

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ

Муаллифлар: **Қосимова С.Т., Шоджалилов Ш., Ходжаев С.А. Қамбаров
Д.С Толипова Н.З.**

«ШАҲАР ҚУРИЛИШИ ВА ХЎЖАЛИГИ» КАФЕДРАСИ

«БИНО ВА ИНШООТЛАРНИ СИНАШ МЕТРОЛОГИЯСИ»

ЎҚУВ ҚЎЛЛАНМА
I-ҚИСМ

ТОШКЕНТ – 2002

Муаллифлар: **Қосимова С.Т., Шоджалилов Ш., Ходжаев С.А. Қамбаров Д.С Толипова Н.З.** Бино ва иншоотларни синаш метрологияси Ўқув қўлланма. I-Қисм (Қосимова С.Т., Шоджалилов Ш., Ходжаев С. Қамбаров Д, Толипова Н, ТАҚИ, 2002 й –111 бет).

Мазкур қўлланмада қурилиш конструкциялари ва ашёларини статик ва динамик юклар остида синашнинг назарий ва амалий масалалари ёритилган. Синашни ташкил этиш бўйича маълумотлар ҳамда қўлланиладиган асбоб-ускуна ва жиҳозларнинг тавсифлари берилган. Конструкцияларнинг зўриқиш – деформация ҳолатини белгиловчи синов ўтказиш амалий усуллари ва ўлчов параметрлари механик асбоблар, тензометрия услублари, муҳандислик геодезияси, фотограмметрия ва бошқа усуллар билан аниқлашга диққат эътибор қаратилган.

Синов натижаларини дастлабки ва тўлиқ қайта ишлаш усуллари, ҳамда уларни таҳлил этишда эҳтимоллар назарияси – статистик усулларини қўллаш баён этилган.

Тақризчилар: 1. Т.ф.д. проф. «Қурилиш механикаси ва иншоотларини зилзилабардошлиги»

кафедра мудири Абдурашидов Қ.С.

2. Т.ф.н. Механика ва иншоотлар зилзилабардошлик

институтини бўлим бошлиғи Тешабоев З.Р

Ўзбекистон Республикаси Олий ва Ўрта махсус таълим вазирлиги томонидан турдош олий ўқув юртлари учун ўқув қўлланма сифатида тавсия этилган.

**БИНО ВА ИНШОТЛАРНИ СИНАШ МЕТРОЛОГИЯСИ. I-
ҚИСМ
МУНДАРИЖА.**

СЎЗ БОШИ	5
КИРИШ	7
I-БОБ. ҚУРИЛИШ КОНСТРУКЦИЯЛАРИ ВА ИНШОТЛАРИНИ СИНАШ	10
1.1.Конструкция ва иншоотларни синаш бўйича умумий маълумотлар	12
1.2.Қурилишда метрология ва стандартлаштириш асослари	12
1.3.Синалиши лозим бўлган конструкция ва элементларни тайёрлаш ва шаҳодатлаш	14
1.4.Мавжуд бино ва иншоотларнинг синалувчи конструкцияларини тайёрлаш ва шаҳодатлаш	17
1.5.Бузулмас синов усуллари	19
II-БОБ. ҚУРИЛИШ КОНСТРУКЦИЯЛАРИНИ МЕХАНИК УСУЛЛАР БИЛАН СИНАШ	21
2.1.Статик синовлар	21
2.1.1. Умумий ҳолатлар	21
2.1.2. Синаш учун стенд ва қурилмаларнинг турлари	23
2.1.3. Юклаш схемасини танлаш	26
2.1.4. Балкаларни синаш	35
2.2.Статик синов усуллари учун назорат ўлчов аппаратураси	39
2.2.1. Прогибомерлар	39
2.2.2. Тензометрлар	44
2.2.3. Клинометрлар	64
2.2.4. Динамометрлар	66

2.3.Динамик синовлар.	69
2.3.1. Умумий ҳолатлар.	69
2.3.2. Иншоотларда динамик жараёнларни экспериментал тадқиқ этиш.	71
2.3.3. Назорат ўлчов аппаратураси.	76
2.4. Синовларни ўтказиш ва синов натижаларига ишлов бериш.	95
III-БОБ. АКУСТИК УСУЛЛАР	101
3.1.Ультратовуш импульсли усул.	101
3.2.Бетон ва металл нуқсонларини ультратовуш билан аниқлаш	103
3.3.Бошқа акустик усуллар.	108
АДАБИЁТЛАР	110

СЎЗ БОШИ.

Иқтисоди ривожланган, демократик жамият қуришнинг янги стратегияси фаннинг ҳам мазкур тизимда тутган ўрни ва ролини тубдан қайта қуришни, унинг вазифаларини аниқ белгилаб бериш заруратини илгари суради. Фан - таълим мазмунини тубдан янгилашда: таълим стандартлари, таълим дастурлари, ўқув дарсликлари ва қўлланмалар тайёрлашда, илмий-методик таъминотни амалга оширишда бевосита ва билвосита иштирок этади.

Қурилишда доираси оғишмай ўсиб бораётган турли-туман муҳандислик масалаларини ечишда бино ва иншоот конструкциялари ишини тадқиқ этишнинг экспериментал услубларидан кенг фойдаланилмоқда.

Бино ва иншоотлар конструкциясини синашга бўлган эҳтиёж ҳар хил шароитларда, шу жумладан назарий йўл билан ҳал қилиш мумкин бўлмай қолган шароитда вужудга келади. Бундай ҳолларда ашёлар, конструкциялар, умуман бино ва иншоотларнинг ишлашини тадқиқ этишнинг экспериментал усуллари барча қабул қилинган ҳисобий шарт-шароитни текширишнинг пировард босқичига айланиб қолади. Шунинг учун улар ҳозирги замон қурилишининг назарияси ва амалиёти учун ниҳоятда муҳим аҳамият касб этади.

Иншоотлар конструкциясини лойиҳалаш назариясининг ютуқлари ажойиб ва дадил ечимларга олиб келади. Бугунги кунда мутахассислар олдига жаҳон қурилиш амалиёти даражасида бино ва иншоотларни барпо этиш масаласи қўйилмоқда.

Шундай қилиб бино ва иншоотлар конструкциясини синашни тажриба ишларига асосланган ҳолда олиб борилувчи чуқур назарий тадқиқот деб қараш тўғри бўлар эди.

Синаш объектининг сифатига, тадқиқотнинг мақсад ва вазифасига кўра бино ва иншоотларни экспериментал тадқиқотини йўлга қўйиш, реал шароитларда иншоотнинг аслий синовидан ашёларининг ҳоссаси, ва аслий иншоот ашёлари ҳоссаларидан фарқланувчи ашёлардан тайёрланган моделларни синашгача бўлган турли-туман кўринишда намоён бўлади.

Янги яратиладиган иншоотларнинг ниҳоятда мураккаблигидан, уларни аввал моделларда синаш кенг тарқалган. Ўхшашлик назарияси, моделлар тайёрлаш, уларни синаш услуби, моделларнинг синов натижаларини тахлил этиш каби илмий ва конструкторлик-технологик муаммоларининг синтезидан иборат бўлган қурилиш конструкциялари ва иншоотларини моделлаштириш-қурилиш фанидаги алоҳида йўналишни яратилганлиги ҳақида кўп гапириш мумкин.

Бино ва иншоотлар конструкциясини синашнинг ҳозирги замон босқичида назария ва амалиётнинг равнақи механик ва радиотехник усулларнинг йиғиндисидан иборат дейиш мумкин. Механик усуллар конструкцияларни мавжуд юк таъсирида тадқиқ этишга асосланган.

Синашнинг радиотехник усуллари эса конструкцияларни зўриқиш – деформация ҳолатини тадқиқ этишга асосланган.

Сўнги йиллар тажрибаси шуни кўрсатдики, конструкцияларни синашнинг механик ва радиотехник усуллари бир-бирини сезиларли даражада тўлдириб, уларни қурилишда қўллашнинг амалий соҳаларини кенгайтиради.

Мазкур ўқув қўлланмада баён этилган материаллар талабаларнинг математика ва физика, қурилиш ашёлари, материаллар қаршилиги ва қурилиш механикаси, ҳамда металл, темир бетон, тошли конструкциялар, ёғоч ва пластмасса конструкциялар соҳасида олган билимларига таянади.

Муаллифлар ТАҚИ қурилиш конструкцияси кафедраси мудири техника фанлари доктори профессор Қ.С. Абдурашидовга қимматли маслаҳатлари учун ўз миннатдорчиликларини билдирадилар.

КИРИШ.

Бино, иншоотлар ва конструкцияларни синаш фан сифатида бошқа қурилиш соҳасидаги фанлардан кейинроқ шаклланди, бироқ айрим ҳолларда иншоотларни синаш қадимдан амалга оширилган.

Иншоотларни синаш конструкция ҳолатига баҳо бериш, ҳамда назарий ҳисобларнинг тўғрилиги ва аниқлигини текшириш эҳтиёжидан пайдо бўлган.

Синаш конструкциясининг юк кўтарувчанлигига назарий жиҳатдан ҳисобга олиш мумкин бўлмаган; конструкциянинг турли вариантларини солиштириш учун маълумотлар етишмаганида, бино каркаси айрим элементларини фазовий ишлашини юк кўтарувчанлигига таъсирини, ҳамда турлича икки конструкциянинг (масалан металлдан бўлган балка ёки фермаларнинг темир бетон плиталар билан бирга ишлаши) биргаликда ишлаши самарасини кўрсатиш каби омилларнинг таъсирини аниқлаш имконини беради.

Иншоот ҳолатини баҳолаш ё қурилиш ишлаб чиқариш жараёнлари билан, ё конструкцияни тиклаш ёки кучайтириш билан боғланган.

Синов юкининг турига кўра синовнинг 2 асосий усули мавжуд: статик (статик юк билан синаш) ва динамик (динамик юк билан синаш).

Динамик синовларни эксплуатациявий динамик – зарбли, вибрацияли ёки вибродинамик юклар билан амалга оширилади.

Иншоот ва конструкциялар синовини ё махсус синов лабораторияларда (лаборатория синови) ё дала шароитларида (дала синовлари) ўтказилади.

Лаборатория синовлари дала синовларига қараганда аниқроқ натижалар беради, чунки бу ҳолда аниқроқ синов асбобларидан фойдаланилади ва синаш учун маъқулроқ шароит яратиш мумкин. Аммо шуни ҳам айтиш лозимки, лабораторияда ҳамма вақт ҳам конструкция ишининг аслий шароитига мос келадиган шароитни яратиш имкони бўлмайди.

Ҳозирги вақтда эксплуатация қилинаётган иншоот ва конструкция қисмларини синаш учун кўчма лабораториялардан (темир йўл платформалари ёки автомобиллардан) фойдаланилади.

Синаш юқини катталиги бўйича икки турдаги синовлар бор: эксплуатациявий юк таъсирига ва бузувчи юк таъсирига синаш. У ёки бу юк турини танлаш синов вазифасига боғлиқ.

Эксплуатациявий юк остида турган конструкция ва иншоотлар синаш натижаларини назарий ҳисоблашлар билан солиштириш уларни ҳақиқий ишлаши ҳақида фикр юритиш имконини беради. Конструкция ёки иншоотни бузувчи юк билан синаш эксплуатациявий юк чегерасини аниқлаш имконини беради.

Лаборатория шароитларида синовларининг икки тури мавжуд; аслий синов-синов объекти аслий ўлчамда бажарилади ва моделларда синаш.

Синов натижаларининг аниқлиги нуқтаи назаридан афзаллик аслий синовларга берилади, чунки модел синов натижалари конструкциянинг аслий ўлчамларига ўтказилганида айрим хатоликлар пайдо бўлиши мумкин. Аммо кичрайтирилган моделларни синаш тайёрлаш меҳнатсарфлилигини ва ашё сарфини камайтиради.

Ниҳоят, қурилиш экспериментининг ҳозирги замон ҳолати олдида турган мақсадларга йўналтиришни ривож билан ажралиб туради. Ашёларнинг физик-механик ҳоссаларини, конструкция элементларидаги 3 зўриқиш деформация ҳолатларини аниқлаш ҳозиргача синовларда ва илмий тадқиқотларда фойдаланиладилар ва фақат айрим ҳоллардагина бино қурилиши ва эксплуатациясида сифатни текширишда ишлатилар эди. Ҳозир эса синовлар қатор ҳолларда қурилиш жараёнининг ажралмас қисми бўлиб қолаяпти.

Ҳозирги пайтда ишлаб чиқарувчиларга ҳам, қурувчиларга ҳам, иншоот ва биноларни барпо этишда ва эксплуатация қилишда сифатни баҳолашнинг замонавий усуллари ҳақида маълумотлари керак.

I-БОБ. ҚУРИЛИШ КОНСТРУКЦИЯЛАРИ ВА ИНШОТЛАРИНИ СИНАШ.

1.1. Конструкция ва иншоотларни синаш бўйича умумий маълумотлар.

Қурилиш конструкциялари ва иншоотларини лойиҳалаш, барпо этиш ва эксплуатация қилиш жараёнлари қатор мураккаб муҳандислик масалаларини назарий ва экспериментал ечимлари билан боғлиқдир. Бунда экспериментал тадқиқотларнинг ўрни назариядаги камчиликларни аниқлаш ва уларни бартараф этиш йўллари топишдан иборат. Қатор ҳолларда тадқиқотларнинг назарий усуллари иншоот ва конструкцияларнинг ва унинг мустаҳкамлигини баҳолашда ожизлик қилиб зўриқиш-деформация ҳолати қолади. Бундай ҳолларда юқоридаги кўрсаткичлари бўйича хулосалар бериш учун ягона йўл – иншоотларни синаш бўлади.

Иншоот ва конструкцияларни синаш метрологияси мустақил соҳаси сифатида бир асрдан зиёд мавжуддир. Катта ҳажмда қурилиш ишларининг олиб борилиши, йирик илмий текшириш институтларининг барпо этилиши синаш жараёнини мислсиз ўсишига олиб келди. Мустақил Хамдўстлик Давлатларининг бир неча йирик илмий марказларида (ЦНИИСК, НИИЖБ, НИИСК, Минстрансстройнинг ЦНИИС, Киев ЗНИИЭП) лаборатория шароитида айрим иншоот фрагментларини аслий ўлчамда синашни амалга ошириш имкониятлари мавжуд. Юқорида санаб ўтилган илмий марказлардан ташқари, бундай тадқиқотлар ЛенЗНИИЭП да, Грузия фанлар академияси қурилиш механика ва зилзилабардошлик институтида, Беларусия давлат қурилиш қўмитаси, ЎзЛИТТИ ва шу каби қатор илмий тадқиқот институтларида бундай тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Иншоот ва уларнинг моделларини экспериментал тадқиқ этиш Германия, Польша, Чехословакия, Франция, Италия, Япония ва бошқа чет давлатларнинг илмий тадқиқот фирмаларида олиб борилмоқда.

Хозирги вақтда илмий-тадқиқот ишлари ва уларга боғлиқ конструкция ва иншоотларни синашга уларнинг ҳар бирини барпо этиш ва эксплуатация қилиш босқичлари бир вақтда олиб борилади.

Конструкцияни ишлаб чиқиш босқичига кўра синашнинг мақсадини қуйидагича ифода этиш мумкин:

1. Иншоотларни лойиҳалаш, уларнинг катта қисмини қамраб олувчи мавжуд назарий ишланмаларга асосан амалга оширилади. Иншоотни ҳисоблашнинг назариясини ишлаб чиқиш, олинган назарий натижаларни ойдинлаштиришга имкон берувчи қатор экспериментал тадқиқотларга таянади. Бунда қуйидаги масалалар характерли бўлиши мумкин:

а) Иншоот ва унинг моделларини синаш йўли билан конструкциянинг зўриқиш-деформация ҳолатини аниқлаш, унинг ҳисобий схемасини ойдинлаштириш. Синов натижасида олинган маълумотлар ишлаб чиқилган назарияни баҳолашга хизмат қилади.

б) Юкнинг қиймати ва интенсивлиги, иншоотнинг айрим физик мухитлар билан ўзаро таъсири натижаси сифатида аниқлаш.

2. Одатда лойиҳалаштирилган иншоот экспериментал текширувдан ўтказилиши лозим бўлади. Бу босқичда қуйидаги масалалар ечилади:

а) Иншоотнинг ҳисобий схемасини текшириш ва ойдинлаштириш. Бу масалага мисол бўлиб йиғма ва йиғма-яхлитқуйма иншоотларнинг ҳисобий схемасини ойдинлаштириш хизмат қилиши мумкин.

б) Иншоотнинг айрим боғламларини конструкциялашни тўғрилигини текшириш.

в) Иншоотнинг юк кўтариш қобилятини аниқлаш. Иншоотни бузулишга қадар олиб бориш, унинг схемасини ва бузувчи юк қийматини ўрнатиш тадқиқот босқичидаги синовнинг пировард мақсади бўлиб қолади.

3. Замонавий қурилиш амалиётида синов иншоотларни барпо этиш, ва эксплуатация қилиш жараёнида ҳам ўтказишни кўзда тутати:

а) Иншоотларнинг йиғма элементларини қурилиш индустрияси корхоналарида оммавий равишда тайёрлашда сифат назорати.

б) Иншоотнинг юк кўтарувчи конструкциялари едилган ва ишлаш номенклатурига бўлган тақдирда иншоот ҳолатини текшириш.

в) Аҳамиятли иншоотларни эксплуатацияга топширишдан аввал синов юки билан текшириб кўришни лозим топади.

Иншоот ишлашини ўрганишнинг экспериментал усулларида авариялар таҳлилини ҳам киритиш лозим.

1.2. Қурилишда метрология ва стандартлаштириш асослари.

Илмий-техникавий прогресснинг тезланиши шароитларида қурилишда қурилиш конструкциялари, деталлари ва боғичларини унификациялашга, қурилиш конструкцияларини тайёрлаш ва монтаж қилиш сифатини оширишга алоҳида аҳамият берилмоқда. Қўйилган масалаларни ечиш, қурилишда метрология ва стандартлаштириш ролини кескин оширишни тақозо этади.

Метрология – бу ўлчашлар, уларнинг бирлигини ва талабдаги аниқлигига эришиш йўллари таъминловчи усул ва воситалар ҳақидаги фан. Метрологияда: ўлчашларнинг умумий назарияси, физикавий катталиклар ва уларнинг тизимини бирликлари, ўлчаш усуллари ва воситалари, ўлчаш аниқлигини топиш усуллари, ўлчаш муштараклиги ва ўлчаш воситаларининг бир хиллигини таъминлаш асосларини, ўлчов бирликларини эталон ёки намуна ўлчов воситаларидан ишчи ўлчов воситаларига узатиш усуллари кўрилади.

Метрология – метрологик таъминотнинг илмий асосидир. Метрологик таъминотда ўлчашнинг ягоналиги ва талабдаги аниқликка эришиш учун керакли илмий ва ташкилий асосларни, техникавий воситаларни, қоида ва меъёрларни ўрнатилади ва қабул қилинади. Метрологик таъминот қуйидаги тизимларни:

-бирликларни юқори аниқликда акс эттиришни таъминловчи физик катталикларнинг **давлат эталон** бирлиги;

-ўлчашнинг намунавий воситалари ва бошқа текширув воситалари ёрдамида ўлчам бирликларини барча ўлчов воситалари эталонларидан физик катталикларга узатиш;

-моддий ишлаб чиқариш сферасида, фаолиятнинг илмий-тадқиқод ва бошқа турларидаги маҳсулот, технологик жараёнлар ва бошқа объектларнинг тавсифларини талабдаги аниқликларини белгилашни таъминловчи ишланмаларни, ишлаб чиқаришга қўйишни ва ишчи ўлчов воситаларини муомалага қўйиш;

-ашё ва конструкцияларни олиш ва фойдаланишдаги технологик жараёнларни ишлаб чиқиш ва илмий-тадқиқодларнинг ишончли маълумотлари билан таъминловчи, физик константалар ва модда ва ашёларнинг хоссалари ҳақидаги стандарт маълумотномаларни ўз ичига олади.

Булардан ташқари метрологик таъминотга:

-серияли ёки оммавий ишлаб чиқаришга ва ҳориждан партиялар билан келтирилишга мўлжалланган, ўлчаш воситаларини ишлаб чиқишда ва муомалага чиқаришда бир хилликни таъминловчи ўлчов воситаларининг давлат синови ёки метрологик шаҳодатлаш;

-тайёрлаш, эксплуатация қилиш ва ремонт қилишда ўлчов воситаларини бир хиллигини таъминловчи мажбурий давлат ва маҳкамавий текшируви;

-қиймат бирликларини акс эттиришни таъминловчи, модда ва ашёларнинг таркиб ва хоссаларини тавсифловчи таркиб ва модда хоссаларининг стандарт намуналари киради.

Ўлчашнинг метрологик таъминоти муаммоси стандартлаштириш олдида турган масалалар билан узвий боғланган. **Стандартлаштириш** – маълум бир соҳанинг фаолиятини фойдали йўлга қўйиш учун қоидалар ишлаб чиқиш ва қўллашдир. Стандартлаштириш объектига фанда, техникада, қурилишда фойдаланиладиган, кўп марта қўлланиш истикболига эга бўлган муайян маҳсулотлар, меъёрлар, талаблар, усуллар ва атамалар киради. Қурилишда

стандартлаштиришга конструкция ва иншоотларни ҳисоблаш усуллари ва лойиҳалаштириш, ашё ва буюмларга бўлган талаблар, бино ва иншоот конструкцияларини қурилиш ва монтажи босқичидаги қўйимлар, синаш ва ўлчов ўтказиш усуллари, олинган ўлчов натижаларини тақдим этиш ва қайта ишлаш усуллари ва бошқалар моликдир.

Стандартлар ишлаб чиқаришнинг тараққиёт суратига ва даражасига катта таъсир кўрсатади. Фан, техника ва амалий тажрибаларнинг энг охириги ютуқларига таяниб стандартлаштириш кўп ҳолларда ишлаб чиқаришда эришилган муваффақиятларни қайд этибгина қолмай, шу билан бирга илм ва техника тараққиётининг ричагларида бирига айланиб қолади.

1.3. Синалиши лозим бўлган конструкция ва элементларни тайёрлаш ва шаҳодатлаш

Синаш учун мўлжалланган конструкция ва иншоотларни тайёрлаш экспериментал тадқиқот ўтказишнинг муҳим босқичларидан биридир. Уларни тайёрлашдаги эътиборсизлик натижаларни шу даражада бузиб юборадикки, уларни қандайдир баҳолаш ҳам мумкин бўлмай қолади.

Конструкция ва иншоотларнинг экспериментал намуналарини тайёрлаш жараёнига қўйиладиган асосий талаблар қуйидагилардан иборат:

1. Ашёларга бўлган талаблар. Экспериментал намуналарни тайёрлаш учун ашёларнинг физик-механик тавсифлари имкони борича меъёрий кўрсаткичларга яқин бўлиши лозим. Иншоотларни синашнинг мураккаблигини ҳисобга олган ҳолда, одатда текширишга бир нусха буюм қўйилади. Моделларни синашда камдан-кам ҳолларда намуналарнинг сони учтага етади. Шу сабабдан экспериментал иншоотларни тайёрлаш учун ишлатиладиган ашёларни танлаш ва тайёрлаш усули одатдаги технологияга қараганда ашёнинг физик-механик тавсифлари ниҳоятда паст дисперсияни таъминлаши лозим.

2. Конструктив ўлчамларининг аниқлигига бўлган талаблар.

Синашга мўлжалланган иншоотларнинг конструктив ўлчамларининг аниқлиги ниҳоятда баланд бўлиши керак. Бу айниқса иншоотнинг белгиловчи ҳисобий схемасига тааллуқли ўлчамларига алоқадордир.

3. Ташқи юзага бўлган талаблар. Қурилиш конструкциялари ва иншоотларининг замонавий синовлари синалувчи иншоот юзасига тегиб турувчи катта миқдордаги асбоблар билан тавсифлидир. Конструкция юзасига синовлар учун аҳамияти муттасил ошиб борувчи тензорезисторлар ёпиштирилади. Бу эса иншоот юзасининг тозалигига бўлган талабни оширади. Конструкцияни тайёрлаш мобайнида вужудга келган нотекисликлар иншоотнинг ишлашга умуман таъсир этмаса ҳам, юзага ёпиштирилган ёки ўрнатилган асбобларнинг кўрсатмаларини қаттиқ бузиши мумкин.

Шу талабларни ҳисобга олган ҳолда синаладиган иншоот конструкцияларни тайёрлаш одатдаги технологияларда амалга оширилади. Кўпинча иншоот конструкцияларини тайёрлаш мобайнида синовлар вақтида ўлчов асбобларини маҳкамлаш учун мослама ва қурилмалар қўйиб кетилади. Баъзан эса ўлчов асбобларининг ўзи ҳам ўрнатилади. Масалан, темир бетон конструкцияларнинг арматураларига тензорезисторлар ёпиштирилади, бетон массивларига ҳажмий зўриқиш ҳолати компонентларини ўлчаш учун тензометрик элементлар жойлаштирилади. Экспериментал конструкцияни тайёрлаш технологияси нуқтаи назаридан, экспериментал тадқиқот услубини жорий этишни таъминловчи бундай деталларга бўлган талаблар уларнинг йиғинчоқлигида, синаладиган иншоот кесимини ҳам заифлашувидадир. Иншоотни тайёрлаш босқичлари махсус журналда қайд этилади, бунда тайёрланадиган элементлар, қўлланиладиган ашёлар ва тайёрлаш технологияси таърифланади. Элементлар ювилмайдиган бўёқ билан тамғаланади. Тайёрлаш санаси худди шундай бўёқ билан элементни ўзига ёзилади. Кўпинча аслий иншоот ўрнига унинг модели синалади.

Тайёрлаш технологиясини ҳисобга олишни моделни лойиҳалашдан бошлаш лозим. Хусусан, элементнинг барча кесимлари ниҳоят даражада

йириклаштирилган (ўхшашликни сақлаш доирасида) ва соддалаштирилган бўлиши лозим. Унинг юк кўтарувчанлигига ва деформацияланишига таъсир этмайдиган деталларини чиқариб ташлаш керак. Масалан, йирик панелли биноларнинг моделини лойихалаштиришда вазифаси чокларнинг герметиклигини таъминлашдан, ҳамда монтаж вақтида элементларни ўрнини белгиловчи деталлар, агар улар кейинчалик иншоотнинг ишлашига кўшилмаса, бундай деталларни тушириб қолдириш мумкин. Моделларни тайёрлашда уларнинг элементлари ўлчамларининг аниқлигига бўлган талаб анчагина юқори бўлади.

Ҳар қандай синовнинг бошланиши иншоот ёки унинг моделини шаҳодатлашдан бошланиши лозим. Унинг натижасида иншоот ёки унинг моделини синовгача бўлган якуний баҳоси таркиб топади. Бунда ҳам бутунлай иншоотнинг ўзи, ҳам уни тайёрлаш учун ишлатиладиган ашёлар баҳоланади. Бу ерда тайёрлаш мобайнида юз берган лойихадан беихтиёр оғишларни баҳолаш масаласи кўйилади. Шу билан бирга иншоотдаги бир ашёни иккинчиси билан алмаштириш ва аввал белгиланган тайёрлаш технологиясини ўзгариши билан боғлиқ бўлган мажбурий ўзгаришлар ҳам баҳоланади. Ашёлар сифатини баҳолаш иншоот билан бир вақтда тайёрланган назорат намуналарини синаш орқали амалга оширилади.

Иншоот ёки унинг моделини бир намунада тадқиқ этишда одатда синовларнинг етарли даражада катта дастури рўёбга чиқарилади. Уларнинг ҳар бири конструкцияда озми-кўпми сезиларли қолдиқ деформация тўплайди, дарзлар пайдо бўлади, у ёки бу боғламлар ва элементлар бузулади. Синовларнинг ҳар бир кейинги босқичини бошлашдан аввал шаҳодатлашни қайтариш лозим. Кўпинча унинг натижаси синалувчи объектни қисман ремонт қилиш, унинг ҳисобий схемасини ўзгартириш ҳақида қарор қабул қилиш бўлади.

1. 4. Мавжуд бино ва иншоотларнинг синалувчи конструкцияларини тайёрлаш ва шаҳодатлаш

Экспериментал тадқиқотларнинг умумий ҳажмида барпо этилиб бўлинган иншоотни синаш етарли даражада катта ўрин эгаллайди. Бундай ҳолда синов объектини танлаш юқорида баён этилган иншоот экспериментал намунасини тайёрлаш жараёнига услубий жиҳатдан айнан мос келади. Барпо этилган ноёб иншоотни топширишдан олдин синовни ташкил этишда танлаш муаммоси бўлмайди. Синов объектини танлаш масаласи кўпинча бир типли иншоотлар гуруҳидан синаш вақтида юзага келади.

Танланган синов объекти шаҳодатланади. Бунинг учун иншоотнинг лойиҳавий ҳужжатлари, ишчи чизмалари, статик ҳисобларни ўрганиб чиқиш лозим. Кейинги босқич яширин ишлар баённомалари билан танишишдан иборат. Лойиҳавий ечим билан уларнинг аслий бажарилишидаги аниқланган тафовутлар махсус журналда акс эттирилади. Худди шу ерга кейинги босқич натижалари - иншоотнинг ташқи кўриги киритилади. Уни кўриш орқали ёки асбоблар билан ўлчаш орқали амалга оширилади. Кўрик вақтида иншоот элементларининг ҳақиқий ўлчамлари, ҳисобий оралиқлар, дарзларнинг мавжудлиги текширилади. Иншоотнинг дарзлари чизиб чиқилган бундай участкаларини расмга олиш мақсадга мувофиқдир. Фотография майдонида расмга олинувчи участканинг тамғаловчи жадвалини жойлаштириш лозим. Йиғма-яхлиткуйма иншоотларни ташқи кўригида уланмаларнинг ҳолатига (кавшарлашнинг сифати ва ҳолати), қуйилма деталларнинг анкерланишига, темир бетон конструкцияларга, чокларнинг яхлитлигига алоҳида диққатни қаратиш лозим. Чокларга алоҳида эътибор қаратиш керак, чунки ножўя яхлитлаш иншоотнинг эксплуатацион сифатини пасайтирувчи сабаблар ичида кўпроқ тарқалгани ҳисобланади.

Иншоотнинг ташқи кўриги вақтида яширин ишлар баённомасидаги ишларнинг ҳақиқий бажарилишининг мувофиқлигини оралатиб текшириш лозим. Баённомалар бўлмаган ҳолда иншоотда қисман очиш ва яширин ишчи

элементларни ўлчаш амалга оширилади. Масалан, темирбетон элементларда айрим жойларда ҳимоя қатлами ажратилиб, кўйилган арматурани ўлчанади. Эгилувчи элементларда бундай ҳимоя қатламининг қалинлиги ҳам ўлчанади.

Ташқи кўрик иншоотнинг умумий ўлчамлари билан тугайди. Унда ҳисобий элементларнинг аслий ўлчамлари, уларнинг шакли, айрим, элементларнинг ўзаро жойлашуви ўз аксини топади. Ташқи кўрикнинг натижасида иншоотнинг аслий ҳисобий схемаси бўлади. Унда иншоотнинг аслий ўлчамлари ва унинг айрим элементларнинг кесимлари бўлиши лозим. Шунинг ҳам айтиш керакки, қатор ҳолларда иншоотнинг деформацияланувчи схемада ишлаши, идеал деформацияланмайдиган схемадан анчагина фарқ қилади. Шунинг учун иншоот элементларининг аслий ўзаро ҳолатлари ҳамиша тадқиқотчининг диққат марказида бўлиши лозим.

Иншоотни шаҳодатлашнинг иккинчи таркибий қисмига ишлатиладиган ашёларнинг сифатини аниқлаш киради. Бундай баҳолашнинг кўпроқ қўлланиладиган ва ҳақиқатга яқин усули иншоотдан танлаб олинган ашё намуналарини синашдир.

1.5. Бузулмас синов усуллари.

Бино ва иншоотларга кўриш орқали баҳо бериш текшириладиган конструкциянинг ҳолати ҳақидаги дастлабки маълумотни, конструкция элементларининг эскириш даражаси ҳақида фикр бериш, синовнинг бундан кейинги боришини аниқлаштириш имконини беради. Биринчи навбатда бу ҳолат синовларнинг бузулмас усуллари қўллаш билан боғлиқ, яъни бино ва иншоот конструкцияси ва унинг айрим элементларини бузулишга олиб келмайдиган усуллардир. Бундай синовларни хоҳ статик юклашда бўлсин, хоҳ юкларнинг динамик таъсирида бемалол ўтказиш мумкин. Синовларнинг мазкур мажмуаси бино ва иншоотнинг геометрик параметрларини (оралиқлар, қалинликлар, баландликлар ва шу кабилар), ашёларнинг мустаҳкамлик ва структуравий ҳоссаларини, бетоннинг ҳимоя қатлами қалинлиги,

арматураларнинг жойлашувини, элементларнинг солқилиги ва деформациясини, силжишнинг динамик амплитудасини, конструкцияларнинг тебраниш даврини, айрим нуқталарнинг тезланиши ва ҳоказоларининг қийматини аниқлашни ўз ичига олади.

Бино ва иншоотларни текширишда муҳандислик геодезияси усуллари кенг қўлланилади. Унинг ёрдамида бино ва иншоотларнинг чўкиши, уларнинг сурилиши, дарз ва деформация чокларининг параметрлари, конструкция элементларининг солқилиги ўлчанади. Муҳандислик фотограмметрия усулларида статик ва динамик таъсирларда нуқтанинг силжиши ва конструкция элементларининг деформациялари аниқланади. Сўнги вақтларда лазерли интерференция усули самарали ривожланиб бормоқда.

Қурилиш конструкциялари элементларини тайёрлаш сифатини назорат қилиш бузулмас ва бузиш синов усулларида фойдаланиб амалга оширилади. Бироқ ҳар бир буюмни бузиш орқали синаш бемаъ依ликдан бошқа нарса эмас, бинобарин бунда буюмнинг ҳақиқий ишлаш ҳолати ҳақида 100% ахборотга эга бўлинса ҳам комбинат ёки завод дарвозасидан қурилишда ишлатишга биронта буюм чиқмайди. Бузулмас усулларда синалаётган объектнинг тўла тавсифини ҳамма вақт ҳам олиб бўлмайди. Шу билан бирга бундай усуллардаги ўлчов параметрларининг аниқлик даражаси (10–15%) амалий мақсадлар учун етарли ҳисобланади. Амалиётда бу икки усулдан биргаликда фойдаланилади. Агар маълум миқдор объектларда бузулмас ва бузиш усулида синовлар ўтказилиб, сўнгра синов натижалари солиштирилса, у ҳолда уларнинг маълум даражада ўзаро боғлиқлик даражасини аниқлаш мумкин.

II-БОБ. ҚУРИЛИШ КОНСТРУКЦИЯЛАРИ ВА ИНШОТЛАРИНИ МЕХАНИК УСУЛЛАР БИЛАН СИНАШ.

2.1. СТАТИК СИНОВЛАР.

2.1.1. Умумий ҳолатлар.

Ҳозирги вақтда конструкцияларнинг зўриқиш ҳолатини экспериментал тадқиқ этишда асосан деформацияни ўлчаш билан боғлиқ бўлиб қолади. Деформация қийматини билгач, зўриқишни назарий йўл билан аниқлаш мумкин.

Иншоот конструкцияси ташқи куч миқдори ва қўйилиш схемасига, уни тайёрлаш учун ишлатилган ашёларнинг физик-механик хоссаларига, ҳамда кўрилаётган конструкциянинг геометрик ўлчамларига боғлиқ равишда деформацияланади.

Юк таъсири остида конструкция ёки унинг элементининг геометрияси ўзгаришга юз тутлади: толаларининг қисқариши ёки узайиши, кесим ёки нуқталарнинг ўзаро сурилиши ва шу кабилар рўй беради. Синов жараёнида бу ўзгаришларни аниқлаш конструкциясининг зўриқиш ҳолати, унинг деформацияланиши ва юк кўтарувчанлиги ҳақида фикрлаш имконини беради.

Айрим боғичлардаги деформациялар, боғичларда конструктив элементларнинг ўзаро силжиши ва бурилиши, ҳамда фибр деформацияларини маҳаллий деформациялар деб аташ қабул қилинган. Улардан фарқли умуман иншоот конструкцияларининг деформацияси ва сурилиши умумий деформация дейилади. Бундан келиб чиқадики, конструкцияни юк остида ишлашини баҳолаш учун юклангунча, юк остида ва юк олингандан кейин камида уч ҳолатдаги геометрик параметрлари ҳақида ахборотга эга бўлиш лозим.

Бироқ фақатгина юк таъсирининг энг сўнгги натижасинигина эмас, балки юк ўзгариши мобайнида деформациянинг қандай ривожланишини, яъни

деформация – юк боғлиқлигини дискрет ёки қабул қилинган синов услубига боғлиқ равишда муттасил боғланишни билиш фойдадан холи эмас.

Синаладиган конструкциянинг ишлаш схемасини таҳлил этиш ўлчаш лозим бўлган параметрларни аниқлаб беради. Синаш жараёнида катталиклари ўлчанувчи параметрларнинг тўплами кузатув таркиби ёки ўлчаш таркиби деб аталади.

Конструкцияни синашда ҳал қилиниши лозим бўлган масалаларнинг ҳажми ва мазмуни синов тадқиқот ёки амалий мақсадни кўзлаб ўтказилаётганига кўра аниқланади.

Биринчи ҳолатда масала ҳисоблаш назариясини текширишга олиб боради. Бунда синов натижасида олинadиган ахборот ҳажми анчагина кенгайтирилади.

Масаланинг иккинчи ҳолатида эса, сифат назорати бўйича синалаётган конструкциянинг мустаҳкамлик ва деформацияланишини аниқлаш билан чегараланилади.

Синов ўтказилишидан аввал иншоот конструкцияси геометрик ўлчамлари ўлчаниб ва боғич бирикма ва чоклари диққат билан текширилиши орқали синчиклаб кўриқдан ўтказилади. Барча топилган лойиҳавий чекинишлар ва нуқсонлар синов журнаliga киритилади, лозим бўлганда эса махсус чизма ва фотосуратларга олинади.

Синовга тайёргарлик даврида қайд этилган нуқсонлар ва лойиҳавий чекинишларни ҳисобга олган ҳолда конструкция ҳисоблаб чиқилади ёки тайёрланган ҳисоблар текширилади. Қатор ҳолларда турли фикр ва мулоҳазалар ва тахминлардан келиб чиқиб бир неча ҳисоблар қилишга тўғри келади. Бу синов давомида конструкциянинг ҳақиқий иш ҳолатини кўрсатиш, ашёларнинг физик-механик хоссаларини идеаллаштиришни ҳисобга олган ҳолда уларни ҳисоблашнинг оқилона схемасини белгилаш имконини беради.

Синовларда юкни меъёрийга, махсус ҳолатларда эса ҳисобий ёки бузувчига тенг қилиб олинади. Охирги ҳолатда махсус экспертизанинг қарори талаб этилади.

Синалувчи объектга юкни тақсимланиши лойиҳавий ҳисобий схемага кўра амалга оширилади.

2.1.2. Синаш учун стенд ва қурилмаларнинг турлари.

Қурилиш конструкциялари ва муҳандислик иншоотларини синаш унинг ҳисобий схемасига, юкларнинг қўйилишига ва ўлчашларнинг бажарилишига мувофиқ маълум бир иншоотлар қурилмасини талаб қилади. Синов ўтказишнинг бу уч ажралмас ташкил этувчиларини таъминлаш синов стендлари ва қурилмалари орқали амалга оширилади. Иншоот ва конструкцияларни кўпроқ тарқалган вертикал юк таъсирига синаш уларни ишчи ҳолатида ўрнатиладиган бикр таянч тузилмаси ҳисобланади. Иншоот ёки конструкцияга юкни қўйиш гравитацион усул билан – иншоотга таъсир этувчи юкка тенг бўлган миқдордаги юкни териб чиқилади. Юк сифатида чўян кадоқлар, бетон призмалар, ғишт, қум ва сув қўлланилади.

Стенд таянчи темир бетон, ғишдан қилинади. Уларнинг кесим юзаси етарли даражадан вазнли бўлиши лозим.

Синалаётган иншоот ёки конструкциялар қуйидаги турдаги ҳисобий таянишга яқинлаштирилган таянчга эга бўлиши лозим: қўзғолмас шарнирли, цилиндрик ва шарсимон.

Иншоот ва конструкцияларнинг чизик бўйича бир вақтда барча таянч тузилмасининг иншоотга тегиб туришини таъминлаши лозим. Бу ҳолатда таянчни айрим участкаларга бўлиб чиқиш мақсадга мувофиқ ҳисобланади. Масалан, ораёпма панелини энг оддий стендга таянишида қўзғолмас таянч одатда қиррасини юқорига қилиб асосига пўлат тасма кавшарлаб амалга оширилади. Қўзғолувчи таянч эса қувур ёки айланма кесимли пўлатдан қилинади. Бундай таянчларни панелнинг бутун таяниши бўйлаб яхлит қилиниши, таянч тузилмаларидаги муқаррар солқилик оқибатида унинг меъёрий ишлашини қаттиқ бузиб юборади. Таяниши қисқа масофаларга қатор жойлашган юқорида айтиб ўтилган конструкция бўйича калта таянчларни

қўллашга йўл қўйиш мумкин. Таянчларнинг стенд ва панелга зич ёпишиб туриши панелни стендга ўрнатишда бевосита текисловчи қоришма қатламини қўйиш ёки таянч остига пўлат поналар қўйиш орқали таъминланади.

Гравитацион юк билан юклашда юкларни юклаш схемасини аниқ бажарилишини қатъий белгиланган тартибда териш лозим. Синалувчи объектни тўпланма юклар билан юклашда, одатда, иншоотга осиладиган юк платформаларидан фойдаланилади. Бу ҳолда куч юзаси маҳаллий эзилишни келтириб чиқармайдиган тақсимловчи қўйилма орқали қатъий берилган нуқтада узатилади. Иншоот узунлиги бўйича текис тарқатилувчи юк қатор осиладиган юкли платформалар кўринишида бажарилади. Бунда платформалар сони юклашдан ҳосил бўладиган эгувчи момент муттасил қўйилувчи юк ҳосил қиладиган эгувчи моментдан кам фарқ қилиши шарти билан танланади.

Қадоқ тошлар билан майдон бўйича текис тақсимланган юкни қўйишда иншоот юзаси майдонлари тенг бўлган участкаларга бўлиб чиқилади. Қўйилаётган юкнинг қийматини назорат қилиш учун участкалар майдонини 1 м² га тенг қилиб тайинлаш мақсадга мувофиқдир. Участкалар ичида бутун юза бўйлаб бир текисда юклар қўйиб чиқилади. Бу ҳолатларда юкларнинг айрим гуруҳлари орасида қадоқлардан свод ҳосил бўлишини олдини олиш учун каттагина оралиқлар қолдириш лозим, акс ҳолда бу юклаш тавсифини бузиб, синов натижасида жиддий хатолар содир этади.

Кўпинча оддий стендларда синалувчи иншоотларда юкни текис тақсимланиши учун иншоот контури бўйлаб тўсиқлар ўрнатилади ва унга қум солинади. Бундай юклашнинг камчиликларига авваламбор қумнинг ҳажм оғирлигини ўзгаришига сабаб бўлувчи юқори даражадаги гигроскопиклигини айтиш мумкин. Кейинги камчилиги қумнинг ишқаланиши оқибатида тўсиқларнинг атрофида қум босимининг камайишидир. Бу ишқаланишни, агар тўсиқлар бўйлаб полиэтилен пленка тўшаб чиқилса, анчагина камайтириш мумкин.

Иншоотни сув билан юклаш ҳам қўллаб турилади. Тўпламли юк, юқорида айтиб ўтилган юк платформалари металл баклар ўрнатиш йўли билан барпо этилади. Текис тарқатилган юк иншоотда махсус мустаҳкам сув ўтказмас матодан махсус бассейнлар қилиш орқали барпо этилади. Бундай юклаш тузилмаси фақатгина текис горизонтал юзага эга бўлган иншоотлардагина қўлланилиши мумкин. Юклашнинг бундай тури пухталики билан бажарилганда ҳар қалай юкнинг узатилиш бир текислиги нуқтаи назаридан ва юклаш жараёнининг меҳнатсарфлилиги нуқтаи назаридан ҳам кўнгилдагидек дейиш мумкин. Бундан ташқари сув билан юклаш усули гравитацион юкларнинг бошқа турларида бўлмаган яна бир афзалликка эгаки, бу юкни тушуришни тез бажарилиши имконияти.

Синовларни бундай стендларда ўтказиш иншоот ишини тўла экспериментал таҳлил этиш мақсадини ўз олдига қўймайди. Одатда бундай ҳолларда меъёрий ва ҳисобий юклардан юк кўтарувчанлик ва деформациялар аниқланади. Бунда катта миқдорда ўлчов асбоблари ишлатиш талаб этилмайди. Асбоблар кўчма штативларда ўрнатилади.

Юқорида тасвирланган оддий стендлар, конструкция ва иншоотларни юклаш усуллари дала ва ишлаб чиқариш шароитларида тадқиқотлар ўтказиш учун мўлжалланган. Синовлар ўтказиш учун энг яхши имкониятларни универсал қурилмаларга эга бўлган махсус синов залларида барпо этиш мумкин. Синов залларида энг қимматбаҳо нарса – бу анкер ариқчаларига эга бўлган қалинлиги 60 см дан 3÷4 см гача бўлган бақувват темир бетон плитадан иборат бўлган куч полидир. Анкер ариқчалари четлари пўлат прокат профилларидан маҳкамланган темир бетон плитанинг куч поли бўйлама ариқчалар кўринишида бажарилади. Анкер ариқчаларига синов стендларининг таянчлари ва юклов тузилмаларининг анкер тортқичлари ўрнатилади. Куч полининг мавжудлиги стенд таянчларига боғланадиган ва куч қўзғатувчиларни анкерлаш учун мўлжалланган махсус балкали конструкциялар тузилмасига бўлган эҳтиёжни бартараф этади.

Синаладиган конструкция ёки иншоот одатда эксплуатацияда қандай бўлса, шундай ҳолатда синалади. Агар иншоотга таъсир этадиган юкда хусусий оғирликнинг ҳиссаси унча катта бўлмаса ва агар конструкциянинг ҳолатини ўзгартириш унга таъсир этувчи кучни унчалик ўзгартирмаса, у ҳолда синаш жараёнида конструкция ҳолатини ўзгартиришга йўл қўйилади.

2.1.3. Юкларнинг тарқалиш схемасини танлаш.

Юкларнинг тарқалиниши масаласини муҳандислик амалиётида кўпроқ тарқалган ҳолатлар учун бўлган ечимларни кўриб чиқамиз.

Плиталарнинг тарқалишида бир хил:

- а) балкаларга эркин таянувчи, кесилувчи плиталар;
- б) кўпоралиқли кесилмайдиган конструкциялар.

Биринчи ҳолда тадқиқ қилинаётган кесимнинг икки тарафига бир ярим оралиқни юкларнинг тарқалиши, чунки плита майдони бўйича юкларнинг бундан кейин ошириб борилиши деформациянинг қандайдир ошишига олиб бормайди.

Агар балкалар орасидаги тўлдирувчи йиғма темир бетон плиталардан ёки бошқа шу каби конструкциялардан иборат бўлса, у ҳолда синаётган плитадан ташқари биринчи плитанинг икки тарафидан яна биттадан плитани юкларнинг тарқалиши лозим бўлади.

Кўпоралиқли кесилма плиталарнинг тарқалишида юкнинг тарқалиётган оралиққа, ҳамда унинг икки тарафига бир оралиқ ўтказиб, биттадан оралиққа қўйилади. Мазкур ҳолат учун плита ўрта ёки чекка оралиқда жойлашишига қараб юкнинг тарқалиниши схемаси 1-расмда келтирилган.

1-расм. Синалаётган плитага юкларнинг тақсимланиши схемаси.

Келтирилган схемадан кўриниб турибдики, синаш учун чекка ораликдаги плитани танлаш фойдали, чунки бу ҳолда синаладиган конструкция минимал юкланишида энг кўп деформация беради. Юклар бир оралик атрофида, бир ораликли плита ҳолатидаги каби, плитани тутиб турувчи балка ўқиға параллел йўналишда, яъни юк кўтарувчи балкалар орасидаги масофанинг уchtасига тенг қилиб жойлаштирилади.

Балкаларни синашда, юкни тақсимлаш схемаси уларнинг конструкциясига кўра, ҳамда улар орасидаги тўлдирувчининг конструкциясига қараб белгиланади. Кесилувчи конструкцияли тўлдирувчидан иборат бир ораликли балкаларда юк 2-расмда келтирилган схемаға мувофиқ бутун ораликқа тақсимланади.

2-расм. Кесилувчи конструкцияли тўлдирувчидан иборат балкаларға юкнинг тақсимланиши.

Кесилмас конструкцияли тўлдирувчидан иборат бир оралиқли балкаларда юк 3-расмда келтирилган схемага мувофиқ бутун оралиқ бўйлаб тақсимланади. Улардан иккитаси бевосита синалаётган балкага ётади, иккита кейингиси эса 3-расмдаги схемага мувофиқ бир оралиқ ўтказилиб жойлаштирилади.

3-расм. Кесилмас конструкцияли тўлдирувчидан иборат балкаларга юкнинг тақсимланиши.

Бундай схема қайишқоқ кўп оралиқли плитали бикр балкалар учун оқилона ҳисобланади.

Юклашнинг биринчи схемасида плита таянчи деформацияланмаслиги ва плитанинг таянч кесимининг бурилишига қаршилик кўрсатмаслиги учун идеал ҳисобий схема талабига кўпроқ даражада жавоб беради. Бироқ синовларда ҳамма вақт ҳам юклашнинг қайси схемасига афзаллик бериш кераклигини олдиндан аниқлаш қийин. Шундан келиб чиқиб, аввал юклашни биринчи схема бўйича, кейин эса плитанинг бўш оралиқларини юклаш мақсадга мувофиқ ҳисобланади. Конструкция ҳолати ҳақида қатъий фикр бериш учун, ўлчанган деформацияларнинг икки қийматидан каттароғи ҳисоблашларга олинади.

Агар синалувчи балка девордан биринчи бўлса, унда юклаш 4-расмдаги схемага кўра амалга оширилади, синовнинг иккинчи босқичида эса - ўтказиб юборилган оралиқ юкланади. Худди аввалги ҳолдагидек, ҳисобларда ўлчанган деформациянинг энг катта қийматидан фойдаланилади.

4-расм. Юкланувчи балка девордан биринчи чеккада жойлашган.

Кўп оралиқли балкалар солқиликнинг қайси оралиқда аниқланиши лозимлигига кўра юкланади. Чунончи, агар солқиликни асосий, иккинчи даражали балкаларда ёки оралиқ шарнирларда ўлчаш лозим бўлса, унда юклашни 5-расмдаги схемага мувофиқ амалга ошириш лозим.

5-расм. Кўп оралиқли балкаларни юклаш.

Балка ўқига нормал йўналишдаги плиталарга юкнинг тақсимланиши худди бир оралиқли балкалардагидек юз беради.

Кўп оралиқли кесилмас балкаларни синашда юклаш схемасини танлаш таянч ўрнатиш билан аниқланади. Масалан, уч оралиқли кесилмас қовурғали темир бетон ораёпма балкалар прогон кўринишда ўрта таянчларга эга бўлиши

мумкин ёки улар прогон ва қовурғали балкалар билан бикр боғланган тиргаклардан иборат бўлиши мумкин. Бу иккала ҳолат учун юклаш схемаси ҳар хил бўлади.

Биринчи ҳолда (А Е балкаси) балкага икки ёқдан ораликни ўтказиб бир участкадан бирлашувчи плиталар юкланади. Бундай юкланишнинг схемаси 6-расмда берилган.

6-расм. Балка юкланишнинг биринчи ҳолати.

Деформация ўлчанганидан сўнг синалаётган балка қаршисидаги икки бўш плита оралиғи юкланади ва яна кераклик ўлчовлар олинади. Деформациянинг энг катта қиймати ҳисобий деб қабул қилинади.

Иккинчи ҳолда (ВҒ балкаси) синалаётган балка оралиғига ёндошган икки плитани ва бир оралик ўтиб битта плитани юклаш кифоя қилади. Ундан сўнг синалаётган балка қаршисидаги иккита бўш ораликни юкланади ва юклашнинг иккинчи босқичига боғлиқ бўлган кераклик ўлчовлар амалга оширилади. Деформацияларни ўлчашнинг ва уларнинг ҳисобий қийматини танлашнинг умумий тартиблари биринчи ҳолатнинг айнан ўзи.

Прогонларни синашда юклаш схемаси прогонларнинг ораликлиги ва прогон ушлаб турувчи балкалар тизими орқали аниқланади. Бир ораликли прогонлар худди бир ораликли балкалар каби юкланади. Прогон ўқиға нормал

бўлган йўналишда юклаш синалаётган прогонга балкадан максимал босим берилишини ҳисобга олган ҳолда амалга оширилади.

Кўпоралиқли прогонларни синашда синалаётган оралиқ ва яна иккита оралиқ 7-расмда кўрсатилган схемадагидек юкланади. Прогонлар ушлаб турган балкалар прогоннинг икки тарафидан юкланади.

7-расм. Кўп оралиқ прогонларни синаш.

Агар прогоннинг чекка оралиғидаги деформацияларни ўлчаш лозим бўлса, у ҳолда синалаётган оралиқни ва бир оралиқ ўтказиб яна бир оралиқ, яъни агар АС оралиғи синалаётган бўлса АС ва ДЕ оралиғи, ёки агар /В оралиғи синалаётган бўлса /В ва ДЕ оралиқларини юклаш кифоя.

Қаватлараро ораёпмаларни тутиб турувчи колонналарни синашда ўқ бўйича сиқувчи кучни ва кўндаланг кесимнинг бош ўқиға нисбатан эгувчи моментни акс эттириш лозим. Бу колонналарнинг одатда иншоотларда номарказий юкланиши билан боғланган.

Бир вақтнинг ўзида ҳам максимал ўқли куч, ҳам максимал эгувчи момент олиш деярли ҳеч қачон содир бўлмайди. Шунинг учун синовларда юклашнинг бир неча схемасини амалга оширишга тўғри келади. Одатда бир гал энг кўп нормал куч ва озгина эгувчи момент ҳосил бўлса, бошқасида максимал эгувчи момент ва озгина сиқувчи куч ҳосил бўлади. Демак Д колоннада максимал сиқувчи зўриқиш ҳосил қилиш учун унга туташувчи прогон ва балкаларни 8-расмда кўрсатилгна схема бўйича юкланади.

8-расм. Колонналарни синашда юклаш схемаси.

Колонналарнинг бўйлама ва кўндаланг қаторлари текислигида максимал эгувчи момент олиш учун юклашни 8-расмдаги схемага мувофиқ амалга ошириш лозим.

Арка ва сводларни синашда юклар хоҳ симметрик зайлда, хоҳ бир томонлама схемада тақсимланади. Бу билан синалаётган конструкциянинг турли участкаларида деформациянинг максимал қийматини олиш таъминлаб берилади. Шундан келиб чиқиб, свод ва аркаларни юклаш қуйидаги схема бўйича амалга оширилади.

Аввал конструкциянинг ярим оралиғи юкланади. Юкни бироз ушлаб туриб, деформациялар ўлчанганидан кейин, оралиқнинг иккинчи ярми юкланади ва яна кераклик ўлчов ишларини амалга оширилади. Сўнгра синовнинг биринчи босқичида қўйилган юк олинади. Конструкция шу ҳолатда яна юк остида ушлаб турилади ва деформация ўлчанади, ундан сўнг юк олинади. Конструкция юксиз ҳолда ушлаб турилганидан сўнг асбоблардан яқуний деформациялар ўлчами олинади.

9-расмда цилиндрик сводни босқичлар бўйича юклаш схемаси келтирилган. Юпқа деворли арка ва сводларни синашда қулф кесимига

симметрик равишда учдан бир ораликқа қўшимча юк қўйилади. Бу мазкур кесимда максимал солқилик олиш имконини беради.

9-расм. Цилиндрик сводни юклаш схемаси.

Фермаларни синашда турлича юклаш схемалари қўлланилади. Ҳар бир хусусий ҳолда юклаш схемасини синаладиган ферманинг конструкциясидан ва синов учун қўйилган вазифадан келиб чиққан ҳолда танланади.

Фермалар юқори камарга жойлашган юкни кўтариши мумкин. Агар осма шифт бўлса ёки ферма қандайдир қурилмани ушлаб турса, у ҳолда остки камар ҳам юкланган бўлиб чиқади. Томқоплама конструкциясига кўра юклар текис тақсимланган ёки ферманинг боғичларида жойлашган йиғма кучлар кўринишида бўлиши мумкин.

Агар ферманинг энг катта солқилигини ёки юқори ёки остки камаридаги максимал кучни аниқлаш талаб этилса, унда барча кўринишдаги фермалар бутун оралик бўйлаб юкланади.

Агар ферманинг юқори камари билан пастки камарининг кесишув нуқтаси таянч нуқтасидан ташқарида бўлса, у ҳолда панжара стерженларидаги энг кўп кучни топиш учун фермани аввал бир тарафлама юк билан юклаб, кейин уни бутун оралик бўйлаб юклаш, ва ниҳоят бошланғич бир тарафлама юкни олиб ташлаш керак. Ҳар бир юклардан кейин ферма юк остида ушлаб турилади, сўнгра панжара стерженларидаги деформациялар ўлчаниб олинади. Юкларнинг ҳар бир босқичи ферма панжараси турли стерженларидаги энг кўп

кучни аниқлашни таъминлайди. Юклашнинг бундай схемаси 10-расмда келтирилган.

10-расм. Фермани юклаш схемаси.

Ферманинг остки камари юкланганда юклаш схемаси ўзгармайди. Остки камари билан устки камарининг кесишув нуқтаси таянч кесимининг ташқарисига чиқмайдиган фермаларда панжара стерженининг кучи бутун оралик бўйлаб симметрик юклаш орқали аниқланади.

Шундай қилиб, синовнинг барча ҳолатларида конструкциянинг юклаш схемаси назария ва конструкцияни ҳисоблаш асосий ҳолатларидан келиб чиққан ҳолда танланади.

2.1.4. Балкаларни синаш.

Конструкцияларни синашда ечиладиган асосий масалалардан бири қайишқоқ, қолдиқ ва тўла деформацияларни аниқлашдир. Уларни аниқлаш учун синовларда назорат-ўлчов аппаратурасидан учта санок олинади: биринчи – синаладиган конструкция юклангунча, иккинчи – юк остида, учинчи – юк олиб ташланганидан кейин.

У ҳолда қайишқоқ деформация иккинчи ва учинчи саноклар айирмаси орқали, қолдиқ - учинчи ва биринчи саноклар айирмасидан ва тўла деформация – иккинчи ва биринчи саноклар айирмаси орқали аниқланади:

$$f_{\text{упр}} \text{ қ } n_2 - n_3 ;$$

$$f_{\text{қолд}} \text{ қ } n_3 - n_1 ;$$

$$f_{\text{тўла}} \text{ қ } n_2 - n_1 .$$

Балканинг солқилик ўқини аниқлашда ўлчамлар оралиқ ўртасида ва таянчларда амалга оширилади.

Солқилик ўқи қуйидаги формула бўйича ҳисобланади :

$$f \text{ қ } f_1 - (f_2 + f_3)/2 ; \quad (1)$$

Бу ерда f_1 – оралиқ ўртасидаги солқилик ;

f_2, f_3 - балка таянчларидаги солқилик.

Бироқ конструктив тавсифга эга бўлган сабабларга кўра балканинг таянч кесимларига ҳамма вақт ҳам ўлчов асбоблари қўйиш имкони бўлавермайди. Бу ҳолда солқилик ўқи чекка ўлчов асбоблари орасидаги балканинг участкаси учун аниқланади, унинг умумий солқилиги эса – бу катталиққа ҳисобий тузатиш коэффицентини кўпайтириш орқали топилди.

Бу коэффициентнинг қиймати l_1 ҳисобий участка солқилик ўқини оралиғи l га тенг бўлган балканинг умумий солқилик ўқига нисбати орқали аниқланади.

Демак 11-расмда схемаси келтирилган балка учун масала қуйидагича ечилади. Балкадаги l_1 участкаси оралиқ ўртасидаги солқилиги ҳисобланадиган мустақил балка деб қаралади:

$$f_1 = ql_1^2 / 384EI [5l_1^2 + 12d_1 (1 - d_1) + 12d_2 (1 - d_2)] \quad (2)$$

11-расм. Балка солқилигини аниқлаш схемаси.

Оралиғи l га тенг бўлган балканинг солқилик ўқи қуйидаги ифода орқали аниқланади

$$f = (5 / 384) * ql^4 / EI \quad (3)$$

(2) ва (3) формулалар бўйича ҳисобланган солқиликларнинг нисбати ҳисобий тузатиш коэффициентнинг катталигини беради:

$$k = f / f_1 = 5l^4 / (5l_1^4 + 12d_1l_1^2 (1 - d_1) + 12d_2l_1^2 (1 - d_2)); \quad (4)$$

Балканинг солқилик ўқи катталигини ҳисобий тузатиш коэффициентига кўпайтириб синалаётган балканинг 1 га тенг бўлган оралиғининг солқилик ўқини топамиз. Балканинг l_1 участкаси солқилик ўқи (1) формула бўйича топилади, унга ўлчов асбобларида олинган санок маълумотлари кўйилади.

Кўпинча статик ноаниқ балкаларда таянчдаги эгувчи моментларни аниқлаш эҳтиёжи туғилади. Агар таянчнинг эзилувчанлигига аҳамият берилмаса, у ҳолда синовларда балканинг таянч кесимларидан биргина ўлчов асбоби кифоя қилади. Шу асбобларнинг кўрсаткичлари бўйича $\operatorname{tg}\alpha_1$ ва $\operatorname{tg}\alpha_2$ нинг қийматлари аниқланиб, кейин эса изланаётган моментлар M_1 ва M_2 нинг қийматлари ҳисобланади.

Демак, бикр таянчлардаги, текис тарқатилган юкли балка учун, M_1 ва M_2 моментлар билан таянч кесимларининг бурилиш бурчаклари тангенслари $\operatorname{tg}\alpha_1$ ва $\operatorname{tg}\alpha_2$ куйидагича боғланган:

$$\operatorname{tg}\alpha_1 = ql^3 / 24 EJ - M_1 l / 3EJ - M_2 l / 6EJ \quad \kappa \quad l / 3EJ (ql^2 / 8 - M_1 - M_2 / 2);$$

$$\operatorname{tg}\alpha_2 = e/3 EJ (qe^2/8 - M_1/2 - M_2), \quad (5)$$

Улардан момент қийматлари аниқланади:

$$M_1 = 2 EJ / e (\operatorname{tg}\alpha_2 - \operatorname{tg}\alpha_1) + ql^2 / 12 ; \quad (6)$$

$$M_2 = 2 EJ / e (\operatorname{tg}\alpha_1 - \operatorname{tg}\alpha_2) + ql^2 / 12.$$

E -балканинг эластиклик модули;

I -кесим инерция моменти.

Агар балканинг таянчи қайишқоқ бўлса, у ҳолда юк остида унда оғиш юз бериши мумкин. Асбоблар балка ўқининг эгилишидан ҳосил бўлган оғиш билан бирга таянчнинг оғиши ҳисобига бутун балкадаги оғиш билан юзага келган таянч кесимининг бурилиш бурчаги тангенсини қайд этади. Бу ҳолда $\operatorname{tg}\alpha_1$, ва $\operatorname{tg}\alpha_2$ қийматларини аниқлашда балканинг оғиш бурчагини чиқариб ташлаш лозим. Бу масалани ечиш учун таянчларни ўтиришини қайд этувчи асбоблар таянч кесимларига ўрнатилади. Кейинги ҳисоблар 12-расмда кўрсатилган схема бўйича бажарилади.

12-расм. Қайишқоқ таянчли балкаларни синаш.

12-расмда схемаси келтирилган балканинг ўқи таянч ўтириши таъсирида β бурчакка бурилади. Балканинг таянч кесимлари юк таъсирида α_1 ва α_2 бурчакка бурилади.

Чап таянчдаги асбоб $\text{tg}\gamma_1$, ўнг таянчдаги $\text{tg}\gamma_2$ га тегишли санокни беради. $\gamma_1 = \alpha_1 + \beta$ ва γ_2 эса $\alpha_2 - \beta$ бўлгани учун бурчакнинг кичиклигидан қуйидагиларни ёзиш мумкин;

$$\text{tg}\alpha_1 = \text{tg}\gamma_1 - \text{tg}\beta; \quad (7)$$

$$\text{tg}\alpha_2 = \text{tg}\gamma_2 - \text{tg}\beta$$

бу ерда $\text{tg}\beta = \beta/a$, яъни таянч чўкишини қайд этувчи асбобларнинг кўрсатган маълумотлари бўйича ҳисобланадиган бурулиш бурчаклари.

Мазкур бобда кўрилган масалалар муҳандислик конструкциялари ишини экспериментал тадқиқ этиш амалиётида кенг тарқалган дейиш мумкин. Бироқ, бу билан биз уларни мавжуд амалий ва муҳандислик конструкцияларини камраб олган барча масалаларини ечимини берилди деган фикрдан узоқмиз, зеро улар фақатгина қўйиладиган масала ва муаммоларни ечиш учун асос бўлиб хизмат қилади.

2.2. СТАТИК СИНОВ УСУЛЛАРИ УЧУН НАЗОРАТ ЎЛЧОВ АППАРАТУРАСИ.

2.2.1. Прогибомерлар.

Статик синовлар ўтказиш учун мўлжалланган асбобларни 2 гуруҳга бўлиш мумкин: деформацияни ва зўриқишни ўлчаш учун.

Ўз навбатида биринчи гуруҳ таркибига вазифасига мувофиқ қуйидагилар киради:

умумий чизикли деформацияларни ва силжишларни ўлчайдиган асбоблар;

бурилиш бурчагини ўлчайдиган асбоблар.

Деформация ва силжишларни ўлчайдиган, кўпинча прогибомер деб аталувчи асбоблар ўлчанадиган силжишнинг диапазониغا, талаб қилинадиган аниқлигига ва эксперимент ўтказишга тайёргарлик шароитига кўра турли конструкцияга эга бўлиш мумкин. Баъзи бир ҳолларда аниқлиги 0,1-1,0 мм дан юқори бўлмаган силжишларни ўлчаш учун энг оддий тузилмалар етарли бўлиши мумкин. Катта силжишларда бундай аниқликни етарли деб ҳисоблаш мумкин. Бошқа ҳолларда эса, юқори даражада аниқлик билан ўлчаш – 0,01 ва ундан юқорироқ - лозим бўлганда мураккаб ўлчов тизилмасига эга бўлган сезгир асбоблар ишлатилади.

Энг содда прогибомерларга бири қўзғалмас асосга маҳкамланган, 2-си конструкцияга ўрнатилинган 2 та планкадан иборат бўлган қурилмани кўрсатиш мумкин (13-расм). Планкаларнинг ўзаро сурилишига кўра конструкциянинг деформацияси ҳақида баҳо берилади.

Бундай қурилмалардаги ўлчаш аниқлиги, одатда, унча юқори эмас, бироқ агар металл планкалар пухта тайёрланган бўлса ва нониус қурилмаси билан таъминланса, у ҳолда ўлчаш аниқлиги 0,1 мм гача ошиши мумкин.

13-расм. Энг содда прогибомер тузилмаси.

Солқиликни 0,1/0,3 мм аниқлик билан ўлчаш учун ричагли прогибомерлар қўлланилади. Ричагнинг бир елкасидаги силжиш шкалада қайд этилган 2-шкаладаги силжишдан К марта кўпроқ (К елкаларнинг нисбати). Бундай асбобларнинг камчилиги, улардаги ошириб беришнинг камлиги $k \leq (10/20)$, уларда люфт ва елкалар нисбатида ноаниқликлар бўлиши мумкин.

Худди шу гуруҳга вертикалдан оғишни ўлчаш учун ишлатилувчи асбоб-шовунни киритиш мумкин. Ундаги тебранишни сўнишини тезлатиш учун ковушқоқ суюқликка ботирилади.

Аниқроқ ўлчамлар олиш учун редуктор схемасидан фойдаланилган прогибомерлар қўлланилади.

Максимов прогибомерларида (14а-расм) шкиф 2 дан ўраб олинувчи бир ипнинг силжиши конструкциянинг худди шундай силжишига мос келади ва диск 3 ни ϕ бурчагига ва стрелка 3 ни $k \phi$ бурчагига айланишини келтириб чиқаради. (к-диск ва фракцион барабан диаметрларининг қиймати). Стрелка санок аниқлиги – 0,05 м гача.

14-расм. Прогибомерлар схемаси.

Ўлчаш диапазони-чегарасиз. Унчалик бикр бўлмаган фрикцион бирикманинг мавжудлиги асбобнинг камчилиги ҳисобланади.

Емельянов прогибомерида (14б-расм) айланишнинг узатилиши тишли ғилдирак ёрдамида амалга оширилади; бунда тишли ғилдирак шкиви ва стрелка параллел текисликларда ётади. Бир шкалада бутун миллиметрлар, иккинчи бўйича 0,01 мм гача белгиланади; ўлчаш диапазони – чегарасиз. Тишли бирикманинг люфти тишли ғилдиракли қарама-қарши томонга айлантирувчи пружина ёрдамида бартараф этилади.

Аистов прогибомерида (14 в-расм) принципиал схема аввалги билан бир хил. Лекин такомиллаштирилган конструкция бир вақтнинг ўзида учта шкалада силжишни қуйидаги аниқликларда баҳолаш имконини беради: биринчисида – 1 см гача (тўла айланиш 10 см), иккинчисида – 1 мм гача (тўла айланиш 10 мм), учинчисида – 0,01 мм гача (тўла айланиш 1 мм).

Редуктор схемали прогибомерлар эксперимент шароитига кўра конструкциянинг ўзига хос ёки қўзғалмас асосга маҳкамланиши мумкин.

Унча катта бўлмаган – $5 \div 10$ мм гача деформацияларни ўлчашда *индикаторлар (мессуралар)* кенг қўлланилади (15-расм). Конструкциядаги силжиш 2 тишли ғилдираклар гуруҳини ҳаракатга келтирувчи кремальерга эга бўлган стержен 1 томонидан қабул қилинади. Тишли ғилдиракларга бикр боғланган стрелка 3 нинг бурилиш бурчаги бўйича стерженнинг силжиши хақида фикр юритиш мумкин: бир шкала бўйича бутун миллиметрларда саноклар олинади, бошқасида, одатда - 0,01 мм гача, айрим конструкцияларда 0,005 мм гача ва ҳатто 0,001 мм гача.

15-расм. Индикаторнинг принципиал схемаси.

Асбоб комплектига асбобни ҳар қандай керакли ҳолатда маҳкамлаш имконини берувчи штатив киради.

Асбобнинг камчилиги – гарчи принципиал схема ўлчаш доирасини аниқликни пасайтирмаган ҳолда ошириш имконини берса ҳам, ўлчашнинг чегараланган диапазонда эканлигида. Мессураларнинг айрим конструкциялари 50 мм гача ўлчаш диапазонига эга бўлган ҳолда 0,05 мм дан кўп бўлмаган аниқликка эга.

Кривомер ва флексиометрлар (16-расм.) прогибомерларнинг тур кўринишига киради.

16-расм. Кривомерлар.

Кривомер маълум бир фазада В нуқтасининг А ва С нуқталарига нисбатан силжишни аниқлаш имконини беради. Бундай кривомернинг аниқлик даражаси индикатор аниқлик даражаси билан белгиланади.

Катта ошириш коэффициентини берувчи кичик базали ва ричагли схемали кривомерлар флексиометрлар дейилади, (17-расм), улардаги аниқлик даражаси 0,01 мм гача.

17-расм. Флексиометрлар.

2.2.2. Тензометрлар.

Маҳаллий сурилиш ва деформацияларни ўлчайдиган барча асбоблар *тензометрлар* дейилади. Тензометр зўриқишни деформация орқали ўлчашга хизмат қилади. У икки нуқтани хусусан асбоб *базаси* деб аталувчи маълум узунликда тола чизиқли деформациясини ўзаро сурилишини ўлчашни таъминлаб беради. Агар бу икки нуқта турли элементларга тегишли ёки ўлчов базасида ашёнинг бутунлиги қандайдир бузилган бўлса, у ҳолда албатта гап фақат зўриқишни эмас, ўзаро силжишни ўлчаш ҳақида бориши мумкин.

2÷5 дан 200 мм гача бўлган базаларда тола деформацияси 10^{-6} ÷

10^{-3} мм дан ошмайди. Шу қадар кичик деформацияни ўлчаш учун турли принципиал схемалар қўлланилади: механик, оптик, акустик, электрли, аралаш ва бошқалар.

Агар тензометр масофавий асбоб бўлса, яъни шкаласи ўлчаш қисмидан ажратилган бўлса, у ҳолда уни *телетензометр* дейилади. Тензометрларнинг кўпчилиги, асосан телетензометрлар, ҳам статик, ҳам динамик синовларда қўлланиши мумкин.

Механик схемали тензометрлар асосида ричаглар ёки ричаглар тизимидан фойдаланиш ётади. Елкаларининг нисбатига ва оширилган силжишни қайд этувчи тузулманинг сезгирлигига кўра, тензометрлар турли аниқликка эга бўлиши мумкин. 18-расмда кўрсатилган бир ричагли тензометрнинг ишлаш принципи қуйидагилардан иборат.

18-расм. Бир ричагли тензометр.

Элемент деформацияланганда асбобнинг оёқчалар 2 билан таъминланган икки симметрик қисми бўлган ричаг 1 ўқ 3 атрофида айланади, бунда уларнинг охиридаги силжиш $R = v/a = 10$ елкалари нисбатига тўғри пропорционал. Асбобнинг аниқлигини 0,001 мм гача ошириш учун ричагнинг катта елкаси

нониус 4 билан таъминланган. Асбобнинг икки симметрик қисмини бир вақтда ўрнатилиши асосан унинг маълум бир катталиқдаги база е ни таъминлаши билан боғланган. Элементнинг қандайдир оралиқ нуктасига бевосита бир асбобни маҳкамлаш ўлчов базаси қийматининг ноаниқлигини келтириб чиқариш мумкин. Асбоб оддий ва ишончли, аммо базасининг катталигидан (100 мм ва ундан кўпроқ) ҳамма вақт ҳам қўлланиб бўлмайди.

Индикаторли тензометр (19-расм) қуйидаги ҳолда ишлайди. Элемент деформацияси ричаг 1 билан қабул қилиб олиниб индикатор 2 нинг қўзғолувчи стерженига узатилади.

19-расм. Индикаторли тензометр.

Асбобнинг аниқлиги индикаторнинг аниқлиги (одатда 0,01 мм) билан белгиланади ва 1 ричагининг елкалари нисбатини ўзгариши ҳисобига оширилиши мумкин.

Гугенбергер тензометрининг асосида (20-расм.) қуйидаги нисбатларда оширилиш ҳосил қилувчи икки ричагдан иборат тизим ётади.

$$R = v / \angle 1 = nS / m\tau \quad (8)$$

Бу нисбат охириги моделларда 1000 ÷ 1200 га тенг. Асбобнинг аниқлиги 0,001 мм, кўрсаткичларни алмаштирилмаган ҳолдаги ўлчаш диапазони – $4 \cdot 10^{-3}$ мм, асбоб базаси – 20 мм. Қўшимча деталлар ёрдамида асбоб базаси бир неча юз мм ларга оширилиши мумкин. Асбоб струбциналар ёрдамида ўрнатилади.

Бу асбобнинг ўлчашдаги чегараланган диапазони ва очик ҳавода ишлаганда ўлчашдаги қийинчиликлар каби камчиликларига қарамай, асбоб ўзининг юқори аниқлиги, енгиллиги, схемасининг оддийлиги орқасида кенг қўлланилади.

20-расм. Гугенбергер тензометри.

Аустов тензометрининг схемаси (21-расм.) ричаг ёки ричаглар тизими ва винт жуфтлигидан фойдаланишга асосланган.

Элемент деформациясига тенг бўлган оёқчанинг сурилиши ричагнинг иккинчи елкасида оғиш ҳосил қилади, электр занжиридаги контакт узилади ва индикатор сигнали тўхтайди. Винт дискини 100 бўлакка бўлиб, винтнинг

қадами 0,5 мм ва елкалар нисбати $n/m=5$ бўлганда асбоб саноғини $K=(100*5/0,5) 1000$ га ошишига, яъни 0,001 мм га тенг бўлган бўлак қийматиға эришамиз.

21-расм. Аустов тензометри.

Асбобнинг иккинчи вариантыда (21б-расм.) елка нисбатлари бир хил 5:1 га тенг бўлган икки ричаг қўлланилади.

Асбоб 20 ёки 50 мм ли, қўшимча билан эса 200 мм ли базаға эға. Асбоб эксплуатация қилишда ихчам ва оддий.

Шуни назарға олиш лозимки, элементларнинг сурилиш деформацияларини ва ўзаро сурилиб силжишларини ўлчаш учун ҳам турли тензометрлар қўлланилиши мумкин. Бундай ўлчашлар учун махсус мўлжалланган асбоблар-сдвигомерлар – одатда, тензометрлар схемасига жуда ўхшаш механик схемаға эға.

Оптик-механик схемали тензометрларнинг ажралиб турувчи хусусияти ундаги синувчи нурни силжиши бўйича деформация ҳақида фикрлаш имконини берувчи кўзгунинг борлигидадир. Оширишни оптик ва механик схемаларини бириктириш, бу асбобни ниҳоятда сезгир бўлишиға имкон берди.

Мартенс тензометрларида (22-расм.) элемент деформацияси кўзгу 1 нинг α бурчагига ва кўзгудан қайтган нурнинг 2α бурчакка бурилганига тўғри келади, бунда шкала 2 даги санок n бирликка ўзгаради. α бурчаги кичик бўлганлигидан $\sin\alpha \approx \text{tg}\alpha \approx \alpha$, шу сабабдан

$$\Delta l = r\alpha = r \cdot n / 2L \quad (9)$$

Бу ердан асбобнинг оширилиши

$$R = n / \Delta l = 2l / r. \quad (10)$$

Амалда $r = 4 \div 6$ мм ва $Z = 1 \div 5$ м бўлганда оширилиши 500 дан 2500 гача тенг. Шундай қилиб, деформацияни ўлчашнинг бу схемаси етарли даражада аниқ ва ишончли, аммо ишлатишда қўпол. Уни асосан лаборатория шароитларида қўлланилади.

22-расм. *Мартенс тензометри.*

Лера-Петерсон ва *Лоренс* тензометри ҳам ричаг тизими ва кўзгу қўллашга асосланган, бироқ иккита жиддий фарқга эга: ҳаракатланувчи қисмларни қайишқоқ эластик пластинкалар кўринишида бирикиши ва $2,0 \div 5,0$ мм га тенг унча катта бўлмаган база. Элемент деформацияси орқасида вужудга келган базани ўзгартириш тиргакнинг юқори қисмини бураш орқали

базарилади. Лера-Петерсон асбобида (23-расм) тиргакнинг жилиши микроскоп билан қайд этилади.

23-расм. Лера-Петерсон ва Лоренс тензометрлари.

Оширилиши 100 га тенг бўлганда ва микроскопнинг ҳам шундай оширилишида асбоб 10^{-4} мм аниқланса деформация ўлчаш имконини беради.

Лоренс тензометрида (23-б расм) тиргакларни юқори қисми қайишқоқ пластинка билан бириктирилган ва унга кўзгу маҳкамланган. Тиргак учларининг силжиши пластинкани эгилишини ва кўзгуни буралишини келтириб чиқаради. Бу ҳолда микроскопнинг ҳожати йўқ. Саноклар худди Мартенс тензометридагидек амалга оширилади. Бу вариантда асбобнинг оширилиши 1к 3 м бўлганда 5000 га етади.

Асбобнинг икки кўзгули вариантыда (23-в расм) оширилиш икки марта кўпаяди ва бунда 1 10000 гача етиши мумкин.

Бу гуруҳ асбоблари ниҳоятда аниқ, уларда беҳуда юришнинг таъсири йўқотилган, бироқ уларда ўлчаш схемаси кўпол ва фақатгина лаборатория шароитларида қўлланилиши мумкин.

Ишлаш схемасига кўра *механик* ва *оптик* схемали компараторлар тензометрларга яқин туради. Бу асбобларнинг ўзига хослиги шундан иборатки,

улар нуқталар орасидаги масофани узоқ вақт (ҳатто кўп йил) ўлчаш имконини таъминлайди. Бунда галдаги ўлчашдан кейин асбобни конструкциядан чиқариб олиш мумкин.

Оптик компараторлар (24-расм) учларида икки микроскопларга эга штангадан иборат. Штанга уч оёқли бўлиб, улардан иккитаси уячаларга, учинчиси эса ариқчага ўрнатилади. Микроскоплар остидаги элемент юзасига бўлаклар кўрсатилган пластинка 2 маҳкамланади. Асбобнинг аниқлиги микроскопнинг тавсифига ва пластинканинг бўлакчаларнинг пухталигига боғлиқ.

Бу асбобнинг заиф томони - кўпол ва температура ўзгаришларига бўлган сезгирлиги.

24-расм. Оптик компаратор.

Душечкин *механик* компараторлари (25-расм) ичида пластинали пружиналар 4 да маҳкамланган инвар брус 3 бўлган қувурсимон корпус 2 дан иборат. Компаратор элементга икки оёқчаси билан таянади, улардан бири корпусда жойлашади, иккинчиси эса – брусда.

25-расм. Душечкин механик компаратори.

Оёқчалар тешилган уячага киради (25б-расм). Брус элементи деформацияланганида корпусга нисбатан сурилади, буни индикатор 1 кўрсатади. Асбоб муомалада оддий ва температура тебранишларини амалда ҳис этмайди.

Механик компараторнинг оддийроқ хилини (26-расм) сурилувчи оёқчага ва асбобнинг горизонтал ҳолатини таъминлаб берувчи шайтонга эга бўлган штанген циркулнинг варианты ифода этади.

26-расм. Механик компараторнинг оддий тури.

ТОРЛИ ТЕНЗОМЕТРЛАР

Торли тензометларнинг моҳияти шундан иборатки, уларнинг асосий элементи бўлган торнинг хусусий тебраниш частотаси f унинг тортилиш даражасига боғлиқ ва қуйидаги нисбат билан ифодаланади:

$$f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{\sigma}{\rho}}; \sigma = 4l^2 * \rho * N^2 \quad (11)$$

бу ерда, l -торнинг узунлиги;

ρ -тор ашёсининг зичлиги.

Агар торнинг учлари синалаётган элементнинг икки нуктасида бикр боғланган бўлса (27-расм), у ҳолда тор деформациялангунича тензомерт куйидаги тавсифларга эга бўлади: торнинг узунлиги l , зўриқиш σ хусусий тебраниш частотаси f_1 , Δl га деформациялангандан кейин мос равишда: $l+\Delta l, \sigma_2, f_2$. Агар Δl қийматини эътиборсиз қолдирсак, зўриқишнинг орттирмаси тенг бўлади.

$$\Delta \sigma = \sigma_2 - \sigma_1 = 4l^2 p (f_2^2 - f_1^2). \quad (12)$$

27-расм. Торли тензомерт схемаси.

Умумий ҳолда тор синалаётган конструкция ёки буюм юзасидан қандайдир масофада жойлашганлиги учун, қалбаки тола деб аталувчи бўлганлигидан, ўқли сиқилиш ва чўзилишда элемент ва толанинг нисбий деформацияси тенг, эгилиш мавжуд бўлганда эса нейтрал ўқдан бўлган масофани ҳисобга олиш зарур бўлади.

Торли асбобга мисол бўлиб, бетон деформациясини ўлчаш учун мўлжалланган – бетон тензомерти хизмат қилади (28-расм). Учларида диски 1 икки телескопик бирлаштирилган қувурчалардан ташкил топган асбобнинг корпусига 2 тор тортилган. Торнинг тебраниши электромагнит уч билан кўзгатилади. Ўз навбатида торнинг тебраниши электромагнитли ўзгарувчан токни индукциялайди.

28-расм. Бетон тензометри.

Торли тензометрлар ёрдамида деформацияни аниқлаш синалаётган элемент деформацияланишидан олдин ва кейин торнинг хусусий тебраниши частотасини аниқлашга олиб келади.

Тор тебраниши частотасини ўлчашнинг 3 та принципиал схемаси мавжуд:

- Резонансли;
- ўз-ўзини қўзғатиш схемаси (автотекратгичли);
- сўнувчи тебраниш частотасини ўлчаш схемаси.

Резонансли схемада (29-расм) ўрамига ўзгарувчан ток юбориладиган электромагнит 1 тор тебранишини қўзғатади. Тебраниш ўз навбатида электромагнит ўрамида кучлантирувчи 2 орқали индикаторга (оператор наушниги, гальванометр ёки осциллограф) юборилувчи ток индукциялайди. Генератордаги ток тебраниш частотаси тор хусусий тебраниш частотасига мос келганда, яъни резонансда, индикатордаги сигнал кескин ошади.

29-расм. Резонансли ўлчов схемаси.

Автотебратгичли схема (30-расм) тавсифи шундан иборатки, торнинг хусусий тебраниши электромагнит ўрамида 2 худди шундай частотали ток индукциялайди. Кучайтиргич орқали ток электромагнит 1 ўтади, унда резонанс режимида тор тебранишнинг кучайишини, демак кучайтиргичга борадиган сигнални келтириб чиқаради. Торнинг хусусий тебранишига тенг бўлган ток частотасини частота ўлчагич қайд этади.

30-расм. Автотебратгич схемаси

Нихоят, сўнувчи тебранишлар частотасини ўлчовчи схемаси (31-расм) шундан иборатки, «электроузгич» ёрдамида, яъни электромагнит ўрамига қисқа муддатли ток берилганда, тор тебраниши кўзғолади (31б -расм).

Бу тебранишлар ўрамида кучлантиргич орқали индикаторга узатиладиган частотадан ток индукциялайди. Бир вақтнинг ўзида худди шу томонга генератордан бошқариладиган частота юборилади. Индикаторнинг турига кўра частоталарнинг мос тушиши ҳақида наушникларда ёки осциллограф экранда Лиссаж фигураси бўйича фикр юритилади.

31-расм. Сўнувчи тебраниш частотасини ўлчаш схемаси

Генератор сифатида камертон ёки тортилиши бошқариладиган эталон тордан фойдаланилади. Уни сўнувчи тебраниш режимига ишчи тор билан бир вақтда киритилади (31в-расм).

Сўнгги схема бўйича қурилган асбобга мисол бўлиб, ВНИМИ тизимли электрон частотомер хизмат қилиш мумкин (32-расм). Бу асбоб Δt муддатли юз даврга тенг, тор тебранишини ўлчайди ва $T_{\text{ўр}} = \Delta t / 100$ даврнинг ўртача қийматини аниқлайди. Ундан керак бўлганда частота қийматини топиш осон.

32-расм. ВНИМИ тизимли электрон частотомерлар.

Асбобнинг сезгир частотаси деформациясини электр занжиридаги кандайдир параметрни ўзгаришига (қаршилик, сиғим ёки индуктивлик) олиб боришга асосланган тензометрлаш усули частотали усул билан бир қаторда истиқболли кўринади. Қаршилик тензометрлари энг кўп қўлланадиган асбоблардан дейиш мумкин.

Асбобларнинг бу гуруҳига симли ва тензолитли (кўмирли) қаршилик тензометрлари киради. Баъзан худди шу гуруҳга асосан катта динамик силжишларини ўлчашда фойдаланадиган потенцметр схемали асбобларга киради.

Симлик қаршилик тензометрлари ассосига ўтказувчиларнинг чўзилиши ёки сиқилиши жараёнида ўзининг ОМ қаршилигини ўзгартириш ётади, бу ҳолат қуйидагича боғлиқлик билан ифодаланади.

$$\Delta R/R = \eta \Delta l/l = \eta \xi, \quad (13)$$

бу ерда: ΔR -ўтказувчиларнинг деформациялангунича бўлган қаршилиги;

ΔR -деформацияланиш орқасида қаршиликнинг ўзгариши;

Δl -ўтказувчининг узунлигиг ёки база;

l -узунликнинг ўзгариши;

η -нисбий сезгирлик (ашёнинг тензосезгирлиги ўтказгичнинг узунлиги назарий жиҳатдан икки марта ошганда қаршиликнинг нисбий ўзгариши, яъни константа ўтказгич учун $\eta=2,0-2,2$ нихром ўтказгич учун $\eta=3,5$);

ξ -ўтказгичнинг нисбий деформацияси.

Агар изоляция қатлами 2 ни ётқизиб (33-расм), ўтказгич 1 ни синалувчи элемент 3 бир бутун равишда бириктирилса, у ҳолда ўтказгичнинг деформацияси элементнинг тегишли участкасидаги деформациясига тенг бўлади, яъни ўтказгичнинг қаршилигини ўзгариши бўйича конструкциядаги нисбий деформация ҳақида фикр билдириш мумкин.

33-расм. Қаршилик тензометрини ишлаш схемаси.

Одатда симлик тензометрлардан эластик девормацияларни аниқлашда ва маълум эластиклик модули бўйича зўриқишни ҳисоблаш учун фойдаланилади. Бироқ, улар айрим участкаларда деформацияни ёғоч, бетон ва пўлат, шу жумладан ўта мустаҳкам пўлатнинг эластиклик чегарасидан ташқари ҳам аниқлаш имконини беради. Бу шу билан изоҳланадики, ёпиштирилган сим пропорционаллик ҳатто оқиш чегарасидан ўтганидан кейин ҳам бир текис деформацияланаверади. Константа сими учун деформациялашнинг чизиқли тавсифи $\Delta R=f(\xi)$ амалда $\xi=1,0-1,5\%$ гача сақланиб қолади.

Датчиклар одатда ёлғиз бўлмаган илон изи кўринишидаги симни (панжарали) 1, юпқа қоғоз 2 варақага ёпиштирилганини ифода этади (34-расм).

34-расм. Датчикларнинг кўриниши.

Шикастланишдан сақлаш учун сим устидан иккинчи қатлам қоғоз 3 ёпиштирилади. Симли панжара каттароқ диаметрдаги сим кесимлари кўринишдаги ёки тасма фольга кўринишида 4 чиқиш жойига эга.

Датчик базаларини кўллаш мақсадига ва ўлчаш шароитига кўра 3 дан то 150 мм гача чегараларда (бунда қаршилик 30-50 Ом дан 2000 Ом гача

ўзгаради) бўлган датчиклар кўпроқ қўлланилади. Датчикларнинг оғирлиги жуда кам ва ўндан бир граммларда ўлчанади.

Синалаётган элементнинг зўриқиш ҳолатини тавсифига кўра бир нуқтасига бир ёки бир неча датчиклар ёпиштирилиши мумкин: бир ўқли зўриқиш ҳолатида ва бош деформациянинг маълум йўналишида – иккита датчик (35б-расм), бир нуқтага ёпиштирилган «розетка» ҳосил қилади (35в-расм).

35-расм. Датчикларнинг синалаётган элементдаги ўрни

Симли датчиклар қатор афзалликларга эга:

- кичик ўлчам ва оғирлик, юриш қийин жойларга ўрнатиш имконияти;
- деформацияни эпкинли хатоларсиз, частотанинг кенг диапазонларида – 0 дан 30 кгц гача ўлчаш имконияти;
- санок олинишининг оддийлиги, кўрсатмаларнинг бир текислиги, анчагина юқори аниқлик.

Шу билан бирга улар айрим камчиликлардан ҳам ҳоли эмас: датчиклар бир марта ишлатилиши мумкин, яъни кўчириб олиб яна ёпиштириш мумкин эмас, бундан келиб чиқадики танлов орқали синаб кўриш лозим.

Сим ва елим зўриқиш ҳолатида оқиш хусусиятига эга, бу эса хақиқий деформация ҳолатини бузиб кўрсатишга олиб келади. Шу сабабдан симлик датчиклардан қисқа муддатли синовларда фойдаланилади, деформацияни узок муддат назорат қилишда эса кўпинча бўлак схемага эга бўлагн датчиклар қўлланилади.

Қаршилиқ датчиклари сифатида ярим ўтказгич ашёлардан фойдаланиш мумкин. Булар асосан тензолитлар – асосий қисм графит ёки кўмир бўлган пластмассалар. Сўнги вақтларда тензометрларда радиотехникада қўлланиладиган айрим ярим ўтказгичлар, хусусан германий ва кремнийдан фойдалана бошланди.

У ёки бу шаклдаги (пластина, иплар, устунлар, юпқа пленкалар ва бошқалар) тензолит элментлар деформацияланганда ўзининг электрик қиршилигини анчагина ўзгартириш хоссасига эга; уларнинг сезгирлиги симлик датчикларга қараганда деярли 10 марта юқори. Бундай элементни асбобнинг сезгир қисми сифатида қўйиб ва уни электр занжирига киритиш билан куч ва деформацияни ўлчаш учун фойдаланиш мумкин (36-расм).

36-расм. Датчиклар схемаси.

Тензолит датчикларининг ижобий томони юқори сезгирлик. Бу сифат ўлчов аппаратурасига бўлган талабни пасайтириш, қатор ҳолларда эса кучайтиргичсиз ишлаш имконини беради.

Бироқ кўрсатмаларнинг бекарорлиги, уларнинг температура ва намликка боғлиқлиги, гистерезис омилининг мавжудлиги (тўғри ва тескари юришдаги кўрсатмалардаги фарқ), тензолит датчиклари аниқликда симлик датчиклардан орқада қолади. Бундан ташқари улар механик жиҳатдан мустаҳкамлиги паст бўлганлигидан, симликларга қараганда анча кам қўлланилади.

Тензорезисторларнинг панжараси деформацияланганда унинг қаршилигини ўзгариши мингдан бир ОМ ларга тўғри келади. Бундай кичик қаршилиқлар одатда кўприклар деб аталувчи махсус электр занжирлари ёрдамида ўлчанади. Тензометрик асбобларда тензорезистор қаршилигининг ўзгариши ўлчаш учун Уистон кўприги ва Кельвин қўш кўприги схемаси қўлланилади.

Замонавий тензометрик асбоб фақат тамоийилда бу схемани такрорлайди. Улардан кўпчилиги мураккаб электрон асбоб бўлиб, электр катталикларини ўлчаш жараёнида юзага келувчи қатор жиддий хатоларни бартараф этиш имконини беради. Бу асбоблардан айримлари кўприкни автоматик равишда мувозанатлаш имконига эга бўлиб, шкалаларида эса маълумотларни қайта ишлаш ҳажмини кескин камайтирувчи омил, яъни нисбий деформацияларни тўғридан тўғри кўрсатилган.

Био ва иншоотлар синови амалиётида кўпроқ тарқалган айрим тензометрик асбобларнинг техник тавсифларини баён этамиз.

Статик деформацияларни ўлчаш асбоби ИСД-3, ҳам лаборатория, ҳам дала шароитларида муваффақият билан қўлланилган кичик ўлчамли асбобни ифодалайди. Асбоб зўриқиши 4,5 вольт бўлган КБС-Л-0,5 русумдаги битта батарея билан автоном равишда ишлайди. Асбобдаги бўлақлар катталиги $1 \cdot 10^{-5}$ нисбий деформацияга. Асбобга бевосита 20 тензорезисторни улаш мумкин. Асбобни кўчма коммутатор билан ҳам фойдаланиш мумкин.

Деформацияни автоматик мувозанатловчи кўприклар АИ-1 ва АИД-1 автоматик мувозанатланувчи кўприкларни ифода этади. Асбоблар ўзгарувчан ток тармоғидан қувват олади. Асбобнинг ўлчов диапазони $1 \cdot 10^{-2}$, бўлақлар катталиги $1 \cdot 10^{-5}$. Асбоблар 102 фаол ва 6 компенсация тензорезисторларини

кўприкка улайдиган коммутатор билан бирга чиқарилади. АИД-1 асбобнинг коммутацияловчи тузилмаси билан умумий кўриниши 37-расмда кўрсатилган.

37-расм. АИД-1 асбобининг коммутацияловчи тузилмаси.

Дискрет чиқишли автомат равишда тензометрик резистор ТК-2 тензометрик мажмуани ташкил этувчи қатор асбоблардан иборат. Бу мажмуага автоматик мувозанатланувчи кўприк АИ-3 асбоби ҳам киради. АИ-3 стрелкаси муттасил ўлчаш кўрсаткичларига ва дискрет рақамли чиқишга эга.

Мажмуанинг коммутацияловчи тузилмаси бўлиб, 4 та 100-позицияли автоматик ўтказувчан АП-1 хизмат қилади. Уларнинг ҳар бири 99 фаол ва 12 компенсацион тензорезисторларни улаш имконига эга.

Ўтказувчининг максимал тез ҳаракатланиши 1 секундда 4 ўтказувни ташкил этади. Асбобнинг кўрсатмаси рақам босувчи блокда ЦП қайд этилган ва ПЛ-20 тасмали перфораторга ёзиб чиқарилади. ЦП эксперимент маълумотларни қайта ишлаш учун ҳисоблаш машинасига киритиш имконини беради.

Юқорида санаб ўтилган асбоблардан ташқари илмий-текшириш институтларида ва олий-ўқув юртлари лабораторияларида электротензометрлаш бўйича Ватанимизда ва хорижда чиқарилган бошқа асбоблар муваффақият билан ишлатилмоқда.

2.2.3. Клинометрлар.

Бурилиш бурчагини ўлчаш учун қўлланиладиган асбоблар клинометрлар дейилади. Амалда қўлланиладиган клинометрлар одатда механик схемага эга. Бу схемеларда сезгир элемент сифатида маятник ёки шайтон хизмат қилади. Бурилиш бурчагини ўлчаш учун қўлланиладиган энг содда тузилма аввалроқ айтиб ўтилган шовун дейиш мумкин.

Шайтонли клинометр, ёки Стоппони клинометри, синалаётган конструкцияга бикр маҳкамланган асбобни ифодалайди (38-расм).

38-расм. Шайтонли клинометр.

Кесим, демакки асбоб бурилганда, шайтондаги томчи бир томонга оғади. Винт 2 ни айлантириш ва сурилиши ва пружина 3 нинг ҳаракати шайтонни яна горизонтал ҳолатга олиб келади. Бурчак катталиклари мосланган винтнинг сурилишига кўра оғиш бурчагининг ўзгариши, яъни кесим бурилиш ҳақида

фикр юритилади. Асбоб кичик ўлчамли, содда ва етарли даражада аниқликка эга.

Маятникли Аустов клинометри (39-расм) худди аввалгидек, конструкцияга бикр маҳкамланади. Конструкцияни бурилиши маятникни оғишини ва занжирнинг узилиши ва индикатор сигналининг (лампочка ёки кўнғирок) ўчишини келтириб чиқаради.

39-расм. Маятникли Аустов клинометри.

Бурчак қийматларида мосланган винт сурилиши билан занжир яна тикланиши мумкин. Асбоб кичик ўлчамли, аниқлик даражаси юқори (5 гача), ammo аввалгига қараганда ўрнатилиш ва ишлатилиши мураккаб.

Ричагли клинометрларнинг (40-расм) хусусияти ричагнинг икки нуқтасини сурилиши бўйича бурилиш бурчагини аниқлашдан иборат. Сурилиш прогибомерлар ёрдамида ўлчанади. Бундай тузилма бир қадар кўпол, бироқ схемаси бўйича оддий ва ниҳоят аниқ.

40-расм. Ричагли клинометр.

Дархақиқат, прогибомернинг аниқлиги 0,01 мм ва базаси 1000 мм бўлганда $\arctg\alpha=0,00001$, яъни тахминан 2» тенг бўлган бурилиш бурчак аниқланиши мумкин.

2.2.4. Динамометрлар.

Зўриқиш деформациясини бевосита ўлчаш имконияти улкан қизиқиш уйғотади. Деформациядан зўриқишга ҳисобий йўл билан ўтиш назарий ифодалардан фойдаланиш билан боғлиқ бўлиб, кўпинча ҳақиқатдан узокроқ бўлади. Бундан ташқари бундай ўтиш эластиклик модули, Пуассон коэффиценти ва шу каби бошқа экспериментал йўл билан аниқлаш муракаб бўлган физик-механик тавсифларга эга бўлишини тақазо этади.

Ва ниҳоят, қатор ҳолларда деформация қиймати бўйича зўриқиш ҳақида фикрга келиш мутлақо мумкин эмас. Масалан, агар тўғри стержен учларини кўзгалмас қисқичга маҳкамлаб қўйилса, у ҳолда температура ўзгаришида унинг бўйлама деформацияси 0 га тенг бўлади. Шу билан бир вақтда стержендаги зўриқиш температуранинг ўзгариришига қараб ўзгаради. Бетонни киришиш деформациясидаги ҳолатида ҳам худди шундай ҳулосага келиш мумкин.

Зўриқишни тўғридан-тўғри ўлчаш масаласини ечишдаги ютуқларни авваламбор физикадаги замонавий ютуқлар билан боғлаш мумкин. Бунга мисол бўлиб зўриқиш тадқиқотнинг магнитометрик усуллари ривожланиши имкониятлари билан боғлиқ имкониятлар хизмат қилади.

Арматура стерженларидаги кучни ўлчаш учун арматура динометрлари АД қўлланилади. Асбоб (41-расм) кесим юзаси арматуранинг кесим юзасига

тенг бўлган стержендан иборат бўлиб, ундан бир бўлак кесиб олинган арматура ўрнига кавшарланади.

41-расм. Арматура динамометри.

Сезгир элемент сифатида АД симли тензометр 1 ёки тор 3 га тенг. Асбобни мослашда биринчи ҳолатда $P-\Delta R$ боғланиши топилади (куч-қаршилиқнинг ўзгариши), иккинчи ҳолатда эса – $P-\Delta f$ (куч-торнинг тебраниш частотаси ўзгариши). Шундай қилиб, синов жараёнида ΔR ёки Δf қийматларини ўлчаб, P кучнинг катталигини аниқлаш мумкин, уни майдонга бўлиш эса зўриқишнинг қийматини беради.

«Асос – пойдевор» чегарасидаги контакт зўриқишини ва тўкма грунтнинг деворга бўлган босимни аниқлашда *грунт динамометри* ГД қўлланилади (42-расм). ГД баландлиги диаметрдан анчагина кичик бўлган бўш цилиндр кўринишига эга. Цилиндр тубида (мембранасида) қаршилиқ тензометри ёпиштирилган ёки тор маҳкамланган. Улар мос равишда ташқи босим остида мембрананинг эгилишида қаршилиқ ва тебраниш частотасини ўзгартиради. Асбобни мослашда $q-\Delta R$, ёки $q-\Delta f$ боғланиш топилади, бу эса синов жараёнида ΔR ва Δf нинг ўлчанган қийматларига кўра контактли зўриқишнинг катталаги ҳақида фикрлаш имконини беради.

42-расм. Грунт динамометри.

Карлсон томонидан таклиф этилган *бетонли динамометр* БД симоб билан тўлдирилган тўла дискка 1 эга (43-расм).

Бетондаги зўриқиш таъсири остида диск деформацияланади. Ўз навбатида симобнинг мембрана 2 ни деформациялайди, бу эса тор ёки қаршили тензометри кўринишидаги сезгир элемент томонидан қайд этилади.

43-расм. Бетонли динамометр.

Асбобни мослашда $\sigma - \Delta R$ ёки $\sigma - \Delta t$ боғланиш топилади. Асбоб схемасидан кўриниб турибдики бу усул билан фақатгина сиқувчи зўриқишларни ўлчаш мумкин.

2.3. Динамик синовлар.

2.3.1. Умумий ҳолатлар.

Динамик юк таъсири остида конструкция зўриқиш ҳолатининг деформацияланиши ва ўзгариши худди статик юк таъсири остида бўлганидек, чизикли ва бурчак компонентларининг ўзгариши билан, яъни конструкциянинг нуқталарининг ўзаро ва фазовий силжиши билан, ашё толаларининг узайиши, кесимларнинг буралиши билан тавсифланади. Динамик юк таъсирида бу жараёнлар нисбатан тез кечади, шунинг учун мазкур ҳолатда синовчини кўпроқ чизикли ва бурчак компонентларининг вақт мобайнида ўзгариши қизиқтиради.

Чизикли компонентларни тадқиқ этиш учун вақт функцияси сифатида ишлатиладиган асбоблар виброметр, бурчак компонентларини эса торсиометр деб аталади. Бу функцияларни билиш ўлчов натижаларини таҳлил этишда у ёки бу даражадаги хатолик билан биринчи, иккинчи ва учинчи ҳосила ифодасини, яъни тезлик, тезланиш, амплитуда ва частотанинг вақт функциясига боғлиқлигини таҳлил давомида эмас, балки бевосита экспериментда олиш лозим бўлади. Бу катталикларни ўлчаш учун ишлатиладиган асбоблар тегишли равишда велосиметр, акселорометр, амплитудомер ва частотамер деб аталади. Агар механик катталикларни кўшимча қайта ўзгаришсиз электрли асбоблар виброграммалар, яъни ўлчанувчи компонентлар эгрилиги ўзгаришини вақт мобайнида олиш имконини берса, унда уларни виброграф, торсиограф, акселограф деб аташ қабул қилинган.

Ҳозирги вақтда тебранишни ўлчашнинг икки тамойили мавжуд - кинематик ва динамик. Биринчи ҳолда ўлчаш ускунаси ташқи мустақил кўзгалмас координат тизимига бикр боғланган, ва тебранаётган элементнинг силжиш катталиги ўлчов ускунасига нисбатан унинг ҳақиқий силжишига тенг.

Кинематик тамойилдан фойдаланишга эгилаётган ёпма балка ёки ферманинг ҳавозага маҳкамланган шкалага нисбатан тебранишини ўлчаш мисол бўла олади. Толанинг бўйлама деформациясини ўлчашни ҳам кинематик тамойилга алоқадор дейиш мумкин, чунки таянч нуқталардан бири ва нуқталарни бирлаштирувчи тўғри чизик қўзғалмас координат тизими каби каралиши мумкин ва унга нисбатан иккинчи таянч нуқтаси силжийди.

Аммо ташқи қўзғалмас координат тизимини вужудга келтириш кўпчилик ҳолларда машаққатли ва шунинг учун кўпинча ўлчашнинг иккинчи – динамик тамойили қўлланилади. У шундан иборатки, инерцион схема (кўпинча бу пружинага маҳкамланган масса) ёрдамида тебранаётган жисмнинг силжиши ўлчанадиган координат тизими барпо этилади. Инерцион схема ва ўрганилаётган ҳаракат тавсифлари нисбатини билиш орқали, нисбий силжишдан бирон қўзғалмас координат тизимининг силжишига, яъни ҳақиқий силжишига ўтиши мумкин.

Ҳозирги вақтда тебранишни ўлчашнинг кўпгина усуллари бор. Лекин, улардан иншоот конструкцияларини синашда энг кўп қўлланаётганларини шартли равишда уч гуруҳга бирлаштирилиши мумкин: механик, оптик ва электрли.

Механик усулларда: тадқиқ этилаётган элемент ҳаракат параметрлари қайта тузишсиз механик воситалар ёрдамида ўлчанади, масалан, соат типигаги индикаторлар билан (мессуралар билан), ўлчанаётган параметрларни қўзғалмас ёки маълум бир тезликда ҳаракатланувчи майдончада бевосита график тасвирини берувчи мосламалар билан.

Ўлчашнинг оптик усуллари шундан иборатки, бунда тебраниш оптик восита ёрдамида синовчи учун керак бўлган йўналишда қайта тузилади. Ўлчашнинг бу усулига асосланган воситаларга вибромаркалар, оптик катталаштирадиган воситалар, геодезик асбоблар, қўзғули қурилма, ҳамда фото ва кинотехника воситалари.

Ўлчашнинг электрик усуллари кўпроқ ривожланган ва истиқболли ҳисобланади. Унинг асосий ўзгариши электромагнит асбобларнинг

шкалаларида кузатиш мумкин бўлган ва осциллограф ёрдамида пленкаларга муҳрланувчи электрик катталиклар датчиклар ёрдамида механик параметрлардан ҳосил қилинади.

Қайта тузишнинг қандай ўтишига кўра датчиклар генераторли, яъни механик ҳаракат энергияси электри ҳаракатлантирувчи кучга айланади ва механик катталикларнинг ўзгариши электр занжирнинг (қаршилиқ, индуктивлик, сиғим) ўрганилаётган ҳаракат тавсифига боғлиқ бўлмаган энергиянинг доимий манбага эга бўлган параметрлари ўзгаришидан қайта тузилувчи параметрик турларда бўлиши мумкин.

Бу гуруҳ асбоблари қатор афзалликларга эга, улардан асосийлари қуйидагилардан иборат: масофавий ўлчаш ва ўлчашни автоматлаштириш имконияти, датчикларнинг ихчамлиги, қайд этишнинг олий сифати, бир неча датчикдан сигналларни бир вақтда қайд этиш имконияти, ўлчаш жараёнида сигналларни қайта тузиш (интеграллаш ва дифференциаллаш) имконияти.

2.3.2. Иншоотларда динамик жараёнларни экспериментал тадқиқ этиш.

Динамик юкларни иншоотга таъсир этиш тавсифи бўйича қуйидагича ажратиш мумкин:

зарбли, ёки бирдан қўйиладиган;

қандайдир қонун бўйича (кўпинча гармоник қонун бўйича) ўз амплитуда ва частотасини ўзгартирувчи титратувчи юк;

тасодифий тавсифга эга бўлган ғайриқонуний динамик юклар.

Кўпинча иншоотга зарбли ва титратувчи юклар бир вақтнинг ўзида таъсир этиши мумкин. Бу ҳолда тадқиқотчининг вазифаси бу юкларнинг ҳар бири учун тегишли бўлган таъсир натижасини ажратишдан иборат бўлади.

Иншоотларни динамик юк таъсирига синашда уларда эркин ва мажбурий бўлиши мумкин бўлган тебранишлар вужудга келади. Эркин тебраниш деб

иншоотнинг мувозанат ҳолатидан чиқарилгандан кейинги шу ҳолатга нисбатан даврий силжишга айтилади.

Иншоотнинг эркин тебраниши энергиянинг сийракланиши оқибатида сўнувчи тавсифга эга. Тадқиқотчини иншоотнинг эркин сўнувчи тебраниш жараёнини ўрганишда бошланғич амплитуда, тебраниш даври, каби амплитуда ўзгаришига боғлиқ бўлмаган ва тебранишнинг сўниш эффектини тавсифловчи бир қанча катталиклар қизиқтиради. Эркин тебранишга тезликка пропорционал бўлган куч тўсиклик қилса у вақтда икки ёнма-ён даврлар тебраниши амплитуда катталикларининг нисбати қуйидаги ифода орқали топилади:

$$A_n/A_{n+1}=e^{nT} \quad (14)$$

Бу катталик (тебраниш декременти) доимий бўлиб, тебранишнинг бир даври мобайнидаги амплитуданинг камайишини тавсифлайди. Сўнувчи тебранишларда амплитуданинг камайишини тавсифлаш учун тебранишнинг логарифмик декрементини (15) ва сўниш коэффициенти (16) ҳам киритилади.

$$d=\ln e^{nT} \quad (15)$$

$$n=1/d \quad (16)$$

Бу катталик n амплитудаси $e = 2,7182$ марта камаювчи тебраниш даври сонини кўрсатади.

Мажбурий тебранишлар деб, вақт мобайнида қандайдир ўзгарувчан куч келтириб чиқарувчи тебранишга айтилади. Техникада кўпинча учрайдиган тебранишларни келтириб чиқарувчи куч, тезланиш ва амплитудага пропорционал бўлган икки таркиб топувчининг чизиқли комбинациясини ифодалайди. Мажбурий тебраниш мураккаб динамик жараён бўлиб, ундан кўзгатувчи кучга боғлиқ бўлган хусусий тебраниши ва соф мажбурий тебранишни ажратиш мумкин. Иншоот учун кўзгатувчи кучнинг ўзгариш қонунияти гармоник тавсифга эга бўлган ҳолат кўпроқ хавф туғдирувчи ҳисобланади, ва унда кўзгатувчи куч ва хусусий тебранишнинг частоталари бир бирига мос тушади. Бунда тебранаётган иншоотнинг амплитудаси кескин

ошади. Бу ходиса резонанс деб аталади. Қайишқоқ иншоотлар учун резонанснинг вужудга келиши частотаси хусусий тебраниш частотасига тенг бўлган шамолнинг кучайишида кўпроқ хавф туғилади. Бундай юкнинг таъсири остида Такома дарёсидан (АҚШ) ўтувчи осма кўприкнинг бузулиб тушганлиги маълум.

Иншоотга таъсир этувчи динамик юкларнинг кенг тарқалган турларидан бири сейсмик юк ҳисобланади. Иншоотга бўлган сейсмик таъсирнинг тавсифи шундан иборатки, зилзила эпицентридан тарқалувчи сейсмик тўлқинлар грунт зарраларини тебранишини келтириб чиқаради. Ундан кейин иншоот ва грунтнинг биргаликда тебраниши юз беради. Иншоотга бўлган сейсмик таъсирнинг интенсивлиги грунт сейсмик спектри ва иншоотнинг динамик хоссалари хусусиятлари нисбатига боғлиқ. Ер қимирлашни иншоотга бўлган таъсирини ўрганиш учун моделларни экспериментал тадқиқ қилишдан ва реал иншоотлардаги кичик тебранишларни экспериментал тадқиқ этишдан кенг фойдаланилмоқда. Бино ва иншоотларнинг зилзилабардошлиги ҳақида бевосита кучли ер қимирлаш вақтида маълумотлар олиш ва уларнинг ҳолатини тегишли асбоблар ёрдамида кузатиш мақсадида муҳандислик-сейсмометрик хизмат тизимини яратиш, катта натижаларга эришиш имкониятини яратади.

Конструкция ва иншоотларни динамик юк таъсири остида экспериментал тадқиқ этиш вазифаси, ўрганилаётган катталиқнинг амплитудасини, тебраниш частотаси ва хусусий тебранишнинг сўниш тавсифини (тебраниш декременти ёки сўниш коэффициенти) аниқлаш йўли билан ечилади.

Иншоотга бўлган динамик таъсирни ўрганиш учун динамик тавсифга эга бўлган юклар қўйилади. Бунда ҳам табиий, ҳам сунъий вужудга келтирилган динамик юклар бўлиши мумкин.

Табиий ҳаракатдаги юклар - бу темир йўл ва автомобиль транспорти, кўприк қранлар, зарбли ҳаракат ва айланувчи қисмга эга бўлган кўзғолмас станоклар. Табиий юклар қўйилганда механизм ва уларнинг қисмлари максимал режимда ҳаракатга келтирилади. Динамик самарани ошириш

мақсадида ҳаракатланувчи юк таъсир этаётганда транспорт воситасининг ҳаракатланиш йўлига тахта ёки металлдан трамплин ўрнатилади. Релсли транспорт ҳаракатланишида трамплин вазифасини понасимон металл кистирма бажаради. Юк ташиш вақтида йиғма иншоот элементида кўйиладиган ҳаракатланувчи юк алоҳида кўриниш касб этади. Юк турлича тезланишга ва тасодифий вақт оралиғида кўйиладиган инерцион кучни ифода қилади. Юк ташишда конструкция тебранишни ўрганиш транспорт воситаси ва ташилаётган конструкциядан ҳосил бўлувчи кўшма тебранишни ўрганиш эҳтиёжи билан боғлиқ бўлган мураккаб вазифадан иборат. Иншоотга бўлган аслий таъсирлар сирасига таъсири муҳандислик сейсмик хизмат томонидан баҳоланувчи сейсмик юкни алоқадор дейиш мумкин.

Иншоотни тебраниришнинг кенг тарқалган сунъий усули юкни бир лаҳзада йўқотиш усулидир.

Иншоотни титратувчи юк, турли қувватдаги титратувчи машиналар ёрдамида ҳосил қилинади. Титратувчи машиналарнинг кўзғотиш кучининг катталиги, унинг қувватига ва ўлчамларига боғлиқ ва бир неча юз килограммга етиши мумкин.

Машина (44-расм.) дебаланслар маҳкамланган жуфт сонли айланувчи дисклардан иборат тизимни ифода этади. Дебалансларнинг дискда жойланиш ҳолати шундайки, дискларнинг расмнинг юқори қисмидаги кўрсаткич бўйича айланишида икки марказдан қочувчи куч ҳосил бўлиб, уларнинг горизонтал ташкил этувчилари ҳаммаша мувозанатланади. Вертикал ташкил этувчилари эса гармоник қонунга мувофиқ ўзгаради. Титратувчи машинанинг 44-расмда кўрсатилган ҳолатида уни кўзғотувчи кучлар вертикал йўналишда ҳаракат қилади.

44-расм. Титратувчи машинанинг ҳаракатланиш схемаси.

1-4- дебаланслар ҳолати фазалари.

Горизонтал йўналишда таъсир этувчи титратувчи юкни ҳосил қилиш учун титратувчи машина кўрилаётган ҳолатга нисбатан 90^0 га бурилади.

2.3.3. Назорат ўлчов аппаратураси.

Динамик синовларда инерцион асбоблар кенг қўлланилади. Инерцион асбобларнинг ишлаш схемаси масса бириктирилган эластик элемент ва демпфирловчи тузилмани ифода этувчи сезгир элементдан йиғилади.

Сезгир элементлар асбоб хусусий тебраниш частотасининг қийматига кўра турли кўринишда бажарилади. Одатда улар винтли ва текис пружинали паст частотали маятниклардир.

Тебранишлар жараёнини ўрганиш учун қуйидаги асосий параметрларни қайд этиш ва ўлчаш талаб этилади:

-частота, амплитуда, тезлик ва тезланиш.

Тебранма ҳаракатни қайд этиш учун қўлланиладиган барча асбобларни икки гуруҳга бўлиши мумкин: асосий ва ёрдамчи асбоблар. Синалувчи объект билан алоқа турига кўра асбоблар ўз навбатида яна икки гуруҳга бўлинади: контактли ва масофали асбоблар.

Контактли асбоблардан фойдаланилганда синалаётган конструкцияга асбобнинг ўзи ёки унинг кўчма элементи – датчик ўрнатилади. Замоनावий титрашни ўлчовчи асбоблар айнан охирига таъминланган буюмлар барпо этилади.

Тебранма жараёнларни қайд этиш учун мўлжалланган асбоблар тебранаётган предметнинг чизиқли сурилишини ўлчовчи ва ёзиб олувчи асбоб-вибрографларга; зилзила ёки портлашдан юзага келувчи грунтнинг тебранишини ёзиб олиш учун қўлланиладиган асосий асбоб-сейсмографларга бўлинади. Бу турдаги асбоблар вибрографларга қараганда ўзларининг юқори даражадаги аниқликлари билан тавсифланади; бурама тебранишни ўлчовчи асбоблар - торсиографлар; тебранаётган жисм тезлигини ўлчовчи ва ёзиб олувчи асбоблар - велосиографлар, тебранаётган жисм тезланишини ўлчовчи ва ёзиб олувчи асбоблар - акселерографлар.

Масофавий титрашни ўлчовчи асбобларга махсус кинога олувчи камералар - фотосоъли ва фотоэлектрон асбоблар, ҳамда ўзаро индукцияланувчи ва вихрли ток усулларига асосланган асбоблар киради.

Асбобларнинг кейинги гуруҳи – ёрдамчи асбобларга: осциллографлар, турли анализаторлар титратиш стендлари киради. Бу асбоблар билан текширилади объектнинг тебранма ҳаракатини тасвирловчи эгри чизиқларни кузатиш, қайд ва талқин этиш амалга оширилади.

Осциллограф томонидан ёзилган мураккаб тебранма ҳаракат осциллограммаси тебранма жараённинг вақт функцияси кўринишида график интерпретациясини ифодалайди.

Тебранма ҳаракатнинг эгри чизиғини қайта ишлаш учун механик, оптик ва электрон анализаторлардан фойдаланилади.

Ўлчов асбобларини калибрлашда лозим бўлган эталон тебранишларини тебратиш стенди ва столи ёрдамида ҳосил қилиш мумкин. Қуйида қурилиш конструкцияларини синашда қўлланиладиган титрашни ўлчовчи асбобларнинг айримларининг типик конструктив ечимлари келтирилган.

Амплитуда ўлчагичлар.

Агар юқори аниқлик талаб қилинмаси амплитудани ўлчаш учун синовчининг ўзи тайёрлаган анча оддий асбоблардан фойдаланиш мумкин.

Вибромарка (45-расм) тенг ёнли учбурчак чизилган қоғоздан тайёрланади. Учбурчакнинг асоси 5-20 мм атрофида, баландлиги-тахминан асосининг ўлчамига тенг қилиб олинади. Учбурчак баландлиги бўйича 10 та бўлакларга бўлинади.

Вибромарка билан частота 7 Гц дан кўпроқ ва доимий амплитудада тебраниш амплитудасини ўлчаш мумкин. Унинг ишлаш тамойили одам кўриш қобилятининг инерциялилик хоссасига асосланган. Агар предметнинг кўриниш зонасида туриш давомийлиги 1,7 секунддан камроқ бўлса, у ҳолда инсон кўзи тасвирни аниқ кўринишда қабул қилмайди. У бир умумий майдонга ёйилиб кетади.

45-расм. Вибромарка.

Амплитуда минутига 500 циклгача бўлган частотада 10 дан 20 мм гача ва минутига 1000 циклгача бўлган частотада 1 дан 10 мм гача ўзгарган ҳолда вибромаркадан фойдаланиш мумкин.

Индикатор. Муқим тебраниш амплитудасини индикатор билан ҳам тақрибан ўлчаш мумкин (46-расм). Бунинг учун индикатор синалаётган конструкцияга боғлиқ бўлмаган қандайдир кўзгалмас нуқтага маҳкамланади. Индикатор шундай йўналтириладики, унинг шток ўқи титраш йўналишига параллел бўлиши, охири эса тебраниш амплитудаси ўлчанаётган конструкциянинг бирор нуқтасига тақалиб туриши лозим, бироқ бу ҳолда санок олиш анчагина қийинчилик туғдиради.

Кичик частота ва амплитудаларда индикатор стрелкасининг ҳаракат тезлиги шунчалик кичикки, инсон кўзи индикаторнинг шкаласида стрелканинг энг чекка ҳолати бўйича бемалол санок имкониятига эга. Шунини ҳам таъкидлаб ўтиш керакки индикатордан фойдаланишни, айниқса тадқиқ қилинаётган тебраниш юқори частоталарга эга бўлганда, фақатгина бошқа иложи қолмагандагина қўллаш мумкин, чунки бундай усул асбобни бузулишига олиб келиши мумкин.

46-расм. Тебраниш амплитудасини индикатор билан ўлчаш.

Юқорида айтиб ўтилгандек, тебраниш амплитудасини индикатор билан ўлчашда кўзгалмас нуқта талаб этилади. Конструкция ёнида бундай нуқталар

бўлмаган ҳолларда, уни сунъий равишда ҳосил қилинади. Бунинг учун махсус маятниклардан фойдаланилади (47-расм).

47-расм. Вертикал ва горизонтал маятникларнинг энг оддий турлари.

Вертикал титрашни ўлчашда схемаси 47 а расмда келтирилган энг оддий маятник қўлланилади. У юк ва спирал пружинадан иборат. Пружинанинг юқори қисми тадқиқ қилинаётган конструкцияга, қуйи қисмига эса оғирлиги 20 кг атрофидаги юк осиб қўйилади. Юкнинг оғирлиги остида пружина ва юк $u_{ст}$ масофага силжийди.

Агар конструкциянинг тебраниш частотаси юкнинг хусусий тебраниш частотасидан катта бўлса, у ҳолда тебраниш даври

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{y_{cm}}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (17)$$

бу ерда R -юкни 1 см силжишини келтириб чиқарувчи куч;

m -юк массаси ва юк кўзгалмас ҳолатда қолади.

Пружина диаметри, узунлиги ва симнинг кесим юзаси маятник хусусий частотаси беш баробаридан кам бўлмаслик шарти билан танланади.

Горизонтал тебранишларда кўзгалмас нуқта ҳосил қилиш учун горизонтал маятникдан фойдаланилади (48б-расм). У ғайри оддий

конструкцияга эга ва диаметри 15-20 см, узунлиги 1,5-2 м, тўртта нуқтада арқон ёки сим билан осиб қўйилган ғўлачани ўзида ифода этади. Горизонтал маятникнинг тебраниш даври

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

бу ерда l -осилманинг узунлиги (48б-расм). В.С.

Мартўшкин ва В.Ф. Смотров маятниклари.

Горизонтал ва вертикал йўналишларда тебраниш амплитудасини ўлчаш учун В.С. Мартўшкин ва В.Ф. Смотровлар махсус маятниклар ишлаб чиқишди.

48-расм. В.С. Мартўшкин ва В.Ф. Смотровларнинг вертикал маятниклари.

1. Вертикал йўналишидаги тебраниш амплитудасини ўлчаш учун мўлжалланган маятник 49-расмда кўрсатилган. Маятникнинг асосий қисми 1-тирсакли ричагдир. Унинг горизонтал елкаси учига массаси 10 кг бўлган юк 5 қўйилган; ричагнинг қия елкаси асос билан пружина 2 ёрдамида бириктирилган. Тирсакли ричагнинг букилган нуқтасида призма жойлаштирилган бўлиб, унинг ёрдамида маятник таглик 3 га таянади.

Шундай қилиб, тирсакли ричаг бир томондан юк билан, иккинчи томондан эса пуржина тортилиши билан мувозанатланган. Унда индикатор штокининг учи юк 5 га тақалади.

2. Горизонтал тебранишни ўлчаш учун қўлланиладиган маятник (49-расм) учбурчак асос 1, тиргак 2, унинг юқори қисмига тортқич 3 ёрдамида массаси 10 кг бўлган юк 4 осиб қўйилган.

49-расм. В.С. Мартўшкин ва В.Ф. Смотровларнинг горизонтал маятниги.

Юк горизонтал йўналишда силжиши мумкин. Маятник асоси 1 га индикатор маҳкамланган бўлиб, унинг штоки юк чеккасига шундай таяниши керакки, индикатор штоки ўқининг йўналиши маятник харакати йўналишига паралелл бўлиши лозим. Бу маятникнинг хусусий тебраниш частотаси 0,67 гц га тенг.

А.М. Емельянов ва В.Ф. Смотров амплитудомери (50-расм) листли пружина 1 га таянувчи вазнли халқа 3 дан иборат.

Пружинанинг пастки қисми диск 6 га, юқориси эса диск 4 га маҳкамланади. Халқа 3 га индикатор 2 ўрнатилади, унинг штоги пастки диск 6 га ўрнатилган микрометрик винт 5 га таянади.

Асбобнинг юқори қисмидаги хусусий тебранишнинг частотаси 2,5 гц га тенг. Асбоб синалаётган конструкция юзасига тебраниш йўналиши индикатор штокининг ўқи мос келадиган ҳолатда ўрнатилади. Пастки диск 6 синалаётган конструкция тебранишини такрорлайди.

50-расм. А.М. Емельянов ва В.Ф. Смотровлар амплитудомери.

Частотамерлар.

Фрама кўп тилчали частотамери (51-расм) учларига юкчалар 3 ўрнатилган ва умумий таглик 1 га маҳкамланган пластинкалар 2 тўпламидан иборат. Пластинкалар турли узунликка эга. Пластинкаларнинг ўлчамига ва юкчаларнинг оғирлигига кўра уларнинг ҳар бири маълум бир хусусий тебраниш частотасига эга. Бу частоталар маълум ораликни қоплайдиган даражада танланган.

51-расм. Кўп тилчали частотамер.

Тебранишни ёзувчи асбоблар.

Юқорида кўрилган оддий асбоблар билан (амплитудомерлар, частотамерлар) фақатгина тебраниш амплитудаси ва частотасини ўлчаш мумкин. Шундай мураккаб асбоблар ҳам борки, уларнинг ёрдамида бутун тебраниш жараёнини ёзиб олиш мумкин(виброграмма), уларни қайта ишлаш натижасида эса тебранма ҳаракатнинг тўлиқ тавсифини олиш мумкин. Бундай асбоблар қаторига: динамик прогибомерларни, вибрографларни, осциллографларни ва бошқаларни қўшиш мумкин.

Виброметр ва вибрографлар тебранувчи жисмнинг чизиқли силжишини ўлчашга ёки ёзишга мўлжалланган асбобдир. Агар амплитуда ёки частотанинг катталиги бевосита асбоб шкаласи бўйича топилса, бундай асбоб виброметр дейилади. Агар тебранма жараён асбоб билан қоғозга, фотопленкага ва бошқа шу каби предметларга ёзилса, бундай асбоблар виброграф дейилади.

52-расм. Вақтни белгилаб берувчи Виброграмма (вақтни белгиловчи Гейгер асбоби).

52-расмда вақт белгилари қўйилган виброграмма келтирилган.

Гейгер динамик прогибомери (53-расм.) Ичида ғалтак 4 ни ҳаракатга келтирувчи тасма тортувчи механизм жойлашган корпус 1 дан иборат. Узатувчи ғалтак 6 га қоғоз тасма 5 ўралган бўлиб, тасмача столча 2 га ўтади. Ундан кейин эса ролик 3 дан ўтиб қабул қилувчи ғалтак 4 га ўралади.

53-расм. Гейгер динамик прогибомери.

Қоғоз тасмага перо 7 тегиши орқали виброграмма ёзилади. Фетрли ролик 3 ортиқча сиёҳни шимиб олади. Перо 7 таянч 8га шарнирли равишда маҳкамланган. Конструкция тебраниши 11-нуқтада ричаг 14 ва перо 7 ни бириктирувчи шайба 12 ли стержен 9 ва тирсакли ричаг 14 га узатилади. Ричагли тизим елкаларининг ўзгаришини тизимдаги оширув коэффициентини ўзгартириш орқали эришиш мумкин. Улар 3, 6, 12, 24 ни ташкил этади.

Тизимдаги люфтни йўқотиш учун тебранишни тирсакли ричагдан 14 перо 7 га узатишда стержен 9 қувур 10 га жойлашган пружина 13, тирсакли ричаг 14 дан перо 7 га ўтувчи стерженни сиқади.

Текширилаётган конструкция билан асбобнинг 16 нуктадаги алоқаси ричаг 14 га бириктирилган 15 сим ёрдамида амалга оширилади. Симни тортилган ҳолатда ушлаб туриш учун кўзгалмас асосга маҳкамланган пружина 17 дан фойдаланилади.

Гейгер вибрографи бевосита конструкцияга ўрнатилиши мумкин. Бунинг учун унга ичига спирал пружина 4 га осилган инерция массаси 3 жойлаштирилган ҳовол цилиндрик корпус 1 дан ташкил топган махсус қурилма (54-расм.) маҳкамланади.

54-расм. Гейгер вибрографининг схемаси.

Тутқич 5 ёрдамида инерцион масса 3 нинг ҳолатини ўзгартириш мумкин. Инерцион масса қувурча 7 га кийгазиладиган втулка 6 га эга бўлган планка 2 билан бириктирилади. Шундай қилиб, инерцион масса қувурча 7 га нисбатан тебраниш ҳосил қилиш мумкин. Тирсакли ричаг планка 2 билан бириктирилади. Гейгер вибрографининг умумий кўриниши 55-расмда кўрсатилган.

Қўл вибрографи ВР-1. Вибрографларнинг бир қанча турлари мавжуд, шу жумладан виброграмма ёзилаётган вақтда синовчи бевосита қўлида ушлаб турадиган қўл вибрографи ВР-1. Бу ҳолда инерцион масса вазифасини асбобнинг хусусий оғирлиги ўтайди.

55-расм. Гейгер вибрографининг умумий кўриниши.

Вибрографнинг асосий қисми (56а-расм) қувурча 2 ўрнатилган корпус 1 дан иборат. Бу қувурчадан пастки учида конуссимон пойнак 4 бўлган стержен 5 ўтади. Стержен 5 нинг юқори учи ричаг 7 га тиралади. Стержен 5 га пастга тортувчи пружина маҳкамланган. Пружина чўзилишини ростлаб туриш учун винт 3 билан тўхтатиб қоладиган хомутга 5 хизмат қилади. Ричаг 7 нинг учи ўткирланган бўлиб, унинг кассета 10 дан тортиб чиқарилувчи мўмланган қоғоз 8 устида ҳаракатланиб қоғозни тирнаши натижасида виброграмма ёзилади.

56-расм. Қўл вибрографи ВР-1

Худди шу тасмага 1 сек оралиқ билан пойнак 9 ёрдамида вақт белгилари тушурилади. Тасма тортувчи механизм корпуснинг ташқи тарафига жойлашган тортқич 12 билан ҳаракатга келтирувчи пружина 13 ёрдамида ҳаракатлантиради. Вибрографлар тутқич 11 билан ишга туширилади.

Вибрографлар 0,05 дан 6 мм гача бўлган тебраниш амплитудасини 6:1; 2:1; 1:1; масштабларда ўлчаши мумкин.

ВР-1 вибрографининг габарит ўлчамлари; 80x130x230 мм, асбобнинг оғирлиги 1,7 кг. Вибрографнинг умумий кўриниши 57-расмда кўрсатилган.

57-расм. ВР-1 вибрографининг умумий кўриниши.

Осциллографлар ўзгартгич-датчиклар сигналени ёзиб олувчи ёрдамчи асбоблар саналади. Бундай мақсадлар учун ёруғлик нурланишли ва электрон (электрон-нурланишли) осциллографлар қўлланилади. Қурилиш конструкцияларини тадқиқ этиш учун тадқиқ қилинаётган конструкциянинг бир вақтда бир неча нуқтасида (24 тагача) тебраниши бевосита ёзиб олиш имконини берувчи ёруғлик-нурланишли осциллографлар айниқса кенг тарқалган. Бу осциллографлар частота диапазони 2 дан 3 кГц гача чегараланган.

Электрон-нурланувчи осциллографлар амалда инерциясиз. Улар тадқиқ қилинаётган жараён частотаси 3 кгц дан ошган ҳолларда (масалан, портлаш юки) қўлланилади. Деформацияни ўлчаш қурилмасининг принципиал схемаси 58-расмда кўрсатилган. Бу схемада ўлчов кўпригини қувват билан таъминлаш доимий токдан фойдаланишни кўзда тутди.

58-расм. Осциллографлар орқали деформацияни ўлчаш қурилмасининг схемаси.

Н-102 туридаги осциллографлар (кўчма) бир вақтнинг ўзида саккизта виброграммани кўз билан кузатиш ва ёзиш учун мўлжалланган (59-расм).

59-расм. Н-102 осциллографининг умумий кўриниши;

1-қисқич; 2-даста; 3-ўчиргич; 4-қопқоқ; 5-даста; 6-даста; 7-диафрагма; 8-вольтметр; 9-“кўзча”; 10-ўчиргич; 11-парда; 12-қопқоқ; 13-экран; 14-даста; 15-реостат; 16-клемла; 17-кнопка; 18-19-даста; 20-кассета; 21-даста; 22-қабул қилувчи кассета.

Мазкур осциллографлар қуйидаги модификацияларда ишлаб чиқилади: ҳаво ҳарорати +10 дан –35°С гача, ҳавонинг нисбий намлиги 80%, ва ҳаво

харорати +10 дан –35°С гача ва ҳавонинг нисбий намлиги 98% (Н-102Т) бўлган шароитда ишлатилиш учун.

Осциллограф металл корпусда жойлашган бўлиб, унинг устки панелда тегишли кўрсаткичлари билан бошқарув органи жойлашган.

Осциллографдан фойдаланилганда зарб ёки айрим импульсларни қайд этиш учун уни зарб рўй бермасдан аввалроқ ишга тушириш лозим, акс ҳолда тасма-пленка етарли тезлик билан ҳаракатланишга улгура олмай, ҳодисанинг бошланғич қисми бой берилиши мумкин.

Н-700 осциллографи (14 каналли) частотаси 0 дан 2000 Гц гача бўлган электр жараёнларини қайд этиш учун мўлжалланган. Конструкциясининг оддийлиги, шинамлиги ва унча катта бўлмаган массаси уни лаборатория шароитида ва дала синовларида қўллаш самарадорлигини беради. Осциллографни қувват билан таъминлаш кучланиши 27 в бўлган аккумуляторлардан ёки махсус ўзгартиргичлар орқали умумий тармоқдан амалга оширилади.

Вақт белгилари тасмага нозик кўндаланг чизиқлар кўринишида аниқлиги 1% гача бўлган махсус белгиловчилар ёрдамида туширилади (60-расм).

60-расм. Н-700 осциллографида ёзилган вақт белгилари кўрсатилган виброграмма.

Тебранма ҳаракатларни кўз билан кузатиш учун осциллографлар кенгайтирувчи қурилмаси бўлган махсус экранга эга. 61-расмда осциллографнинг умумий кўриниши берилган.

Бу осциллографнинг Н-102 осциллографидан принципиал фарқи шундан иборатки, биринчисида ички автоном магнитли гальванометрлар катта ўлчамга, нисбатан катта массасига эга бўлиб, жуда эҳтиёткорлик билан муомала қилишни талаб этади. Иккинчисида эса осциллографга ўрнатилинган битта умумий магнит блокидан фойдаланилади. Қисқача айтганда, гальванометр ичида кўзгули рамка жойлашган герметик ёпиқ бўлган диаметри 5,5 мм алюминий қувурчани ифода этади. Бу гальванометр худди Н-102 осциллографи гальванометри каби ишлаган ҳолда, унинг конструкцияси ишончлироқ.

61-расм. Н-700 осциллографининг умумий кўриниши.

1-белгиловчини ўчиргич; 2-электрон муфта ўчиргичи; 3-реостат дастаси; 4-вольтметр; 5-ёритувчининг қопқоғи; 5-тезликни ўзгартирувчи; 7-кўз билан кузатиш экрани; 8-ялтирамайдиған экранда эгри чизиқларни ёйиши учун даста; 9-сигнал лампаси; 10-гальванометр блокнинг қопқоғи.

Электрон осциллографлар. Динамик жараёнларни тадқиқ этишда жараённи кўриниши электрон нурли трубкларда намоён этилувчи электрон осциллографлардан фойдаланиш кенг йўлга кўйилган. Унинг ишлаш принципи айрим моддаларнинг (масалан руҳ олтингургурти) электрон бомбардимони таъсирида нурланиш хусусиятига эга. Трубкада ингичка

электрон нур пайдо бўлиб, унинг экранга тушиши натижасида нурланишга олиб келади. Осциллографдаги ёйувчи генератор нурни экранда чапдан ўнгга ҳаракатланишга олиб келади. Ёйилишнинг частотаси 10 гц дан ошиқ бўлганда экранда биз яхлит горизонтал ёрқин чизикни кўрамиз. Текширилаётган сигнал тегишли кучлантиришдан кейин нурни вертикал бўйича оғдира бошлайди. Шу аснода сигналнинг кўринадиган тасвири пайдо бўлади.

Электрон осциллографларнинг бир-биридан ҳам конструкцияси, ҳам вазифаси бўйича фарқланувчи турли-туман хиллари мавжуд. Хотирасида сақлаб қолувчи трубкали осциллографлар бир марта ҳосил бўлган импульсларни қайд этиб, кейин эса бир неча марта ёки узоқ вақт давомида уни кўрсатиш имконига эга.

Вибродатчиклар.

Ўлчанаётган механик катталиқни электрик қийматга айлантириб берувчи тузилма *датчик* дейилади.

Замонавий виброўлчов асбобларида механик тебраниш электр катталиғига айлантирилиб, осциллограф томонидан ёзиб олинади. Датчик ва қайд этувчи аппаратура орасидаги алоқа ўтказгичлар орқали амалга оширилади, титраш параметрларини ўлчаш эса масофадан амалга оширилиши мумкин.

Виброўлчов техникасида генераторли ва параметрик вибродатчиклар кенгроқ тарқалган. Ноэлектрик катталиқларни ўлчашда электр юритувчи куч ҳосил қилувчи вибродатчиклар генератор дейилади.

Ўлчанувчи ноэлектрик катталиқларни ўзгаришини қаршилик, индуктивлик, сиғим ва бошқа шу каби электр параметрларини ўлчашга ўзгартирувчи датчиклар *параметрик датчик* дейилади.

Параметрик датчиклар индуктив, сиғимли, ОМ қаршиликли, акустик турларга бўлинади. Параметрик датчиклар қаторига дифференциал индуктив вибродатчик ВД-3, сиғимли вибродатчик ВР-1 ва бошқалар киради.

Механик ўзи ёзар асбобларга қараганда кичик массага эга бўлган шинам замонавий вибродатчиклар етиши қийин жойларга ҳам ўрнатиш имконига эга. 62-расмда айрим индукцион вибродатчиклар кўрсатилган.

Уларнинг кўпчилигини ишлаш тамойилини осонгина ВЭГИК вибродатчигининг конструктив схемасида кўриш мумкин (63-расм).

Асбоб қуйидаги асосий қисмлардан иборат: тиргак 1 да турувчи люфтсиз шарнир 3 ёрдамида корпус 11 га маҳкамланган цилиндрик масса кўринишидаги вибродатчик маятниги 3. Вертикал тебранишни қайд этувчи маятник айланиш ўқи горизонтал, горизонтал тебранишни қайд этиш учун эса – вертикал йўналтирилган.

*62-расм. Вибродатчиклар.
а) ВЭГИК; б) ВИБ-А; в) К-001.*

63-расм. ВЭГИК нинг конструктив схемаси.

Маятникнинг оғирлиги пружина – 9 ёрдамида мувозанатланган.
Маятник хусусий тебраниши частотасининг ўзгариши винт 7 ёрдамида амалга

оширилади. Ушбу винт айлантирилганда пружина 9 маҳкамланган гайка 8 сурилади ва пружинанинг тортиш кучи ўзгаради. Винт корпус ташқарисига чиқарилиб, унга даста 10 ўрнатилинган. Маятникка органик шишадан тайёрланган цилиндрик каркас 5 осилган алюминий ричаг 4 маҳкамланган. Каркасга ингичка сим ўралган ғалтак бириктирилган. Бу ғалтакнинг охирлари икки қисқичга чиқарилган. Индукцион ғалтак доимий магнит майдони 6 да жойлашган

Вибродатчиклар ишлаш тамойилининг батафсил тавсифи (1) да келтирилган.

2.4. Синовларни ўтказиш ва синов натижаларига ишлов бериш.

Иншоот ва конструкцияларни синаш жараёни, табиийки экспериментал тадқиқотнинг энг муҳим босқичи саналади. Синовни бошлашдан аввал бўлғуси тадқиқот услубини яна бир бор муҳокама қилиш зарур. Бундан ташқари барча ўрнатилинган ўлчов асбобларини мавжудлигини кўздан ўтказиш ва уларнинг тўғри ўрнатилинганлигини текшириш лозим. Агар синовларда электрли ўлчаш аппаратураси қўлланилаётган бўлса, у ҳолда датчиклар ва ўлчов асбоблари орасидаги ўтказгичларнинг бутунлигини, электр тармоқда кучланиш борлигини текшириш керак. Агар электр ўлчов аппаратураси автоном таъминотга эга бўлса, у ҳолда албатта таъминот манбаидаги кучланишни ўлчаш лозим.

Юклов қурилмасини диққат билан текшириш ва уларни паст юкланишларда синаб кўриш керак. Юкланишнинг гидравлик ва пневматик усуллари қўллашда тизимнинг герметиклигига ва у билан боғлиқ бўлган юкнинг берилган даражасини узоқ вақт ушлаб туриш қобилиятига алоҳида аҳамият бериш керак. Ричаг-балкали тақсимлов тизими қўлланилганда барча яруслардаги балкаларнинг тўғри ўрнатилганлигини, маҳкамлов тортқичларини ишончилигини, шарнирларнинг мавжудлигини ва бошқаларни текшириш

лозим. Синов бошлашдан аввал синовга тайёргарлик вақтида қўйиш керак бўлган барча юклардан бўшатилиши лозим.

Тайёргарлик синовда қатнашувчи барча шахсларнинг техника хавфсизлиги бўйича йўриқномадан ўтишлари ва иш воситаларининг синовни бехатар ўтказишни таъминоловчи тайёргарлигини текшириш зарур.

Синалаётган конструкция ва иншоотга синов юки ишлатилаётган ўлчов асбобларининг аниқлик даражасидан ва синов дастури талабларидан келиб чиққан ҳолда босқичлар билан берилади. Юклаш босқичларини адабиётда келтирилган бузулиш юкининг $1/10 \div 1/15$ дан иборат бўлган тавсиялар бўйича тайинлаш, фақатгина бузувчи юкнинг қиймати етарли даражада асосланмаган ҳоллардагина қабул қилиниши мумкин. Қолган барча ҳолларда юклашни асбоблар ўлчайдиган деформация ва силжишларнинг максимал даражасини олиш учун етарли даражада катта босқичларда олиб бориш лозим. Бу талаб тадқиқ қилинаётган объектни катта миқдордаги турли хилдаги электр ўлчов аппаратураси билан тўлдириб юборилган ҳолда алоҳида ахамият касб этади. Кўпчилик электр ўлчовларида одатда бузувчи тўсиқлар мавжуд бўлади. Бу тўсиқларнинг таъсирини камайтиришнинг асосий йўли иншоотни катта босқичлар билан юклашдир.

Кўрсатилган қоидаларни юкларнинг қиймати меъёрий катталиқдан ошмаган ҳолларда ёки иншоотнинг ишлаши эластик босқичларда тадқиқ қилинаётганда қўллаш лозим. Тадқиқ этиш вазифаларига кўра синовларни эластик босқичларда кўп марта такрорлаш мумкин. Ундан ташқари тадқиқот натижалари статистик қайта ишланиб, одатда у ёки бу ҳисоблаш назариясини баҳолаш учун материал бўлиб хизмат қилади. Конструкция ёки иншоотни эластик-пластик босқичда юклаш бир маротаба амалга оширилади, чунки бунда иншоотда қайтмайдиган пластик деформациялар ривожланиб, эластик-пластик жараёнини кўп марта такрорлашга йўл қўймайди. Бунда иншоотнинг бузулиб тушиш эҳтимолини ҳам назарда тутиш лозим, шунинг учун юклашни ниҳоятда эҳтиёткорлик билан, кичик босқичларда олиб бориш керак. Пластик деформацияларнинг ўсиши ва деформация модулининг мавҳумлиги оқибатида

зўриқишни у ёки бу тензометрлар ёрдамида ўлчаш мумкин бўлмай қоляпти. Иншоотларнинг солқилиги ҳатто юкланишнинг кичик босқичларида ҳам етарли даражада аниқлик билан ўлчанади. Шунинг учун юклаш босқичини камайтириш деформацияни ўлчашда халал бериш таъсири хавфини келтириб чиқармайди.

Синов жараёнида одатда иншоот ва конструкцияларни тайёрлаш жараёнида бўлиши мумкин бўлган турли-туман камчиликлар оқибатида ҳар бир синов босқичида деформация ва солқиликнинг ўсиши бирданига юз бермайди. Иншоотнинг ишлаш босқичи ва ашёсига кўра бу вақт 5-20 минутни ташкил этади.

Қатор ҳолларда синов дастури деформация ва солқиликни юкнинг узок давом этиш таъсирида аниқлашни талаб этади. Агар юклаш гравитацион усулда амалга оширилса, асбобларни ўрнатилишнинг доимийлигини таъминлаш кўшимча тадбир бўлиб қолади. Синов ўтказиладиган жой тўсилган бўлиши ва синов зонасига киришни таъқиқловчи плакатлар билан қуролланган бўлиши лозим.

Иншоот ва конструкциянинг бузулиш вақти яқинлашиб қолганида, яъни солқиликни кескин ошиши ёки қўйилаётган юкнинг миқдори ҳисобий бузулиш қийматига яқинлашганида иншоот ёки конструкцияни бузулишини қайд этувчи асбоблардан бўлак ўлчов асбобларини чиқариб олиш лозим. Синов услубини тузишда қандай асбоблар бузулишини қайд этиш учун қолдирилишини кўзда тутиш лозим.

Асбобларни турли-туман ходисалардан сақлаш учун керак бўлган чора-тадбирларни қўллаш керак бўлади. Бузулиш вақтини солқиликнинг кескин ошишидан аниқланади.

Юқорида зикр қилинган тартиблар иншоот ва конструкцияларни статик юк остида синаш учун кўзда тутилган. Иншоот ва конструкцияларни динамик юк таъсири остида синашда синовни бошлашга бўлган тайёргарлик тартиби худди шундайлигича қолади. Шуни ҳам назарга олиш лозимки, динамик синовлар жуда қисқа вақт мобайнида ўтади, шу сабабдан синовларни юқори

даражада ташкиллаштиришни талаб этади. Синов жараёнида бир қатор асбоб ва механизмларнинг биргаликда бетўхтов ишлашини таъминлаб бериш фақатгина ишларни синчковлик билан юқори даражада ташкиллаштириш орқалигина эришиш мумкин. Агар синалаётган иншоот ва конструкцияда тебраниш жараёнини қайд этувчи катта миқдордаги асбоблар жойлашган бўлса, ҳар бир қайд этувчи қурилмаси вақт белгисини қўйиб чиқишни ташкил этиш керак бўлади. Вибрация тавсифини ўлчовчи мавжуд асбоблар ўзларининг хусусий вақт белгиловчиларига эгадирлар. Катта миқдордаги асбобларни қўллаб динамик синовлар ўтказишда вақт белгиловчиларни марказий бошқарилувчи бир занжирга бириктириш лозим бўлади.

Динамик синовларда техника хавфсизлиги бўйича қўшимча чоратадбирлар кўзда тутилмоғи лозим. Титратувчи машиналарнинг айланувчи қисмлари ҳимоя қалпоқчалари билан беркитилиши керак. Электр токини титратувчи машиналарнинг электр моторларига улашни бажаришда ва уларнинг ишончли ерга уланган ҳимоя симининг тузилмасида электр хавфсизлиги қоидаларини бажариш лозим. Ҳаракатланувчи юклар синов давомида хавф-хатар туғдириши мумкин. Иншоотдан катта тезликда транспорт ва бошқа турдаги ҳаракатланувчи юкларни ўтишда бахтсиз ҳодисаларни олдини олишга доир чораларни қўллаш керак. Синов тугагандан кейин иншоотдан қўйилган юклар олиниши лозим. Агар синов бузулгунча олиб борилмаган бўлса, у ҳолда қўйилган юклар юклашдаги тартибнинг тескариси билан олинади. Юкдан туширишнинг оралик босқичларида деформация ва силжишларнинг муқимлашувчи учун тўхтамлар берилади. Агар синаш иншоотининг бузулиши билан тугаган бўлса, у ҳолда бузулган конструкция ва юклаш тузулмасини ажратиш такелаж ишлардан хабардор ишчиларни жалб этиб, эҳтиёткорликка риоя қилинган ҳолда бажарилади.

Синовнинг биринчи натижаларини бевосита синов давомида қайта ишлаш лозим. Синовлар тажрибаси шундан далолат берадики, ишларни тўғри ва аниқ ташкиллаштиришда юклашнинг айрим босқичлари ўртасидаги вақт мобайнида барча график ва эпюраларни бемалол қуриш мумкин. Одатда

бундай материал юклаш тузилмаси ва ўлчов аппаратурасининг тўғри ишлаганлигини баҳолаш учун етарли ҳисобланади. Айрим графиклар бўйича эса иншоотнинг зўриқиш – деформация ҳолатига дастлабки баҳо бериш ҳам мумкин. Синов давомида юклашнинг ҳар бир босқичида олинган маълумотларни олдиндан таҳлил этиш синовчининг синовни боришига ва лозим бўлган тузатишлар киритишига бўлган эҳтиёжни қондиришга имкон беради.

Синов давомида иншоот ҳолатини муттасил кузатиб бориш лозим. Иншоотнинг кўпроқ зўриқиш ва куч тушиши мумкин бўлган участкаларига алоҳида эътибор қаратиш керак бўлади. Юклашнинг барча босқичларида, охиригисидан ташқари, конструкция ва иншоотдаги дарзларнинг очилишига катта эътибор бериб туриш лозим. Уларни ўз вақтида қалам ёки шу каби бошқа қулай воситалар ёрдамида белгилаб қўйиш керак. Бу маълумотлар синовнинг тугаш вақтида дарзлар кўринишини тўла-тўқис ифодалаши лозим бўлган тегишли чизмасига кўчирилади.

Динамик синовлар ўтказишда осциллограммаларни дарҳол намоён қилиш лозим. Намоён қилинган фото қоғозларда синов санасини, юк тури, қиймати ва айрим графикларнинг маъносини белгилаб қўйиш керак. Динамик синовлар мобайнида олинган маълумотларнинг мураккаблиги уларнинг натижаларини дарҳол таҳлил этиш имконини бермайди.

Унда фақатгина ўрнатилган асбобларнинг тўғри ишлаганлигига баҳо бериш мумкин.

III-БОБ. АКУСТИК УСУЛЛАР.

Ультратовуш акустик усуллар конструкцион ашёларда тарқалиш тавсифини ўрганиш асосида пайдо бўлган. Товуш – газ, суюқлик ҳолати ёки қаттиқ муҳитда тўлқин кўринишида тарқалувчи ҳаракатидан иборат. Эластик тўлқинларни частотаси 20 Гц дан 20 кГц гача оралиқда ётувчи товушларга, частотаси 20 кГц дан то 1000 МГц гача ультратовушлар ва частотаси 1000 МГц дан ошувчи гипертовушларга бўлиш қабул қилинган. Бетон ва сопол буюмларни синашда частотаси 20 кГц дан 200 кГц гача, металл ва пластмассаларни синашда эса частотаси 30 кГц дан то 10 МГц гача бўлган ультратовушлардан фойдаланилади.

Ашёларда ультратовушдан фойдаланишнинг қатор усуллари мавжуд. Булардан кўпроқ тарқалгани ультратовуш импульсли усул, резонансли усул, импедансли усул ва акустик эмиссия усули.

3.1. Ультратовуш импульсли усул.

Ультратовуш импульсли усулида қурилиш конструкциясидаги нуқсонларни аниқлаш (дефектоскопия) масаласи ўз ечимини топади ва материалларнинг эластиклик тавсифлари, ғовақдорлик каби физик-механик константалари аниқланади.

Хар қандай ультратовуш қурилмаси экспериментларни асбоб билан таъминлашдаги айрим элементлардан ташкил топади. Бу мажмуага нурлантирувчи ва тебранишни қабул қилувчи киради. Айри ҳолларда нурлантирувчи бир вақтнинг ўзида қабул қилиб олувчи функциясини ҳам

бажаради. Акустик эмиссия услубида эса фақатгина қабул қилувчи сифатида ишлатилади.

Нурлантирувчилар ва қабул қилувчилар – ультратовуш ўзгартирувчиларни пьезоэлектрикли ва магнитострикцияли бўлиши лозим. Пьезоэлектрик ўзгартирувчи (64-расм) ичида пьезоэлектрик эффектига эга бўлган ашё 3 жойлашган металл корпусдан иборат. Бундай ашёлар қаторига кварц турмалин, барий титанати ва бошқалар киради. Сўнгги вақтларда сегнет тузи ҳам кенг қўлланила бошланган. Электр энергиясини механик энергияга ва аксинча айлантирувчи кристалл, эркин тебранишни демпфирловчи пружина 1 ёрдамида қўйилма 2 га ёпиштирилади ёки сиқилади.

64-расм. Пьезоэлектрик ўзгартирувчи.

65-расмда магнитострикцияли ўзгартирувчининг тасвири берилган. Магнитостриктор 2 магнит майдони таъсирида сиқилиш ва чўзилиш имконига эга бўлган никель ёки бошқа ашёлардан қилинган бир-биридан изоляция қилинган юпқа пластинкалардан йиғилади. Пластинкалар пакети ўзгарувчан электр токи ўтказиладиган ғалтакка жойланади. Чеккасида корпус 1 га бикр маҳкамланган металл мембрана 3 жойлашган.

65-расм. Магнитострикцион ўзгартирувчи.

3.2. Бетон ва металл нуқсонларини ультратовуш билан аниқлаш.

Бетонни синашда ультратовуш импульсли усулни қўллаш фақатгина буюмнинг нуқсонларини аниқлаш билан чегараланиб қолмай, унинг физик-механик тавсифларини аниқлаш имконини беради.

Бетон турли-туман ашёлардан ташкил топганлиги сабабли, ундаги нуқсонларни аниқлашда, фақатгина ўлчамлари тўлдирувчиларнинг тавсифли ўлчамидан катта бўлган нуқсонларнигина топиш мумкин. Бетонни ультратовуш импульсли усул билан дефектоскопия қилишнинг икки усули: товушни тўлиқ ўтказиш ва бўйлама профиллаш усуллари кенг тарқалган.

Товушни тўлиқ ўтказишда текширув объектининг қарама-қарши тарафлари нуқталарни белгилаш ультратовуш аппаратининг нурлантирувчи 1 ва қабул қилувчи 2 бир-бири билан бир ўқда жойлашиши лозим (66-расм). Одатда юза тўғри бурчакли тўр билан белгиланиб, боғламлари товуш ўтказиш трассаси 3 ни белгилайди.

66-расм. Товушни тўлиқ ўтказиш усули схемаси.

Бўйлама профиллаш усули (67-расм) шуниси билан қулайки, унда нурлантирувчи 1 ва қабул қилувчи 2 буюмнинг бир юзасида ўрнашади. Бироқ бунда нуқсонларни фақатгина қалинлиги 1-1,52 полосада аниқлаш мумкин, бу ерда λ 1 дан 15 см гача катталиқни ташкил этувчи тўлқин узунлиги. Бундан ташқари ўлчов натижаларини интерпретация қилишнинг аниқлиги товушни тўлиқ ўтказиш услубидагидан пастроқ эканлигини айтиб ўтиш лозим.

67-расм. Нуқсонларни бўйлама профиллаш усулида аниқлаш схемаси.

Нуқсонларнинг 3 мавжудлиги қабул қилувчиларнинг тўғри чизик 5 га нисбатан экспериментал нуқталар 4 ни кетма-кет сурилиш вақтида содир бўлувчи оғишлар орқали аниқланади (67б-расм).

Нурлантирувчи ва қабул қилувчи бир юзага жойлаштиришда юзадаги дарзларнинг чуқурлашув катталиги уни аниқлаш масаласини ечиш мумкин (68-расм).

68-расм. Дарз чуқурлигини аниқлаш схемаси.

Бунинг учун дарз ўқига перпендикуляр тенг қилиб (а) олинган масофаларга нурлантирувчи ва қабул қилувчилар ўрнатилади, ундан кейин эса ABC трассаси бўйлаб импульснинг ўтиш вақти t_1 ни экспериментал аниқланади. Бетоннинг дарзсиз участкасида ҳам ультратовуш ўтишнинг тезлиги аниқланади ва унга тегишли тезлик $V=v/t_2$ аниқланади. ABC трассаси бўйлаб ўтувчи товушнинг тезлигини белгиловчи нисбат қуйидагича кўринишга эга бўлади: $v = 2\sqrt{a^2 + y^2}/t_1$. Тезликларни тенглаштириб қуйидаги кўринишга эга бўламиз:

$$y = \sqrt{\frac{0,25B^2 * t_1^2}{t_2^2 - a_2}}; \quad (18)$$

Сўнги вақтларда бетон конструкцияларда импульсли ультратовуш усулидан фойдаланишда осциллографлар ўрнида рақамли индикаторларда ишловчи микросекундомерлардан фойдаланилади.

Материалнинг зичлиги бевосита тортиш орқали ёки радиометрик усул билан аниқланиши мумкин. Агар ультратовуш тарқалиш тезлигини стерженда V_c ва бир хил қоришмадан тайёрланган кубда V_k аниқлашни амалга оширилса, динамик Пуассон коэффициентини топиш мумкин.

$$\mu = \frac{1}{4} (1 - \nu_c^2 / \nu_k^2) [-1 + \sqrt{1 + 8(1 - \nu_c^2 / \nu_k^2)}]^{-1} \quad (19)$$

Ультратовуш тезлиги бўйича бетон мустаҳкамлиги R аниқлаш учун айланма эгри чизик қуриш лозим (69-расм). Бунинг учун бир хил шароитларда камида 45 намуна тайёрлаб, уларни турли муддатларда синалади. Сўнгра ҳар бир намунани бетонни ётқизиш йўналишига перпендикуляр тарафда товуш ўтказилиб, ундан кейин уларни прессда бузилгунча синалади.

Бетонда ультратовуш тарқалиш тезлигига турли омиллар: бетоннинг ёши ва уни қотиш шароити, тўлдирувчининг миқдори ва тури, цемент миқдори, температура, арматуранинг тури ва ўлчамлари.

Ультратовуш ёрдамида металл конструкцияларни синаш, металлдаги нуқсонларни аниқлаш ва пайванд чокларнинг сифатини назорат қилишда ишлатилади.

70а-расмда соя усулидан фойдаланиш мисоли келтирилган. Нурлантирувчи 1 дан ва қабул қилувчи 3 дан сигнал осциллограф экранига узатилади. Нуқсонлар бўлган тақдирда қабул қилувчи қайтарадиган сигналнинг заифлашуви ёки бутунлай йўқолиши юз беради.

Конструкциянинг товуш ўтказиш трассаси ихтиёрий йўналишга эга бўлиши мумкин.

70-расм. Соя усулида буюмдан товуш ўтказиш схемаси.

Пайванд чоклар сифатини соя ёки кўзгу-соя усули билан назорат қилишда шлакли кўшимчалар, раковиналар, ҳаво бўшлиқлари, дарз ва нопаиванд жойлар кўриниб қолади.

Пайванд бирикмаларни назорат қилиш учун ультратовуш тўлқинлари α турли тушиш бурчакларига эга бўлган призматик ўзгартирувчилар қўлланилади. Пайванд бирикмаларида одатда нуқсонлар пайвандланадиган буюмнинг юзаси бўйлаб ривожланишидан, назорат жараёнида ўзгартиргични чок бўйлаб зигзагсимон йўналтирилади.

Ультратовушли назорат таврли ва учма-уч бирикмаларда очилиш кенглиги 0,2 мм дан камроқ бўлган ички дарзларни ва чок илдизидаги нопаивандларни аниқлаш имконини беради.

Пайванд чокларни назорат қилишда эталонлардан (сунъий нуқсон киритилиб олдиндан пайвандланган бирикмалар) фойдаланилади.

Қайтарув (акс-садо усули) ёки конструкцияда нуқсон бўлганда, унинг заифлашувини (соя усули) эталон билан солиштирилади.

3.3. Бошқа акустик усуллари.

Юқорида кўриб ўтилган акустик усуллардан ташқари акустик синовларнинг ультратовуш, ҳамда анча паст частотали тебранишлардан фойдаланиладиган бошқа турлари ҳам қўлланилади.

Зарб тўлқини усули енгил болға ёки масалан, берилган кучни катта бўлмаган зарбда бериш учун электр ҳаракатини қўллаш каби махсус қурилмаларнинг зарбидан келиб чиқувчи битта-яримта импульсларнинг тарқалиш тезлигини ўзгаришига асосланган.

Сигналларни қабул қилиб олиш ва қайд этиш учун худди ультратовуш импульс усулида қўлланилган аппаратлардан фойдаланиш мумкин.

Бу усул йўл ва аэродром қопламаларининг асфальт ва цемент бетон қатламларини мустақамлигини назорат қилишда, ҳамда катта ўлчамли (30 м гача) бетон ва темирбетон элементларни синашда қўлланиши мумкин.

«Югурувчи тўлқинлар» усули. Бу оригинал усулда қайд этувчи асбобга, қабул қилиб олувчи ўзгартирувчининг сигналидан ташқари, бетўхтов тебранишни келтириб чиқарувчи генератор сигналларини ҳам ушлаб қўйилади.

Ушбу қўрилган усул йўл ва аэродром қопламаларнинг бунёд этишда технологик жараённи кетиши ҳақида тез ва ишончли жараёнларни автоматик бошқарув асосини ҳосил қилиш мумкин.

Титратувчи усул. (товуш частотасининг тебранишидан фойдаланиш асосида) бетон намуналарини синашда қўлланилади (71-расм).

*71-расм. Бетон намуналарини резонанс усулида синаш:
а-бўйлама ва эгувчи тебранишларни ҳосил қилиш; 1-синалаётган намуна;
б- пьезоўзгартирувчи.*

Ашёнинг тавсифлари ҳақида резонанс ҳодисаси юз берганида амплитуда ўлчамининг кескин ошишига тегишли бўлган частота бўйича ҳукм қилиниши мумкин.

АДАБИЁТЛАР.

1. Каримов И.А. Баркамол авлод орзуси. “Кадрлар тайёрлаш миллий дастури” ни амалга ошириш борасидаги публицистик мулоҳазалар. “Шарқ” Нашриёт-Матбаа концерни. Бош тахририяти. Тошкент 1998 йил.

2. Геводян Т.А., Кисилев Л.Т. Приборъ для измерения и регистрации колебаний. Маш. Гиз., 1962 год.
3. Долидзе Д.Е. Испътание конструкций и сооружений. М., “Въсшая школа”, 1975 год.
4. Сердюков В.М, Григоренко А.Г, Кривелов Л.И. Испътаемъе сооружений. Киев “Будвельник”, 1976 год.
5. Крѳлов Н.А., Глуховский К.А., Испътание конструкций сооружений. Изд литературъ по строительству, 1970 г.
6. Бойко М.Д. Техническое обслуживание и ремонт зданий и сооружений. М, Стройиздат, Ленинградское отд-ни, 1986 г.
7. Аистов Н.Н. Испътание сооружений. М., Стройиздат, 1960 г.
8. Веников В.А. Теория подобие и моделирования. М., “Въсшая школа”, 1966 г.
9. Григоренко А.Г. Фотоэлектрический кренометр. Извести ВУЗов “Строительство и архитектура”, 1968 г, №11.
10. Питмок Д.А. Испътание строительнѳх конструкций на моделях. М., 1971 г.
11. Сердюков В.М. фотограмметрия в инженерно-строительном деле. М., “Недри”, 1970 г.
12. Сѳтник В.С. “Строительная геодезия”. М.. “Недра”, 1974 г.
13. Смоленская Н.Т и др. “Современнѳе методѳ контроля зданий”. М., Стройиздат, 1972 г.
14. Аронов Р.И. Испътание сооружений. М, “Въсшая школа”. 1974 г.
15. Новгородский М.Н. Испътание материалов, изделий и конструкций. Издательство. “Въсшая школа”, 1971 г.
16. Почтовик Г.Я., Злочевский А.Б., Яковлев А.И., Метод и средства испътание строительнѳх конструкций. Издательство., “Въсшая школа”, 1979 г.
17. Поль Э., Неразрушаюхие методѳ испътание бетона. Пер с нем. Стройиздат.

18. Шапиро Г.А и др. Вибрационнѳе испѳтание зданий. Стройиздат. 1972 г.
19. Якубовский Б.В, Ермолаев Н.Н, Акридин Д.В. Испѳтание железобетоннѳх конструкций и сооружений. “Вѳсшая школа”.1965 г.
20. Гринберг В.Е, Семетов В.Г, Шойхет Г.Б, Контроль и оценка состояния несухих конструкций зданий и сооружений э эксплуатационнѳй период – Л; Стройиздат. 1982 г.
21. Золотухин Ю.Д. Испѳтание строительнѳх конструкций. Учебное пособие для вузов. “Вѳсшая школа”, 1983 г.
22. Лужин О.В, Волохов В.А, Шмаков Г.Б и др. Неразрушающие методѳ испѳтание бетона. Совом изд. М., Стройиздат, 1985 г.
23. Лужин О.В, Злочевский А.Б, Горбунов И.А, Волохов В.А. Обследование и испѳтание сооружений. Москва, Стройиздат, 1987 г.
24. Павлов Е.И., Ивановский А.Б. Информационно-измерительная система, Сборник научнѳх трудов ЦНИИС. Динамические испѳтания строительнѳх материалов, конструкций и сооружений. Вѳпуск 2002-155 стр. М; ЦНИИС, 2000г.(135-42).
25. Павлов Е.И., Вастуро В.И. методика вибродинамических испѳтаний зданий. Сборник научнѳх трудов ЦНИИС. (33-58 стр.) динамические испѳтания строительнѳх материалов, конструкций и сооружений. Вѳпуск 202-155 стр. М; ЦНИИС 2000г (135-142 стр).