti portlashlari sanoat va madaniy-maishiy binolariga yaqin uchastkalarda hamda aholi turarjoy zonalariga yaqin joylarda olib boriladi. Bunday hollarda yer osti portlashlari seysmik ta'sirini baholash va ayniqsa, doimiy portlash ishlari olib boriladigan foydali qazilma boyliklari, tosh karerlari yaqinida qurilajak bino va inshootlarni loyihalashda yer osti portlashlarining zararli seysmik ta'sirini hisobga olish lozim bo'ladi.

Yer osti portlashlarining atrof-muhitga mexanik ta'siri ko'p jihatdan tabiiy zilzilalarga o'xshash bo'ladi, ammo uning o'ziga xos spetsifik tomonlari mavjud. Yuqorida aytganimizdek, tektonik zilzilalar sodir bo'lganda giposentr (o'choq) dan yer sirti (episentr)ga bor-yo'g'i 7% energiya etib keladi. Qolgan energiya atrof-muhit gruntlari tomonidan yutiladi.

Kamuflet kimyoviy yer osti portlashlarida seysmik to'lqinlar shaklida tarqaluvchi energiya salmog'i umumiy portlash energiyasining $\approx 1,4\%$, yadro portlashlarida esa $0,2-0,3\%$ ni tashkil qiladi (kamuflet portlashlari, ya'ni portlovchi modda yer ostida portlatilganda yer sirti o'zgarishsiz qoladigan portlashlar).

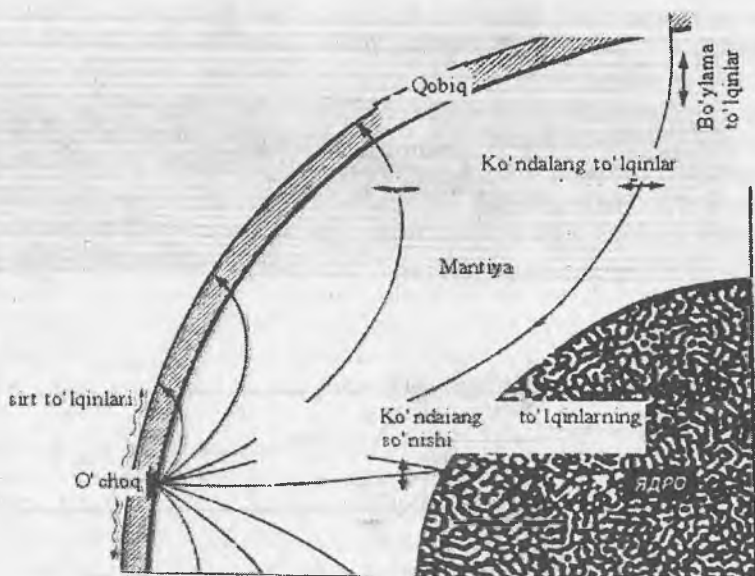
1945-yildan boshlab insoniyat yadro portlashlarini qo'lga kiritdi va o'tgan asrning 70-yillarigacha planetamizda 800 martadan

ko'p yadro portlashlari amalga oshirildi. Yadro portlashlari yer ostida amalga oshirilganda grunt (mantiya)da nihoyatda katta qiymatli bosim natijasida kuchlanishlar vujudga keladiki, bunda grunt da aytarli darajada katta amplitudali tebranishlar ham vujudga keladi.

Yadro portlashlari yuqori darajadagi "samaradorligi" bilan xarakterlanadi. Portlash samaradorligi portlovchi moddaning uskunasi umumiy og'irligiga nisbati bilan baholanadi. Oddiy kimyoviy portlovchi bomba 450 kg bo'lsa undagi portlovchi modda og'irligi ko'pi bilan 225 kg bo'ladi, ya'ni bunday bomba portlash samaradorligi 0,5 ga teng bo'ladi. Xirosima va Nagasaki shaharlariga (1945-yil avgust) tashlangan yadro bombalari ta'siri bo'yicha 20000 kimyoviy portlovchi moddaga ekvivalent edi. Ushbu bombalarning og'irliklari, taxminan $=5$ t (o'lchami $L=3$ m, $V=0,7$ m) ekanini hisobga olsak uning portlash samaradorligi 4000 ga teng ekanini bilish qiyin emas. Agarda termoyadro portlashlarining samardorligiga to'xtaladigan bo'lsak, kimyoviy portlashlarnikidan 10 mln. marta katta bo'ladi. Demak, bunday portlashlarda geometrik o'lchami juda kichkina bo'lgan joyda, qisqa muddatda (mikrosekundlarda) nihoyatda katta energiya ajralib, atrof-muhitga tarqaladi. Ushbu portlashlarning atrof-muhit gruntiga mexanik ta'sirini ko'rib chiqamiz.

Yuqorida aytganimizdek, bunday portlashlar yer ostida amalga oshirilganda juda qisqa (mikrosekundlarda) vaqtda grunt da yuqori temperatura ostida hajm kengayishi kuzatiladi, ya'ni juda katta bosim paydo bo'ladi. Bu holda portlash ichki energiyasining ma'lum qismi to'liq energiyalari shaklida (xuddi tabiiy tektonik zilzilalardek) grunt da tarqaladi. Xuddi tektonik zilzilalardek, ushbu to'liqlar planetaning barcha seysmik stansiyalarda qayd qilinishi mumkin. Planetamizdagi seysmik stansiyalarida yer osti yadro portlashlarida seysmik ta'siridan grunt tebranishlari yozuvlari tabiiy tektonik zilzilalarnikiga judayam o'xshash bo'ladi. Bugungi kunda seysmologiya fani uchun yozuvdan qayd qilingan tebranishlar tabiiy tektonik zilzila yoki bo'lmasa qayerdadir katta hajmdagi o'pirilish sodir bo'lish natijasi ekanini ajratib olish qiyinchilik tug'dirmaydi. Quyidagi 78-rasmda yer osti yadro portlashlaridan planetada tarqaluvchi to'liqlar sxematik ko'rinishda keltirilgan.

Bu yerdan ko'rinib turibdiki, yer osti portlashlarida energiya ajralib chiqishi xuddi tektonik zilzilalardagidek hajmiy, ya'ni ko'ndalang S-to'liqlarni va bo'ylama R-to'liqlarni hamda sirt to'liqlarini vujudga keltirar ekan.



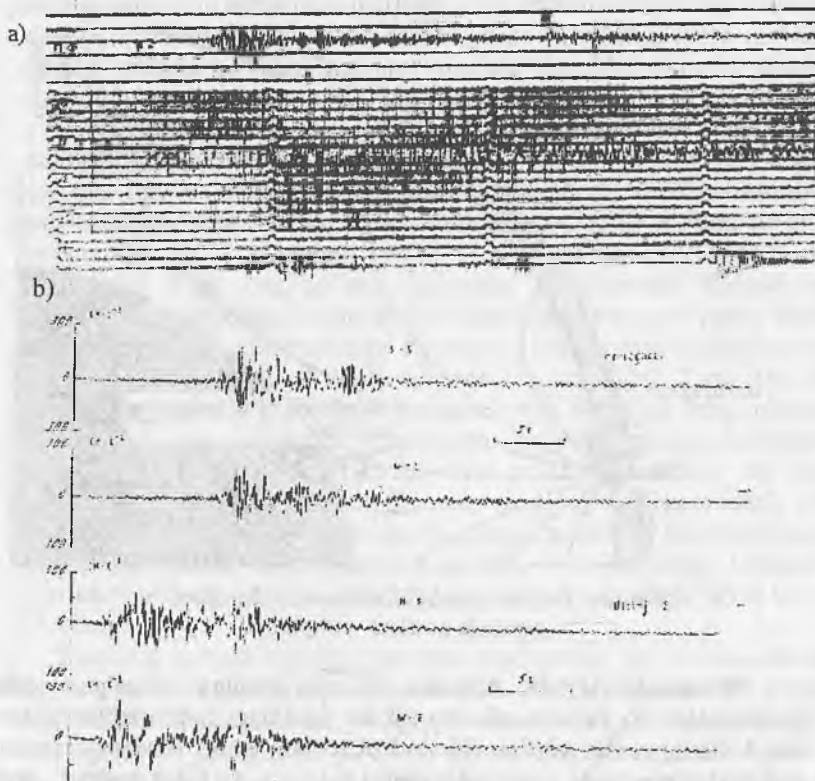
78-rasm. Yer osti portlashlaridan tarqaluvchi seysmik portlash to'liqlari.

79-rasmda AQSH, Arizona shtatida amalga oshirilgan yadro portlashlari (a) va tektonik (b) zilzila paytidagi tebranishlar yozuvlari keltirilgan. Bu yerdan ikkala holda ham grunt tebranish yozuvlari biri-biriga juda yaqin ekanligini oddiy ko'z bilan ko'rish qiyin emas.

Tabiiy tektonik zilzilalar va yer osti portlashlaridan grunt da atrof-muhitga birday seysmik to'liqlar tarqaladilar. Planetaning barcha seysmik stansiyalarida qayd qilingan grunt tebranma harakatini ifodalovchi yozuvlaridan grunt harakatining sababchisini bilish qiyin emas.

Keyingi vaqtda Yer osti portlashlari energiyasining keskin ortgani hamda tinchlik maqsadidan boshqa maqsadlarda amalga oshirilayotgan portlashlar sonining keskin ortib borayotgani grunt seysmik tebranishlari yozuvlaridan ularning sababchisini aniqlab olish zaruriyati tug'ildi. Ushbu jarayonni sodda holda tahlil qilishga harakat qilamiz.

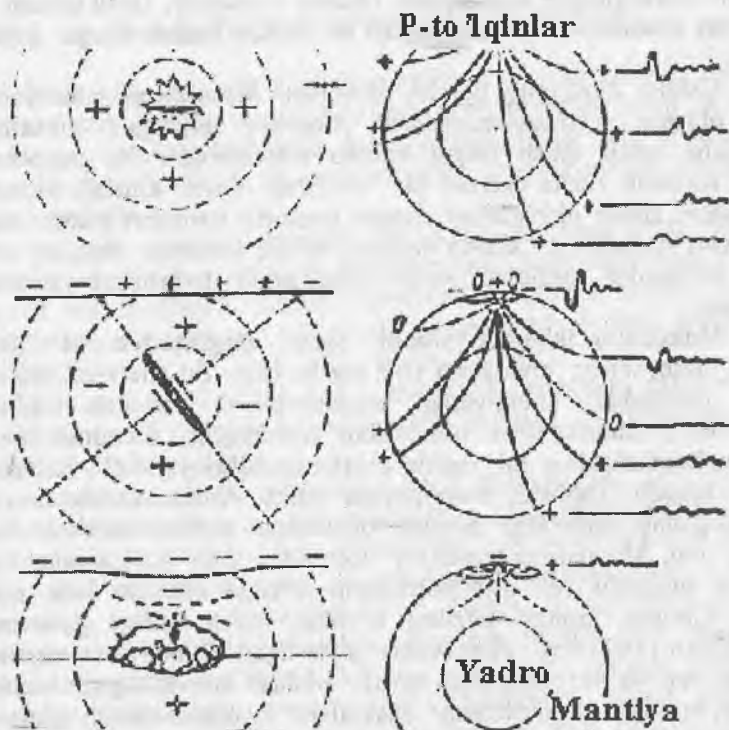
Xo'sh ushbu grunt seysmik tebranishlarining qayd qilingan yozuvlar asosida tebranish sababchisini qanday ajratish (aniqlash) mumkin? Diqqatimizni 80-rasmga qarataylik.



79-rasm. AQSH, Arizona shtatida amalga oshirilgan yadro portlashlari (a) va tektonik (b) zilzila paytidagi qayd qilingan yozuvlar.

Faraz qilaylik, planetaning qayeridadir kuchli yer osti yadro portlashlari amalga oshirilgan bo'lsin. Portlash paytida uning manbai atrofida juda qisqa fursatda gruntning zichlashish jarayoni vujudga keladi va barcha tomonlarga siqilish deformatsiyasini paydo qiluvchi seysmik to'lqinlar tarqaladi. Ushbu siqilish seysmik to'lqinlari yer sirtiga yetib kelar ekan dastlabki daqiqadayoq grunt zarralarini yuqoriga tomon harakatlantiradi. Bu holda planetaning barcha seysmik stansiyalarida seysmik priborlar plyus (+) ishorali bo'ylama to'lqinlarning yetib kelganini qayd qiladilar, ya'ni ular birinchi bo'lib siqilish to'lqinlari yetib kelganidan dalolat beradilar. Tabiiy tektonik zilzilalar o'chog'ida butunlay boshqacha jarayon

sodir bo'ladi. Bu yerda tog' jinslari bloklarining bir-biriga nisbatan keskin siljishi sodir bo'ladi, bu bir tomonda zichlashish zonasini, ikkinchi tomondan jinslarning cho'zilish zonasini vujudga keltiradi. Natijada, planeta sirtida ba'zi hududlarda gruntning yuqoriga (+ yo'nalish) harakati, ba'zi joylarda esa pastga (- yo'nalishda) harakati kuzatiladi. Bu holni seysmik priborlar aniq ko'rsatadilar. Mutaxassislar qator hisob ishlaridan keyin xaritada nodal, ya'ni nol chiziqlarini o'tkazib olish orqali turli xarakterdagi seysmik tebranishlarini aniqlaydilar.



80-rasm. Grunt-dagi seysmik tebranishlar sababchisi ajratib olishni tushuntiruvchi sxema.

Ma'lumki, 1988-yil 7-dekabrda Armanistonda Spitak zilzilasi sodir bo'ldi. Zilzila sodir bo'lgan dastlabki kundanok aholi orasida zilzila jarao'ning sun'iyligi tugrisida shubha tugildi. Ushbu jaraenning sun'iyligi tugrisidagi «mish-mish» gaplar ho-zir ham goh-gohida quloqqa chalinadi, ya'ni zilzila (tektonik) tabiiy jarao'n bulmasdan, u yer osti portlashlari-deb tushun-tirishga harakat qiladilar. Yeki boshqasida, go'yoki, tabiiy (tek-tonik) zilzilani kuchli yer osti portlashlari keltirib chiqarganmish.

Spitak zilzilasi yer sharining ko'plagan seysmologik stantsiyalarida qayd qilindi va bu seysmogrammalar ilmiy nuqtai nazaridan seysmologlar tomonidan chuqur o'rganildi, tahlil qilindi va barcha mamlakatlar seysmologlari bu borada yagona fikrga kelishgan.

Ushbu zilzilaning barcha davlatlar seysmologik stansiyalari-da olingan seysmogrammalarni yuqorida keltirilgan mexanizm buyicha tahlil qilish orqali barcha seysmologlar bu jarao'n tabiiy tektonik zilzila ekanini bir ovozdan kayd kilishdi. Bundan tashqari, zilzila okibatlarini chuqur urganish natijalari zilzila sodir bo'lgan xududda yer sirtida uzuklar, uchoq zonasida siniqlar paydo bo'lganini tasdiqladi, ya'ni zilzila sodir bulishi tabiati tabiiy bo'lgan.

Masalaning ikkinchi tomoni zilzila magnitudasi $M=7,0$ ga teng bulib, uning energiyasi 10^{22} erg bo'lgan. Bu energiya mikdorini portlashlar energiyasiga taqqoslasak, u Xirasima shahriga (1945-y.) amerikaliklar tomonidan tashlangan, taxminan yuzta atom bombalarning bir vaqtda portlatilgandagi yig'indi energiyasiga tengdir. Tabiiyki, o'sha paytda tinch Armanistonda bunday mablag'talab jarayonni amalga oshirishga siyosiy zaruriyat ham yo'q edi. Masalaning tashkiliy tomonini olib karalganda ham ushbu dahshatli yer osti portlashini amalga oshirish juda qiyin edi. Chunki, Spitak zilzilasi o'chogi, ya'ni uning gipotsentri taxminan (5+3) km. chuqurlikda joylashgan. Bunday chuqurlikka faqat yer ka'rini burgulash orqali erishish mumkinligini hisobga olsak, bunday chuqurlikdagi shaxtalarni tayorlash-qurish ishlarini aholdidan pinxona amalga oshirish judayam qiyin. (Ushbu hududda bunga imkon beruvchi keng zonalar ham mavjud emas.) Agarda bunday katta hajmdagi yer ishlari olib borilgan bo'lsa, albatta, uning «izi» qolishi lozim edi. Shuning uchun, bu xozirgi kunda oydinlashgan masaladir.

Ma'lumki, biror joyda o'pirilish sodir bo'lsa, buning ta'siridan kuchsiz zilzila vujudga keladi. Buning ta'siridan gruntda sodir bo'ladigan seysmik tebranishlar uncha uzoq bo'lmagan episentral masofalardagina seysmik pribor orqali qayd qilinadi. Grunt tebranma harakat xarakterini tahlil qilish orqali seysmolog olimlar zilzila uchogida sodir bo'lgan jarayon to'g'risida, xulosa qilishlari mumkin.

Xuddi shunday zilzila ta'siridan sodir bo'lgan grunt tebranishlarini Toshkent seysmik stansiyasi 1908-yil 30-iyunda soat 6:32 da uzoq Sibir o'lkasiga sirli Tungus meteoriti tushgan paytdagi portlashi natijasidan qayd qilgan edi.

6.2-§. Portlash seysmik ta'sirini baholash

Ma'lumki, tektonik zilzilalarning bino va inshootlarga seysmik ta'sirini baholashda asosiy baholash mezoni qilib grunt seysmik tebranma harakati tezlanishi qabul qilingan. Yer osti portlashlari seysmik ta'sirining asosiy mezoni qilib, grunt harakati tezligidan foydalaniladi.

Yer osti portlashlari sodir bo'lganda ularning atrof-muhitga ta'sirini bir necha zonalarga: yonish qozoni, buzilish zonasi, zamin grunti mayda-dispers holatda maydalanish zonasi, radial yoriqlar paydo bo'lish zonasi va elastik deformatsiyalanish zonalariga ajratiladi.

Yer osti portlashlari sodir bo'lganda, yuqorida aytilganidek, portlash energiyasining ma'lum qismi seysmik to'liqlar shaklida atrof-muhitga tarqaladi.

Xavfsizlik nuqtai nazaridan hech qachon yer osti portlash ishlari ekspluatatsiya qilinib turilgan bino yoki inshootga juda yaqin joyda amalga oshirilmaydi. Doimo yer osti portlashlarida mazkur bino yoki inshootlar elastik deformatsiya zonasida qoladi. Ya'ni bu zonadagi to'liqin xarakteriga ko'ra, elastik to'liqin yoki seysmik to'liqin deb yuritilishi mumkin. Seysmik to'liqin deb muhitning shunday elastik zo'riqqan holatiga aytiladiki, to'liqin frontining holatini belgilovchi parametrlari o'zgarishsiz qoladi. Seysmik (to'liqin) tebranishlar boshlanadigan zona portlash zaryadi 120-150 radiusi masofasidan boshlab to'g'ri keladi va portlash umumiy energiyasi miqdoriga hamda atrof-muhit grunti xossalariga bog'liq bo'ladi.

Xuddi tabiiy tektonik zilzilalar paytidagidek, yer osti portlashlaridan ham tarqaluvchi seysmik tebranishlarda hajmiy (bo'y-

lama va ko'ndalang) va sirt elastik to'liqlar kuzatiladi. Bu to'liqlar ta'siridan grunt zarralari harakat traektoriyalari va boshqa parametrlari ham zilzila paytidagidek kuzatiladi.

Bo'yama va ko'ndalang to'liqlarning muhitda tarqalish tezliklari (m/sek) mos ravishda quyidagicha bo'ladi:

$$C_p = \sqrt{\frac{Eg(1-\mu)}{10\rho(1+\mu)(1-2\mu)}};$$

$$C_s = \sqrt{\frac{Eg}{20\rho(1+\mu)}}$$

E - elastiklik moduli, Pa

g - erkin tushish tezlanishi, m/sek²

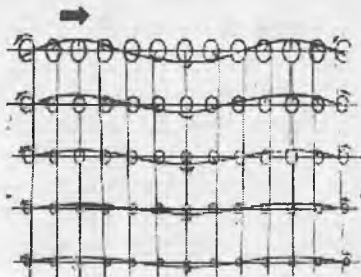
ρ - muhit (grunt) zichligi, kg/m³

μ - Puasson koeffitsiyenti

Bo'yama to'liqlarining turli gruntlarda tarqalish tezliklari yuqorida 5-jadvalda keltirilgan. Ushbu to'liqlarning suvda tarqalish tezligi 1,43 km/sek, havoda tarqalish tezligi esa 0,34 km/sek tashkil qiladi.

Ko'ndalang to'liqlarning muhitdagi tarqalish tezligi bo'yama to'liqlarnikidan $\sqrt{3}$ marta kam.

Sirt to'liqlari zamin sirti bo'ylab tarqaladi va ular turlicha bo'ladi. Ularning turi grunt zarralarining harakat traektoriyalari bilan aniqlanadi. Sirt Reley to'liqlarida grunt zarralari elliptik orbita (traektoriya) bo'ylab harakatlanadi (81-rasm).



81-rasm. Sirt Reley to'liqlari ta'siridan grunt zarralari harakati.

Reley to'liqlarining tarqalish tezligi:

$$S_R=0,92C_s$$

Lyave sirt to'liqlari qatlam-qatlam muhitlarda kuzatiladi. Bu turda sirt to'liqlari ta'siridan grunt zarralari harakati traektoriyasida vertikal tashkil qiluvchi paydo bo'lmaydi, grunt zarralari to'liq tarqalish yo'nalishga ko'ndalang yo'nalishda tebranma harakatlanadi.

Juft to'liqlar. Bu turdagi to'liqlar muhit siqilishi va siljish deformatsiyalarini keltirib chiqaruvchi harakatlari natijasida vujudga keladi. Juft to'liqlar ta'siridan grunt zarralari to'liq tarqalishi yo'nalishda harakatlanadi. Bu turdagi to'liqlar karyerlardagi kimyoviy portlashlar hamda atom bombasining yer osti portlashlarida kuzatiladi.

Gidrodinamik to'liq mavjudligi birinchi bor yer ostida atom bombasi portlashlarida namoyon bo'ldi. Bu to'liq ta'siridan grunt zarralari xuddi Reley to'liqlari ta'siridagi ellips traektoriyasi bo'ylab harakatlanadi. Ammo bu turdagi to'liq ta'siridan harakatlanganda zarralar harakat traektoriyasi-ellipsning yuqori qismidan boshlab manbadan ketish yo'nalishda davom etadi, ya'ni zarra suv to'liqida qiladigan harakatdek, kechadi. Grunt zarralari harakati, Reley to'liqini ta'siridagidek, vertikal tekislikda va to'liq tarqalish yo'nalishda sodir bo'ladi.

Portlash manbai yaqinida barcha turdagi to'liqlar oralashgan holda namoyon bo'lsa, keyinroq tarqalish tezliklaridagi farqlari tufayli to'liqlar bir-biridan ajrala boradilar. Barcha to'liqlar quyidagi ketma-ketlikda tizilgan holda gruntida tarqaladilar: avval bo'ylama to'liqlar, keyin ko'ndalang, so'ngra Reley va nihoyat Lyave to'liqlari. O'choqdan uzoqlashgan sayin to'liqlarning harakat davomiyligi ortib boradi. Barcha to'liqlar tabiatdagi mavjud qaytish, sinish va difraksiya qonunlariga bo'ysunadi.

Yer osti portlashlarida seysmik to'liqlar energiyasi umumiy portlash energiyasining elastik to'liqlarga ajralgan qismi bilan o'lchanadi. Lekin ushbu energiya portlash nuqtasidan uzoqlashgan sayin alohida turdagi to'liqlarga ajrala boradi. Portlash joyidan uzoqlashgan sayin tebranish intensivligi biror to'liq energiyasi bilan baholanadi (elastik to'liqlar umumiy energiyasi bilan emas).

Seysmik to'liq parametrlarini ifodalash maqsadida energetik va geometrik monandligi (подобие)ning quyidagi parametrlaridan foydalaniladi:

- portlash zaryadining keltirilgan massasi

$$\bar{Q} = \sqrt[3]{Q/R}$$

- keltirilgan masofa (m. $\text{kg}^{-1/3}$)

$$\bar{R} = R / \sqrt[3]{Q}$$

- tebranma harakat amplitudasi

$$A = k_1 \left(\sqrt[3]{Q/R} \right)^n$$

bu yerda, k_1 - grunt xususiyatiga va to'liq turiga bog'liq bo'lgan tajribadan olinadigan koeffitsiyent;

Q - portlash zaryad massasi, kg;

R - portlash joyidan o'lchanayotgan punktga bo'lgan masofa, m.

Grunt tebranma harakat davri (7 km gacha masofada) quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$T = K_2 \lg R$$

bu yerda, K_2 - doimiy grunt turlariga ko'ra quyidagi qiymatlarda bo'ladi:

suvg'a to'yingan gruntlar uchun $K_2 = 0,11-0,13$

strukturasi buzilgan gruntlar uchun $K_2 = 0,06 - 0,09$

mustahkamligi yuqori bo'lgan gruntlar uchun $K_2 = 0,01-0,03$

Yer osti portlashlarining seysmik ta'siri intensivligini baholashda asosiy parametr — bu seysmik to'liq ta'siridan grunt zarralari maksimal tezlik miqdoridir.

O'tgan asrning 30-yillarida M. A. Sadovskiy geometrik monandlik (подобие) asosida grunt ko'chishi tezligini aniqlash uchun quyidagi formulani taklif qildi:

$$V = K_3 \left(\sqrt[3]{Q/R} \right)^n$$

portlovchi zaryad massasini uning radiusi orqali ifodalasak

$$Q = \frac{4}{3} \pi \rho R^3$$

u holda grunt tebranish tezligini aniqlash formulasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$V = K_3 \left(\sqrt{\frac{4}{3} \pi \rho} \right)^{\gamma} \left(\frac{R_0}{R} \right)^{\gamma} = AK_3 \left(\frac{R_0}{R} \right)^{\gamma}$$

Ifodadagi γ daraja ko'rsatkichi portlash masofasiga bog'liq holda 1 dan 3 gacha qiymatga teng bo'ladi.

Koeffitsiyent, asosan grunt xususiyatlariga; zichlik, bo'ylama to'lqin tarqalish tezligi, E elastiklik moduli, portlovchi modda parametrlari hamda portlatish texnologiyasiga bog'liq holda 50-60 ga teng qiymatda bo'ladi. Odatda, ushbu koeffitsientlar konkret uchastka uchun instrumental o'lchashlar asosida aniqlanadi.

M.A. Sadovskiy ko'plagan kuzatuv natijalarini qayta ishlash natijasida portlash joyidan uzoq va o'rta masofadagi uchastkalarda grunt tebranish tezligini portlash ta'siri ko'rsatkichi orqali aniqlash formulasini taklif qilgan:

(yig'iq zaryad uchun)

$$V = \frac{200}{\sqrt[3]{f(n)}} \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^{1.5}$$

Tarqoq (yig'iq bo'lmagan) portlash zaryadi ta'siridan bo'ladi grunt tebranma harakati maksimal tezligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$V = (250 \pm 150) \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^{1.5}$$

Xalq xo'jaligida portlatish jarayonlarida ko'pincha sekinlashtirilgan portlashlardan foydalaniladi. Bunday portlashlar amalga oshirilganda seysmik ta'sir intensivligi sekinlatish vaqtiga (τ) va zaryadlar guruhlar soni (N) ga bog'liq bo'ladi. Sekinlashtirilgan portlashlarda $\tau = T/2$ vaqtdan boshlab sekinlatish vaqtining ortishi seysmik ta'sir intensivligiga ta'sir qilmaydi. Agarda $\tau > T/2$ bo'lsa, grunt tebranma harakat tezligi zaryadlar guruhlar soniga bog'liq bo'ladi.

Guruhlardagi zaryadlar massasi tahminan teng bo'lsa, grunt tebranma harakat tezligini aniqlashda quyidagi formuladan foydalanish mumkin:

$$V = \frac{K_3}{\sqrt{N}} \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^{1,5}$$

Ma'lumki, zilzila seysmik ta'sir intensivligini baholash shkalasining asosiy kriteriyi (mezoni) qilib grunt zarralarining ko'chishi miqdori, tebranma harakat tezligi va tezlanishi, seysmik to'lqinlar energiyasi zichligi kabi parametrlardan foydalaniladi.

Yer osti portlashlarining seysmik ta'sirini baholashda S.V. Medvedev tomonidan portlash jarayonidagi seysmik tebranish qisqa davomiyligi, yuqori chastotali xarakterini hisobga oluvchi seysmik shkala ishlab chiqilgan va xalq xo'jaligida qo'llanilmoqda. Shkala-laning xarakterli tomoniga quyida alohida to'xtalamiz.

6.3-§. Yer osti portlashlarining bino va inshootlarga seysmik ta'siri

Ma'lumki, tabiiy tektonik zilzilalar paytida bino va inshoot konstruksiyalariga ta'sir qiluvchi seysmik kuch qiymati tebranma harakat tezlanishiga bog'liq (пропорционал) bo'ladi. Seysmik kuch qiymati Nyuton qonuniga ko'ra, seysmik tebranma harakat tezlanishining element massasi ko'paytmasiga teng bo'ladi.

Yer osti portlashlaridan paydo bo'ladigan seysmik tebranishlarda bino yoki inshootlarda buzilish sodir bo'lishi uchun seysmik tebranishlardan konstruksiya oladigan energiyasi uning deformatsiyasi potensial energiyasiga tenglashishi yoki boshqacha aytganda, konstruksiya seysmik tebranishlardan oladigan energiyasi uning ichki "zapas" (zaxira) energiyasiga tenglashishi lozim. Bu holda harakat tezlanishi aytarli qiymatga erishmasligi ham mumkin.

Ko'pgina katta massali sanoat portlashlari seysmik ta'sirini kuzatish shuni ko'rsatganki, seysmik portlash to'lqinlari ta'sirida grunt tebranma harakati chastotasi 60 sek^{-1} , tezlanishi 100 sm/sek^2 va tebranish amplitudasi $0,27 \text{ mm}$ bo'lganda bunday seysmik ta'sir ko'pgina bino va inshootlar uchun hech qanday xavf tug'dirmaydi.

AQSH Tog' byurosi kuzatuvlari natijasi xulosalariga ko'ra, seysmik-portlash to'lqinlari ta'siridan vujudga keluvchi tebranishlar xavfsiz tezlanishlar qiymati $0,1g-1g$ atrofida bo'lib, xavfli

tezlanishlar qiymati erkin tushish tezlanish g ning qiymatidan katta bo'ladi. Bu hol har qanday kuchli tektonik zilzilalar oqibatlarini o'rganish xulosalariga qarama-qarshidir.

Bunday sharoit yer osti portlashlarining bino va inshootlarga seysmik ta'siri mexanizmi o'ziga xos tomonlarining seysmik ta'sirini baholashda, albatta, mana shu jarayonlarning o'ziga xos tomonlarini hisobga olish lozim bo'ladi.

Yer osti portlashlarida seysmik-portlash to'lqinlarining eng to'liq xarakteristikasi bu energetik xarakteristika bo'lib, ushbu parametrga seysmik to'lqinlarning bir yo'la bir necha parametri qo'shiladi. Energiyaning asosiy parametri esa - bu harakat tezligidir.

Bundan tashqari, yer osti portlashlarining seysmik ta'sirida bino yoki inshoot konstruksiyalaridagi paydo bo'ladigan kuchlanish va nisbiy deformatsiya qiymati ham tebranish tezligiga to'g'ri proporsionaldir. Shuning uchun, tebranma harakat tezligini yer osti portlashlarining asosiy xarakteristikasi qilib ishlatish qulaylik tug'diradi.

Yer osti portlashlarining seysmik ta'sirini o'rganish shuni ko'rsatadiki, bir xil konstruktiv yechimdagi birday grunt sharoitida joylashgan bino yoki inshootlarda seysmik-portlash to'lqinlari ta'siridan sodir bo'ladigan deformatsiya va buzilish jarayoni seysmik tebranish harakati tezligi ma'lum qiymatdan oshgandan so'ng sodir bo'ladi. Yuqorida aytganimizdek, portlashlarning seysmik ta'sirini baholash maqsadida seysmik shkala ishlab chiqilgan bo'lib, undagi seysmik ta'sir intensivligi (ballarda) zilzila seysmik intensivligiga mos keladi.

Yer osti portlashlarining bino va inshootlarga seysmik ta'sirini baholash muhimdir. Yer osti portlashlarining bino va inshootlarga seysmik ta'siri intensivligi inshoot xususiy tebranish davri va grunt seysmik tebranish davrining inshoot hamda inshoot tebranma harakat so'nish dekrementi xususiy tebranish davriga nisbatiga hamda inshoot tebranma harakat so'nish dekrementiga bog'liq bo'ladi.

Bino yoki inshootning xususiy tebranish davri T_0 asosiy parametrlardan hisoblanadi va u konstruksiya bikrligi va undagi massa taqsimlanishiga hamda zaminning qayishqoqligiga bog'liq bo'ladi. Bino yoki inshoot xususiy tebranish davri T ning asos grundi seysmik tebranish davri (T_0) ga nisbati inshoot seysmik tebranish intensivligini belgilaydi. Agarda $T \ll T_0$ shart bajarilsa, u holda bino yoki inshootning fazodagi holati qo'zg'almasdan qoladi. Asos grundi seysmik tebranish davri T qiymat jihatdan bino yoki inshoot

xususiy tebranish davri T ga yaqin bo'lsa, (ya'ni $T=T_0$) ushbu sistemada rezonans hodisasi sodir bo'ladi. Rezonans holatida bino yoki inshoot tebranish amplitudasi grunt amplitudasidan bir necha marta ortadi.

Seysmik-portlash to'liqlarining ta'sir qilishi vaqtining juda kichik miqdorda va yuqori chastotali xarakterda bo'lishi balandligi aytarli bo'lgan qayishqoq inshootlarga xavf tug'dirmaydi (tutun trubalari va sh.k) Temir-beton va metall konstruksiyalarning seysmik-portlash to'liqlari ta'siriga ustuvorligi eng yuqori bo'ladi.

Yer osti portlashlari seysmik ta'sirida yuqori chastota xarakterli bo'lgani tufayli u ko'pgina, masalan, fermalar ankerli bog'lanishlari, ramalar tayanch konstruksiyalari va sh.k. uchun xavf tug'diradi.

Bunday hollarda konstruksiyalarda parchinmixli bog'lanishlardan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Yer osti portlashlari seysmik ta'siri Intensivligi shkalasi

20-jadval

Seysmik tebranish xarakteristikasi	Seysmik ta'sir intensivl. (ball)	Tebranma harakat tezligi (sm/sek)
Tebranishlarni faqat maxsus priborlar sezadi	1	0, 1-0, 2
Tebranishlar ayrim hollarda mashinalarda seziladi	2	0, 2-0, 4
Tebranishlar ayrim kishilar tomonidan yoki portlash sodir bo'lishini oldindan biladigan kishilar tomonidan seziladi		
Tebranishlar ayrim kishilar tomonidan yoki portlash sodir bo'lishini oldindan biladigan kishilar tomonidan seziladi	3	0, 4-0, 8
Tebranishlar ko'pchilik tomonidan seziladi, deraza oyna (shisha)lari titraydi	4	0, 8-1, 3
Devor ohaklari to'kiladi. Binoning yuqori qismidagi detallari shikastlanadi	5	1, 5-3, 0
Bino suvoqlarida kichik yoriqlar paydo bo'ladi; oldindan deformatsiyalangan binolarda shikastlanish sodir bo'ladi	6	3-6
Konstruksiya va detallari qo'niqarli holatda bo'lgan binolarda	7	6-12

shikastlanish;suvoqlarida yoriqlar, suvoqdan parchalar ko'chib tushadi, pech va mo'rilarda kichkina yorilishlar sodir bo'ladi		
Binolarda aytarli darajada shikastlanish sodir bo'ladi: devor va yuk ko'taruvchi konstruksiyalarda yoriqlar mo'ri qulashi, suvoqlarning katta bo'laklari qulaydi	8	12-24
Binolarning buzilishi: devorlarda katta o'lchamli yoriqlar, devorlarning ayrim qismlarga bulinishi, bino ayrim qismlari qulashi kuzatiladi	9	24-48
Binolarning batamom buzilishi sodir bo'ladi	10-12	48

Yuqorida aytilganidek, bino va inshootlarning seysmik-portlash to'liqlinlari ta'siridan oladigan energiya miqdorini bilish va ayniqsa, uni oldindan baholash muhimdir.

Ko'p yillik ilmiy tadqiqot ishlari, xalq xo'jaligida olib borilgan portlashlarning seysmik ta'sirini o'rganish natijalari asosida bino va inshootlarning seysmik-portlash ta'siridagi zo'riqqan-deformatsiyalangan holatini oldindan baholash qiymatlari belgilangan. Tezlikning ushbu qiymatlarini belgilashda takroriy portlashlar bino va inshootlarda shikastlanish sodir qilmasligi yoki deformatsiyaning yig'ilishiga olib kelmasligi asosiy maqsad qilib qo'yilgan.

Bino yoki inshoot asos gruntining seysmik-portlash to'liqlinlari ta'siridagi tebranma harakati tezligi chegaraviy qiymatlari quyidagi belgilangan (suratda takrorlanuvchi ko'p sonli hamda maxrajda bir marta o'tkaziladigan portlash uchun keltirilgan, m/sek;).

Yirik panelli turar-joy binolari; aytarli baland tosh imoratlar, tarixiy va me'moriy obidalar, 1-1,5/3.

Barcha turdagi turar-joy va jamoat binolar (yirik panelli binolardan tashqari); oldindan deformatsiya-sodir bo'lgan ma'muriy-maishiy va sanoat binolari, issiqxonalar, 3/6.

Ma'muriy-maishiy va sanoat binolari, sanoat maydonchalari; baland trubalar, temir-yo'l tonnellari; transport estakadalari, 5/10.

Birqavatli karkas sanoat binolari; metall va monolit temir-beton inshootlari; gidrotexnik tonnellar, 12/24.

Yengil yog'och binolar, 5/10.

Ko'p hollarda qurilish maydoni portlash ishlari olib borilayotgan zonaga tushib qoladi va qurilishdagi beton ishlarini seysmik-portlash to'liqlinlari ta'siri ostida olib borishga to'g'ri keladi.

Ma'lumki, seysmik-portlash to'liqlari qotayotgan betonning qotish jarayoniga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Albatta, portlash ishlarini olib borish texnikaviy qo'llanmalarida ushbu salbiy ta'sirni kamaytirish tadbirlari nazarda tutilgan. Xususan, portlash ishlarini olib borish texnikaviy qoidalarida beton joylashgan vaqtdan 7 kun o'tmaguncha uchastkada portlash ishlarini olib borish ta'qiqlanadi. Joylangan betonning qotish jarayonida harakat tezligining chegaraviy qiymati quyidagi formuladan aniqlanadi (m/sek).

$$V_r = 6,7 \cdot 10^{-3} [\sigma]_j$$

$[\sigma]_j$ - betonning seysmik-portlash to'liqlari ta'sir qilgan paytdagi siqilishdagi mustahkamligi, MPa.

Umuman, portlashlarning qotayotgan betonga salbiy ta'sirini baholash, seysmik-portlash kuchsining qotayotgan betonga ta'sirini hisoblash uslubiyati murakkab bo'lib, hozirda u oxirigacha to'liq yechilmagan muammodir. Bugungi kun sharoiti ishni ilmiy-izlanish natijalari asosida ishlab chiqilgan texnikaviy qoidalar asosida tashkil qilish qurilayotgan beton inshootlari yaqinida seysmik nuqtai nazardan xavfsiz portlash ishlarini tashkil qilish imkonini beradi.

VII bob. BINOLARNI SEYSMIK HIMOYA QILISH QURILMALARI

7.1-§. Umumiy ma'lumotlar

Biz yuqorida ota-bobolarimizning binolar seysmik mustahkamligini oshirish va ularni seysmik himoya qilish usullari haqida to'xtalib o'tgandik. Ushbu antiseysmik choralar va boshqa seysmik himoya qilish usullari ota-bobolarimizning seysmik kuchlarning bino va inshootlarga ta'sir qilish fizik tabiatini hamda ularning ta'sir qilish qonuniyatini bilganliklaridan dalolat beradi. Chunki binolar zilzilabardoshligini ta'minlovchi ushbu (yuqorida keltirilgan) antiseysmik choralarni asrlar davomida tinimsiz izlanishlar, kuzatuv hamda tajriba natijalarini chuqur tahlil qilish asosida ishlab chiqish mumkin.

Yillar o'tishi bilan zilzilalar to'g'risidagi ma'lumotlar to'planib borishi bilan, ushbu ma'lumotlarning sifat jihatdan xarakteri keskin o'zgarib bordi. Ayniqsa, fizika fanidagi qo'lga kiritilgan ilmiy natijalarning bu sohaga keng ko'lamda tatbiq qilinishi zilzilaga qarshi "kurash"da insoniyatga keng imkoniyatlar ochib berdi va ularning zilzila haqidagi bilimlar hajmini yanada kengaytirdi.

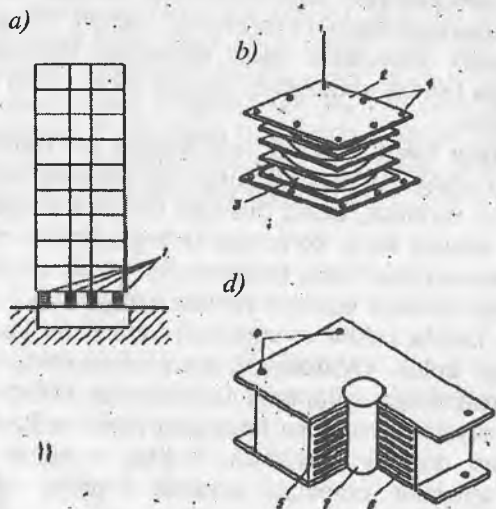
Yevropa fanida ushbu muammoni yechishda yangicha yondashish vujudga keldi. Odatdagi konstruksiyalarning yuk ko'tarish qobiliyatini oshirishga qaratilgan tadbirlardan tashqari zilzila paytida konstruksiyalarda vujudga keladigan inersion kuchlarni kamaytirishga e'tibor qaratila boshlandi. Ushbu yo'nalish bo'yicha olib boriladigan choralar binolarni seysmik himoya qilishning aktiv choralari deb yuritiladi.

1925-yilda M. Viskordini tomonidan birinchi bo'lib bino yorto'la qismida g'oladan tayanch yoki sferik shakldagi pastki yoki ustki tayanchli ustunlardan binolarning seysmik himoyasida qo'llanish taklif qilindi. Ushbu voqeadan keyin o'tgan davr maboynida zilzila jarayonida bino va inshootlarni seysmik himoya qilishda qator yangi g'oyalar xalq xo'jaligiga tatbiq qilindi. Ularga quyida qisqacha to'xtalib o'tamiz.

7.2-§. Bino va inshootlarni seysmik himoya qilish

Yuqorida keltirganimizdek, bino va inshootlarni zilzila ta'siridan seysmik himoya (сейсмоизоляция) eng eski va aktiv seysmik himoyalashning eng istiqbolli usulidir. Binolarni seysmik himoya qilish usuli uni amalga oshirish konstruktiv yechimiga ko'ra quyidagi turlarga ajratiladi:

Binolar pastki qavati yuk ko'tarish negizi egiluvchan tizimlari. O'tgan asrning 30-yillarida binolarni uning birinchi yoki yerto'la qismini egiluvchan qilib tayyorlash orqali seysmik ta'sirdan himoya qilish g'oyasi ilgari surildi. Pastki qavati egiluvchan qilib ishlanganda binolar seysmik reaksiyasi doimo bikt konstruktiv sxemali binolarnikidan kichik bo'lishi ushbu usulda asos qilib olingan.



82-rasm. Rezinometal tayanchlardan foydalanib, binolarni seysmik himoya qilish:

a-tayanchlarni o'rnatish sxemasi; b-GAPEC (Fransiya) tipidagi tayanch konstruksiyasi sxemasi; v-Yangi Zellandiyada ishlab chiqilgan tayanch konstruksiyasi sxemasi; 1-tayanch; 2-po'latdan tayyorlangan plita; 3-neopren materialidan tayyorlangan plita; 4-anker boltlari uchun teshik; 5-rezina; 6-po'lat; 7-qo'rg'oshin.

Binolarning birinchi qavatini egiluvchan qilib bajarishda seysmik ta'sir to'liqin xarakterini hisobga olish lozim, aks holda binoning ba'zi qismlarida intensiv aylanma harakat hisobiga zo'riqishlar oddiy binolarnikidan ham ortishi mumkin.

Chet elda (Angliya, Fransiya, AQSH, Yangi Zelandiya) binolarni seysmik himoya qilishda bino poydevori va ustki yuk ko'taruvchi konstruksiyasi orasiga o'rnatiladigan rezino-metall tayanchlardan keng foydalanilmoqda. Ushbu tayanch sxematik tarzda 82-rasmda keltirilgan. Dastlab ushbu konstruksiyalar ko'priklar tayanchlarini seysmik himoyalashda ishlatilgan bo'lsa, keyinchalik bunday konstruksiyalar binolarni seysmik himoyalashda keng qo'llanila boshlandi.

Rasmda keltirilgan Fransiya ishlab chiqilgan GAPEC tipidagi seysmik himoya tayanch sistemasi qatlam konstruksiyasidan va qatlamlar po'lat listlari va neopren materialidan iboratdir.

Ushbu turdagi tayanchlar neopren materialining elastiklik xususiyatlari tufayli siqilishga, cho'zilishga va burilishga yuqori mustahkamlikka ega bo'ladilar.

Fransiya Lambesk shahrida qurilgan uch qavatli maktab qurilishida (maktabning rejadagi o'lchamlari 77,5x30,5 m) ushbu turdagi seysmik himoya tayanchlaridan foydalanilgan. Konstruktiv nuqtai nazardan GAPEC seysmik himoyalagichlarga o'xshash bo'lgan tayanchlar Yangi Zelandiya mutaxassislari tomonidan ishlab chiqilgan bo'lib (71,v-rasm), tayanch rezina bilan metall listlar qatlamlaridan iboratdir. Ushbu tayanchlar qator to'rt qavatli binolarda seysmik himoyalagich sifatida ishlatilgan.

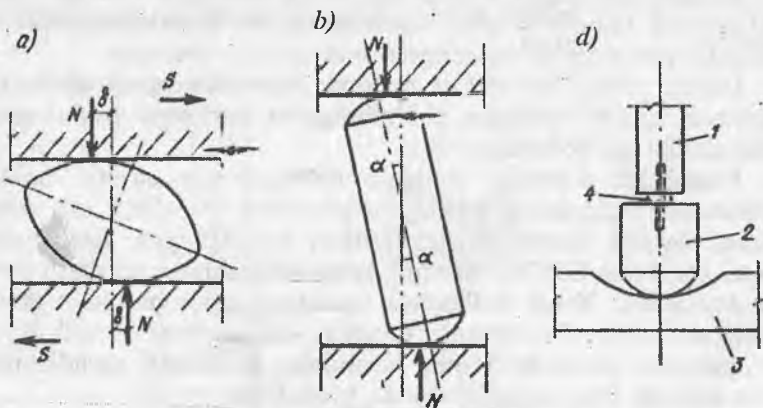
Yaponiyaning Yatiyo shahrida «Yunitika» firmasi tomonidan ushbu rezinometall qatlami seysmik himoyalagichli bino qurilib, naturaviy tajribada sinovdan o'tkazilgan. Ushbu bino yer ustki konstruksiyalari yordamida oltita tayanchga hamda ikkita qo'shimcha amortizatsiyalovchi qurilmaga tayangan bo'lib ushbu himoyalovchi konstruksiyalar tizimi 1983-yil 2-iyulda sodir bo'lgan kuchli zilzila paytida yaxshi samara bergan. Ushbu zilzila jarayonida grunt tebranish amplitudasi 20 sm ga yetganda ham bino ichida hech qanday shikastlanish kuzatilmagan.

Ushbu konstruksiyani ishlab chiqqan Yaponiya olimlarining fikricha, ushbu seysmik himoyalagich tayanchlari zilzila paytida seysmik tevlanishni 3-5 marta pasaytirarkan.

Kinematik tayanchli tizimlar. Yuqorida aytib o'tilganidek, 1925-yil M. Viskordini tomonidan binolarda seysmik himoyalagichlar sifatida go'la tayanchlar yoki sferik tayanchli kolonnalardan

foydalanish taklif qilingan. Shundan beri o'tgan davrda mutaxassislar tomonidan tebranma tayanchlarni seysmik himoyalashda ishlatish takliflari ko'p bo'lishiga qaramasdan ushbu konstruktsiyalardan kam foydalanilmoqda.

Bunday tizimli bino 1972-yilda Sevastopol shahrida qurildi. Ushbu besh qavatli seysmik himoya kamarli bino yirik panel konstruktiv yechimda qurilgan bo'lib, himoya kamari ellipsoid shaklli 6500 dona armotsement tayanchlar (ellipsoid diametri 6 sm va balandligi 5,8 sm) butun poydevor yuzasi bo'ylab joylashtiriladi (83-rasm). Quyida ushbu kinematik tayanchlar sxematik tarzda keltirilgan.



83-rasm. Binolarni seysmik himoya qilish kinematik tayanchlari: a-ellipsoid shakldagi; b-chekkalari sferik shakldagi ustun; v-Yu. D. Cherepinskiy tayanch konstruktsiyasi; 1-ustun (kolonna); 2-(kolonna) ustun tag asosi (tagligi); 3-tayanch plita; 4-markazlovchi shayba.

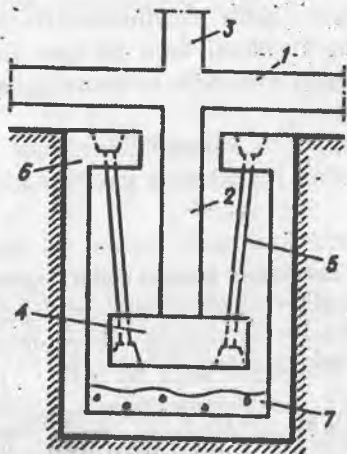
Bunday binolarning dinamik holatini o'rganish bo'yicha olib borilgan tajribalar ushbu seysmik himoya tizimidagi ellipsoid shakldagi tayanchlarning diametri kamida 0,5 m bo'lganda yaxshi samara berishini ko'rsatdi.

Tajribalarda aniqlangan salbiy holatlar Sevastopol shahrida qurilgan ikkita sakkiz qavatli bino qurilishida hisobga olindi. Ularning birinchisining qurilishida bino ellipsoid-tayanchlari sifatida balandligi 41 sm bo'lgan tomonlari sferik sirtidan iborat bo'lgan 270 ta temir-beton ustunlar ishlatiladi (83-rasm). Bu qurilmada ustun-

larga binodan tushadigan kuchlar yaxlit monolit plitalar orqali uzatiladi. Bu qurilmalardan oson bo'lgani Yu.D. Cherepinskiy kinematik tayanchli konstruksiyasidir. Ushbu qurilma Navoi shahridagi to'rt qavatli bino qurilishda ishlatilgan. Kinematik tayanchlar pastki asosi chuqurchali tayanch plitasiga joylashadi, yuqori qismi esa sharnir orqali markazlovchi shayba yordamida ustunga mahkamlanadi.

Osma tayanchli tizimlar. Ko'pgina binolarni seysmik himoyalashda bino tayanchlarini osma qayishqoq qurilma shaklida tayyorlash g'oyasidan foydalanilgan. O'tgan asrning 60-yillarida Ashxobod shahrida F.D. Zelenkov seysmik himoya tizimli uch qavatli bino qurildi. Bu binoda yer ustki yuk ko'taruvchi konstruksiya prujina va uzatma yordamida monolit poydevor devor konstruksiyalariga osma holda mahkamlangan. Xuddi shunga o'xshash konstruksiya Ispaniyada qo'llanilgan.

Ushbu konstruksiyalar tizimining poydevori beton quduqdan iborat bo'lib, uning yuqori plitasiga bino yuk ko'taruvchi ustun konstruksiyasi osiladi (84-rasm).



84-rasm. Osma tayanchli seysmik himoyali poydevor:
1-rostverk; 2-ustun ostiga tayanch; 3-ustun; 4-ustun osti tayanchi osti
plitasi; 5-oldindan zo'riqtirilgan temir-beton uzatma;
6-quduqning yuqori plitasi.

Yuqorida keltirilgan ikkala konstruksiya ham murakkab va qimmatbahodir. F.D. Zelenkov seysmik himoya konstruksiya tizimi bino umumiy xarajatining 14% ni tashkil qildi.

Bulardan tashqari, po'lat prujinalar doimiy ravishda zo'riqqan holatda bo'ladi, bino har qanday dinamik kuchga ta'sirchan bo'ladi. Shuning uchun bunday seysmik himoyalash konstruksiyasini qurilishga tatbiq qilish noratsionaldir.

Sirpanuvchi tayanchlar tizimi. Binolarda yuk ko'taruvchi yer ustki konstruksiyalarining poydevorga nisbatan siljish imkoniyati yaratilsa, zilzila paytida binoga ta'sir qiluvchi gorizontal kuchlar qiymatini aytarli darajada kamaytirish mumkin.

Zilzila paytida tebranish bino yoki inshootga uzatiladigan energiyaning asosiy qismi konstruksiyalar bog'lanishlarida ichki qarshilik va ishqalanish kuchlarini engishga sarflanadi.

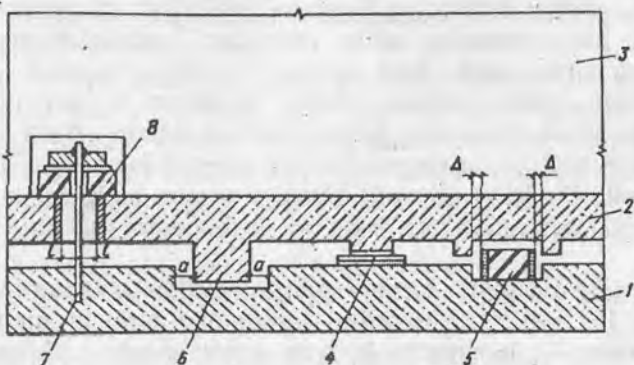
Zilzila paytida seysmik himoyalashda ushbu prinsipdan foydalanish g'oyasi qator loyihalarda amalga oshirildi. Bu jarayonda binoning seysmik energiyasi bino yuqori qismi bilan poydevori orasida sirpanish (ishqalanish) kuchini engishga sarflanishi bu usulning asosiy mohiyatini tashkil qiladi.

Sirpanuvchi kamar qator plastinkalardan iborat bo'lib, ular sirpanish ishqalish koeffitsiyenti kam bo'lgan materialdan tayyorlanadi va poydevor bilan bino yuk ko'taruvchi konstruksiyasi orasiga joylashtiriladi (85-rasm).

Tajribalar sirpanuvchi kamarda ftoroplast va karroziyaga chidamli po'lat listlaridan foydalanish yaxshi natijalarga olib kelishini ko'rsatadi.

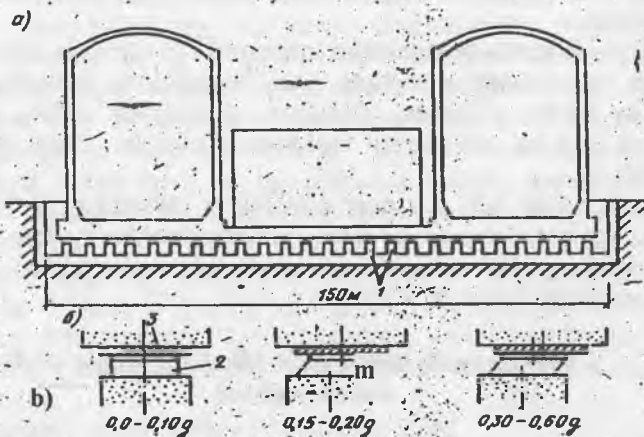
Kuchsiz tebranishlarda asos binoga asl holida uzatiladi. Asos tebranma harakat tezlanish ortishi bilan konstruksiyada inersiya kuchlarining ishqalanish kuchlaridan ortishi tufayli bino poydevorga nisbatan sirpanadi va natijada bino elementlaridagi inersion kuchlarning keskin kamayishi sodir bo'ladi.

Bishkek shahrida sirpanuvchi kamar konstruksiyali bir necha bino qurilib naturaviy sinovdan o'tgan. Sinov natijalari sirpanuvchi kamar konstruksiyasining o'ta murakkab emasligi va zilzila jarayonida yaxshi samara berishini ko'rsatdi. Ushbu seysmik himoya tizimidan seysmik aktiv hududlarda mas'ulligi yuqori bo'lgan bino va inshootlarni (AES, avariya holati atrof muhit ekologik holatiga aytarli zarar etkazuvchi bino va inshootlar va sh.k.) qurishda keng qo'llanilmoqda (86-rasm).



85-rasm. Seysmik himoyalashda ishlatiladigan sirpanuvchi kamar elementlarining joylashish sxemasi:

- 1-poydevorning yuqori ulama qismi (texnik) qavat yoki erto'la devori;
 2- rostverk; 3- binoning yer ustki qismi konstruksiyalari; 4- sirpanuvchi tayanch; 5- gorizontall siljishni chegaralovchi elastik element (dempfer);
 6- gorizontall siljishni chegaralovchi biki (qattiq) element (tirgak);
 7- vertikal siljishni chegaralovchi bog'lanish, 8- vertikal amortizator.



86-rasm. «Koevechd» atom elektr stansiyasidagi seysmik himoyalash tizimi:

- a-konstruktiv sxemasi; b- friksion tayanchlarining ish sxemasi;
 1- poydevor friksion tayanchlari; 2-armaturalangan neopren elastik «yostig'i» 3- friksion plastinalar.

Yuqoridagi inshoot va binolarni loyihalash va qurish tajribasi seysmik himoyalashning ushbu tizimidan foydalanish birkonstruksiya inshootlarda ham samara berishini ko'rsatdi. Hisobi kuchlardan kichik bo'lgan kuchlar ta'siridan bunday inshootlar oddiy konstruksiyalar kabi ishlasa, asos tezlanishi ortishi bilan inshoot konstruksiya va elementlaridagi seysmik kuch qiymati keskin kamayadi. Bu holat seysmik aktivligi yuqori bo'lgan hududlarda ma'sulligi yuqori bo'lgan bino va inshootlarni qurish imkonini beradi.

Binolarni seysmik himoya qilishning aktiv choralarini ko'rish g'oyasi 1925-yil M. Viskordini tomonidan birinchi marta taklif qilinganidan to hozirgacha bo'lgan davrda fanda erishilgan ilmiy natijalarni tahlil qilar ekanmiz beixtiyor asrlar osha bizgacha yetib kelgan arxitekturaviy yodgorliklar, binokor va arxitektorlarning yuksak darajadagi aql-zakovati, bilimdonligi oldida bosh egamiz. Haqiqatan ham o'sha davr qurilish madaniyatining yuksak darajasi, qurilishda qo'llanilgan usullar quruvchi va arxitektorlarning nafaqat boy tajribasi, balki ularning nihoyatda yuqori nazariy bilimlar egasi ekanidan dalolatdir. Bu holat avalambor matematika fanining yuksak darajadagi rivoji natijasi bo'lsa, ikkinchidan matematika fani qonunlarining arxitekturaga o'ta mohirona tatbiqi mahsulidir.

O'tmishda ota-bobolarimiz matematik fikrlashdan amaliy arxitektura va san'atga mohirona o'ta olganliklari, natijada nazariy jihatdan ishlab chiqilgan g'oyalarni amaliyotga tatbiq qilishlari ularning yuksak darajadagi matematik bilimlar egasi ekanining isbotidir.

Evropa fani hali shu davr zulmati va sholastikasida yetgan bir vaqtda ota-bobolarimizning tabiiy fanlar sohasida, ayniqsa, arxitektura hamda qurilish madaniyatida erisha olgan cho'qqilari insoniyat sivilizatsiyasida betakror sahifadir.

7.3-§. Seysmik mustahkam binolarni tadqiq etish metodologiyasi

Binolarning seysmik mustahkamligini tadqiq qilish usullari

Bugungi kunda bino va inshootlar seysmik mustahkamligini tadqiq qilishning uch asosiy usuli mavjud bo'lib, ular quyidagilar:

1. Dala sharoitida seysmik ta'sirga uchragan bino va inshootlar holatini o'rganish.

2. Nazariy va ilmiy-tadqiqot izlanishlari.

3. Tajribaviy tadqiqotlar.

Bino va inshootlarning zilzila paytidagi seysmik-zo'riqqan holatini zilzila jarayoni paytida qayd qilish orqali o'rganish muhim ahamiyatga egadir. Ammo bo'lajak zilzila vaqti, o'choq o'rni va chuqurligining noaniqligi masalani yechishga to'sqinlik qiladi. Bugungi kunda zilzila prognoz qilish muammosi to'liq yechilmaganligi sababli, bino yoki inshootlarning tabiiy (tektonik) zilzila paytidagi holatini bevosita instrumental o'rganish imkoni yo'q.

Bino yoki inshootlarning seysmik-zo'riqqan holatini nazariy jihatdan tadqiq qilish keng diapazonli yo'nalish bo'lib, tadqiqotchi oldida keng imkoniyatlar ochadi. Nazariy tadqiqotlarni olib borishdan maqsad, tabiatda kuzatiladigan jarayonlarni imkon qadar umumlashtirish, ular orasidagi bog'lanishlarni aniqlash, ishchi gipotezalardan ko'proq xulosalar keltirib chiqarishdan iborat. Boshqacha aytganda, bu holda fanda qabul qilingan gipotezalar analitik nuqtai nazardan rivojlantiriladi va natijada qurilayotgan muammo nazariyasi orqali muammoga aloqador jarayonlarni to'liq prognoz (bashorat) qilinadi hamda tushuntirib beriladi.

Ma'lumki, nazariy jihatdan hisoblashda bino konstruksiyalaridagi seysmik-zo'riqish va kuchlanishlarni aniqlashda, kuch va qurilish materiallarining me'yoriy qiymatlaridan foydalaniladi. Bunda ularning me'yoriy qiymatlarini ma'lum koeffitsiyentlarga ko'paytirish orqali oradagi farqni kamaytirishga harakat qilinadi. Aslida esa biror konstruksiya yoki inshoot yuk ko'tarish qobiliyati aniqlanganda va ularning seysmik ta'sirdan zo'riqqan-deformatsiyalangan holati kuch va materialning haqiqiy xarakteristikalar bilan ish ko'riladi. Bu yerda shuni aytish joizki, materialning haqiqiy xarakteristikalar doimo ularning me'yoriy qiymatlaridan farq qiladi. Biz yuqorida "materiallar qarshiligi", "elastiklik nazariyasi" va boshqa fanlarda o'rganiladigan obyekt materiali yaxlit, bir jinsli va izotrop deb qaralishini aytib o'tgandik. Aslida bunday ideallashtirish ma'lum darajada xatolikka olib keladi va ularni hisobga olish lozim, ya'ni:

- material yaxlitligining haqiqatdan farqi;
- material bir jinsliligining obyektiv holatdan farqi;
- materialning anizotropik xususiyatlari;
- qo'shma turli materialdan qilingan kesimlarning turlicha ishlashi kabi farqlar nazariy ilmiy-tadqiqot ishlarining ma'lum darajada xatoliklariga olib keladi.

Ushbu xatoliklarni yo'qotishda tajribaviy tadqiqotlardan foydalaniladi. **Tajribaviy tadqiqotlar**, odatda, ikkiga ajratiladi:

- laboratoriya sharoitida modelda o'tkaziladigan tajribaviy tadqiqotlar;

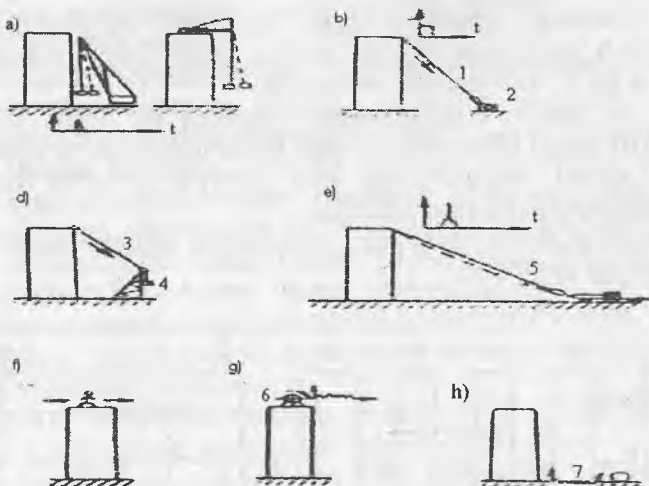
- naturaviy asl holida o'tkaziladigan tajribaviy tadqiqotlar.

Naturada asl holida sinash nihoyatda qiyinchilik tug'diradigan va iqtisodiy jihatdan juda qimmatga tushadigan, gidrotexnik inshootlar (GES va sh.k.), katta hajmdagi unikal bino yoki inshootlar laboratoriya sharoitida modelda (kichraytirilgan o'lchamda) sinaladi. Naturaviy asl holida o'tkaziladigan tajribaviy tadqiqotlarda bino yoki inshoot asl holidagi geometrik o'lchamlarda sinaladi. Bunda bino yoki inshootlar haqiqiy ish sharoitida o'rganiladi va hisob sxemalari, haqiqiy ish sharoiti orasidagi noaniqlik qiymatlari aniqlaniladi hamda kamaytiriladi.

Bino yoki inshootlar seysmik-zo'riqqan holati modelda o'rganilganda tebranishlar modellarni tebranish platformalarida joylashtirish, vibratsion mashinalar, sentrifuga qurilmalari yoki boshqa harakatlanuvchi predmetlar (yuklar, grunt dagi portlashlar va sh.k) yordamida amalga oshiriladi. Bu usulning kamchiligiga tebranuvchi platformalarning, vibratsion uskunalarning qimmatligini aytish mumkin. Modelda o'tkaziladigan tajribalarda amalga oshiriladigan sun'iy tebranishlar asl holdagi seysmik tebranishlardan baribir farq qiladi. Shuning uchun takomillashgan va tabiiy seysmik ta'sir jara-yoniga eng yaqin holat — bu bino va inshootlarni naturaviy asl holida o'rganishdir. Turli grunt va yer osti suvlari sharoitida bino yoki insho-otlarning tebranma harakati parametrlarini aniqlash bino (yoki insho-ot) seysmik mustahkanligini tadqiq qilishning eng takomillashgan usuli hisoblanadi. Bulardan tashqari, nazariy jihatdan olib borilayotgan ilmiy tadqiqot natijalari yuqori saviyada zamonaviy talab darajasida olib boriladigan naturaviy dala sharoitidagi tajribaviy tadqiqotlarga izchil tekshirilgandan keyingina amaliyotga qo'llaniladi.

Bino yoki inshootlarni asl holida naturaviy sinashda obyekt tebranishlari quyidagi 87-rasmdagi keltirilgan sxemalari ko'rinishida vujudga keltiriladi.

Birinchi keltirilgan (model) usulda bino yoki inshoot seysmik-zo'riqqan holati o'rganilganda obyekt zo'riqqan-deformatsiyalangan holatini chegaraviy qiymatga yetkazish imkoniyati mavjud bo'ladi. Ikkinchi usulda esa bino yoki inshootning kichik tebranishlar holatidagi seysmik-zo'riqqan holati o'rganiladi va bunda o'rganilayotgan obyekt seysmik zo'riqqanlik darajasi chegaraviy holatdan ancha uzoq bo'ladi.



87-rasm. Bino yoki inshoot tebranishlarini vujudga keltiruvchi sun'iy manbalar:

1-ajratish uskunasi; 2-lebyodka, 3-qayishqoq bog'lanish; 4-yuk;
5-kalibrlangan uzilishga moslangan element; 6, 7-vibratsion mashina.

Yuqoridagi keltirilgan ikkala usulda kamchiliklar bo'lishiga qaramasdan, ular doimo bir-birini to'ldirib boradi.

7.4-§. Binolar seysmik mustahkamligini naturaviy tajribada tadqiq qilishdagi elektr masofaviy apparatura

Binolar seysmik-zo'riqqan holatini tadqiq qilishda elektr masofaviy apparaturadan foydalanish mutaxassislar oldida keng imkoniyatlar ochadi. Bu apparatura majmuiga kiruvchi uskunalar mexanik tebranish parametrlarini elektr signallariga aylantirib beradi (vibragraflar) va ular elektr uskunolari tomonidan (ostsillograf, avtomatik analizator va sh.k.) qayd qilinadi. Mazkur apparatura majmui qator afzalliklarga ega bo'lib, ular quyidagilardan iborat:

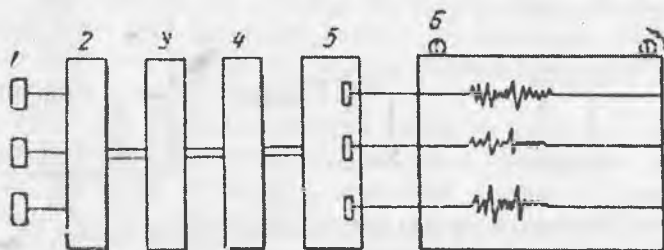
- mexanik tebranish parametrlarini elektr signallariga aylantirib beruvchi vibrograf ostsillografdan ancha uzoq masofada joylashtirilishi mumkin;
- o'lchanadigan parametr qiymatlarining keng diapazondaligi va qayd qiluvchi uskunalarining o'ta sezgirliigi;

- mexanik signallarni elektr usullarida integrallash, differensiyalash, spektrlarni alohida-alohida ajratib olish, spektral tahlil qilish va sh. k. imkoniyatlar mavjudligi;

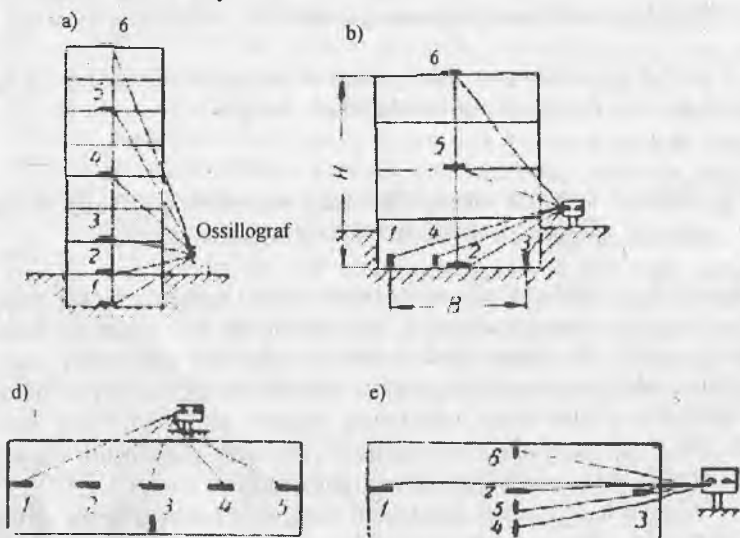
- bir vaqtda o'rganilayotgan binoning bir necha nuqtasida datchiklar orqali tebranishlarni qayd qilish imkoniyati mavjudligi;

- obyekt tebranishlarini qayd qiluvchi priborlar vaznining nisbatan kichikligi hamda soddaligi.

Quyidagi 88-89-rasmlarda seysmometrik kanallar umumiy sxema shaklida keltirilgan:



88-rasm. Seysmometrik kanalni shakllantirish sxemasi.



89-rasm. Datchiklarning inshootda joylashtirish sxemasi:
a, b-ko'ndaleng (bo'yлама) qirgim; v, g inshootning rejada ko'rinishi.

Ushbu seysmometrik kanalni tashkil qiluvchi elementlariga qisqacha to'xtalib o'tamiz.

Vibrograf (seysmometr)lar. Bugungi kunda binolar seysmik mustahkamligini naturaviy tajribada o'rganishda inersion vibrograf (seysmometr)lardan keng foydalanilmoqda. Inshoot (bino)lar tebranma harakat ko'chishi, ko'chish tezligi va tezlanishini qayd qilishda elektrodinamik inersion datchiklar ishlatiladi. Nisbiy ko'chishlarni qayd qilish lozim bo'lib qolganda aralash xarakterdagi elastik elementlardan tashkil topgan (skoba, halqa shaklidagi) datchiklar dinamik zo'riqish holati deformatsiyalari tenzometrik apparatura yordamida qayd qilinadi. Seysmometrik kanallarni tashkil qiladigan elektrodinamik seysmometr (vibrograf)larning asosiy xarakteristikalarini keltiramiz.

VEGIK rusumli seysmometr vertikal yoki gorizontal yo'nalishdagi 0,001-2 mm amplitudali tebranish chastotasi 1-100 Gts bo'lgan ko'chishlarni vaqt bo'yicha qayd qilishga mo'ljallangan.

GB-IV rusumli galvanometrlar bilan birgalikda seysmometrik kanal tuzish orqali ular yordamida tebranma harakat tezligini qayd qilish mumkin.

SM-3 seysmometri SM-2 rusumli seysmometrning takomilashgan varianti bo'lib, tebranma harakat amplitudasi 5 mm. gacha bo'lgan tebranishlarni qayd qilishda ishlatiladi. SM-3 seysmometri universal xarakterda bo'lib, uning yordamida vertikal hamda gorizontal yo'nalishdagi tebranishlarni qayd qilish mumkin. Xuddi yuqorida keltirilganidek, mazkur seysmometr GB-IV galvanometri bilan birgalikda kanal yig'lsa, tebranma harakat tezligi qayd qilinadi.

OSP-G va OSP-V rusumli seysmometrlar gorizontal va vertikal yo'nalishdagi tebranish chastotasi diapazoni 0,7-30 Gts va tebranma harakat tezligi 1,25 m/s gacha bo'lgan tebranishlarni qayd qilishda ishlatiladi. Ushbu seysmometr magnit-elektrik o'zgartkich moslamali hamda chiziqli ko'chuvchi inersion massa tizimidan tashkil topgan. Ushbu seysmometrda tebranma harakat tezligi va tezlanishini qayd qilishda foydalaniladi.

S-5-S magnitelektrik o'zgartkich tizimli mayatnikli seysmometr bino va inshootlar hamda gruntlarning o'rtacha kuchli zilzila va portlash ta'siridagi tebranishlarni qayd qilishga mo'ljallangan.

Mazkur seysmometr ko'chishni qayd qilish (sezgirlik) diapazoni 0,01 mm dan 15 mm gacha bo'lib, obyekt tebranish davri 0,01-0,5 sek bo'lgan hollarda ishlatishga mo'ljallangan. Bu seys-

mometrlar yordamida obyektning tebranma harakat ko'chishi va tezligini qayd qilish mumkin.

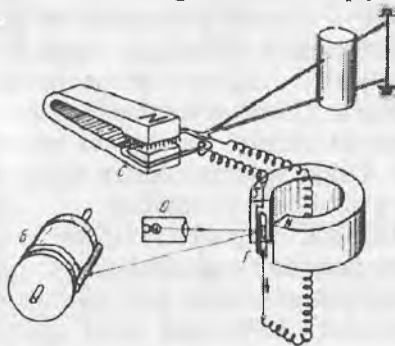
VBP-3 rusumli magnitelektrik o'zgartkich tizimli mayatnikli seysmometr kuchli zilzilalar ta'sirida bino va inshootlar hamda gruntlarning tebranishlarini, yer osti portlashlari ta'sirining yaqin masofadagi tebranishlarini qayd qilishda foydalaniladi. Ularning ko'chishlarini qayd qilish diapazoni 1-100 mm, tebranma harakat chastotasi 1-100 Gts bo'lib, ular yuklanish darajasi 30-50 g bo'lgan hollarda ishlatishga mo'ljallangan.

Tebranishlarni qayd qilishning galvanometrik usullari

Tabiiy (tektonik) zilzilalar va boshqa sun'iy manbalardan vujudga keluvchi tebranishlarni qayd qilishda, asosan kuchishni elektr signallariga aylantirish prinsipdan foydalaniladi.

Seysmik stansiyalarda shunday prinsipning ikki xildagi o'zgartishlaridan foydalaniladi.

1. *Magnitelektrik usul.* Bunday usulda qayd qilish sxemasi quyidagi 90-rasmda keltirilgan. Ushbu sxemada keltirilgan induksion katushka S mayatnikka mahkamlangan holda bir jinsli magnit maydoniga, ko'pincha o'zgarmas magnit maydoniga joylashtiriladi. Mayatnik harakatlanish jarayonida katushkadan o'tuvchi magnit potoki o'zgaradi va natijada, elektr magnit induksiyasi tufayli katushka (g'altak) o'ramlarini tashkil qilgan o'tkazgichda elektr yurituvchi kuch vujudga keladi. Shu yo'sinda S g'altak va G galvanometrdan iborat sxemada elektr toki paydo qilinadi va ko'zguli galvanometrlar yordamida fotografik usulda qayd qilinadi.



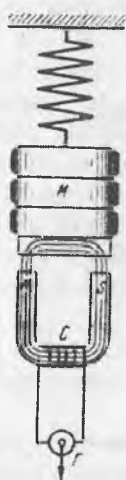
90-rasm. Magnit elektrik usulda galvanometrik qayd qilish chizmasi:
S-seysmometr o'zgartkichi; G-galvanometrning ko'zguli ramkasi,
O-yoritkich, B-registr barabani.

2. Elektromagnit usuli. Mazkur usulning prinsipial sxemasi quyidagi rasmda keltirilgan. Bu yerda pribor inert massasiga temir langar mahkamlangan (91-rasm).

Pribor atrofiga g'altak kiygizilgan va ko'zguli galvanometr bilan yopiq sxema orqali ulangan magnit mahkamlangan.

Pribor massasi harakatlanganda langar va magnit qutblari orasidagi tirqish masofasi o'zgarishi tufayli magnit zanjirlarining magnit qarshiligi o'zgarishi sodir bo'ladi. Fizika kursidan ma'lumki, ushbu jarayonda g'altakdagi magnit induksiyasi potogi o'zgarishi tufayli zanjirda (sxemada) elektr toki vujudga keladi va oddiy fotografik usulda galvanometrlar yordamida qayd qilinadi.

Yuqorida keltirilgan usulda tebranishlarni qayd qilish tizimida seysmometr zamin harakatini e. yu. k. ga aylantirish uchun xizmat qiladi va u priborning asosiy qismini mayatnik va o'zgartkich tashkil qiladi.



91-rasm. Elektromagnit usulida galvanometrik qayd qilish sxemasi:

S-seysmometrlar g'altagi, M-langarli massa, G-galvanometr.

Ushbu zanjirdagi yana bir element-galvanometr bu elektr toki (signali)ni u yoki bu turdagi yozuvlarga aylantirish uchun xizmat qiladigan pribordir.

Seysmometr va galvanometr o'zlarining g'altaklari orqali umumiy konturga bog'langan bo'lib, erkinlik darajasi ikkiga teng bo'lgan yagona tebranish tizimini tashkil qiladi. Bir erkinlik darajasi

mayatnik ko'chish bilan belgilansa, ikkinchisi-galvanometr ramkasining harakati bilan belgilanadi.

Seismometr va galvanometrlar, alohida magnitelektrik priborlar bo'lib, ularning mexanik va magnitelektrik xususiyatlari biror doimiylar orqali ifodalanadi. Bunday doimiylarga, masalan, erkin tebranish davri, priborlarning magnitelektrik va boshqa doimiylar kiradi.

Seismometrik kanallar orqali olib borilgan tajriba natijalarini qayta ishlash usullari, seismometrik uskunalar xarakteristikalariga maxsus kurslarda batafsil to'xtab o'tiladi.

XULOSA

Insoniyat ongli hayot kechirayaptiki, tabiiy ofat-zilzila bilan kurashib kelmoqda. Tarixdan ma'lumki, o'tmishda me'mor va quruvchilarning asosiy maqsadi bino va inshootlarga yetarli darajadagi seysmik mustahkamlik va ustuvorlik ta'minlashdan iborat bo'lgan. Ular yaratgan qurilish usullari aniq fan yutuqlariga asoslangan bo'lib, o'z davrining estetik talablari darajasida amaliyotga qo'llanilgan.

Har bir quruvchi yoki arxitektor o'zining sohasi tarixini bilgan holda, zarur bilimlarni zamon talabida egallagan bo'lishi lozim. Bo'lajak quruvchi (arxitektor) «Binolar zilzilabardoshligi» (Arxitekturaviy seysmika) fani o'zlashtirishdan oldin: matematika, nazariy mexanika, materiallar qarshiligi, elastiklik nazariyasi, qurilish mexanikasi va shu kabi fanlarni chuqur egallagan bo'lishi lozim. Chunki mazkur fan yuqoridagi fanlar bilan bevosita bog'liq bo'lib, «Binolar zilzilabardoshligi» (Arxitekturaviy seysmika) fani o'z oldiga qo'yilgan masalani ulardan ajralgan holda yecha olmaydi.

Shu fan yutuqlarini chuqur egallagandagina quruvchi yoki arxitektor zilzilalar yetkazadigan talofatni eng kam darajaga yetkaza oladi.

Aholi zichligi ortayotgan bu davrda quruvchi va arxitektorlarning bino va inshootlar seysmik mustahkamligini ta'minlashdagi mas'uliyati yanada ortadi.

Albatta, ota-bobolarimizdan yetib kelayotgan an'analarga sodiq qolgan holda seysmik mustahkam bino va inshootlarni qurish borasidagi bilimlarni chuqur egallash bo'lajak quruvchi va arxitektorlarimizning asosiy, kechiktirib bo'lmaydigan vazifasidir.

1-ILOVA

YERNING TAVSIFNOMASI

№	Kattaliklarning nomi	SI sistemasidagi qiymati
1.	Ismi	Yer, geo
2.	Yoshi	Taxminan 5000000000 yillar.
3.	Paydo bo'lgan joyi	Quyosh sistemasi
4.	Joylashishi	Venera va Mars orbitalari oralig'ida uchinchi orbita
5.	Tana shakli	geoid
6.	Geoid meridian aylanasing uzunligi	40008550 metr
7.	Quyoshgacha bo'lgan masofa	14600000 km
8.	O'qi atrofida aylanish davri	23 soat 56 min. 4 sek.
9.	Quyosh atrofida aylanish davri	365 kun 6 soat 9 min. 9 sek.
10.	Yer orbitasining uzunligi	939120000 km
11.	Orbita bo'ylab harakat tezligi	29,75 km/sek
12.	Ekvator nuqtasining tezligi	465 metr/sek
13.	Eng yaqin planetalar	doimiy yuldoshi Oy, Merkuriy, Venera, Mars sayyorolari va 1600 dan ortiq asteroidlar
14.	Uzoq planetalar	Yupiter, Saturn, Uran, Neptun, Pluton va ularning yulduzlari
15.	Gravitatsion doimiy	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{m}^3/(\text{kg} \cdot \text{sek}^2)$
16.	Ekvatorial radius	6378 km
17.	Qutbiy radius	6357 km
18.	Siqilish darajasi	1/298,25
19.	Hajmi	$1,083 \cdot 10^{21} \text{m}^3$
20.	Teng hajmli sfera radiusi	6371 km
21.	Massasi	$5,97410^{24} \text{kg}$
22.	O'rtacha zichligi	$5515 \text{kg}/\text{m}^3$
23.	Ekvatoridagi erkin tushish tezlanishi	$9,78032 \text{m}/\text{s}^2$

24.	Sirtining yuzasi S	$5,1 \cdot 10^{14} \text{m}^2$
25.	Okeanlar maydoni (71%S)	$3,61 \cdot 10^{14} \text{m}^2$
26.	Qit'alar maydoni (29%S)	$1,49 \cdot 10^{14} \text{m}^2$
27.	Quruqlikning o'rtacha balandligi	840 m
28.	Okeanlarning o'rtacha chuqurligi	3800 m
29.	Atmosfera massasi	$5,1 \cdot 10^{18} \text{kg}$
30.	Okeanlar massasi	$1,4 \cdot 10^{21} \text{kg}$
31.	Yadrosi massasi	$1,95 \cdot 10^{24} \text{kg}$
32.	Mantiyasi massasi	$4,0 \cdot 10^{24} \text{kg}$
33.	Qobig'i massasi	$2,4 \cdot 10^{22} \text{kg}$
34.	Magnit dipoli momenti	$8,0 \cdot 10^{22} \text{kg}$
35.	Sirtidagi maksimal geomagnit maydoni	$69 \text{ mTl} = 69000 \text{ nTl}$
36.	O'rtacha issiqlik oqimi	81 mVt/m^2
37.	To'liq geotermik oqim	$4,15 \cdot 10^{13} \text{Vt}$

ZILZILA YUZ BERGANDA ODAMLAR O'ZLARINI QANDAY BOSHQARISHLARI KERAK

O'zbekiston hududida ham asrlar davomida minglab zilzilalar bo'lganligi xalqimiz tarixida yozib qo'yilgan. Bu silkinishlarning ko'pchiligi kuchli bo'lib, vatandoshlarimiz boshiga behisob kulfatlar, ulkan vayronagarchiliklar keltirgan, hattoki joylarda yerning ustki qismlarida sezilarli o'zgarishlar sodir bo'lganligi ma'lum. Bu mud-hish voqealar har xil tarixiy manbalarda o'z ifodasini topgan. Bular Buxoro (838, 1822, 1829), Xorazm (1208-1209), Samarqand (1490, 1602, 1797-1798), Andijon (1902, 1992), Qoratorov (1907), Kurshob (1924), Namangan (1927), Chotqol (1946), Qoraqalpoq (1947), Toshkent (1868, 1924, 1966, 1980), Gazli (1976, 1989), Pop (1984), Hisor (1989), Qayraqqum (1985) zilzilalaridir. 1966-yil 26-aprelda sodir bo'lgan Toshkent zilzilasi 2 mln. kv. metrda ko'proq turarjoy, mingdan oshiq ma'muriy, madaniy va sanoat binolari, maktablar, bolalar bog'chalari va tabiat mussasalari vayron bo'lgan. Katta xarobagarchiliklarga olib keluvchi tabiat kuchlarining ta'siri, ayniqsa, 7-dekabr 1988-yilda sodir bo'lgan Armaniston-Spitak zilzilasi namoyon bo'ldi. Yerevan seysmik stansiyasining ma'lumotlariga ko'ra, yer silkingan joylarda zilzilaning kuchi 10 ballni tashkil qilgan bo'lib, qariyb 700 ming aholi yashaydigan maydonni egalagan. Halok bo'lganlar, shikastlangan, jarohatlanganlar soni bir necha 10 ming va boshpanasiz qolganlar 500 ming kishini tashkil qilgan.

O'fat yuz bergan hududlardan 100 ming kishi tashqariga olib chiqib ketilgan, ularning deyarli yarmi, Armanistondan, Spitak shahri va uning atroflari butunlay vayron bo'lgan. Leninakanning 80 dan ziyod turarjoyi va sanoat binolari vayron bo'lgan. Umuman, zilziladan 458 qishloq, 21 ming turarjoy zarar ko'rgan va 80 mingga yaqin qoramol halok bo'lgan. Sobiq SSSR davrida birinchi marta Armaniston zilzilasi oqibatlarini bartaraf qilishda 1900 ta chet el mutaxassislari unumli yordam ko'rsatdilar. Bu yordam, ayniqsa, vayrona uyumlari tagida qolgan odamlarni maxsus o'rgatilgan itlar yordamida topish, ularga birinchi yordam ko'rsatishda yaqqol

ko'rindi: 1988-yilning 12-dekabrigacha itlar yordamida uyumlar tagidan 15254 tirik odam, 24390 halok bo'lgan odamlar jasadi chiqarib olindi.

Kuchliligi jihatidan shunday, ammo qurbon bo'lganlar soni va vayronagorchiliklarning miqyosi bulardan ko'proq bo'lgan yer silkinishiga 28-iyul 1976-yilda ro'y bergan Xitoydagi Tyan-Shan zilzilasi misol bo'la oladi. O'sha davrda bu shaharning aholisi bir millioncha bo'lgan. Bundan tashqari, episentrdan radiusi 40 km masofali maydonda yana ikki millioncha xalq yashagan.

Zilzila ta'sirida shaharning deyarlik hamma turarjoy binolari (96ta) va sanoat binolari (90ta) vayron bo'lgan.

Shaharning kommunal xo'jaligi butunlay ishdan chiqqan, ko'piklar qulagan, temir yo'l vagonlari ag'darilgan, quvurlar uzilgan, suv to'g'onlari vayron bo'lgan, 148 ming kishi halok bo'lgan, 81 ming kishi og'ir yarador bo'lgan. Umumiy yo'qotish—240 ming kishining halok bo'lishiga va 164 ming kishini jaroxatlanishiga olib kelgan. Zilzila sodir bo'layotgan daqiqalarda shahardan 28 poyezd o'tayotgan bo'lib, shulardan 7 tasi ag'darilgan, qolgan 21 sostavning hammasi izdan chiqqan va qattiq shikastlangan, 30 ming shaxtyor yer tagida bo'lishgan: ammo shaxtalarning buzilishiga, ularga suv to'lishiga, uskunalarning shikastlanishiga qaramasdan, hamma shaxtyorlar yer yuziga tirik qaytishgan.

Shahar yaqinida yerning yuzasida yoriqlar paydo bo'lgan. Ularning kattaligi eni bir yarim metr va ko'rinadigan chuqurligi 0,8 m-gacha bo'lgan. Yer yuzining ko'tarilishi va pasayishi kuzatilgan. Bu uylarning, ko'prik ustunlarining irrigatsiya shaxobchalarining qulashiga sabab bo'lgan. Qirg'oqqa yaqin joylashgan bir qishloq butunlay dengizga cho'kkan. Yer silkinishi natijasida Tyan-Shanning hamma aloqa vositasi ishdan chiqqan. Bu esa sodir bo'lgan fojiali voqealarning boshqa joylarga kech yetib kelishiga sabab bo'lgan va chetdan keladigan yordam ancha kechikkan. Buning ustiga temir yo'llarning ishdan chiqqanligi ko'proq yordam kelishiga chek qo'ygan. Yordam faqat samolot va avtomabillarda kelgan. Shahardagi hamma kasalxonalarning vayron bo'lishi, og'ir jarohatlanganlarning boshqa shaharlarga olib ketilishiga majbur qilgan. Kunning issiqligi, ming-minglab vayronalar ostida qolgan halok bo'lganlarning chirishiga va buning ustiga suv shaxob-

chalarining buzulganligi shaharda og'ir infeksiyon ahvolni vujudga keltirgan va shahar aholisiga yordam qo'lini cho'zgan harbiylarning ishini yanada mushkullashtirgan. Bunday fojialarning yer yuzining turli nuqtalarida tez-tez takrorlanishi va ayniqsa, uning to'satdan sodir bo'lishi odamlarni katta kulfatlarga duchor qilmoqda. Masalan, YUNESKO ma'lumotlariga ko'ra, 1980-1995-yillar davomida dunyoda 56 marta yer qimirlashi qayd etilgan bo'lib, ularning keltirgan zarari 36, 4 mlrd. dollarni tashkil qilgan. Xuddi shu davrda suv toshqinlari 22 mlrd. doll., dovul va bo'ronlar 19,9 mlrd. doll. zarar keltirgan.

Qayd qilingan xavfli tabiiy ofat va hodisalarning ro'y berishi natijasida minglab odamlar hayotdan ko'z yummoqda va ularga bundan qattiq moddiy zarar yetkazilmoqda.

Bu borada Birlashgan Millatlar Tashkilotining Bosh Assambleyasining 44-sessiyasi 1990-yil 1-yanvardan xavfli tabiiy ofatlarining oldini olish va zararini kamaytirish xalqaro 10 yillikni e'lon qilinishi tasodif emas. Sessiyada qabul qilingan qarorlarda tabiiy ofatlarga qarshi kurashish tadbirlarini ishlab chiqish va yo'lga qo'yish va har bir davlatning va uning fuqarolarining burchi ekanligi qayd etilgan. Hozir Toshkent shahrini zilzila xavfsizligini ishlab chiqish uchun Birlashgan Millatlar Tashkiloti «Radius» nomli grant ajratdi.

Ommaviy axborot vositalarining dunyoning turli burchaklarida sodir bo'layotgan yer silkinishi natijalarini keng tashviqot qilishlariga qaramasdan, zilzila sodir bo'lgan joylarda odamlar sarosimaga tushib, ko'p noxush ishlar qilib qo'yish hollari kuzatilmoqda. Buning oldini olish uchun yer qimirlashi bo'lishi mumkin bo'lgan O'zbekiston hududida yashovchi fuqarolar ham zilzila paytida sarosimaga tushmasdan, o'zini qanday tuta bilish qoidalarini va qanday ehtiyotkorlik choralarini oldindan bilishlari katta ahamiyatga ega. Shunday qilgan taqdirda ehtimol bo'ladigan zilzilalarning zarari va jarohatlanganlar soni, albatta, kamroq bo'ladi. Shuni esda tutish kerakki, zilziladan oldin, zilzila bo'layotganda va undan keyin o'zini tuta bilish qoidalarini yaxshi bilgan odamlargina zilzila vahimasiga, shubhasiz, bardosh bera oladilar.

Zilzila vaqtida nima qilish kerak?

Zilzila bo'lgan yerning sezilarli tebranishi nisbatan juda kam vaqt (bir necha sekund), ko'pi bilan bir minutgacha (kuchli zilzila bo'lganda) davom etadi. Bu tebranishlar ko'ngilsiz bo'lib, odamlarda qo'rquv uyg'otadi. Bunday sharoitda odam o'zini tuta bilishi, o'zini qo'lga olib, xotirjamlikni saqlashga harakat qilishi kerak. Agar ongli ravishda tinch, xotirjamlik bilan harakat qilinsa, eson-omon ziyon ko'rmasdan qolishligi uchun umid ortadi. Yerning yoki imoratning tebranayotganligi sezilgan taqdirda darhol uy jihozlari, ulardan narsalarning qulashi, ag'darilishi, sinib uchib tushishi mumkinligi va buning natijasida, halokat yuz berishini esda tutgan holda, ehtiyotkorlik choralarini ko'rish lozim. Buning uchun stollar, kravatlarining tagiga berkinishdan xijolat tortmaslik kerak, bunday qilmaganlar, ko'pincha sinib, ag'darilib tushayotgan buyumlar, ship va devor bo'laklarini qurboni bo'lishlari mumkin.

Yer qimirlaganda quyidagi amallarni bajarishni tavsiya etamiz:

1. Tinch turmoq, boshqa odamlarni tinch holatini buzilishiga sabab bo'ladigan harakatlarni qilmaslik, masalan, baqirmaslik, yugurib yurmaslik.

2. Uy ichkarisida bo'lgan taqdirda, darhol xavfsiz joyga turib olish kerak. Masalan, stol va krovatlar tagiga kirib olish mumkin. Xonaning ichki eshiklari orasiga, ichki burchaklariga turib turiladi. Yer qimirlaganda ko'pincha tashqi devorlar qulashini yoddan chiqarmaslik kerak. Deraza oynalari, isitgichlar va og'ir buyumlardan nariroqda turgan ma'qul, chunki ular qulashi yoki siljishi mumkin (masalan, xolodilniklar yoki sanoat uskunalari). Maktablarda o'quvchilar vahima va sarosimaga tushib qolguday bo'lsalar, o'qituvchilar ularni tinchlantirishlari lozim, ulardan bir xillari parta va stollar tagiga berkinishsa, bunga qarshilik qilmaslik kerak. 17-may 1976-yildagi 9 ballik Gazli zilzilasi bo'lib turgan jarayonda bir guruh maktab o'quvchilari chiqishga ulgura olmay qolib, asosiy yuk tushayotgan devorlar burchagiga berkinishgan va o'zlarini o'limdan saqlab qolishgan, chunki bu zilzilada maktab binosining tashqi devorlari qulagan va tomlari bosib qolgan edi.

3. Tashqariga shoshilib chiqmaslik kerak. Tashqi devorlar bo'ylab tushayotgan siniq parcha va bo'laklar jiddiy xavfga egadir.

Zilzila boshlanayotgan vaqtda qaerda turilgan bo'lsa, yer tebranishi tamom bo'lgunga qadar shu yerda turish kerak, tebranish tugagandan keyingina xavfsizroq joyga o'tish lozim

4. Ko'p qavatli uylarning ichkarisida bo'lgan taqdirda lift va zinalarga shoshilmaslik kerak. Chiqish joylarida sarosimaga tushgan odamlar soni ko'payib boradi, liftlar ishlamay qoladi. Bundan tashqari, tajriba shuni ko'rsatadiki, ko'pincha zinalar zilzila bo'layotganda qulab tushadi. Liftlar esa to'xtab qoladi, agar shu vaqtda lift ichida bo'linsa, zilzila to'xtamaguncha undan chiqmaslik, chiqilgandan keyin esa juda ehtiyotkorlik bilan ish tutish kerak.

5. Elektr quvvati to'xtab qolsa, yong'in chiqqanligi haqidagi signal eshitilsa, qo'riqlash yoki yong'inni o'chirish signallari ishlab ketsa, ajablanmaslik kerak. Sinayotgan oynalarning jaranggini, darz ketayotgan devorlarning qirsillashining va uchib tushayotgan buyumlarning ovozi eshitishga tayyor bo'lish va qo'rqmaslik kerak. Ko'p hollarda kechalari zilzila boshlanishi bilan elektr energiyasini uzatish to'xtab qoladi, bunday hollarda, ayniqsa, baland uylarda istiqomat qiluvchilar qo'rqmasdan ilgari mo'ljallab qo'yilgan xavfsiz joylarga (asosiy yuk tushayotgan devorlarda o'rnatilgan eshiklar oralig'ida) tezda borib turib olishlari, tashqariga chiqmasliklari ma'qul.

6. Agar zilzila jarayonida ko'chalarda bo'lib qolinsa, darhol ko'chani o'rtasiga, maydonlarga, yalangliklarga - imorat va inshootlardan, simyog'och va elektr simlari o'tgan joylardan uzoqroqqa borib turish kerak.

7. Agar mustahkam qurilmagan bir yoki ikki qavatli g'ishtli uylarning ichkarisida bo'lingan taqdirda, tezroq tashqariga chiqib ketishlik, uyning ichida qolingandan ko'ra xavfsizroq bo'ladi. Faqat yuqorida uchib tushayotgan bo'laklardan va boshqa xavfli buyumlardan ehtiyot bo'lib, tezroq chiqib ketgan ma'qul. Iloji bo'lsa, isitgich uskunalari va gaz xususiy uylarda yonib turgan pechkalardagi olovni o'chirib chiqib ketilsa yana ham yaxshiroq bo'ladi.

8. Zaruriyat bo'lmasa deraza oynalardan sakramaslik darkor, uy butunlay saqlanib qolgan taqdirda ham jarohatlanish mumkin.

9. Zilzila sodir bo'layotganda baland qavatli imorat yonidagi yo'lakda bo'linsa, unda darhol ko'cha eshik yo'lagiga yoki imoratdan ancha nariga-ochiq joyga ketish lozim. Bu bilan qulab

tushayotgan imoratlar va ularning bo'laklarining shikastdan saqlaniladi.

10. Korxona va idoralarda hamma ishlar tezda to'xtatilib, ishchi va xizmatchilar xavfsiz joylarga borib turishlari lozim. Zilzila jarayonida elektr energiyasi o'chirilib, mashina va uskunalarni ishi tezda to'xtalishi zarur. Buning natijasida suv, par, kislorod va havo bosimlarini pasaytiradi va qo'shimcha sodir bo'lish mumkin bo'lgan halokatlardan saqlaydi.

11. Agar harakatdagi avtomabilda avtobus, trolleybus, tramvayda bo'linsa, uni baland imoratlar va ko'priklardan nariroqda to'xtatib, silkinish tamom bo'lguncha qadar ulardan chiqmasdan o'tirib turish kerak. Harakatdagi va to'xtab turgan metro poyezdlarida elektr energiyasi, odatda, zilzila paytida o'z-o'zidan o'chadi va qorong'ilik paydo bo'ladi. Shunday paytlarda sarosimaga tushmasdan tinch turish va boshqalarni tinchlantirish kerak. Poyezd boshqaruvchisining gaplarini e'tibor bilan eshitib, unga hamma amal qilishi zarur.

12. Yer silkinishlari qaytariladi, bunga hayron qolmaslik kerak. Birinchi larzadan keyin, odatda, tinch bo'ladi, keyin tezlikda qaytariladi. Bu hodisa bir zilzilaning o'zida har xil to'liqlar tarqalishiga bog'liq. Bundan tashqari, aftershok hodisasi sodir bo'lishi mumkin, ya'ni asosiy larzadan keyin, yangi tepki aftershok bo'ladi. Aftershoklar asosiylaridan bir necha kunlardan keyin sodir bo'lishi mumkin. Aftershoklar asosiy zarbadan kuchsizlangan imorat va inshootlarga shikast keltiradi. Ayrim vaqtlarda aftershoklar asosiy larzadan kuchliroq bo'lgan vaqtlari ham bo'lgan.

Zilziladan keyin nima qilish kerak?

Yer tebranishi tugaganidan keyin ko'p vayronalar va jafa ko'rganlarni ko'rish mumkin. Shu vaqtda odam o'zini qo'lga olishi va tinchlikni saqlagan holda, darhol zarar ko'rganlarga va shikastlanganlarga yordam berishni boshlab yuborish muhimdir. Keyingi asosiy vazifalardan biri paydo bo'lgan yong'inlarni o'chirishdir.

Shundan keyingina ko'rilgan zararni baholashga va tiklash ishlari kirishiladi:

Buning uchun

1. Tinchlik saqlangan holda, diqqat bilan atrof-muhit kuza-tiladi va o'rganiladi.

2. Jarohatlanganlarga yordam berish kerak, ularga birinchi tibbiy yordam - tanalari sovib qolmasligi uchun ustilariga odevaylar yopib qo'yiladi (sovuq paytlarda), kerak bo'lgan joylarga tibbiyot xodimlarini chaqirish lozim.

3. Yong'in manbalarini topish va iloji boricha ularni o'chirishga harakat qilish kerak.

4. Suv, gaz, elektr va aloqa tarmoqlarini shikast ko'rgan va ko'rmaganliklarini bilish uchun darhol ularni diqqat bilan ko'zdan kechirish kerak. Gaz chiqayotganligi sezilsa ventillarni yopib qo'yiladi. Gaz sizib chiqayotganligini faqat uning hididan bilinadi, gurgurt yoki shamdan foydalanish xavflidir. Agar elektr simini shikastlanganligini xavfli bo'lsa, elektr manbai o'chiriladi. Suv quvurlari shikastlanganligi bilinsa suv to'xtatilib qo'yiladi.

5. Odamlarning xavfsizligini ta'minlash yoki ularga yordam berish hollaridan tashqari avtomabillardan foydalanish tavsiya etilmaydi.

6. Telefondan faqat yordam so'rab, jiddiy hodisa yuz berganini jarohatlanganlarni yoki jinoyatchilik to'g'risida xabar qilish uchun foydalaniladi. Telefon tarmoqlarini ortiqcha yuklanishi halokat xizmatlarini natijali ishlashiga xalaqit beradi. Bunday paytda telefon aloqasidan shaxsiy ehtiyoj yoki qiziquvchilarning qanoatlarini qondirish uchun foydalanish o'ta andishasizlik bo'ladi. Tanglik pasaygandan keyingina qarindosh va do'stlarning holahvolidan xabar olish va o'zining halokatdan holis ekanligi to'g'risida xabar berish ma'qul.

7. Agar muhtojlik bo'lmasa, o'zboshimchalik bilan vayronalarni ko'zdan kechirish uchun ularning ichiga kirmaslik kerak.

8. Toki kanalizatsiyaga shikast yetkazilmaganiga ishonch hosil qilmaguncha xojatxonaga kirmaslik kerak.

9. Shikast etgan imoratlar yonidan o'tilayotganda nihoyatda ehtiyot bo'lish kerak, chunki bo'shashgan imoratlar to'satdan qu-lashi mumkin, yana gaz yo'llarini buzilishi elektr simlarining uzi-lishi va oynalarning sinish xavfi bo'ladi.

10. Yerga to'kilgan xavfli suyuqliklarni (benzin, ximreaktiv va boshqalarni) yo'qotish va bu to'g'rida boshqalarga xabar berib quyish lozim.

11. Diqqat bilan radiodan zilzila to'g'risidagi xabarlarini eshitib borish kerak.

12. Bolalarni himoya qilish, ularga va asabi buzilgan, ruxiy kasal bo'lgan kishilarga dalda bermoq lozim.

13. Militsiyaga, harbiylarga, o't o'chiruvchilarga tibbiyot tez yordam xodimlariga, qutqarish va tiklash bilan shug'ullanayotgan boshqa kishilarga ko'maklashish kerak.

Uyumlar tagida qolgan odamlar nimalar qilishi kerak

Avvalo, odam o'zini qo'lga olib, bimalol sharoitni o'rganishi kerak. Agar kerak bo'lsa, u o'ziga birinchi yordamni qilishi lozim, qon oqishini to'xtatish va bog'lab qo'yish kerak. Keyin atrofdagi boshqa odamlarga yordamlashishi va ularni tinchlantirishga harakat qilishi kerak. Uyumning tagida qolganlar tashqaridagi odamlar bilan tovush chiqarish yoki taqillatish yo'li orqali bog'lanishga urinmoq lozim. Yordam, albatta, kelishini va uni kutish kerakligini unutmaslik kerak. Kuch-quvvatni tejab yashovchanlikni suvsiz, ovqatsiz 15 kun va undan ham ortiq uzaytirish mumkinligini esdan chiqarmaslik lozim. Spitak zilzilasidan so'ng 16 kundan keyin bir guruh insonlar yerto'lada tirik qolganliklari ma'lum bo'ldi.

Atrofdagi odamlar uyum tagida qolganlarga qanday yordam berishi kerak

Atrof sharoitini sinchiklab o'rganish, fikrlash qobiliyati mustahkam bo'lgan odamlarni topish, ular bilan birlashib, darhol qidiruv-qutqarish ishlarini boshlab yuborish kerak. Jabrlanganlar bilan bog'lanish zarur. Xabar belgisi-javobi olingandan keyin jafo ko'rgan odamlar bilan vaqti-vaqti bilan dukullatib gaplashish usulini topib bog'lanish, iloji topilsa, ularni havo, suv va dori-darmonlar bilan ta'minlash zarur. Odamlarni uyum tagidan chiqarib olish uchun ust tomonidan yoki yonidan ochiladi, yoki qo'shni xonadan devor teshilib yo'l qidiriladi. Jabrlanganlarni qutqarayotganda vaziyatga qarab, ko'p mehnat talab qilmaydigan usullarni qo'llash,

jafokashlarning va o'zini xavfsizligini himoya qilgan holda harakat qilish lozim.

Qator hollarda uyumlarni ochish maqsadga muvofiq bo'lmaydi, yaxshisi devordan darcha yoki tuynuk yo'llari ochish kerak.

O'tish yo'llarini jihozlashni to'g'ri tashkil qilish kerak. Buning uchun yaxshi va keng joy tanlash lozim, chunki har xil hajmdagi xarsanglar uyulgan joy bo'laklardan topilsa, xarsanglar yiqilishi dumalash, siljish oqibatida o'tish yo'llari bekilib qoladi.

O'tish joylarini mahkamlashda to'sinlar va tirgovichlardan foydalanish alohida ahamiyatga ega.

O'tish joylarini buzilishiga yer silkinishining takrorlanishi sababi bo'lishi mumkinligini esdan chiqarmaslik kerak. Jafo ko'rganlarga yaqinlashgan sari o'tish yo'llarida uchraydigan va ularni ozod qilishda to'sqinlik qiladigan har xil kattalikdagi vayrona bo'laklari olib tashlanadi. Ishni, avvalo, katta bo'laklarni olib tashlashdan boshlash ma'qul. Jabrlanuvchini ozod qilishda, avvalo, uning boshini, keyin tanasining yuqori qismini va so'ng oyoqlari ozod qilinadi. Ozod qilingan jabrlanganlarning oyoq-qo'llari ezilgan qismlarning yuqoriroq joylaridan siqib, bog'lab qo'yish kerak.

Kuishdan va zaharlanishdan saqlanmoq uchun yonayotgan yoki tutayotgan buyumlarni buyumdan ajratib, o'chirish kerak.

Jabrlanganlarga birinchi tibbiy yordam ko'rsating. Maxsus qutqaruvchilarning kelishini, albatta, kuting, ularga o'z ko'rganlarinigizni aytib bering va ularni qiziqtiruvchi barcha savollarga javob bering.

Falokatga uchragan odamlarning hayoti sizning tinchlik va ustalik bilan qiladigan harakatlaringizga bog'liq ekanligini yodda tuting.

Zilzilaga qanday tayyorlanish kerak

Zilzila bo'lishi ehtimoli bor hududlarda yashovchi har bir inson ongli va muntazam ravishda unga tayyorlanib yurishi kerak.

Qayerda bo'lmasin-ish joyidami, magazindami, ko'chadami, transport va boshqa joylardami o'z reja va harakatlarini ilgaridan o'ylab qo'ygan odamlarda, o'zini qo'lga olishi, xotirjam bo'lib ishlash imkoniyatlari boshqalarga nisbatan ko'p bo'ladi. Quyida

zilzila ehtimoli bor bo'lganda kerakli qanday tayyorgarliklar qilinishi ro'yxati keltirilgan. Ularning bir qismi, darhol qilinadigan oddiy tadbirlar, qolganlari o'z vaqtini va kuchini xavfsizlikni ta'minlashni kuchaytirishga, ishlatishga tayyor bo'lganlarga maslahat sifatida mo'ljallangan:

1. Zilzila kechasi ro'y berishi mumkinligi va buning natijasida eshiklar va o'tish yo'llari odamlarga to'lib ketishini yoki ko'p hollarda eshiklar ochilmay qolishini yoddan chiqarmaslik kerak. Yaqin va xavfsiz chiqish yo'llarini oldindan mo'ljallab qo'yish lozim.

2. Oldindan ichkari xonalarning eng xavfsiz joylarini aniqlab qo'yish kerak. Bularga asosiy devor burchaklari, ichkari eshik oralari, baquvvat stol va krovatlar misol bo'la oladi.

3. Zilzila hollarida darhol xavfsiz joylarga borib turishni bolalarga va boshqa oila a'zolariga o'rgatib qo'ymoq lozim.

4. Agar katta zaruriyat bo'lmasa og'ir buyumlarni shkaf ustida va tokchalarda saqlamaslik lozim.

5. Uyda va boshqa joylarda chiroqlarni, gazni va suvni to'xtatib qo'yish joylarini qayerdaligini bilish va tekshirib qo'ymoq lozim. Bu tarmoqlarni berkitish uchun burab qo'yilgan qalpoqchalarni aylantirishga kerak bo'ladigan moslamalarni yaqinroq joylarda saqlash kerak.

6. Birinchi tibbiy yordam ko'rsatish uchun zarur bo'lgan dorilarni doimo tayyor tutish va ularni qo'llash usullarini bilib qo'ygan yaxshi. Agar odam o'z sog'ligini bir me'yorda saqlab turishi uchun qandaydir bir xil dorilarni iste'mol qilsa, unda shu dori-lardan o'zi va o'ziga yaqin bo'lganlar uchun daxlsiz hajmda g'amlab qo'yish kerak.

7. Batareykalarda ishlaydigan radiopriyomnik, chiroq va ularga batareykalarni g'amlab qo'yilgani ma'qul.

8. Ag'darilib ketishi mumkin bo'lgan kitob javonlari va boshqa og'ir uy jixozlarini devorlarga mahkamlab qo'yilsa yaxshi bo'ladi.

9. Yong'indan xavfli va zaharli ashyolarni to'kilib keta olmaydigan ishonchli joylarda saqlash kerak.

10. Uhlash krovatlarini katta deraza oynalaridan, uy ko'zgularidan va yiqilishi mumkin bo'lgan buyumlardan uzoqroqda joylash-tirish kerak.

11. Yashayotgan uylar holatini tekshirib, uni mustahkamlash kerak bo'lgan ashyolarni aniqlab, tezda zilzilabardosh ta'mirlash choralari qilib qo'ygan yaxshi.

12. Mahalliy idoralarning tabiiy ofatlarga tayyorgarligini ta'minlash, yordam berish va ularni eski va puturi ketgan uylarni tiklash va yangidan qurish ishlarini qo'llab-quvvatlash kerak.

13. Har bir xonadonning telefon daftarlarida tez tibbiy yordam, yong'in komandasi, militsiya va seysmik stansiya telefon nomerlari yozilgan bo'lishi lozim.

Keltirilgan tavsiyalarga vijdonan qaralsa zilzilaning og'ir oqibatlarini kamaytirish va sodir bo'lishi mumkin zilzilalar vaqtida odamlar o'zlariga va boshqalariga ko'p foyda keltirishlari mumkin.

ADABIYOTLAR

1. Abdurashidov K.S. va boshqalar. Qurilish mexanikasi. T. «O'zbekiston», 1999-yil.
2. Азаркович А.Е., Шуйфер М.И. Тихомиров А.П. Взрывные работы вблизи охраняемых объектов. М. «Недра», 1984.
3. Арнолд К., Рейтман Р. Архитектурное проектирование сейсмостойких зданий (пер. с англ.). М. «Стройиздат», 1987.
4. Баласанян С.Ю., Назаретян С.Н., Амирбекян В.С. Сейсмическая защита и ее организация (Учебное пособие). ГЮМРИ, Элдорадо, 2004.
5. Безухов Н.И. Устойчивость и динамика сооружений в примерах и задачах. М. Высшая школа, 1987.
6. Богатский В.Ф., Пергамент В.Х. Сейсмическая безопасность при взрывных работах. М. «Недра», 1978.
7. Буллен К.Е. Введение в теоретическую сейсмологию (пер. с англ.). М. «Мир», 1996.
8. Гласс И.И. Ударные волны и человек (пер. с англ.). М. «Мир», 1977.
9. Дарбинян С. Методы определения интенсивности землетрясений. Ереван-2003.
10. Дж. ГИР, Шах Х. Зыбкая твердь. М. «Мир», 1988 г.
11. Дж. Ейби. Землетрясения (пер. с англ.). М. «Недра», 1982.
12. Ibrohimov R. Kuchli zilzilalar izidan. T. «FAN», 1982.
13. Корчинский И.Л. и др. Основы проектирования зданий в сейсмических районах. М. «Стройиздат», 1961.
14. Корчинский И.Л. и др. Сейсмостойкое строительство зданий. М. «Высшая шк». 1971.
15. Мартемьянов А.И. Особенности проектирования и строительства сельских зданий в сейсмических районах. М. Стройиздат, 1975.
16. Мартемьянов А.И. Сейсмостойкость зданий и

сооружений, возводимых в сельской местности. М. Стройиздат, 1980.

17. Мартемьянов А.И. Проектирование и строительство зданий и сооружений в сейсмических районах. М. «Стройиздат», 1985.

18. Медведев С.В. Инженерная сейсмология. М. «Стройиздат», 1962.

19. Медведев С.В., Карапетян Б.К., Быховский В.А. Сейсмические воздействия на здания и сооружения. М. «Стройиздат», 1968.

20. Медведев С.В., Шебалин Н.В. С землетрясением можно спорить. М. «Наука», 1967.

21. Mavlonov G', Sultonxo'jaev A., Ibrohimov R. Zilzilani oldindan aytib bo'ladimi? Т. «FAN», 1979.

22. Ньюмарк Н., Розенблюет. Основы сейсмостойкого строительства (пер. с англ.). М. Стройиздат, 1980.

23. Obidov A. Abu Rayhon Beruniy va yangi nazariya. Т. «FAN», 1991.

24. Пановко Я. Г. Основы прикладной теории колебаний и удара Л. «Машинастроение», 1976.

25. Поляков С.В. и др. Проектирование сейсмостойких зданий. М. «Стройиздат», 1971.

26. Поляков С. В. "Сейсмостойкие конструкции зданий" М. «Выс. шк», 1983 г.

27. Поляков С.В. и др. Современные методы сейсмозащиты зданий. М. «Выс. шк», 1988.

28. Павлов О.В. Сейсмическая опасность мерзлых грунтов. Новосибирск, «Наука», Сиб. отд. 1987.

29. Родин Г. Сейсмология ядерных взрывов (пер. с англ.). М. Мир. 1974.

30. Саргсян А.Е., Дворянчиков Н.В., Джинчвелашвили Г.А. Строительная механика. М. «АСВ», 1998 г.

31. Смирнов А.Ф. и др. Строительная механика. М. «Стройиздат», 1984.

32. Суханов А.Ф., Кутузов Б.Н. Разрушение горных пород взрывом. М. «Недра», 1983.

33. Xabilov B. Inshootlar dinamikasi va zilzilabardoshligi. Т. «O'qituvchi», 1988.

сооружений, возводимых в сельской местности. М. Стройиздат, 1980.

17. Мартемьянов А.И. Проектирование и строительство зданий и сооружений в сейсмических районах. М. «Стройиздат», 1985.

18. Медведев С.В. Инженерная сейсмология. М. «Стройиздат», 1962.

19. Медведев С.В., Карапетян Б.К., Быховский В.А. Сейсмические воздействия на здания и сооружения. М. «Стройиздат», 1968.

20. Медведев С.В., Шебалин Н.В. С землетрясением можно спорить. М. «Наука», 1967.

21. Mavlonov G', Sultonxo'jaev A., Ibrohimov R. Zilzilani oldindan aytib bo'ladimi? Т. «FAN», 1979.

22. Нюмарк Н., Розенблюет. Основы сейсмостойкого строительства (пер. с англ.). М. Стройиздат, 1980.

23. Obidov A. Abu Rayxon Beruniy va yangi nazariya. Т. «FAN», 1991.

24. Пановко Я. Г. Основы прикладной теории колебаний и удара Л. «Машинастроение», 1976.

25. Поляков С.В. и др. Проектирование сейсмостойких зданий. М. «Стройиздат», 1971.

26. Поляков С. В. "Сейсмостойкие конструкции зданий" М. «Выс. шк», 1983 г.

27. Поляков С.В. и др. Современные методы сейсмозащиты зданий. М. «Выс. шк», 1988.

28. Павлов О.В. Сейсмическая опасность мерзлых грунтов. Новосибирск, «Наука», Сиб. отд. 1987.

29. Родин Г. Сейсмология ядерных взрывов (пер. с англ.). М. Мир. 1974.

30. Саргсян А.Е., Дворянчиков Н.В., Джинчвелашвили Г.А. Строительная механика. М. «АСВ», 1998 г.

31. Смирнов А.Ф. и др. Строительная механика. М. «Стройиздат», 1984.

32. Суханов А.Ф., Кутузов Б.Н. Разрушение горных пород взрывом. М. «Недра», 1983.

33. Xabilov B. Inshootlar dinamikasi va zilzilabardoshligi. Т. «O'qituvchi», 1988.

34. Shamsiev U. Sh., Ahmedov M. A., Bichuk E. V., Zilzila — tabiiy ofatdir. Toshkent, 1999.

35. Шарма П. Геофизические методы в региональной геологии (пер. с англ.). М, «Мир», 1989.

36. Qosimov S., Valiyev T. Seysmik mikrorayonlashtirish nima? T. «FAN», 1970.

37. Щетников Н.А. Цунами. М. «Наука», 1981.

MUNDARIJA

SO'Z BOSHI.....	3
I QISM	
INSHOOTLAR DINAMIKASI ELEMENTLARI	
<i>I bob. KIRISH</i>	
1.1-§. Inshootlar dinamikasi fanining vazifalari	5
1.2-§. Inshootlar dinamikasida qo'llaniladigan usullar....	11
<i>II bob. ERKINLIK DARAJASI BIRGA TENG BO'LGAN SISTEMALAR</i>	
2.1-§. Sistemalarning erkin tebranishi.....	13
2.2-§. Misol yechish uchun namunalar.....	17
2.3-§. Muhit qarshilik kuchini hisobga olingan holda erkinlik darajasi birga teng bo'lgan sistema erkin tebranishi.....	21
2.4-§. Erkinlik darajasi birga teng bo'lgan sistemaning majburiy tebranishlari (qarshilik kuchini hisobga olinmagan hol)	24
2.5-§. Sistemaning majburiy tebranishlariga qarshilik kuchlarining ta'siri.....	28
2.6-§. Tebranishlardan texnikada foydalanish.....	33
II QISM	
BINOLAR ZILZILABARDOSHLIGI	
<i>I bob. ZILZILALAR HAQIDA UMUMIY MA'LUMOT</i>	
1.1-§. Zilzila paydo bo'lish sabablari, mexanizmi, klassifikatsiyasi va geografiyasi.....	43
1.2-§. Zilzila kuchi va energiyasi.....	53
1.3-§. Grunt sharoiti va yer osti suvlarining seysmik intensivlikka ta'siri.....	62
1.4-§. Zilzila paytida tarqaluvchi seysmik to'liqlar.....	68
1.5-§. Sunami.....	76
1.6-§. Territorialarni seysmik va mikroseysmik rayonlashtirish	77

1.7-§.	Zilzilani prognoz (bashorat) qilish usullari.....	83
1.8-§.	Binolarning zilzila paytidagi tebranma harakati.....	100
II bob. QURILISH MATERIALLARI VA KONSTRUKSIYALARNING DINAMIK XARAKTERISTIKALARI		
2.1-§.	Umumiy ma'lumotlar.....	108
2.2-§.	Materiallarning dinamik kuch ta'siridagi mustahkamligi.....	110
III bob. SEYSMIK YUKLARNI ANIQLASH		
3.1-§.	Seysmik kuchlarni aniqlash uslubi rivojlanishi tarixidan	115
3.2-§.	Seysmik kuchlarni aniqlashning spektral usuli.....	118
3.3-§.	Seysmik kuchlarni qurilish me'yori va qoidalari.....	120
IV bob. VATANIMIZ ME'MORIY OBIDALARI QURILISHIDA ZILZILABARDOSHLIK MASALALARI		
4.1-§.	Ota-bobolarimiz asarlarida zilzila mavzusi.....	131
4.2-§.	Me'moriy obidalar qurilishida zilzilabardoshlik masalalari.....	135
V bob. SEYSMIK MUSTAHKAM BINOLARNI LOYIHALASH		
5.1-§.	Seysmik mustahkam binolarni loyihalashning umumiy qoidalari.....	150
5.2-§.	Seysmik aktiv mintaqalarda binolar hajmiy-reja va shaharsozlik yechimlariga qo'yiladigan talablar.....	155
5.3-§.	Seysmik mustahkam g'isht devorli binolarni loyihalash.....	161
5.4-§.	Karkas binolar.....	170
5.5-§.	Yirik panelli binolar.....	175
VI bob. YER OSTI PORTLASHLARINING SEYSMIK TA'SIRINI BAHOLASH		
6.1-§.	Umumiy ma'lumotlar.....	179
6.2-§.	Portlash seysmik ta'sirini baholash.....	185
6.3-§.	Yer osti portlashlarining bino va inshootlarga seysmik ta'siri.....	190
VII bob. BINOLARNI SEYSMIK HIMOYA QILISH QURILMALARI		
7.1-§.	Umumiy ma'lumotlar.....	195
7.2-§.	Bino va inshootlarni seysmik himoya qilish.....	196

7.3-§.	Seysmik mustahkam binolarni tadqiq etish metodologiyasi.....	202
7.4-§.	Binolar seysmik mustahkamligini naturaviy tajribada tadqiq qilishdagi elektr masofaviy apparatura.....	205
	XULOSA.....	211
	ILOVA.....	212
	ADABIYOTLAR.....	225

B.S.RAHMONOV, M.X.SIDDIQOV

BINOLAR ZILZILABARDOSHLIGI

Toshkent – «Fan va texnologiya» – 2007

Muharrir: Q.Avesbayev
Tex. muharrir: A. Moydinov
Musahhih: M. Hayitova
Sahifalovchi: A. Shaxametov

Bosishga ruxsat etildi 06.08.2007. Qog'oz bichimi 60x84 $\frac{1}{16}$.
«Timez Uz» garniturası. Ofset usulida bosildi. Shartli bosma
tabog'i 15,0. Nashr tabog'i 14,5. Adadi 500. Buyurtma № 43.

ISBN 978-9943-10-053-4



9789943100534