

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ

Қодирова Д.Ш.

**БОҒЛОВЧИ МОДДАЛАР ВА ҚУРИЛИШ МАТЕРИАЛЛАРИНИ
ТАДҚИҚ ЭТИШ УСУЛЛАРИ**

**(I қисм – “Қурилиш материалларини тадқиқ этиш усуллари ва
асбоблари”)**

ЎҚУВ ҚЎЛЛАНМА

Тошкент – 2013

Д.Қодирова., Олий Ўқув юртлари учун ўқув қўлланма. (II қисм – “Қурилиш материалларини тадқиқ этиш усуллари ва асбоблари”).

Ўқув қўлланмада бетон, цемент, темир-бетон конструкцияларини мустаҳкамлигини, барча физик-техник, механик хоссаларини бузиб, бузилмасдан аниқлаш усуллари, асбоблари келтирилган. Алоҳида эътибор материалларни ички тузилишни аниқловчи физик-кимёвий усулларга берилган, дифференциал-тармоқ, микроскоп усулларига.

Аннотация

Ўқув қўлланмада қурилиш материалларини барча физик-механик, физик-кимёвий хоссаларини, мустаҳкамлигини бузиб, бузмасдан аниқлаш усуллари, асбоблари келтирилади.

Аннотация

В учебнике приведены методы контроля, исследование основных свойств строительных материалов, а также применяемые для этих целей приборы. Описаны принципы работы приборов применительно для разных строительных материалов как разрушающим, так и неразрушающим методам.

Abstract

In textbook are brought methods of the checking, study main characteristic building materials, as well as applicable for these integer instruments. The Described principles of the work instrument for different building materials with reference to as destroying, so and неразрушающим method.

М У Н Д А Р И Ж А

	Сўз боши	6
1-бўлим	Фанга кириш	7
2-бўлим	Қурилиш моддаларни текширишга тайёрлаш	8
2.1	Бетон тузилишини таснифларини аниқлаш	9
2.2	Ҳажмий оғирлиги ва намлигини аниқлаш усуллари	10
2.3	Зичлигини ва ғоваклигини аниқлаш усуллари	12
2.4	Ўтказувчанликни аниқлаш усуллари	19
3-бўлим	Бетон мустаҳкамлигини аниқлаш	22
4-бўлим	Бетоннинг мустаҳкамлигини уни бузмасдан (парчаламай) аниқлаш усуллари	29
4.1.	Пластик деформация усули ва аниқлаш учун асбоблар	31
4.2.	Ультратовуш импульс усули	38
4.3.	Қурилиш материалларни мустаҳкамлигини бузмасдан аниқлаш усуллари ва замонавий асбоблари	41
5-бўлим	Бетонни деформатив характеристикаларини аниқлаш	53
5.1	Бетоннинг чўкиш деформациясини аниқлаш	54
5.2	Енгил бетонларнинг чўкишини тезлаштириш усули билан аниқлаш	55
5.3	Харорат таъсирида шаклсизланиш (деформация)	57
5.4	Қисқа вақтга юклатилган деформация	58
5.5	Судралувчанликни НИИЖБ усуллари билан аниқлаш	58
6-бўлим	Бетонни ҳар хил таъсирларга чидамлигини аниқлаш	59
6.1	Бетоннинг совуққа чидамлилигини аниқлаш усуллари	60
6.2	Қурилиш материалларини емирилишига чидамлигини аниқлаш	64
6.3	Қурилиш материаллари атмосфера барқарорлиги	67
6.4	Юқори хароратлар таъсирига чидамлилиги	69
7-бўлим	Кимёвий ва физик-кимёвий аниқлаш усуллари	73
7.1	Дифференциал термик усули	74
7.2	Микроскопик аниқлаш усули	81
7.3	Рентген тузилишини аниқлаш усули	87
	Илова	95
	Фойдаланилган адабиётлар	107

СОДЕРЖАНИЕ

	Предисловие	6
Глава-1	Введение	7
Глава-2	Подготовка строительных материалов к испытаниям	8
2.1	Определение структурных характеристик бетона	9
2.2	Объемная масса и влажность	10
2.3	Плотность и пористость	12
2.4	Проницаемость	19
Глава-3	Определение прочности бетона	22
Глава-4	Определение прочности бетона неразрушающими методами	29
4.1	Метод пластической деформации	31
4.2	Ультразвуковой импульсный метод	38
4.3	Современные приборы для определения прочности строительных материалов неразрушающими методами	41
Глава-5	Определение деформативных характеристик бетона	53
5.1	Определение усадки	54
5.2	Методы определения усадки легких бетонов (ускоренный способ)	55
5.3	Температурные деформации	57
5.4	Деформация при кратковременном погружение	58
5.5	Деформация ползучести	58
Глава-6	Определение стойкости бетона к различным воздействиям	59
6.1	Методы определения морозостойкости бетонов	60
6.2	Коррозионная стойкость	64
6.3	Атмосферостойкость строительных материалов	67
6.4	Устойчивость к влиянию высоких температур	69
Глава-7	Химические, физико-химические методы анализа структуры бетона	73
7.1	Дифференциально-термический анализ	74
7.2	Микроскопический анализ	81
7.3	Рентгенно-структурный анализ	87
	Приложение	95
	Использованная литература	107

C O N T E N T S

	Foreword	6
Glava-1	Introduction	7
Glava-2	Preparing the building materials to test	8
2.1	Determination of the structured features of the concrete	9
2.2	Three-dimensional mass and moisture	10
2.3	Density and porosity	12
2.4	Permeability	19
Glava-3	Determination to toughness of the concrete	22
Glava-4	Determination to toughness of the concrete methods	29
4.1	Method to plastic deformation	31
4.2	Ultrasonic pulsed method	38
4.3	Modern instruments for determination of toughness of the building materials steadfast methods	41
Glava-5	Determination deformation features of the concrete	53
5.1	Determination of the shrinkage	54
	Methods of the determination of the shrinkage light concrete (speed way)	55
5.2		
5.3	Temperoturnye deformation	57
5.4	Deformation under short submersion	58
5.5	Deformation	58
Glava-6	Determination to stability of the concrete to different influence	59
6.1	Methods of the determination chill concrete	60
6.2	Korrozionnaya stability	64
6.3	Stability of atmosphere in building materials	67
6.4	Stability influence upon high temperature	69
Glava-7	Chemical, physico-chemical methods of the analysis of the structure of the concrete	73
7.1	Differential-thermal analysis	74
7.2	Microscopic analysis	81
7.3	Rengenno-structured analysis	87
	Application	95
	Used literature	107

СЎЗ БОШИ

Бетон ва йиғма-темирбетон буюмларни сифатини оширишда уларни синаш, назорат этиш ва сифатини баҳолаш усуллари катта роль ўйнайди. Бетонни синаш усуллари уларни тўғри ва асосланиб, қўлланишида олинадиган натижаларга бевосита таъсир этади.

Бетон хоссаларини аниқлаш усулларида муҳим ролни бевосита конструкцияларда уни бузмасдан аниқлаш усулларига ажратилган. Қурилиш материалларини хоссалари тузилиш характеристикалари билан боғланган бўлгани учун, ушбу характеристикаларни (зичлик, ғоваклик, совуққа, иссиққа, сувга чидамлилиги) аниқлаш усуллари ва асбоблари келтирилган.

Қурилиш материалларини тузилишини, кимёвий ва минералогик таркибини аниқлаш ва баҳолаш учун рентген, дифференциал – термик, микроскоп усуллар ва асбобларни ишлаш қонуниятлари уларни тузилиши келтирилган. Материалларни бузмасдан мустаҳкамлигини аниқлаш учун энг замонавий кенг қўлланиладиган асбоблар турлари ва тасвири келтирилган. Ўқув қўлланма қурилиш, архитектура олий ўқув юртларини бакалаврлари, магистрлари, мухандис-технологлари учун мўлжалланган.

1-бўлим. ФАНГА КИРИШ

Ушбу фан қурилиш моддаларини текшириш усуллари, улар сифатига баҳо бериш, бетон ва йиғма-темир темир маҳсулотларининг сифатини оширишдаги масалаларни ҳал қилишда муҳим аҳамиятга эга. Текшириш давомида олинган маълумотлар конструкция ва маҳсулотларни мўлжалланиш соҳасига қараб ишлатиш, ҳамда ундан фойдаланиш мумкинлиги, шунингдек уларнинг сифатини яхшилашга имкон беради. Ушбу маълумотлардан ташқари моддаларни ишлатишда совуққа чидамлилиги, сув ўтказмаслиги, агрессив ташқи муҳит таъсирига чидамлилиги (барқарорлиги) каби факторларга ҳам қаралади ва шулар асосида хулоса чиқарилади. Бироқ, бу ерда шуни айтиб ўтиш керакки, текширишнинг барча услублари етарли даражада бир хил ривожланган эмас. Масалан, бетоннинг мустаҳкамлигини текшириш усули давлат стандартида баён этилган. Емирилишга чидамлилигини текшириш усули эса давлат стандартига эга эмас. Хозирда қурилиш моддаларни хоссаларини текширишда ва назорат этишда фойдаланиладиган усулларни ишлаб чиқаришга ҳар доим ҳам татбиқ этиб бўлмайди. Амалда эса доимо қурилиш моддаларини асосий хусусиятларини текширишдаги стандарт ва ностандарт усуллар билан таништиради.

Стандарт усулларни норма этиб белгиланган усуллардан четланмасдан ҳамда бирон-бир ўзгартириш киритмасдан қўллаш керак. Ностандарт усуллардан стандарт усуллар қурилиш моддаларини хусусиятини етарли даражада аниқ баҳолай олмаган ҳолда фойдаланилади. Шуни айтиб ўтиш керакки, текширишда олинган аниқ, ишончли натижалар танланган усулга ҳам боғлиқ.

Бетон ва йиғма-бетон конструкцияларини мустаҳкамлик хоссаларини маълум бўлган усуллари билан ўрганиш буюмларни ҳақиқий ҳолати тўғрисидаги саволга аниқ жавоб бермайди. Сифатини назорат қилувчи, бузувчи усуллар ҳамма буюмларни сифатини назоратини таъминлай

олмайди. Шу муносабат билан қурилишда, йиғма-темир бетон конструкциялари ишлаб чиқаришда, иншоотларни ҳолатларини аниқлашда сифатини назорат қилиш буюмларни бузмасдан аниқлаш усуллари қўлланмоқда.

2 – бўлим. ҚУРИЛИШ МОДДАЛАРИНИ ТЕКШИРИШГА ТАЙЁРЛАШ

Қурилиш моддаларини хоссалари одатда намунага қараб маҳсулотлар ёки конструкцияларни бузмасдан текширилади. Текшириш учун намуналар қоришмаларидан, ёки қотган моддалардан, масалан бетонлардан ўйиб тайёрланади.

Бир таркибли бетон қоришмасидан олинган бир қисм қоришма – проба деб аталади. Йиғма буюмлар ишлаб чиқаришда пробани қолиплаш жойида олинади, товар бетон қоришмаси тайёрлашда транспорт воситасига юкланиш жойида олинади, монолит конструкция бетонлашда – бетонлаш жойида олинади. Пробани массаси тайёрланадиган намуналар ҳажмидан 1,5 – 2 баробар ортиқ бўлиши керак. Пробадан бир нечта серия намуналар тайёрланади. Бир серия эса учта намуналардан иборат. Намуналар учун қолиплар зич металл ва нометал сувни ўтказмайдиган ва ишлайдиган материаллардан тайёрлашади.

Материал ишқорий муҳитни ҳарорати 60-100⁰С гача таъсирига барқарор бўлиши керак. Қолипларни ва намуналарни назорат қилиш бир марта 6 ойда ўтказилиши керак. Қолиплардаги мойловчи моддалар бетон қоришмалари билан кимёвий таъсирланмаслиги ва унинг юзасида из қолдирмаслиги керак. Тайёр конструкция буюмларидан намуналар арралаш ёки ўйиб олиш усули билан тайёрланади. Арралаш усулида арматура бўлмаган жойида намуна олиш керак. Агар бунинг имкони бўлмаса, унда қуйидаги шартларни таъминлаш зарур:

- конструкцияни мустаҳкамлиги ва юкланувчи қобилияти пасайиши мумкин эмас, агарда конструкция кейинчалик ишлатилишга мўлжалланган бўлса ;

- намуна аниқлаш учун синалганда, арматура юкни йўналишига перпендекуляр, эгилишига, синалганда паралель жойлашиш керак. Арматурали намуналарни ёришда синаш мумкин эмас;

- арматура тўғрисидаги (кўриниши, диаметр жойлашиши) маълумот лабораториядаги хужжатларда акс этиши керак.

Технологик факторлар ҳисобига конструкцияларни ҳар хил қисмларда бетон хоссаларини ўзгаришини назарда тутиш керак. Конструкцияни тепа қисмида бетон мустаҳкамлиги камроқ, бу ўзгаришлар баланд конструкциялар учун айниқса катта, масалан касета усулида ишлаб чиқаришда бетонни бевосита конструкцияларда синаш асосан бузмасдан аниқлаш усулида ўтади ва бетонни мустаҳкамлиги ва ҳажмий оғирлиги аниқланади.

Шуни инобатга олганда қуйидагиларга аҳамият қилиш керак:

- юзасини силлиқлиги (пластик деформация, ультратовуш усуллари) учун;

- татбиқ этиш юзасида цемент сутини борлиги, юзани тозалиги;

- бетонни намлиги ва ҳарорати;

- арматурани жойлашиши;

- конструкциядаги бетонни зўриқтирилган ҳолати.

2.1. Бетон тузилишини таснифларини аниқлаш

Қурилиш материалларини хоссаларини ва тузилишини таснифлари асосий, (зичлик, ғоваклик, мустаҳкамлик) ва махсус сув ўтказмаслиги, оловга бардошлилик) турларга бўлинади.

- тузилиш таснифларга — зичлик, ғоваклик, майдалик ва бошқалар киради. Физикавий хоссалари — бу материалларни ҳар хил физикавий жараёнларга ва таъсирларга ўзининг муносабатини аниқловчи фактор

масалан, намлик, сув шимувчанлик, совуққа чидамлилик, иссиқлик – электр ўтказувчанлиги ва ҳаказо.

- механик хоссалари – материалларни механик юкланишда шаклсизланиши ва бузувчи куч таъсирига ўзининг муносабатини аниқловчи фактор – мустаҳкамлиги, қаттиқлик, ишқаланиш.

- кимёвий хоссалари – материалларни кимёвий ўзгаришларга, емирилишларга чидамлилик қобилятини характерловчи фактор.

- узоқ вақт ишлатилиши ва ишончилиги

2.2. Ҳажмий оғирлиги ва намлигини аниқлаш усуллари

Бетонни ҳажмий оғирлиги $m^c v$ - нормалланган қиймат бўлиб уни аниқлаш назорат қилувчи синовларга киради. Ҳажмий оғирлик енгил, ғовакли оддий, оғир бетонлар учун нормаллаштирилади. Унинг (mv) моҳияти қотаётган бетон, мослама ва ундан намлик массасига боғлиқ ва унинг (mv) аниқлаш усуллари икки гуруҳга бўлинади:

1) Ушбу характеристикаларни намуналарда аниқлаш.

2) Бевосита конструкцияларда аниқлаш.

Бетоннинг ҳажмий оғирлиги қуйидагича аниқланади:

1. Табиий намлик ҳолатида – $m^t v$. Бунда намуналарни намлилиги тайёрлангандан сўнг тезда аниқланади., ёки имкони борида герметик асбобда синалгунча сақланиши лозим.

2. Қуруқ – ҳаволи ҳолатда mv^{kx} . Бунинг учун намуналар эксикаторларда ёки ҳарорати $t=20 \pm 2^\circ C$ ва $t=50 \pm 10\%$ бўлган идишларда 7 суткадан кам бўлмаган муддатда сақланиши керак.

3. Қуруқ ҳолатда - $m^k v$ намуналар $t=105 \pm 5^\circ C$ ҳароратда доимий вазмигача сақланади.

4. Нормал ҳолатда - $m^h v$. Намуналар 28 сут. давомида, $t=20 \pm 2^\circ C$ ҳароратли, намлиги $\geq 95\%$ ли хонада сақланади.

5. Сувга тўйинтирилган ҳолатда - $m^c v$ бунинг учун намуналар сувда тўйинтирилади. Қурилиш моддаларни ҳажмий оғирлигини кг/м^3 да қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$mv = 1000 m/v,$$

Бунда: m – намунанинг массаси, г

V – намуна ҳажми, см^3 .

Массани хатолиги 0,1% дан ошмаган ҳолда, ҳажмини 1% дан, ортиқ бўлмаган ҳолда ўлчанади. Хона ҳарорати $t=25 \pm 10^\circ\text{C}$ бўлиши керак. Хар серия учта намунадан иборат. Ғовакли ва енгил бетонлар учун, mv моҳиятини тўғри формали намуналарда аниқлашади. Нотўғри формадаги намуналар учун уларни олдиндан сувга туширилади, ёки парафинланади. Парафинлаш қуйидагича ўтказилади: олдиндан қуритилган намуна 60°C ган қиздирилади ва эритилган парафинга солинади. Парафин қатламини қалинлиги ~ 1 мм бўлиши керак. Маълумки, $105 \pm 5^\circ\text{C}$ да қуритишда бетонни тузилишида бироз ўзгариш ўтади, шунинг учун қуритишни эксикаторларда 100% H_2SO_4 остида ўтказилади.

Намликни аниқлаш

Қурилиш материаллари уларни ишлатиш ва сақлаш жараёнида намликни ютиш мумкин. Бунда уларни хоссалари жиддий равишда ўзгаради. Масалан, материал намланганда унинг иссиқлик ўтказувчанлиги ошади, ўртача зичлиги, мустаҳкамлиги ўзгаради. Намлик – бу берилган конкрет моментда материалдаги намлик миқдори.

Синов ўтказишдан олдин намуналар ҳарорат $t=105 \pm 5^\circ\text{C}$ да доимий массагача қуритилади ва қуйидаги формула бўйича намлиги аниқланади:

$$W_m = \frac{100(m - m^k)}{m^k}$$

$$W_0 = \frac{100(m - m^k)}{V = v_m m_v^k}$$

m ва m_k – қуритишдан олдин ва кейинги массаси, г

2.3. Зичлиги ва ғоваклигини аниқлаш усуллари

Ғовакликни аниқлаш. Бетон бу сунъий тош, унинг таркибида ҳар хил ғоваклар ва нозичликлар мавжуд. Тузилишни бу нуқсонлари бетон қоришмасини тайёрлаш жараёнида, уни зичлантирганда, қотишида, конструкцияни ишлатишида юзага келади. Ғоваклар табиий ва сунъийларга бўлинади. Сунъий ғоваклар ҳаво олиб келувчи қўшимчали ва енгил бетонларга таъллуқлидир. Ғовакларни хусусияти бетонни кўп ҳоссаларини ифода этади – сув шимувчанлиги, сув ўтказмаслиги, совуққа, емирилишга чидамлилиги ва хоказоларни. Шунинг учун ғоваклик хусусиятини, унинг сонли моҳиятини аниқлаш учун, ҳар хил усуллар таклиф этилган. Илмий тадқиқот ишларида бетондаги цемент тошини тузилишидаги капиляр ғоваклигини аниқлаш усуллари таклиф этилган.

Усулларни ҳар бири ғовакларни ўлчами ва характери бўйича турларини аниқлайди. Ундан ташқари синов жараёнида ғоваклилар кўпайиши ва намунани қуритишда янги нуқсонлар пайдо бўлиши мумкин.

Масалан, ғовакларни деворлари туйинган муҳит босими бажаришда бузилиши мумкин. Шунинг учун ғовакларни ҳар хил усуллар билан ўлчаганда олинган натижалар бир-бирига тўғри келмоқлиги мумкин. Олинган натижаларга цементдаги ингичка капилярдаги намлик таъсир этади. Цемент тошини тузилишини характерловчи асосий кўрсаткичлар сифатида қуйидагилар қабул қилинган:

- ҳақиқий ёки тўлиқ ғоваклик P_T – намунадаги ҳамма ғовакларни ҳажми унинг ҳажмига нисбати;

- интеграл ёки ғоваклик $P_{\text{ҳажм}}$ - намунанинг юзаси билан ва ўзаро бирлашувчи ҳажми ғоваклиларни ҳажмини унинг ҳажмига нисбати.

Ғовакликни қуйидаги формула бўйича аниқлаш мумкин:

$$\Pi = \frac{(V_{\text{табii}} - V_{\text{зич}})}{V_{\text{табii}}} * 100$$

$V_{\text{табii}}$ – материаллик табiiй ҳолатдаги ҳажми см³

$V_{\text{зич}}$ – материални абсолют зич ҳолидаги ҳажми см³.

Ғовакликни тўлиқ ҳажми қуйидагича аниқланади:

$$P_0 = \frac{100(\rho_{\delta} - m_v^k)}{\rho_{\delta}}$$

ρ_{δ} - бетон зичлиги

m_v^k - ҳажмий оғирлиги қуруқ ҳолатда

Симоб ёрдамида ғовакларни аниқлаш усули

Бу усул билан кўпроқ цемент тошидаги ғовакларни ўлчами аниқланади. Синовдан олдин намуналар вакуум қуритғичда қуритилади, сўнг дилатометрга жойлаштирилади. Ғовак ўлчовчидан ҳаво сиқиб чиқазилади ва у дозатирдан дилатометрга симоб юборилади. Вакум-сўрғич билан дилатометрда босим ўзгартирилади, ҳар доим капиляр бўйича симоб ҳажми ўзгарганини аниқланади. Босим ошган сари симоб ҳамма майда ғовакларни тўлдирилади. Ғовакларни диаметри қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$D = \sigma \cos \theta / gph$$

σ - симобни сатҳи зўриқиши ($t=20^{\circ}\text{C}$ да $\sigma = 47$ дин/см);

θ - ҳўлланиш бурчаги (силикатлар учун $\theta = 145^{\circ}$);

p - симоб зичлиги = 13,54 г/см³;

q - оғирлик кучи тезлиги, см/с²

Материалларни зичлиги-бу материални ҳажмий массаси ва уни ҳисоблаш учун материални оғирлигини m ва уни ҳажмини аниқлаш V (м³) керак. Қурилиш материалларни аксарияти –ғовакли материаллар, яъни уларни ҳажмида қаттиқ моддадан ташқари ҳаво билан тўлган ғоваклар мавжуд.

Уларни зичлиги каттиқ моддани зичлигидан анчагина паст. Шу сабабли қурилиш материаллар учун иккита хусусият аниқланади, ҳажмий ва ўртача зичлик.

Хақиқий зичлик-материални каттиқ моддасини физикавий доимий ρ - уни ҳисоблаганда ғоваклар ва бўшлиқлар инобатга олинмайди.

Ўртача зичлик ρ_m –уни ҳисоблаганда тўлиқ ҳажми (ғоваклар ва бўшлиқлар билан) ҳисобланади.

Булардан ташқари сочилувчан зичлик мавжуд - у донатор материалларини (қум, шағал, цемент) массасини эгилган ҳажмига заррачалараро масофага нисбатидир. Материалларни ўртача ва сочилувчан зичлигига унинг намлиги таъсир этади. Материалларни намлиги қанча катта бўлса, шунча унинг зичлиги баланд бўлади, чунки сув ғоваклардаги ҳаво ўрнини эгаллайди ва материалларнинг заррачалар юзасида адсорбцияланади. Масалан, оғир бетонни зичлиги табиий намликда ва қурук ҳолатда аниқланади.

Ўртача зичликни аниқлаш бу аниқлаш усули материал намунасининг геометрик шаклига боғлиқ: тўғри (куб, призма, цилиндр) нотўғри. Тўғри шаклдаги намуналарни ўртача зичлигини аниқлаш учун намуналар доимий массагача қурилади. Ҳажмни аниқлаш учун штангенциркуль ёки металл чизғич ишлатилади. Агар намуна куб ёки призма шаклида бўлса, унда ҳар бир қирраси учта жойдан ўлчанади. Агар намуна цилиндр шаклида бўлса, унда d -диаметр, h -баландлиги ўлчанади ва формула бўйича аниқланади:

$$V = \frac{\pi d^2 h}{4}$$

бунда: π - 3,14 ;

d – диаметр, сантиметрда;

h – баландлик, см.

Намунанинг массасини ва ҳажмини билгач қуйидаги формула бўйича ўртача зичлик ҳисобланади.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Нотўғри шаклдаги намуналарнинг ўртача зичлигини гидростатик тортиш ёки хажм ўлчови асбоби билан аниқланади.

Ҳақиқий зичлигини аниқлаш

Ҳақиқий зичликни аниқлаш учун материал абсолют зич ҳолатда бўлиши керак. Энг оддий усул-бу моддани майдалаш.

Синов ўтказиш учун бетон ёки бошқа қурилиш моддани ўлчами < 2 мм бўлгунча майдаланади, яхшилаб аралаштириб ўлчанади ва $m \geq 200$ г. олинади, яна майдаланилади, № 008 элакдан ўтказилади, қуритилади ва иккитага бўлинади.

Синов ўтказиш учун Ле – Шателье пикнометри қўлланилади.

Ле – Шателье асбобига керосин пастки белгигача солинади ва майдаланган намуна – 50 г. миқдорда солинади, 10 минутдан сўнг суюқликни юқори белгиси ўлчанади. Намунанинг зичлиги қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\rho_b = \frac{100m}{V_1}$$

Зичликни аниқлаш пикнометрда қуйидагича ўтказилади: асбоб олдин дистилланган сув, спирт, охирида этил эфири билан ювилади, сўнг тортилади. Кейин дистилланган сув билан тўлдирилади, термостатда $20 \pm 1^\circ\text{C}$ га қўйилади, фильтр қоғоз ёрдамида сувни белгисини аниқлайди, пикнометрни сув билан бўлган массасини аниқланади – m_4 , - сув тўкилади, асбоб қуритилади, кукун ҳолатидаги намуна билан тўлдирилади, тахминан ярим ҳажми ўлчанади – m_2 – аниқланади.

Бундан кейин пикнометрга керосин намунанинг белгисидан 3-5 мм. юқори қўйилади ва 30 мин. вакуум – сўргич билан ҳаво пуфакларни олиб ташлайди. Сўнг пикнометр керосин билан тўлдирилади термостатга

$20 \pm 0,1$ °C да ушлаб турилади, белгиси ўлчанади, тортилади $-m_3$ ва қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$\rho_b = \frac{1000 (m_2 - m_1)}{(m_4 - m_3) - (m_3 - m_2) \times}$$

x - керосинни зичлиги;

ρ_b — зичлик.

Зичлик иккита ўлчов натижага асосланиб, аниқланади.

Сув шимувчанлигини қайнатиш усули билан аниқлаш усули.

Синов қуйидагича олиб борилади. Намуналар идишга жойлаштирилади ва 4 соат давомида қайнатилади, сўнг 20 ± 2 °C да совутилади, тортилади, ва яна қайнатишини такрорлайди. Агар охирги иккита тортилишида натижа куруқ намунанинг массасида 0.1% га фарқ қилса, синов тўхтатилади ва формула бўйича сув шимувчанлиги ҳисобланади.

Очиқ нокапиляр ғовакларни аниқлаш усули.

Бу усулда тўғри ва нотўғри шаклдаги бетон намуналари қўлланилади. Намуналар 24 соат сувда тўйинтирилади, кейин решеткага жойлаштирилади ва 10 минутдан сўнг сув ҳажми ўлчанади. Зичлик қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$P_n = \frac{100 (V_o - V)}{V_o}$$

V_o - намунанинг ҳажми $2\text{гр}/\text{см}^3$

V_c — сув ҳажми

Намуналарни сув шимувчанлигинини аниқлаш.

Сув шимувчанлик – материалларни намни максимал миқдорини ютиши ва ўзининг ғовакларида ушлаб туришидир. Сув шимувчанликни аниқлаш усуллари бир нечта.

Биринчи усул: Намуналар сувга жойлаштирилади ва сув қатлами намуналардан 5 см баланд бўлиши керак. Оддий ёки гидростатик торозларда ҳар бир сутка, олдинги массасига 0.1% дан кам қўшилмагунча тортилади. Намуналар қуритилгандан кейин ёки табиий ҳолатда сувга тўйинтирилади. Сув шимувчанлик қуйидаги формулалардан аниқланади:

$$W_m = \frac{100 (m_e - m_a)}{mk_3}; \quad W = W_m - m^k v$$

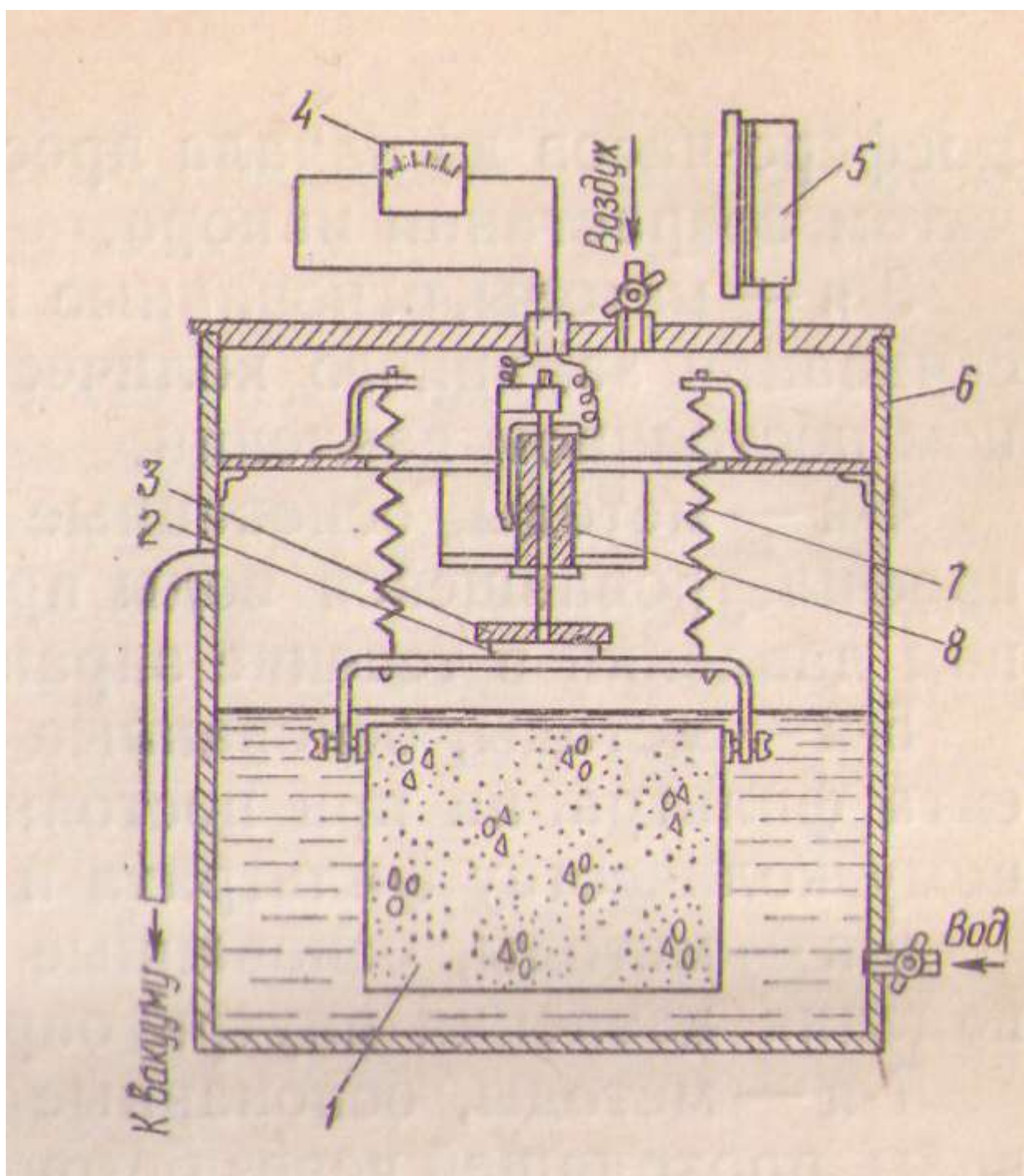
m_e, m_k - сувга тўйинтирилган ва қуруқ намуна массаси;

W_x - бетондаги очик капилляр ғовакларни ҳажми.

Сув шимувчанлигини тезлигини баҳолаш усули

Бу усул Япония саноат стандарти билан ишлаб чиқилган усул қуйидагича ўтказилади.

Намуна сувли ваннага шундай қилиб ўрнатиладики, сувни бошланғич баландлиги намунадан 20 см га баланд бўлиши керак. Сувга сувни баландлигини ўлчаб туриш учун градуирланган трубка туширилган. Агар 2 соат ичида сувни баландлиги 10 см гачан тушса, бетон синовдан ўтган деб, ҳисобланади (1-расм).



Расм 1. Сув шимувчанлигини дистанцион аниқлаш асбоби.
1-намуна; 2-юк учун майдонча; 3-бошқариш юки; 4-қаршилиқ
ўлчовчи; 5- вакуум ўлчовчи; 6-камера; 7-пружина; 8-реостат.

2.4. Ўтказувчанликни аниқлаш усуллари

Бетон ва қурилиши моддаларини ўтказувчанлиги бу ўзидан суюқликларни филтрлашга қаршилик кўрсатиши қобилиятини характерлайди. Бетон учун энг кенг тарқалган ўтказувчанлик характеристикаси бу сув ўтқазмаслигидир. Бу характеристика бетонни совуққа чидамлиги, емирилишга қаршилиги билан бевосита боғлиқ. Ўтказувчанликни аниқлаш усуллари 8 та гуруҳга бўлиши мумкин:

Биринчи усулда намунадан сув ўтказмайдиган (томчи хўл излар ва хаказолар пайдо бўлмади) максимал босимни ўлчашга асосланган.

Иккинчи усулда босқичма-босқич босим берилганда, сув ўтишини бошланишини атмосфера-соатни аниқлашга асосланган.

Учинчи усул нормалашган доимий босимда берилган сув миқдорини ўтган вақтни ўлчашга асосланган.

Тўртинчи усул олдиндан аниқ берилган вақтда доимий нормалаштирилган босимда филтрланган сувни миқдорини ўлчашга асосланган.

Бешинчи усул фильтрация вақти ва доимий босимда ўлчанган филтрат миқдорида асосланиб, филтрлаш коэффицентини аниқлашга асосланган.

Олтинчи усул аниқ резервуар (идиш) ичида босим тушиши тезлигини аниқлашга асосланган

Еттинчи усул ҳар хил фарқдаги босимда, аниқ вақт оралиғида бетондан ўтувчи суюқликни миқдорини аниқлашга асосланган.

Саккизинчи усул бетондан ўтган суюқликни чуқурлигини ўлчашга асосланган.

Ўтказувчанликни аниқлаш учун намуналар тайёрланади, буюмлардан олинади, ёки буюм ва конструкцияларда бевосита аниқланади.

Намунада сув ўтказувчанликни аниқлаш

Бу усул бетоннинг ҳамма турларига қўлланади. Синов учун намуналар цилиндр шаклида $D=H=150$ мм ўлчамда тайёрланади, нормал шароитида (28 сут) сақлангандан кейин бир сутка ҳавода сақланади. Намуналар ўлчами D ички диаметр =155 мм, баландлиги $H=150$ ммли цилиндр қолипларга жойлаштиради.

Қолип ва намуналар орасидаги бўшлиқ эритилган битум, парафин билан тўлдирилди ва асбобга ўрнатилади. Намунанинг пастки юзасига берилган босимда сув келтирилади. Синов 0,1 МПа босимда бошланади, кейин эса ҳар 8 соатда 0,1 МПа дан кўтарилади. Олтита намунадан тўртта намуна юзасида босим таъсирида пайдо бўлган сув томчиси, яъни босим кўрсаткичи бўйича сув ўтказмаслик аниқланади ва улар қуйидаги маркаларга бўлинади (жадвал-1):

Жадвал-1

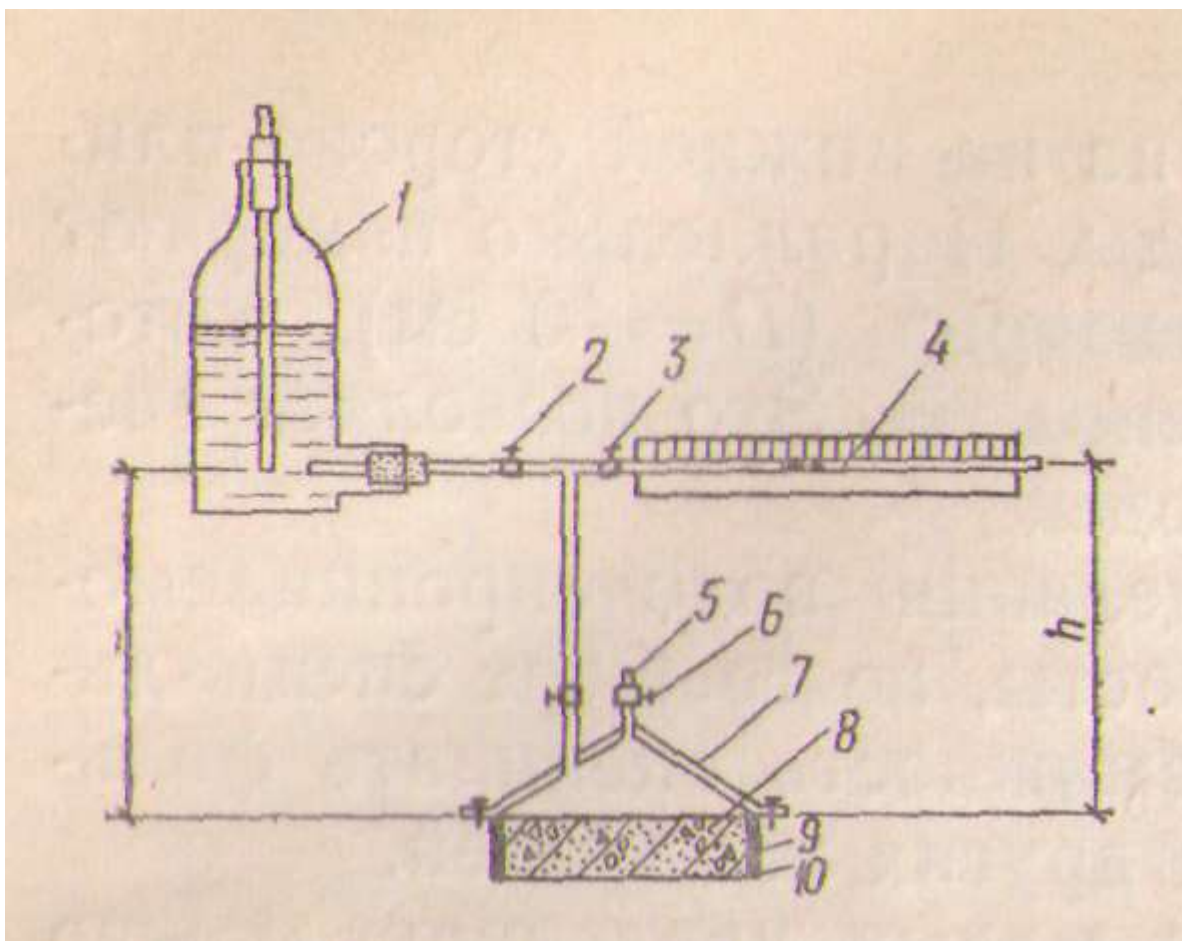
Марка	B2	B4	B6	B8	B10	B12
Босим Мпа	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2

Сув ўтказмасликни суёқликни чуқурлиги бўйича ўтишини аниқлаш усули.

Синов учун куб намуналар тайёрланади. Уларга 48 соат давомида 0.1 Мпа босимда сув юборилади, сўнг ҳар 24 соатда сув босими 0.3 ва 0.7 Мпа да берилади. Синов тугагач намуна-кублар ёрилади ва бетонга ўтган сувни чуқурлиги ўлчанади.

Паст босимда сув ўтказмасликни аниқлаш усули .

Бу усул берилган схема бўйича ўтади.



***Расм 2. 1-Шиша идиш; 2-кран № 1; 3-кран № 2; 4-капиляр трубка;
5-хаво чиқадиган трубка; 6-кран № 3; 7-қопқоқ; 8-намуна; 9-сувдан
мухофаза қилиш; 10-обойма.***

Намуналар асбобга жойлаштирилади, ҳимоя қилинади, латун қопқоқ бириктирилади. Қопқоқ марказига ўрнатилган трубкадан сув чиққунча асбоб қуйилади, кейин №3 кран беркитилади. Доимий босимда берилган сув бетондан филтрланиш бошлайди. Кран №1 беркитиб, кетма-кет капиляр ўлчамли трубкадаги менискни тезлик ҳаракатини аниқлашади ва график тузилади “филтр тезлиги-вақт”. Зич бетонлар учун график “сув шимувчанлик тезлиги-вақт” графиги тузилади. Босимни ўзгартириш мумкин.

3-бўлим. Бетон мустаҳкамлигини аниқлаш

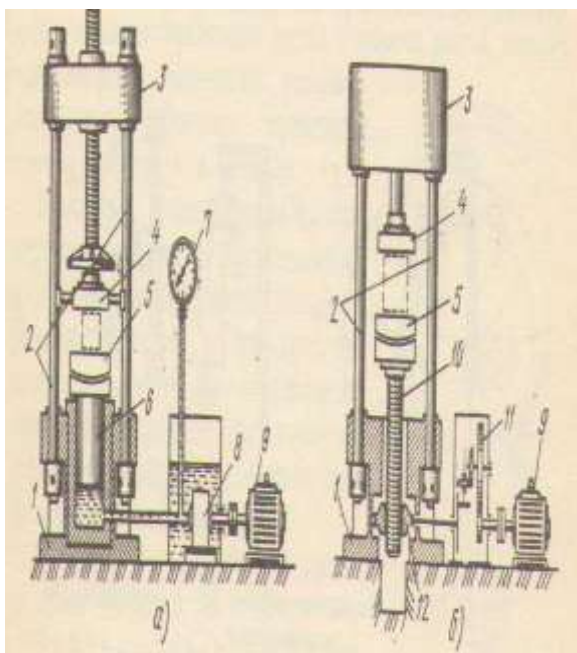
Қурилиш материалларни механик хоссаларини аниқлашда материалларни қаршилик қонунларидан фойдаланилади.

Кучланиш-материалларнинг жисмига таъсир этувчи ташқи кучлар уни шаклини ўзгартиришга (деформация) ҳаракат қилишадилар. Уларнинг таъсирига материалда ички кучлар пайдо бўлади ва улар материал шакл бузилишига қаршилик кўрсатади. Бу кучларни ўлчови материалнинг бир квадрат юзасига таъсир этадиган куч. (Н/м^2)

Кучланиш иккита турда бўлади-нормаль(бўлиниш юзсига перпендикуляр) ва T ёнловчи-жисмни кучланиш ҳолатдаги асосий фазилатидир. Бу кучланишларни нисбатига ва йўналишига қараб, бир нечта кучланган ҳолатлар фарқ қилинади: сиқилиш, чўзилиш, эгилиш, сўрилиш ва тўкилиб айланиш.

Бетонни сиқилишга бўлган мустаҳкамлигини текшириш.

Мустаҳкамлик R – бетоннинг асосий фазилати деб ҳисобланади. Бетоннинг мустаҳкамлигини текширишда энг кўп фойдаланиладиган усуллардан бири бу текширилаётган намунанинг бузилишигача бўлган даврини текширишдир. Энг кўп қўлланиладиган ва назорат қилинадиган усул бу бетонни сиқилишига бўлган мустаҳкамлик чегарасидир, кам қўлланиладиган эгилишига ва чўзилишига бўлган мустаҳкамлигидир. Синовда бетоннинг иккита характеристикаси: мустаҳкамлиги бўйича лойиҳа маркаси ва призма бўйича мустаҳкамлиги аниқланади. Сиқилишга бўлган мустаҳкамлигини текшириш учун гидравлик прессларда стандарт намуналарда аниқланди (расм - 3).



Расм 3. Пресслар чизмаси:
а-гидравлик, б-винтли; 1-станина, 2-тиргачлар, 3-траверса, 4,5-плиталар, 6-поршень, 7-куч ўлчовчи мослама, 8-сўргич, 9-электродвигатель, 10-винт, 11-редуктор, 12-чувалчанглик узатувчи.

Прессларни асосий тавсифи – бу максимал кучланишини ҳосил қилиш. Пресслар гидравлик, механик ва гидромеханик турларига бўлинади. Қурилиш материалларни синашда гидравлик ва винтли пресслар қўлланилади. Уларни максимал кучланиши 25 дан 5000 кН гача.

Намуналар, ўлчами 10x10x10 см, 15x15x15 см, 15x15x10 см кубиклар ёки призмалар кўринишида бетон қоришмасидан тайёрланади. Бир бетон қоришмасидан иккита параллель серия намуналар тайёрланади. Бир серия 10 дан 25 проба бўлиши керак. Намуналар учун қолиплар сув ўтказмайдиган металлдан тайёрланган бўлиши керак ва улардан цемент хаамири силжиб кетмаслиги лозим. Намуналар 28 сут. нормал шароитда ($20 \pm 2\%$) намлик, ҳарорат $20 \pm 2^\circ\text{C}$ да сақланади ёки иссиқлик ишловидан 24 соатдан сўнг синалади. Иссиқлик ишлови 2-соат иситиш, 6 соат буғлатиш, 2-соат совутиш режими бўйича ўтади. Бетон намуналари пресс плитасининг қуйи таянчининг тозаланган юзасига қўйилади. Намуналар текширувдан олдин

кўз билан текширилади, тортилади, ўлчанади. Намунага $0,6 \pm 0,2$ МПа тезлик билан бузилгунча куч берилади. Мустаҳкамликнинг ўртача қиймати R иккита намунадан ўртача арифметик қиймат олиниб, ҳисобланади. Призмани мустаҳкамлигини аниқлаш учун бир неча усуллар мавжуд. Ушбу усул барча бетон турларига таълуқлидир.

НИИЖБ усули бўйича кубикли мустаҳкамлигини аниқлаш. Синов учун тайёрланган намуналарни қолиплашда биринчи ва охириги намуналарни тайёрлаш ораси 1 соатдан, ҳарорат $t > 30$ °С дан ошса, тайёрлаш ораси 20 мин. ва намуналарни ҳажмий массаси ± 20 кг/м³ дан ошмаслиги керак. Синов, ўлчами 15х15х15 смли кубиксимон намуналарда ўтказилади. Намуналар 28 суткадан кейин, иссиқлик ишловидан ўтган бетонлар эса, 4-24 соат сўнг, 2-3 сутка ичида синовдан ўтишлари керак. Агар намуна сувга тўйинтирилган ҳолатда синалса, унда намунани сувдан олинганда 2 соатдан кейин, синалади. Синалаётган бетонни намлигини албатта ўлчаш керак. Мустаҳкамликни ўзгарувчан коэффициенти 7%, ғовакли бетон учун 12% дан ошмаслиги керак. Бу усул билан кубикли, призмали, эгилишга, ёришга мустаҳкамлигини аниқланади.

ВНИИФТРИ – МИСИ – ВЗПИ методикаси: ушбу усулга мувофиқ намуна тайёрлаш учун фойдаланиладиган қолип қулай бўлиши, ундан “цемент сути” сизиб кетмаслиги зарур. Шакл тайёрлашда белгиланган зичлик даражаси таъминланган бўлиши керак. Мустаҳкамликни цилиндрда Н/Д ҳам ўлчами 15х15; 10х10; 20х20 см баландлиги (3:4) призмаларда аниқлаш мумкин. Намунанинг қотиш шароитлари конструкциялардаги бетоннинг қотиш шароитига яқин бўлиши лозим. Қотиш муддати тугагач, намуналар сатхи гидроизоляция қилиниши керак.

Текширишдан олдин призмага соат типига индикаторлар ўрнатилади. Бу асбоб иш тўғри бораётганлигини назорат қилади. Намуналарни юкланиши 0,01 дан 0,6 МПа/с гача олиб борилади. Призмали мустаҳкамликни $R_{пр}$ ўрта арифметик қиймати олти натижа асосида ҳисобланади.

Бетонни эгилишига, чўзилишига, ёрилишига, мустаҳкамлигини эгилишига $R_{\text{ри}}$ ўқлари бўйлаб чўзилиши R_p ярмида чўзилиши $R_{\text{рр}}$ ҳар хил ўлчамдаги ва формаларда аниқланади. Ўқлари бўйлаб чўзилишига R_p саккизсимон, призмалар, цилиндрлар ишлатилади, $R_{\text{ри}}$ учун призмалар ва $R_{\text{рр}}$ – кублар, цилиндрлар $R_{\text{рр}}$ ни аниқлаш учун пресснинг таянч плиталарига пўлат $D=15+1$ см цилиндрлар ўрнатилади: $R_{\text{ри}}$ ни аниқлашда призмани иккита таянчга ўрнатилади (ҳаракатчан ва беҳаракатчан). $R_{\text{рр}}$ аниқлашда намуналарга ўқ йўналишида чизиқлар чизилади. Ҳамма турдаги намуналарни синалаётганда, доимий кучланиш $(5+2)10^4$ Па/С тезликда ўсиб бориши керак.

Ёриш усули: бу усулда бетондан парча намуна сифатида бўлиниб олинади ва (иккита металлсимон цилиндрлар орасига намуна солиниб, прессга қўйилади) иккита металл цилиндр ёрдамида прессда текширилади.

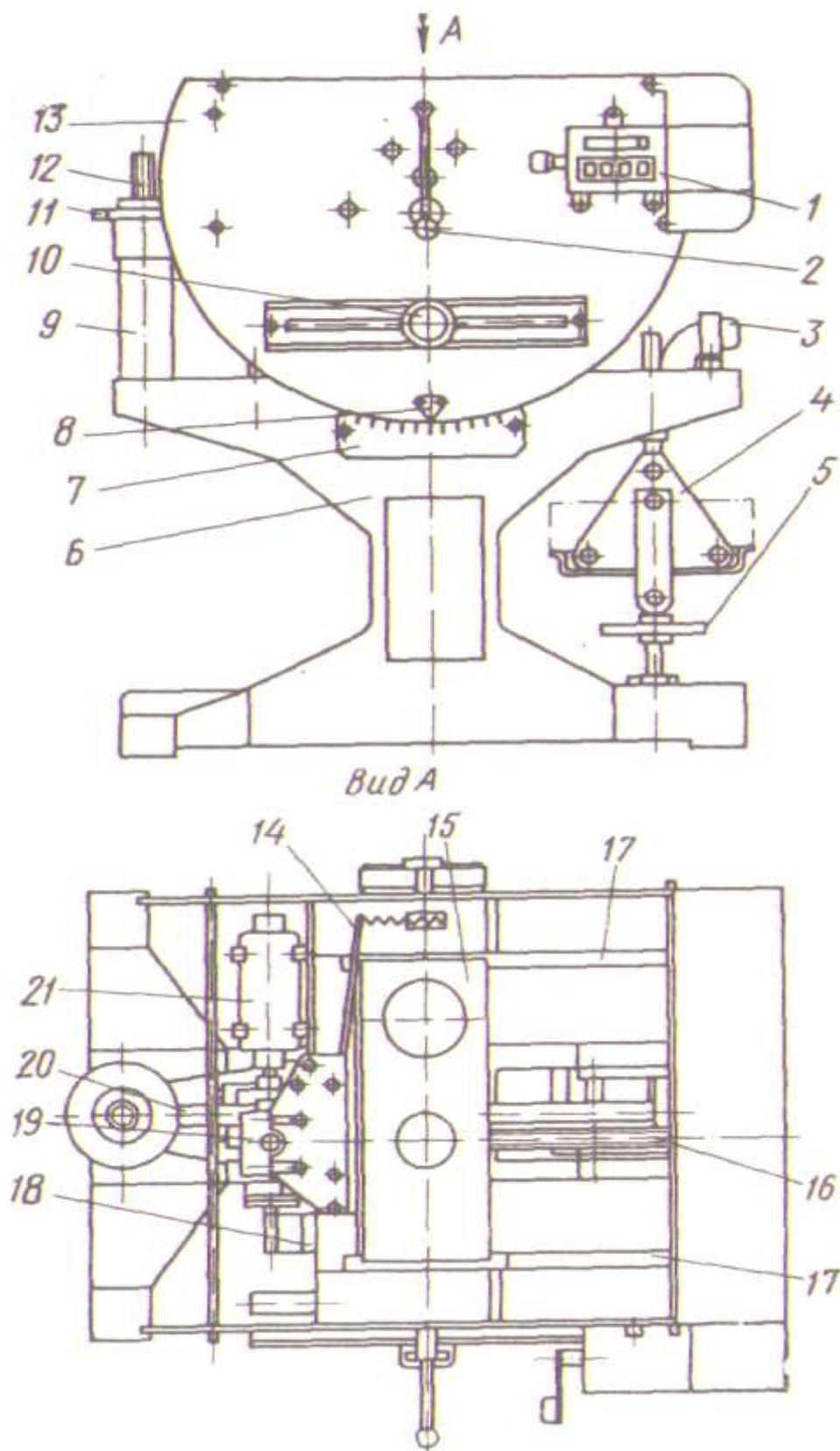
Кўйдириш усули: фақат стандарт намуналарнинг мустаҳкамлигини текширишда эмас, балки нотўғри шаклдаги бетон мустаҳкамлигини текширишда ҳам ишлатилади. Шунинг айтилиши керакки, бир намунада бир нечта текшириш ўтказиш мумкин. Бу усулнинг афзаллиги шундаки, бу усул учун намуна тайёрлаш ҳам арзон ҳам осондир. Камчилиги арматурали конструкцияларини текшириб бўлмайди.

Текшириш давомида олинadиган бетоннинг мустаҳкамлик қийматидан илмий тадқиқот ишларида, жумладан бетон (тошқол) таркибини бир хиллаштиришда (йиғишда), бетоннинг мустаҳкамлигига турли хил факторларнинг таъсирини ўрганишда ва уни назорат қилишда фойдаланилади. Буларнинг барчаси бетон сифатини баҳолашда ёрдам беради.

Бетоннинг мустаҳкамлигини назорат қилишда мустаҳкамликнинг норма этиб белгиланган учта қиймати: узатувчи, бўшатувчи, лойиха (проект) дан фойдаланилади.

Эгилишга бўлган мустаҳкамлигини аниқлаш-Рэг

Эгилишда намунанинг қурраси юкланиш таъсирида эгилади ва у ўртасидан бўлинади.



Расм-4. МИИ-100 машинасини чизмаси.

1-ҳисобгич; 2-тумблер; 3-14-ричаглар; 4-эгалловчи; 5-маховик; 6-станина; 7-шкала; 8-стрелка; 9-амортизатор; 10-назорат юки; 11-шайба; 12-винт; 13-эшкак; 15-юк; 16-юрғизувчи винт; 17-бошқарувчи; 18-регулятор; 19-редуктор; 20-якунловчи; 21-электро двигатель.

Эгилишга бўлган мустаҳкамликни аниқлаш учун МИН-100 асбобидан фойдаланишади.

Бу асбобнинг афзаллиги счетчик ёрдамида эгилишга бўлган Рэг мустаҳкамлигини бевосита ҳисобсиз аниқлаш мумкин. Асбоб иккита асосий қисмдан иборат: станина 6 ва эшакдан 13. Улар учбурчакли призма ёрдамида станинага маҳкамланган. Эшакка жойлашган электродвигатель 21, редуктор 19 орқали юрғитувчи винт 16 ни айлантиради ва юк 15 ни эшакка йўналтирувчиларга 17 жойлаштиради. Эшак ҳаракатга тушади ва ричагли тузумга босади ва 50 марта ошган кучланишни намунага беради.

Намуна бузулгунча юк ҳаракат қилади. Намуна бузилганда, ҳисобчи эгилишга бўлган мустаҳкамликни (кг/см^2) белгилайди.

Қурилиш материалларини ишқаланишга барқарорлиги

Ишқаланишга барқарорлик-бу бетонни ва бошқа қурилиш материалларини ишқаланиш кучига қаршилигидир. У одатда намуналарни массасини ва чизикли ўлчамларни камайиши билан баҳоланади. Ишқаланиш ҳар хил механик таъсиротлар таъсирида юзага келади ва йўл аэродром қопламалар учун ишлатиладиган бетон ва конструкциялар учун муҳим фазилат деб, ҳисобланади.

Синов ўтказиш учун цилиндр шаклидаги намуналар тайёрланади, уларни ўлчами $D=H=7.07\text{см}$. Синовни доира шаклидаги дискда ўтқазилади. Дискни ишқаланиш қисми кул ранг гуянда тайёрланади, унинг қаттиқлиги -30-50. Дискни юзасида ҳар чуқурликларни ўлчами 0.2 ва 0.5 ммдан кўп бўлмаслиги керак. Диск 30+1 айланиш /мин. тезликда айланиши керак. Синов учун 2 серия намуналар тайёрланади (1 серияда тўртта намуна). Синовдан олдин намуналар берилган муҳитда сақланади. Агар намуналар қуруқ ҳолатда сақланиши керак бўлса, унда улар 48 соат давомида ҳарорати $t=20+30^{\circ}\text{C}$ ва намлиги 65+10% ли хонада сақланади. Агар намуналар сувга тўйинтирилган ҳолда синалса, унда улар 4 соатга сувга солинади. Намуналар 0.1 г аниқликда

тортилади, чизикли ўлчамлари 0.1 мм аниқликда ўлчанади. Асбобни ишга туширишдан олдин юзасига 20г абразив материал сурилади ва 22 мартага айлантиради ва ҳар 22 айлантиришдан кейин абразив материал алмаштирилади, 110 айланишдан кейин намуна олинади h ва m ни ўлчанади ва яна асбобга ўрнатилади. Шундай қилиб, 4 цикл бажарилади, яъни 440 айланиш. Ишқаланишни h ва m ни камайишини ўртача кўрсаткичини аниқланади.

Қаттиқлик

Қаттиқлик-материалнинг унинг ичига, бошқа материалынинг киришига қаршилиқ –кўрсатиш қобилиятидир. Материалнинг қаттиқлигини материал турга кўра, ҳар хил усуллар билан аниқланади. Ҳамма ўлчаш усуллари синалаётган материал юзасига эталон материални киритишига ва киритиш даражасини баҳолашга асосланган. Масалан, металлни қаттиқлигини уни юзасига аниқ юкланиши таъсирида пўлат шарикли олмос конус киритилади. Лиолеум ва плиткаларни қаттиқлиги юк таъсирида пўлат стрежень киритилиб аниқланади. Тошли қурилиш материалларни қаттиқлиги МООС шкала бўйича аниқланади (жадвал1).

Минералларни қаттиқлик шкаласи (МООС шкаласи)

Жадвал-2

Минерал	Қаттиқлик кўрсаткичи	Қаттиқлик хусусияти
Тальк	1	Тирноқ билан чизилади
Табий гипс	2	Тирноқ билан қийин чизилади
Кальций	3	Пўлат пичоқ енгил босганда, чизик қолдиради
Плавикли шпат	4	Пўлат пичоқ қаттиқ босганда, чизик қолдиради
Апатит	5	Пўлат пичоқ қайта босганда, чизик қолдиради
Дала шпати (ортоклаз)	6	Минерал шишини енгил тимдалайди
Кварц	7	Минерал шишани бемалол кесади.
Топаз	8	
Корунд	9	
Олмос	10	

МООС шкаласи ёрдамида қаттиқлик қуйидагича аниқланади: Синаладиган намуналарни юзаси кетма-кет шкаладаги минераллар билан чизилади энг юмшоғидан бошлаб, то намуна юзасида, улардан бири чизик қолдирмагунча. Масалан, синаладиган намунада апатит чизик қолдирса, плавик шпат из қолдирмаса, унинг қаттиқлиги 4...5 га баробар бўлади.

4-бўлим. Бетоннинг мустаҳкамлигини уни бузмасдан (парчаламай) аниқлаш усуллари

Тайёр йиғма темир бетон буюмларида бетонни мустаҳкамлигини 3 та усуллар билан аниқланади: 1) битта ёки бир нечта буюмларни бузулгунча синаш; 2) қотган бетондан ностандарт намуналар ўйиб олинади ва синалади; 3) буюм ёки конструкцияни уни бузмасдан бетон мустаҳкамлигини аниқлаш. Биринчи усул фақат заводда бетон мустаҳкамлигини назорат қилиш учун қўлланилади, иккинчи усул улкан бетон конструкциялар ва йўл аэродром қопламларини мустаҳкамлигини аниқлашда фойдаланилади. Учинчи усул билан материалларни, уларни бузмасдан мустаҳкамлигини аниқлаш мумкин.

Бу усулдан кўпроқ бетон сиқилган $R_{\text{сиқ}}$ ҳолатдаги мустаҳкамлигини аниқлаш учун фойдаланилади. Бу усуллар умуман битта принцип (қонуният)га асосланади-дастлаб бетоннинг бирон-бир физик-механик фазилати X ўлчанади, шундан сўнг ушбу $R_{\text{сиқ}}$ аниқланади.

Танланган услубга қараб бетоннинг қуйидаги физик-механик хоссаси аниқланади; эгилгандан сўнг ортга қайтиши $-H$; узилиш кучланиши $-R_{\text{бўл}}$; ультратовуш тезлиги $-V$; нусха диаметри $-d$; ажралиш қуввати $-R_{\text{(қув)}}$. Яъни $R_{\text{сиқ}}$ аниқлаш учун қуйидаги боғлиқликдан фойдаланилади:

$$\begin{aligned} R_{\text{сиқ}} &= f_1(H); & R_{\text{сиқ}} &= f_2(P); & R_{\text{сиқ}} &= f_3(R_{\text{бўл}}); \\ R_{\text{сиқ}} &= f_4(V); & R_{\text{сиқ}} &= f_5(d) & & \text{ва хакозо.} \end{aligned}$$

Бетонни бевосита ва билвосита, парчалаб ёки парчаламасдан текшириш мумкин.

Изланаётган катталик қиймати бевосита тажриба маълумотларининг ўзидан топилса, бундай текшириш бевосита текшириш дейилади. Билвосита усулда бу катталиклар айна (берилган) катталиклар ва бевосита ўзгартиришга учратилган катталиклар орасидаги маълум боғлиқлик асосида топилади.

Намунани бузмасдан мустаҳкамлигини тадқиқ этиш усуллари самарали бўлиши билан бир қаторда уни амалга ошириш қийин, яъни меҳнати (иш ҳажми) кўп вақтни олади. Масалан, бетонга ҳарорат ва намлиги каби маҳаллий шароитлар таъсир этади. Бу хоссалар ҳам бетон учун тузилган “мустаҳкамликнинг бевосита хоссалари” каби бўлиши керак. Бетоннинг мустаҳкамлиги ўзгариши сабабларига қараб бетоннинг мустаҳкамлигини аниқлашнинг у ёки бу усули тавсия этилади. Масалан, бетоннинг мустаҳкамлигининг ўзгаришига сув/цемент муносабатининг ўзгариши сабаб бўлса, бузмасдан аниқлаш усулларида пластик деформациялаш, эзилгандан сўнг ортга қайтиши, парчалаб намуна олиш, импульслаш каби усуллар тавсия этилади, аммо радиоизотоп усули эса тавсия этилмайди.

Бетоннинг мустаҳкамлигини уни бузмасдан аниқлаш усуллари ўтказилаётганда, унинг намлиги ва ҳароратини ҳисобга олиш керак.

Бузмасдан аниқлаш усуллари қуйидаги ҳолатларда қўлланиши тавсия этилади:

1. Бетоннинг мустаҳкамлигини ва бирлигини назорат учун (28 суткалик бетондан йиғма конструкцияларнинг мустаҳкамлигидан ташқари)

2. Конструкциялар ва иншоотларни текшириш.

3. Буюмларни мустаҳкамликка, қаттиқликка, дарзликларга барқарорлигига синаш.

4. Илмий-текшириш ишлар олиб боришда, бетонни бузмасдан синаш усуллари олиб борилганда, бетон намуналарини кетма-кет бузиб ва бузмасдан сиқилишга бўлган мустаҳкамлигини аниқлаш.

Бетон намуналарни таркиби, қотиш муддати ва шароити, айна синалаётган конструкциялардаги бўлиши керак.

Бетоннинг мустаҳкамлигини ва бирлигини назорат қилиш ва баҳолаш конструкцияларини бир партияси ва ҳар биттасига ўтказилади.

Қурилиш амалиётида ҳозирги даврда кенг тарқалган механик синаш усуллари мавжуд. Улар асосан бетон сифатини назорат учун хизмат қилишади. Механик синашларни қуйидаги усуллари фарқ қилинади:

- нусха усули;
- бетон юзасида шарик диаметрини аниқлаш;
- ортга қайтиш усули;
- берилган куч билан намунага зарба урилганда стерженни ортга қайтишини ўлчашга асосланган;
- ўзиш усули;
- конструкция юзасидан бетон қатламини узиши учун керак бўлган кучни ўлчашга асосланган;
- юлиб олиш усули;
- конструкциядан бетон намунасини юлиб олиш учун керак бўлган кучни ўлчашга асосланган.

Механик синашлар бетонни юзаки қатламларда қотиш жараёнини ва бирлигини назорат қилиш имконини беради.

4.1. Пластик деформация усули ва аниқлаш учун асбоблар

Пластик деформация усули $R_{\text{сик}}$ ва бетон сиртидаги нусха ўлчами ўртасидаги боғлиқликка асосланади. Бетон сиртидаги нусха ўлчами куч таъсирида штампланганда (қолипланганда) пластик деформацияланишни кўрсатади.

Штампни босиб киргизиш (бетонни қолиплаш) статик куч орқали пресс (ёзиш) ёки зарба таъсирида (динамик куч) амалга оширилади. Одатда куч

берувчи сифатида шарсимон ғилофлардан фойдаланилади. Бу ғилофлардан бетон сиртида сфера шаклидаги нусха ҳосил қилади.

Агар доимий зарб кучидан фойдаланилса олинган нусха ўлчами бетон сирти (юзаси) нинг катталигини характерлайди. Эзиш кучи ортиши билан қаттиқлик кўрсаткичи ўзгаради. Дастлаб, у жуда тез ортади, сўнгра унинг ўсиш тезлиги камаяди ва максимумга етади. Куч ортиши билан қаттиқлик кўрсаткичи камаяди. Қаттиқлик кўрсаткичи максимумга яқинлашганда, яъни: $0,3 D < d < 0,7 D$ шарт бажарилганда (бу ерда D -шар диаметри, d – нусха диаметри) ўлчаш тавсия этилади. Демак, қаттиқлик кўрсаткичини ана шу соҳа оралиғида ўлчаш керак.

Нусха диаметрининг қиймати тавсия этилаётган қийматидан, яъни $d > 0,7 D$ бўлса, у ҳолда эзиш кучини камайтириш керак, $d < 0,7 D$ бўлганда кичик диаметрли шарлардан фойдаланиш зарур.

Пластик деформациялашнинг бошқа турлари ҳам бор. Бетонни ўқ отиб ёки портлаб бирор жойини парчалаш ҳам пластик деформациялаш усулига киради. Бетон эзилганда нотўғри шакл ҳосил бўлгани учун бу усулдан кам фойдаланилади.

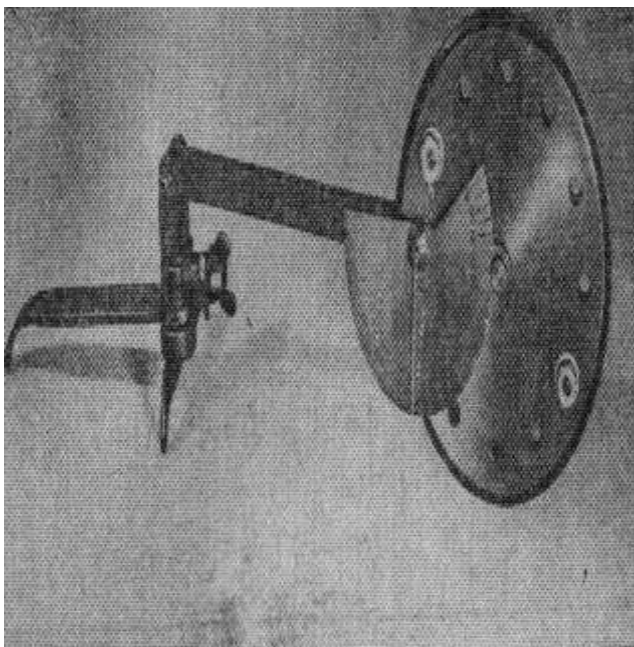
ГОСТ 22 690.1-77 га мувофиқ $R_{сик}$ динамик ҳаракатланувчи асбоблар орқали аниқланади. Бунда бетоннинг намлиги градириланган боғлиқлик графигини тузиш учун текширилган бетон намунасидан намлигидан 30% дан ортиқча фарқ қилмаслиги керак. Энг катта нусхани ўлчашдаги хатолик $< 3\%$ дан кам бўлиши керак. Текшириш мумкин қадар конструкция участкасида ўтказилиши керак. Бунда нусхалар орасидаги масофа $\geq 30\text{мм}$, конструкция қалинлиги $< 5\text{ см}$ бўлиши ва конструкция чеккасидан 5 см узоқ, ҳамда зарб йўналиши бетон сиртига перпендикуляр бўлиши, шунингдек текшириш учун олинган бетон юзаси опалубка билан таъсирлашиб, турган бўлиши керак.

Бу усулдан оғир бетонларни текшириш учун фойдаланилади.

Из қолдирувчи асбоблар

Буларга Н.П. Кашкаровнинг эталон болғачаси, КМ-болға, диско асбоблар ДПГ-5 лар киради. Уларнинг иш принципини – намуна юзасида из қолдириши ва изни чуқурлиги бўйича цемент тошини қаттиқлиги тўғрисида хулоса юритиш мумкин.

Дискали асбоблар ДПГ-4 ва ДПГ-5.



Расм 5. ДПГ-4 асбоби

Бу асбоблар ёрдамида оғир пўлат дисканинг қирраси эркин тушиши натижасида ҳосил бўладиган зарбадан олинadиган нусха (из) ўлчашни бетоннинг мустахкамлигига боғлиқлиги аниқланади.

ДПГ-4 асбоби (расм 2) доира, шестерня подшипниклар, бурчак ўлчови шаклдан иборат. Доира асосан пўлатдан тайёрланган бўлиб, диаметри 160 мм, қалинлиги 100мм доиранинг зарб берувчи томони қалинлиги 1мм, цементланган оғирлиги 1,4 кг. Стержень (ўқ) узунлиги 25 см, массаси 250 г, тўғри бурчакли кесмага эга, унинг ўлчами 10x15 мм, у подшипник билан доирани бирлаштиради. Асбоб ДПГ-4 бурчак ўлчовчи шкала ёрдамида

мустаҳкамликни фақат горизонтал томонлама эмас, балки вертикал қия юза (сирт)ни ҳам аниқлаш мумкин.

ДПГ-5 асбобини доира массаси 1,9 кг, рычаг узунлиги – 30 см доирани зарб берувчи томони – трапеция шаклда бетон мустаҳкамлигини формула бўйича аниқланади:

$$R_{\text{сик}} = AH^1 / L \text{ ўрт } L$$

A – диск асбобини коэффициентда кг/см (тажриба ёки жадвал орқали аниқланади);

e – асбоб стержень узунлиги;

H¹ - доирани тушиши баландлиги, см.

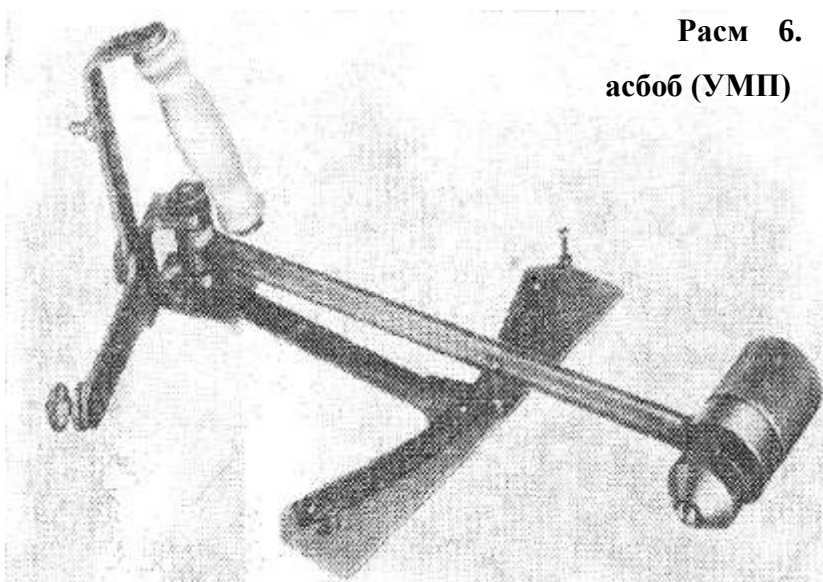
Коэффициент Н нинг бетон турига боғлиқлиги (жадвал-3).

Жадвал-3

бетон	Коэффициент А нинг юзага қолдирилган из	
	Тепадаги опалубка қилинмаганлар	Опалубкадан бўшатирилган биқин
гравийда	5600	4850
щебенда	6400	5500

КМ (үмүмийлаштирилган усул)

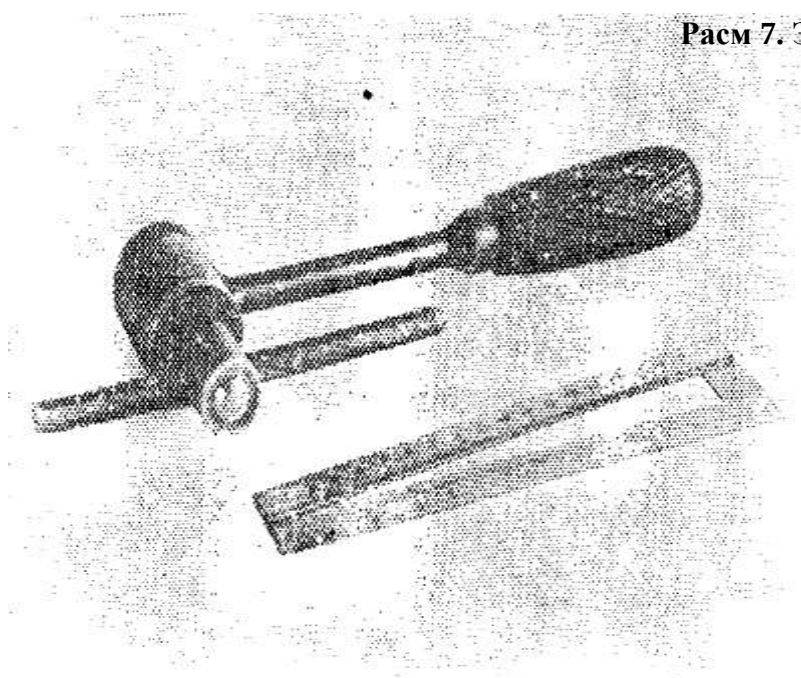
Бу асбобнинг ишлаш принципи текширишни пластик шакл ўзгариш усули ёрдамида ҳам олиб боришга имкон беради (расм 6).



Расм 6. Универсал маятникови асбоб (УМП)

Асбоб қуйидаги асосий механизмлар мажмуасидан ва деталлардан иборат: корпусдан, дастадан, ричагли механизмдан иборат бор иккита зарбали дастакдан бири 18 мм радиусли зарбали дастак эгилгандан сўнг ортга қайтилишини текшириш услуби учун, 5 мм лиги эса – пластик деформациялаш усули учун, зарб берувчи кўрсаткичли шкаладан. Зарб қуввати 2,25 Н м. асбоб массаси 1,9 кг. асбобнинг умумий узунлиги – 37 см.

Н.П.Кашкаров эталон болғачаси моддаларни мустахкамлигини аниқлаш мумкин (расм 7).



Расм 7. Эталон болғача

Бетоннинг мустахкамлигини бетон юзасига болғачасидаги билан уриб, аниқланади. Эталон (намунавий) болғача қуйидагилардан иборат: бошдан – унинг ишчи қисми пўлат - $d = 15,88$ мм.ли зўлдир билан таъминланган болғанинг корпуси ва шар зўлдир орасидаги тешикка, эталон стержень қўйилган стержень узунлиги 10-15 см. Бир томони найзали бўлиб, унинг d ўлчами 12 мм. , узунлиги 10-15 см.

Бетоннинг мустахкамлиги қуйидагича олиб борилади. Бетон юзасига болғача билан зарба берилади. Эталон стерженда ва бетон юзасида болғача

зўлдир чуқур из қолдиради. Эталон болғачани бош томони бетон юзасига перпендикуляр жойлаштириши лозим. Ҳар бир зарбадан сўнг болғача ичида эталон стержень сўрилади ва бунда қўшни излар маркази орасидаги масофа ≥ 10 мм. бўлиши керак. Бетон юзасида эса излар орасидаги масофа ≥ 30 мм. бўлиши керак. Изларнинг диаметри бетонда 0,3:0,7 зўлдир диаметридан, стерженда эса $\geq 2,5$ мм. бўлиши керак. Изларни ўлчаш штангенциркуль ва бошқа ўлчаш асбоблар ёрдамида олиб борилади. Бу усул оғир бетонларга синаш учун мўлжалланган.

Эзилгандан сўнг ортга қайтишнинг усули

Амалда металлларнинг катталигини аниқлашда кенг фойдаланилади. Усул $R_{\text{сиқ}}$ ва бетонга маҳкамлаб қўйилган (зарб берувчи дастак) дан зарб қайтиш баландлиги орасидаги боғлиқликга асосланган.

Тадқиқот ишлари ГОСТ 22690.1-77 талабларига мувофиқ қуйидаги тартибда олиб борилади: зарб қуввати 75 Н.см дан кам эмас, зарб берувчи дастакнинг радиуси тахминан 5мм, асбоб ҳар бир 500 тадқиқот иши ўтказилганда, текшириш ўтказилади. Текширилаётган конструкциянинг минимал қалинлиги 10см, участка чегараси арматурадан тахминан 5 см нарида бўлиши керак.

Ушбу усулда Шмидт болғачаси, склерометр, КМ асбоби, В.В.Царицин, Ю.Е.Корнилович ва бошқаларнинг тебратма асбобидан фойдаланилади (расм 8,9).

Шмидт болғачасининг қуйидаги турлари ишлаб чиқарилади:

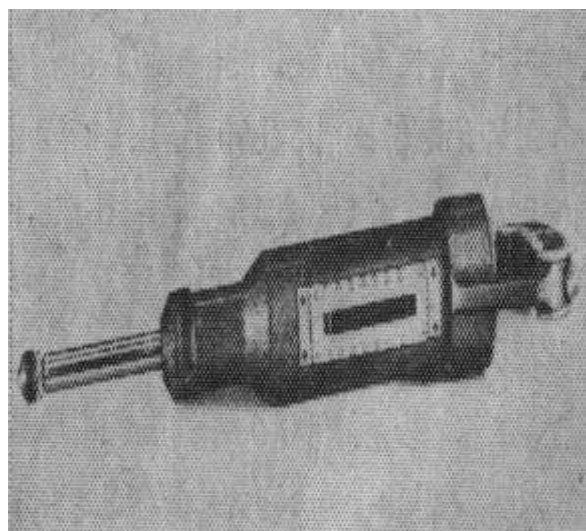
ТИП N болғачаси оддий қурилиш иншоотлари ва конструкцияларида ишлатиладиган бетонни синаш учун мўлжалланган. Зарб қуввати 2,25 Нм

ТИП N А тип N дан чангдан сақловчи (қистирма) си борлиги билан фарқ қилади.

ТИП N бундан 20 м. сув остида (сув сатхидан 20 м пастда) ҳам фойдаланиш мумкин.



Расм 8. N типдаги Шмит болғачаси



Расм 9. КМ асбоби

ТИП NR - ёзиб олувчи қурилма билан таъминланган;

ТИП L - енгил бетонни текшириш учун мўлжалланган;

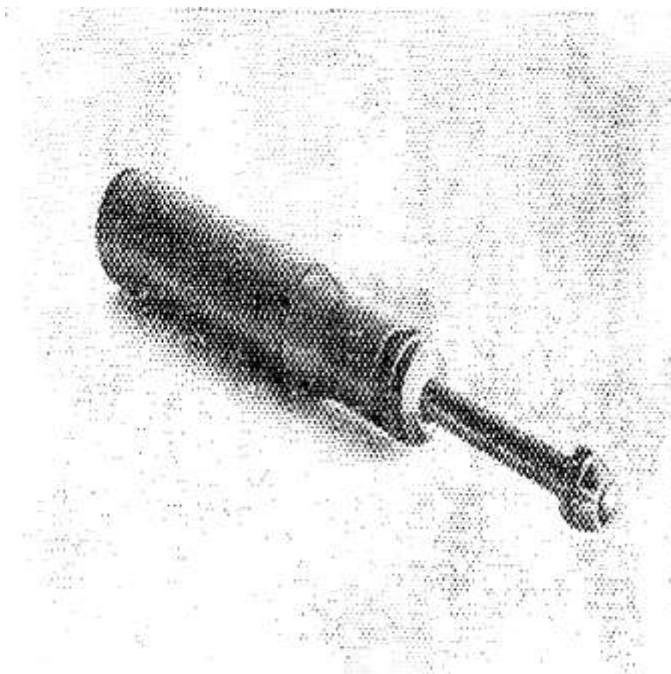
ТИП M - йўл қопламлари ва конструкцияларининг текшириш учун мўлжалланган;

ТИП R - 5 дан 20 МПа гача бўлган мустахкамликни аниқлашда ишлатилади;

ТИП R T - мустахкамлиги 0,5 дан 8 МПа гача бўлган материалларни текшириш учун мўлжалланган.

Болғача алюминийли корпусдан ва айланадиган дастакдан иборат. Ишлаш принципи уларни зарбли дастак ёрдамида эзишга асосланган. Бунда пружина чўзилади, болғача махсус қурилма ёрдамида бўшайди ва чўзилган пружина қуввати ёрдамида зарбали дастак зарб беради, бунда болғача маълум бир масофага сакрайди (силжийди). Бу ҳолат асбоб шкаласида фоиз ҳисобида кўрсатилади ва бу бетоннинг мустахкамлигини ифодалайди. Шмидт болғачаси тўғри ишлаётганини сакдон ёрдамида текшириш мумкин, бунда болғачанинг сакраши ўртача 78-82 атрофида бўлиши керак.

Расм 10. ПМ асбоби



ПМ – асбоби

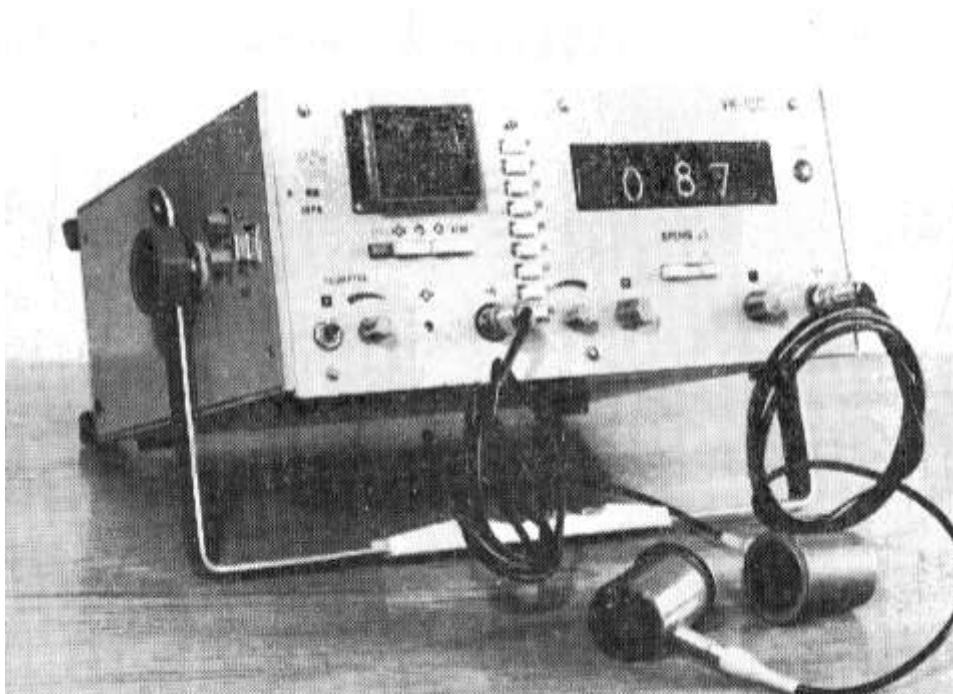
Икки пружинали зарб берувчи механизмдан иборат. Асбоб цилиндрли дюралюминийли корпусдан иборат (расм-10) корпус ичида учиди пўлат $d = 17$ мм. шарик билан таъминланган зарб берувчи мослама жойлашган синалаётган бетон юзасига асбоб перпендикуляр қўйилади ва аста-секин босилади, бунда пружина чўзилади ва зарба берилади. Асбоб массаси 1 кг, узунлиги-405 мм, диаметр-50 мм.

4.2. Ультратовуш импульс усули

Қаттиқ жисмда тебраниш тарқалиши натижасида кичик қийшиқ эзилиш вужудга келади. Қаттиқ жисмда тўлқиннинг қуйидаги турлари мавжуд бўйлама, кўндаланг, сиртки.

Бетоннинг мустаҳкамлик хоссаларини аниқлашда бўйлама ультратовуш тўлқинларининг тарқалиш тезликларини ўлчамдан фойдаланилади. Ультратовушли импульс усули бўйлама ультратовуш тўлқиннинг бетондан тарқалиш тезлиги (v) ни ўлчашдан иборат. Ўлчанган тезлик v га кўра

бетоннинг мустаҳкамлиги аниқланади. Ультратовуш тўлқинларини уйғотиш ва уларнинг бетон орқали ўтиш вақтини ўлчаш учун махсус асбобдан фойдаланилади., бу асбоб электрон генератордан, пьезобатареялардан тузилган нурлатгичдан, нур қабул қилувчидан тузилган нурлатгичдан, кучайтиргичдан, индикатордан иборат (расм 11).



Расм 11. Ультратовуш импульс асбоби

Уни ўлчаш қоидаси қуйидагича:

- электрон оператор нурлатгичга даврий равишда электр импульслари юборилади, нурлатгич эса пьезобатареядаги сегнет тузи кристаллари ҳисобига электр импульсларни ультратовушли механик тўлқинларга айлантиради. Бу тўлқинлар нурлатгичдан чиқиб текшириляётган намуна орқали ўтади ва нур-қабул қилувчига тушади, у ерда улар кучайтиргичга йўналтирилган электр импульсларига айлантирилади, сўнг кучайтиргичдан индикаторга – электрон нур трубкасига тушади. Бунда бир вақтда развертка уланади, у электрон нурни экрандан чапдан ўнгга суради, бунда экраннинг

чап қисмида импульсларни юбориш пайтида мос келувчи вертикал белги пайдо бўлади, экраннинг ўнг қисмида эса бетон орқали ўтган ультратовуш импульсларининг тасвири пайдо бўлади.

ГОСТ 17624-78 бўйича ультратовуш усули бетонларнинг мустахкамлиги, оғир, ғовакли тўлдиргичли, ячейкали, зич силикат бетонларининг мустахкамлиги аниқланади. Синов ультратовушнинг тарқалиши вақтини ва товуш эшитилиши базасининг аниқлашдан иборат. Устки ва бошқа қопламалардан тозаланган, силлиқ сиртга шуплар ўрнатилиб, улар ишончли акустик бирлашган бўлиши учун қовушқоқ мой ёки кистирмалар билан маҳкамланган. Синовларни 0° дан 50° Сгача ҳароратда ўтказилади, иссиқлик ишловидан кейинги буюмлар учун эса 65°С ҳароратда ўтказилади. Назорат қилинаётган қисмлардан ҳарорат фарқи $\pm 5^{\circ}\text{C}$ дан ортиқ бўлмаслиги керак, улар иншоат (буюм) четидан 5 см. дан яқин бўлмаган масофада ўрнатилиши лозим, товуш тўлқини йўналиши арматуранинг йўналишига перпендикуляр бўлиши керак, арматура диаметри $d=18\text{мм}$ бўлган ҳолда параллел йўналтириш ҳам мумкин.

Кубларнинг ўлчами 10x10x10x см бўлиши керак. “ $R_{\text{уст}}-V$ ” боғланишда жуда кўп технологик омиллар таъсир кўрсатади. Шу нарса маълумки, йирик тўлдиргичнинг типлари, миқдори, дон таркиби, цемент, цементнинг тури ва маркасига қараганда кўпроқ таъсир кўрсатади. Иссиқлик ишлов бериш тури янада каттароқ таъсир кўрсатади. Турли хил қўшимчалардан, сирт-актив қўшимчалардан фойдаланилганда “ $R_{\text{уст}}-V$ ” боғланиш бўлмайди.

Мазкур усул бошқа физик усуллардан кўра кўпроқ, айниқса завод шароитида кенг қўлланилади. Масалан, иссиқлик ишлов бериш вақтида ультратовушнинг тезлигига қараб бетоннинг мустахкамлигининг ортиши аниқланади. Бундан ташқари наъмуна тайёрлашнинг зарурияти йўқ, чунки синовларнинг айна бир хил буюмларда ўтказиш мумкин. Бу усул ёрдамида бетоннинг ёрилишига қарши мустахкамлигини аниқлаш, шунингдек, истаган шаклдаги буюмларни синаб кўриш мумкин, чунки у бетоннинг сиртки

катламларидаги хоссаларигина эмас, балки буюмнинг бутун қалинлиги бўйича хоссаларини ҳам аниқлашга имкон беради.

4.3 Қурилиш материалларини мустаҳкамлигини бузмасдан аниқлаш усуллари ва замонавий асбоблар

Ҳозирги даврда буюмларни бузмасдан уларнинг мустаҳкамлигини аниқловчи бир нечта замонавий асбоблар мавжуд. Уларга қуйидагилар киради.



Расм 12. Материалларни ўтказувчанлигини аниқловчи вакуум ўлчагич. ВИП-1.3 Россия (ГОСТ 12730.5-84).

Бу асбоб билан бетон, қоришма, конструкциялардаги буюмларни ва бошқа материалларни ўтказувчанлигини тезкор аниқлашга мўлжалланган.

Асбоб таснифи: камерадаги вакуум босим ≥ 0.065 МПа ўлчаш чегараси: ҳаво ўткинчи қаршилиги $0.1-1000$ С/см³ сув ўтказмаслиги бўйича бетон маркаси $W_0 \dots W_{20}$ хатолик 7% кўп эмас, оғирлиги -1 кг.

Бир ва икки камерали бўлиб ичига электроника жойлашган. Вакуум компьютер дастур билан таъминланган USB – интерфейси (расм 13).



Расм 13. Дилаторметрик усул билан бетонни ҳажмий шаклсизла-нишини ўлчагич.

Марка Бетон-фрост. Россия “интерприбор”. Бу асбоб билан бетонни куйидаги хоссаларини аниқлаш мумкин (расм 10). Сувга тўйинган цемент-куб-намуналарни бир маротабага музлатганда, дилатометрик усул билан (ГОСТ-10060.3-95 бўйича) енгил ва оғир бетонларни совуққа чидамлигини тезкор аниқлаш, маҳсулотлар, конструкцияларини сифатини назорат қилиш, бетон технологиясини ва таркибини созлаш.

Асбобнинг техник характеристикаси

Жадвал 4

Намуналар ўлчаш, мм	Кубли 100x100x100, 70x70x70 керн 70
Хажмий деформацияларни ўзгариш чегараси, мл.	0.1x7.0
Габарит ўлчамлар, мм:	150x70x27
Электрон блок	
Ўлчовли камера (ички/ташқи) масса, кг.	105x105x105/160x170x210
Электрон блок	0.14



Расм 14. Бетон мустаҳкамлигини ГОСТ-22690 бўйича зарбали-импульс ўлчагич.

Марка Оникс-2. (Расм 14) электрон модели склерометр куйидаги ишларга мўлжалланган: ғишт, бетонни мустаҳкамлигини ва бирлигини тезкор назорат қилиш. Бу асбоб мустаҳкамлигини кўп параметрли ўлчаш усулини қўллади. Асбоб куйидагилардан иборат: Электрон блок, комп,

склерометр, аккумуляторлар, бетон тозалаш учун қайраш тоши, сумка, мустаҳкамликни ишчи эквивалент ўлчами, қўшимча комплектация, компьютер билан боғланган блок, сервис дастурли СД, таъмирловчи мослама.

Асбобнинг техник характеристикалари.

Жадвал 5

Мустаҳкамликни ўлчаш чегараси	3-100 МПа
Мустаҳкамликни ўлчаганда, нисбий хатолик	±8%
Зарб кучи	0.1-...0.12 Дж
Натижаларни эсда олиб қолувчи асбоб	18000
Вазни:	
Электрон блокни	0.171 кг
Склерометр	0.16 кг
Ўлчам:	
Электрон блокни	147x75x25 мм
Склерометр	25x160 мм



**Расм 15. Микропроцессорли бетон/
ғиштни мустаҳкамлигини ўлчовчи
Оникс-2,53 ЛБ.**

Икки параметрли мустаҳкамликни ўлчаш усули.

Бу асбоб (расм 15) билан бетон, ғишт, қоришма ва бошқа материалларни мустаҳкамлигини ўлчанади ва у зарб-импульс ўлчамига асосланган.

Асбоб 12 та боғланишга эга, градуirlанган коэффициентларни соzлаш имконини беради. Енгил бетонларни (ЕБ) мустаҳкамлигини ўлчаш диапазони 0.5-30МПа, оддий бетоларники эса 1-100 МПа, асосий хатоликни 8% дан кўп эмас ва уни статистик қайта ишлаш имкон бор. Массаси 0.328 кг ни Сертификати СМ № 30252.



Расм 16. Ультратовуш ёйилиш вақтини ўлчови.

Марка Пульсар 1.1 УПБ "Интер прибор" Россия.

Ультратовуш асбоб Пульсар (расм-16) қаттиқ материалларда ультратовуш тўлқинларни вақтини ва тезлигини ёйилишини ўлчаш учун мужассамланган ва асосий ишлатилиши соҳаси ГОСТ 17 624-87 бўйича бетон ғишт, силикат. ГОСТ 24 332 "Ғишт ва силикат тошлар" мустаҳкамлигини аниқланади. Бино ва иншоотларни текширишда, технологик натижада бетон иншоотларида дефектларни қидиришда, сиртдаги дарзликларни чуқурлигини аниқлашда, композит материалларни ғоваклигини, дарзлигини баҳолаш, зичлигини ва қаттиқлик модулини аниқлашда, йўл қопламларини сифатини назорат қилиш.

Асбобда товуш ўтиш усули юзаки ва ўтувчи. Акустик контакт турлари: куруқ контакт, конусли асбоб мойловчи модда билан ва полиуретан протектор билан куруқ контакт. Ўлчаш базасидан ўтувчи товуш учун эркин холда, сиртидан ўтувчи товуш учун уни ўзгартириш имкони билан. Ўлчаш параметрлари: мустаҳкамлик, ғоваклик, қайишқоқлик модули, зичлиги, абразивларни товушли индекс (белгиси). Материалларни асосий турлари: бетонлар (енгил, оғир) ғишт (керамик, силикат) абразивлар. Асбоб яратувчи катта график дисплей билан таъминланган, (ёзув ва график кўринишлари қолипга келтирувчи).

Ишлатувчи меню тузumi орқали ишлайди.

Пульсар 1.0 га нисбатан янги асбоб қўшимча сервис функцияларига эга (дарзликларни чуқурлигини аниқлаш, номаълум таркибли бетонни мустаҳкамлигини баҳолаш). Асбобдаги катта график дисплей (160x160 нукта) ишлатувчига қулай менюни тўлиқ ишлатиш имконини беради. Бундан ташқари Пульсар-1.1 кичик вазнга ва ўлчамга махсус дастурли компьютерга эга.

Компьютерда қайта ишлаш дастури.

Ушбу дастур ўлчаш натижаларини компьютерга олиш учун, уларни сақлаш, кўриш, танлаб олиш, синовни ўтказиш вақти, ультратовуш тезлигини, сонини, материал турини, вариацияни коэффициентини (мустаҳкамлигини, қайишқоқлик зичлиги, модули, ультратовуш индекси, дарзликни чуқурлигини) жадвал ва график кўринишида расмийлаштириш. Асбоб электрон блок ультратовушли ушловчи датчик, титанли конусдан, органик эталон намунадан, бирлаштирувчи кабельдан (2-дона), АА типигаги аккумулятордан (2 дона), зарядли мосламадан иборат.

Асбобнинг техник характеристикалари

Жадвал 6

Озиқланиши алоҳида мустақил	АА - 2 та батарея
Ишлатувчи ток манбаи мА дан кўп эмас	200
Хусусий градуирланган нисбатликларни сони	30 дона
Базали градуирланган нисбатликларни сони	8 дона
Компьютер билан боғлиқлиги	ИК-проб
Электрон блокни ўлчамлари, мм	160x120x30
Склерометр габарит ўлчамлари, мм	240x49x95
Вақтни ўлчовчи диапазон	5-9999
Ультратовуш зичлигини ўлчаш диапазони	1000-9999
Вақт ва ультратовуш тезлигини нисбий хатоликни ўлчаш	0.16-0.1
Ультратовуш тебранишини ишчи частотаси	6-100 кПу
Ишчи харорат, С ⁰	-10 дан +40 гача
Асбоб вазни, кўп эмас	1900



Расм 17. Бетон, қоришма, ғиштни мустаҳкамлигини зарб берувчи импульс усули билан ўлчагичлар.

**Марка ИПС-МГ 4.03 СКБ
стройприбор-Россия.**

Бу асбоб (расм-17) бетон, қоришма, ғиштни бирлигини ва мустаҳкамлигини тез ва тажриба назорати ГОСТ 22 690 бўйича зарб импульс усули билан аниқлаш учун мўлжалланган. Асбобда янги склерометр ўрнатилган. Уни зарб берувчи энергияси 4-6 маротаба ошиқ катта аниқликни таъминлайди. Зарб берувчи қисми автоматлаштирилган. Олинган нотекисликларни ҳақлигига бетонни таркиби, ёши, қотиш шароити ҳеч таъсир этмайди.

Асбобнинг техник характеристикалари

Жадвал 7

Хусусиятларини номланиши	ИПС-МГ	ИПС-МГ 402	ИПС-МГ 403
Мустаҳкамлигини аниқлаш чегараси МПа	3...100	10...100	3...100
Хатолик ўлчаш чегараси %	±10		±8
Информация ҳажми	500		15000
Шахсий градуирланган нисбатликларни сони, дона	9		20
Базали градуирланган нисбатликлар сони, дона	1		44
Габарит ўлчовлар, мм: - электрон блок - склерометр.	175x90x30 180x135x70	52x400	175x90x30 180x135x30
Оғирлиги, кг дан кўп эмас	0.81	1.21	0.85



Расм 18. Нормал узиб олиш усули билан тош теришдаги ўзаро жипслашни мустаҳкамлигини ўлчагич.

ПСО-30 МГ 4 кл. “Стройприбор” Россия. Биноларни деворларини теришда ғишт, табиий, сунъий тошларни жипслашиш мустаҳкамлигини синаш учун мўлжалланган. Юкланиш тезлиги ва ўтиб боровчи юкни узиб олиш кучини автоматик қайд қилиш имкони бор. Жипслашиш мустаҳкамлигини ўлчаш чегараси 0.5 МПа, узиб олишни максимал кучи /6КН/-30КН. Кучни улашни нисбий хатолиги $\pm 2\%$ кўп эмас. Оғирлиги 5.4-6.0 кг кўп эмас.



Расм 19. Оғир ва енгил бетонларни мустаҳкамлигини назорат учун зарб-импульс ўлчовчилар. Марка Оникс-2.6 Россия.

Электрон склерометр Оникс-2.6 қуйидагиларга мўлжалланган:

- бетонни ва бошқа материалларни мустаҳкамлигини, зичлигини, бирлигини технологик назоратда аниқлаш учун;
- илмий-тикланиш ишларини бажаришда, материалларни хоссаларини ва носозликларини аниқлашда.

Асбобнинг техник характеристикалари

Жадвал 8

Мустаҳкамлигини аниқлаш чегараси, МПа	0.5....100
Асосий нисбий хатолигини	±8
Мустаҳкамлигини ўлчаш асосий нисбий хатолик чегараси, %	
Зарб энергияси (кучи), Дж	0.1....0.12
Жараёнлар ва натижалар эсда тутиш	30±20
Габарит ўлчамлар, мм электрон блок	147x72x27
Склерометр	20x160
Оғирлиги, кг электрон блок	0.14
Склерометр	0.16



**Расм 19. Бетонни мустаҳкамлигини
узиб олиб, аниқлаш асбоби. Оникс-С
Россия.**

Ғиштни тишлашиш мустаҳкамлигини аниқлаш. Оникс асбоби қуйидагиларга мўлжалланган (расм 19):

- нормал узиб олиш усули билан бинолардаги табиий, сунъий ғишт (тошлар)ни тишлашиш мустаҳкамлигини аниқлаш учун;
- махсулотлар намуналарида тажриба синовларини ўтказиш учун.



расм -20. Ғоваклик бетонларни мустаҳкамлигини спираль анкер узиб олиш усули билан аниқлаш. ПОС-2МГ4П Россия

Бу асбоб (расм-20) ғоваклик бетонни мустаҳкамлигини уни бузмасдан назорат этиш учун мўлжалланган.

Асбоб қуйидаги назорат ишлари учун тавсия этилади:

- бино ва иншоотларни текширишда;
- қурилиш ва қурилиш индустрия корхоналарида ғоваклик бетонни мустаҳкамлигини назорат этиш учун;
- пеноситалл ва полистирол бетонларни мустаҳкамлигини назорат қилишда.

Асбобни электрон куч ўлчовчи бетонни маҳаллий бузилиш кучини белгилайди ва мустаҳкамлигини аниқлайди.

Ғоваклик бетонни намлигига боғлиқ ҳолда синов натижаларини созлаш имкони кўзда тутилади. Асбобда 99 ўлчаш натижаларини эсда олиб қолувчи электро қувватига боғланмаган қисм билан таъминланган.

Асбобнинг техник характеристикалар

Жадвал 8

Характеристика номланиши	ПОС-2МГ-4П
Мустаҳкамликни ўлчашМПа	0.5-8
Анкерни узиб олишни максимал кучланиш, кН	2
Кучни ўлчашда асосий нисбий хатолик, % дан кўпэмас.	±2
Анкерни ишчи қисмини ўлчамлари, мм	8x35
Озиқланиш автоном (Корунд типигади элемент) 6LR61 В	16...9

Ишлатиладиган ток, мА кўп эмас	10
Шахсий градуирланган нисбатликлар сони	9
Габарит ўлчамлар, мм:	
- анкерни ўзиб олиш учун асбоб	100x26
Анкерни ўрнатиш учун асбоб	100x155
Электрон блок	70x75x45
Асбобни оғирлиги, кг кўп эмас	2



Расм 21. Адгезияни (ёпишқоқлик) ўлчаш учун асбоб.
Марка ПСО-10 МГ4
“Стройприбор” Россия

ПСО-2.5 МГ4, ПСО-5МГ4; ПСО-10МГ4 асбоблар (21-расм) керамик плиткаларни тишлашишини, мустахкамлигини, сувоқларни фактура ёпламаларини, химояловчи лак-бўёқ қопламаларни пўлат дискларни ГОСТ 28089, 28574 ва бошқалар бўйича нормаль ўзиб олиш усули билан мустахкамлигини ўлчаш учун мўлжалланган.

Ишлатиш соҳаси: қурилиш индустрия корхоналарида уй-жихоз, ёғоч қайта ишлаш, лак-бўёқ ишлаб чиқаришда, биноларни таъминлаш ишларида қўлланилади. Асбобни авзаллиги электрон куч ўлчовчида.

Асбобнинг техник характеристикалари

Жадвал 10

Характеристикаларни номланиши	ПСО-МГА,
Ўпишиш мустаҳкамлигини ўлчаш чегараси	МПа,
Узиб олишни кучини ўлчаш чегараси	0.1.....35
КН:	
ПСО-2.5 МГ4	0.1.....2.5
ПСО-5 МГ4	0.2.....5.0
ПСО-10 МГ4	0.4.....10.0
Асосий нисбий кучни ўлчовчи хатолик, % кўп эмас	±2
“Корунд” типигаги (GLR61)	13
Батареядан озуқа олувчи	6...9
Электр қувватини сарфланувчи кўп эмас мА	10
Габарит ўлчамлар, мм	110x180
Асбоб оғирлиги, кг, кўп эмас	1.8



Расм 22. Материалларни мустаҳкамлигини назорат этиш учун ультратовуш асбоблар. Марка УКС-МГ-4С “Стройприбор” Россия.

Бу асбоб (расм-22) шаклсизланишларни (дефект) назорат учун, йиғма, монолит темир-бетон буюмларда ва конструкцияларда ГОСТ 17624 бўйича, бетон силикат гиштни ГОСТ 24332 бўйича ва бошқа қаттиқ материалларни мустақамлигини аниқлашга мўлжалланган. Асбоб ишлашини асоси бу импульс ультратовуш тебранишларни тарқалиш вақтини ўлчашдадир.

Асбобнинг техник характеристикалари

Жадвал 11

Вақтни ўлчаш чегараси	10...9000 Мкс
Рухсат этувчи қобиляти	0.1Мкс
Вақтни ўлчашни асосий абсолют хатолик чегараси	$\pm(0.01t+0.1)Мкс$
Кучланиш амплитудаси кўзғотиш	6000 В чаган
Тебранишни ишчи тизими	70±15 кГц
Асбобни оғирлиги	0.5 кг
Кафиллик	12 ой
Электрон блокни габарит ўлчамлари	230x130x55 мм

5-бўлим. Бетонни деформатив характеристикаларини аниқлаш

Деформативлик- бу модданинг ташқи кучлар ёки бошқа омиллар таъсирида ўз шаклини ўзгартириш хусусиятидир. Бетонда икки хил деформация юз бериши мумкин:

- 1) куч деформацияси, ташқи юкланиш таъсирида;
- 2) кимиёвий, физик-кимиёвий жараёнлар оқибатида бетоннинг қотишида юз берадиган ҳарорат – чўкиш ёки хусусий деформациялар.

Биринчи турга қисқа вақтли ва узоқ вақтли юкланишдаги деформация киради: иккинчиси – чўкиш ва шишиш, навбатма-навбат қуриш ва намланиш, деформациялари. Қайишқоқлик эластикли коэффициенти E -модданинг қайишқоқлик ҳоссалари характеристикасидир ва қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$E = \frac{G}{E_0}$$

бунда: G - материалдаги нормал кучланиш,

E_0 - нисбий деформация.

Бетоннинг шакл (деформацияси) ўзгартириши эластик E_0 ва пластик E_n деформациялардан иборат:

$$E_0 = E_0 + E_n$$

Бетон намунасини босқичма-босқич юклаганда, юкланиш қўйилган пайтда вужудга келган деформациялар қайишқоқ характерга эга. E_0 юкланиш остида тутиб туриш пайтида вужудга келган деформациялар қайишқоқсиз пластик характерга эга. Бетоннинг деформация характеристикаларини ўлчаш учун турли хил ўлчов асбоблари гензометрлар қўлланилади. Уларга қуйидаги асосий талаблар қўйилади:

1. Ўлчашларни 2×10^{-5} дан кам бўлмаган аниқликда ва 0.1-1000 диапазонда нисбий деформация бирлигида ўтказиш мумкинлиги.

2. Ўлчашлар базаси оралиқлари 0.5 дан 300 мм гача бўлганда массаси ва ўлчамлари унча катта бўлмаслиги.

3. Бутун ўлчаш оралиқларида характеристикаларнинг чизиқлиги ва кичик инерционликда бўлиши.

4. Ўлчаш жойларида кучланишлар ва деформациялар майдоннинг хатолиги камлиги.

5. Ташқи муҳит таъсирига чидамли бўлиши.

6. Қайд қилинувчи аппаратурага нисбатан тез ва ишончли ўрнатиш ва уланиш мумкинлиги.

5.1. Бетоннинг чўкиш деформациясини аниқлаш усуллари

Бетоннинг чўкиши ёки унинг ҳажмининг кичрайиши атмосфера шароитида бетоннинг қотишда ёки намлик етарли бўлмаганда, бетоннинг қотишида намоён бўлади, бу эса унинг қуришига имкон беради. Бетоннинг сувда ёки нам муҳитда қотишида чўкиш кескин камаяди, баъзи ҳолларда эса унинг кенгайиши кузатилади.

Чўкиш деформациясининг умумий катталиги контракцион ва корбаназацион деформациялар йиғиндисидан иборат. Бетоннинг чўкиши асосан цемент тоши ҳажмининг кичиклашиши ҳисобига бўлади. Бу ходиса цемент тоши синчида вужудга келган тақсимотнинг ўзгариши, қуриш ва намликнинг буғланиши натижасида юз беради.

Контракцион чўкиш янги ҳосил бўлган цемент тоши реакцияга киришувчи моддалар эгаллаган ҳажмдан кичик бўлиши натижасида вужудга келгади. Бу чўкиш цемент билан сув орасидаги кимиёвий реакциялар жадал кечаётган даврда энг тез рўй беради, бунда бетоннинг ташқи ўлчовлари унча ўзгармасдан, материалнинг ғовакли тузилишидаги ўзгаришларга имкон беради, ғоваклар ҳажмининг камайиши ҳисобига ҳаво ғоваклари вужудга келади.

Бу чўкиш оқибатида бетоннинг қаттиқланиши даврида, пластик бўлганда, ривожланади.

Чўкиш деформациялар бетонни шаклланиш жараёнидаги цементни сув билан кимёвий, физикавий таъсирлашуви жараёнлари билан боғланган. Бу даврга бетонни чўкишини ифодаловчи контракцион эффект таъълукдир.

5.2. Енгил бетонларнинг чўкишини тезлаштириш усули билан аниқлаш

Чўкишни аниқлаш ўлчами 4x4x16 см олтига намуналарда аниқланади (учта асосий ва учтаси назорат учун). Намуналарнинг четларига пўлат реперлар ёпиштирилади. Ҳамма намуналар 3 сутка давомида сув билан тўлдирилади, шундан сўнг асосий намуналар плёнка билан герметик мухофаза қилинади ва кейин икки маротаба эритилган парафинга ботирилади: бундай ҳолатда улар синалади, 24 соатдан сўнг олиб ташланади. Асосий намунадан ва назорат учун тайёрланган намуналардан бирга пленка олиб ташланади. Улар тортилади ва узунлиги соат кўринишдаги

индикаторли штатив ёрдамида ўлчанади. Асосий намуналар сувсиз кальций карбонати устига қуйилади (хар бир намунага – 220 карбонат, хар бири 7 суткадан кейин алмаштирилади). Хамма намуналарнинг массаси ва узунлиги хар 3 кунда ўлчанади, 2 ҳафтадан сўнг эса учта кетма-кет ўлчашларда чўкишнинг ўзгармас қийматларини ҳосил қилгунча хар 7 кунда ўлчанади. Синовлар тугатилгандан сўнг намуналарнинг намлиги аниқланади. Чўкиш қуйидаги формула бўйича ҳисобланади.

$$E_0 = \Delta \ell / t_t \quad E_k = \Delta \ell_k / \ell_k \quad E_n = E_0 - E_k$$

бунда: E_0 – умумий чўкиш, мм/м,

E_k Харорат t нинг таъсиридаги чўкиши

E_n – намликни йўқотишга боғлиқ чўкиш,

$\Delta \ell$ -асосий намуна учун индикаторнинг бошланғич ва охири кўрсаткичлари

$\Delta \ell_k$ – ўлчашнинг ўзи, назорат намуна учун,

$\ell_k - m - const$ пайтга келиб, асосий ва назорат намунанинг узунлиги.

Синов ўтқазиш учун иккита призма тайёрланади. 10x10x40 см ёки 10x10x30 ўлчамда ва қуйидагича ўтқазилади:

Бўғлатилган намуналар 48 соатга $t=15-20^\circ \text{C}$ ҳароратли сувга жойлаштиради. Сўнг намуналар олинади, артилади массаси ва узунлиги $L_{\text{туш}}$ ўлчанади.

Ундан кейин намуналар қуритиш баробанида $t=105-110^\circ \text{C}$ ҳароратда, доимий массагача, қуритилади совутилади ва узунлиги L -қуруқ ўлчанади. Тўлиқ чўкишни мм/м да қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$E_{\text{ош}} = \frac{L_{\text{доқ}} - L_{\text{сў}}}{K * L_{\text{сў}}} * 1000$$

K -коэффициент: керамзитобетон учун: 0.47-0.50

Шлакопемзабетон учун - 0,64-0,83, оғир бетон учун – 0,52-0,68.

5.3. Ҳарорат таъсирида шаклсизланиш (деформация)

Ҳарорат ўзгариши бетонда, ҳарорат шаклсизланишларни юзага олиб келади. Бу чизикли кенгайиш коэффициентига боғлиқ. Бетон таркибидаги моддалар ҳар хил ҳарорат коэффициентига эга бўлгани сабабли унда зўриқиш ҳосил бўлади ва баланд ҳароратларда сезиларли бўлиши мумкин. Ундан ташқари фазали ўтишда бетондаги сув музга айланганда, кенгайишлар юзага келади. Моддаларни ҳароратли кенгайиш коэффициенти қуйидаги формулалар бўйича аниқланади.

$$\text{Чизикли кенгайиш} \quad \alpha = \frac{\ell_2 - \ell_1}{\ell_0(t_2 - t_1)} = \frac{\ell \Delta \ell}{\ell_0 \Delta t}$$

$$\text{Ҳажмий кенгайиш} \quad \beta = \frac{V_2 - V_1}{V_0(t_2 - t_1)} = \frac{\ell \Delta V}{V_0 \Delta t}$$

ℓ_0 - V_0 - 0^0C та узунлиги ва ҳажми

t_1 - t_2 - ҳароратлар.

Ҳарорат таъсирида шаклсизланишни дилатометрик усули билан аниқлаш.

Бу усул билан 100^0 дан 1100^0 C гача бўлган ораликда намуналарни чизикли ўлчамларини ўзгаришини аниқлаш мумкин. Намуналар ўлчами:

$H=30-70$ мм, $D=15-70$ мм

Синов қуйидаги тартибда олиб борилади: намуна иккита кварц пластинка орасига ўрнатилади. Тепадаги пластинкага кварцли стержень итарувчи суянган, у эса намунанинг чизикли деформациясини ўлчовчи мосламага соатли индикаторларга ёки магнит оптикали мосламаларга. Узатади. Дилатометрда берилган ҳароратни олувчи ва ушлаб турувчи ускуналар қўзга тутилган. Дилатометрларда бетон эмас, унинг таркибидаги цемент тоши, цемент-қумли қоришма ва тўлдирғичлар синалади. Бу усул илмий-тадқиқот ишларда қўлланади. Кварцли дилатометрик ўлчаш

чегаралари чегараланган $t_1 = -190^{\circ}\text{C}$ ва $t_2 = 1000^{\circ}\text{C}$, чунки -190°C дан паст хароратда кварцнинг харорат деформациялари намунанинг харорат деформацияларига яқинлашади. Харорат $> 1000^{\circ}\text{C}$ дан юқорида кварц кристабалитга айланади. Бу усул илмий-тадқиқот ишларда қўлланади.

5.4. Қисқа вақтга юклатилган деформация.

Эластик E_e , пластик E_h бетонда микробларнинг пайдо бўлиши ва ривожланиши билан боғлиқ псевдопластик E_{hh} киритилади. Бетоннинг деформатив хоссалари ҳақида унинг деформация модулига кўра хукм чиқарилади, Деформация модули қанча юқори бўлса, бетон шунча кам деформацияланувчи бўлади, мустаҳкамлик қанчалик юқори бўлса, деформация модули шунча юқори бўлади.

Бетонни бир хил шакл ўзгаришларнинг (деформация) бундай турига: судралувчанлик, бетоннинг шаклсизланиши киради. Бетоннинг судралувчанлиги доимий юкланишнинг узок вақт таъсир қилиши натижасида вужудга келадиган қайтмас деформациялар кўринишида намоён бўлади. Улар юкланиш қўйилгандан сўнги дастлабки муддатларда жуда сезиларли ривожланади ва аста-секин намоён бўлади. Судралувчанликни камайтириш учун цемент сарфини камайтириш, тўлдиргичларнинг йириклигини орттириш керак. Судралувчанликни аниқлаш учун турли хил куч қурилмалари қўлланилади, улар пружинали, ричагли, гидравлик, пневматик, бирлаштирилган қурилмаларга бўлинади.

5.5. Судралувчанликни НИИ ЖБ усуллари билан аниқлаш

Бунинг учун призмалар $4 \times 4 \times 16$, $10 \times 10 \times 40$ см ўлчамда тайёрланади, марказланади, ўзаро қарама-карши ёқлар бўйича деформациянинг четлашишини назорат қилиб юкланади. Агар оғиш 20% дан ортса, намуналар яроқсиз деб ҳисобланади. Намуналарни 28 суткалик муддатда бўлганда 0.4

$R_{\text{муст}}$ юк билан юкланиш тавсия этилади. Бир йил давомида ўлчамлар қуйидаги муддатларда тўлдиришдан (юкланишдан) олдин дастлабки суткаларда ҳар 3-4 с, 5-7 суткагача ҳар куни; 7 дан -14 суткагача 2 маротаба ва кейин ҳар 10 суткага бир маротаба бажарилади. Синовлар тугагандан сўнг намуна бўшатилади ва оқибатдаги деформациялар аниқланади, қурилмадан олинади, тортилади ва прессда синалади, шундан сўнг бетоннинг намлиги аниқланади.

Судралувчанлик деформацияси қуйидаги формула бўйича аниқланади.:

$$E_{\text{мула}}(t) = E_0 + E_n(t) + E_t(t) + E_{\text{чж}}(t) + E_{nn}(t)$$

Илмий тадқиқот ишларини олиб боришда қуйидаги юкланишларни ишлатиш тавсия этилади – 0,2; 0,4; 0,6; 0,75 $R_{\text{муст}}$ ёки 0,1; 0,3; 0,5; 0,15 $R_{\text{муст}}$ 3,7,14,28,56, 104 суткадан кам ёшидаги бетонлар учун ҳар бир юкланиш даражасида иккитадан кам бўлмаган намуна юкланади.

6-бўлим. Бетонни ҳар хил таъсиротларга чидамлилигини аниқлаш

Ишлатиш ва қурилиш жараёнида конструкциялардаги бетонлар табиий ва сунъий кўринишидаги таъсирларга дуч келади. Буларга навбатма-навбат эриш, сувга тўйиниш ва қуриш, ҳарорат тебраниши, карбонлашиши, кимёвий агрессив муҳитлар, юқори ҳароратларни таъсири киради. Бетонни ҳар хил таъсиротларга барқарорлигини аниқлаш усуллари асосий талаблар қуйидагилардан иборат:

- а) кимёвий, физик-кимёвий, физикавий жараёнларни ўтиши табиий шароитларда ўтишига яқинлиги;
- б) минимал муддатда бажарилиши;
- в) объектив, тўғри, сонли критерияларга асосланиши;

г) саноат ишлаб чиқараётган асбобларни механизациялаш ва автоматлаштириш;

д) шундай параметрларни олиш ва улар ёрдамида жараёнларни моделини тузиш имконини олиш.

Бетонни бир хил агрессив таъсиротларига барқарорлиги унинг мустаҳкамлиги, деформативлик хоссалари орасидаги боғланиш аниқ аммо бетонни мустаҳкамлиги ёки уни агрессив таъсиротини бир хил турига барқарорлиги бошқа таъсиротлар таъсирига барқарорлиги аниқланмайди. Кўпинча бетон конструкцияларни бузилишига бетонни таркибини мустаҳкамлиги бўйича тайёрланади, уни ишлаш шароитини, муҳитини ҳисобга олинмайди.

6.1. Бетоннинг совуққа чидамлилигини аниқлаш усуллари.

Кўп қурилиш конструкциялари нам ҳарорат таъсирида бузилади. Унга сув музлаганда кенгайиш (тахминан 9 % гача) сабаб бўлади. Навбатма-навбат музлатиш ва эритиш таъсирида бетон ўз хоссаларини сақлаш ёки чегаравий ораликда ўзгартириши совуққа чидамли, деб аталади. Совуққа чидамлилиги циклда ўлчанади: бир цикл – бу бир музлаш давомийлиги, бир цикл бу бир музлаш ва бир эриш; циклни давомийлиги 24 соатдан ошмаслиги керак.

Оғир бетон учун совуққа чидамлилигини аниқлаш.

Бу усул нафақат оғир бетон учун, балки ғовак тўлдиргичли бетон, йўл ва гидротехник бетонларни совуққа чидамлилигини аниқлашда қўлланади.

Бетонни совуққа чидамлилиги цикллари сони билан белгиланади. Яъни намуналар музлатиш ва эритиш циклдан ўтгандан сўнг сиқилишга бўлган мустаҳкамлиги 15% дан ортиқ пасаймаслиги лозим, йўл бетонлари учун мустаҳкамликдан ташқари 5 %дан ортиқ вазни камаймаслиги керак.

Синов ўтказиш учун 3 та асосий ва 3 та назорат учун намуналар тайёрланади. Намуналар иссиқлик ишловидан 7 кундан сўнг нормал шароитда 28 кундан сўнг синалади. Асосий намуналарни синовдан олдин кўздан кечирилади, 96 соат сувда тўйинтирилади, бунда сув харорати 15-20 °C бўлиши, намуналарни устидаги сув қатлами 20 см ошмаслиги керак. Агар бетон минерал сувларда ишлатиш учун мўлжалланган бўлса, унда намуналар худди шу усулларда тўйинтирилади, йўл ва аэрадром қопламалари учун ишлатиладиган бетон натрий хлорни 5 % ли эритмасида сувга тўйинтирилади. Музлатиш синовлари музлатиш камерасида қуйидаги асосий шартларда бажарилади.

1. Намуналарнинг 15-20° C хароратида музлатиш. Агар намуналарни асбобга ўрнатилаётганда харорати -15°С юқори бўлса, музлатишни бошланиш вақтининг харорати – 15°С гача тушгандан сўнг ҳисоблаш керак.

2. Намуналар музлатиш камерага бир-биридан 2 см узоқ масофада ўрнатилади. Синовни 1 цикли 4 соат музлатишдан ва сувли ваннада сув харорати 15-20° C 4 соат эришдан иборат. Назорат намуналари нормал муҳитда, яъни намлиги $20 \pm 2\%$; $20 \pm 20^\circ\text{C}$ хароратда сақланади ва сувга тўйинтирган асосий намуналар билан бир вақтда ўлчанади, синалади. Намуналар синалганда сиқилишга бўлган мустахкамлиги назорат намуналарга нисбатан 15% дан камайса, синовлар тўхтатилади. Бетон тузилишига қараб, совуққа чидамлигини аниқлашнинг бир неча усули мавжуд.

Ғовакли бетон учун совуққа чидамлигини аниқлаш (асосий усул)

Синов ўтказиш учун ўлчами 10x10x10 см. кублар, ёки цилиндрлар $H=D=10$ см ўлчамда тайёрланади. Асосий ва назорат учун тайёрланган намуналар 8 соат давомида сув билан тўйинтирилади. Муддат ўтгач, назорат намуналар нормал шароитда харорати 15-20 °C, намлиги $95 \pm 2\%$ камераларда сақланади. Асосий намуналар 4 соат давомида музлатиш камерасида $t=15-20^\circ$

С музлатилади ва ҳарорати $t-20^{\circ}\text{C}$ намлиги $95\pm 2\%$ камерада эритилади. Агар асосий намуналарнинг сиқилишга бўлган мустаҳкамлиги назорат намуналарга нисбатан 15% га камайса, синов тўхтатилади.

Енгил бетонларни синаш учун намуналар $15\times 15\times 15$ см ўлчамида тайёрланади ва 5 та асосий намуналар синалади, 5 та назорат намуналари эса ҳаволи муҳитда сақланади. Асосий намуналар 48 соат давомида сувга тўйинтирилади ва 4 соатга музлатиш камерасига жойлаштирилади ва намуналар 2 соатдан кам бўлмаган вақтда эритилади.

Харорат $t-50\pm 2^{\circ}\text{C}$ да музлатиш усули

Чучук сувда ишлатиладиган фақат оғир бетон конструкциялари учун қўлланилади. Синовлар ўлчами $10\times 10\times 10$ см намуналарда ўтказилади. Намуналарни тайёрлаш, сақлаш шароитлари ва муддатлари асосий усулдаги синов цикли қуйидагича: музлатиш ускунанинг совуқ камерасига кублар жойлашилади ва унда 3-1 соат ичида $t-50\pm 2^{\circ}\text{C}$ гача ҳароратни пасайтирилади ва шу ҳароратда 1 соат ушлаб турилади. Сўнг 2 соат ичида ҳароратни -10°C гача кўтарилади; шу ҳароратда куб-намуналар олинади ва сув ҳарорати $t-15-20^{\circ}\text{C}$ ли ваннага жойлаштирилади. Тўрт соатдан, кам бўлмаган вақтда намуналар эритилади. Синов цикллар сони жадвалдан аниқланади.

Навбатма-навбат музлатиш ва эриш циклларини норматив сони

Жадвал 12

Кўрсаткич	Музлаш бўйича бетон маркаси						
	50	100	150	200	300	400	500
Цикллар сони, ундан кейин асосий намуналарни сиқилишга синашади.	5	5 - 10	10-15	20-30	30-50	50-80	80-100
Талаб қилинган цикллар сони бунда бетонни $R_{\text{сиқ}} 15\%$ дан кўп бўлмаган ҳолда пасаймаслиги керак.	5	10	15	30	50	80	100

Музлатиш асбобларни асосий қисми бу-камера. Унинг сиғими етарли даражада катта бўлиши керак. Иссиқлик муҳофаза қилувчи ва герматик беркитуви эшикка ёки қопқоққа эга бўлиши керак.

Намуналарни кузатиш учун камера эшигини қопқоғи ойналаштирилган бўлиши керак.

Эшикни пастки қисмида ойналар тагида кальций хлор учун яшиқ ўрнатилади ва у ойналарни музлатишни ва терлашни олдини олади. Агар совутувчи муҳит ҳаво бўлса, унда камера темирли цина билан қопланади ва намуналар ваннада махсус этажеркада жойлаштирилади. Агар совутувчи муҳит сифатида концентрацияланган кальций ёки магний хлор бўлса, унда камера варақли қўрғош билан қопланади ва намуналар махсус қўрғошдан тайёрланган яшиқларга жойлаштирилади.

Енгил бетонларни ҳажмий музлатишда совуққа қаршилигини аниқлаш.

Бу усул билан ҳажмий массаси $m_v < 1500 \text{ кг/м}^3$ бўлган енгил бетонларни совуққа чидамлигини аниқланади. Синов учун ўлчами 15 смли 10та намуналар тайёрланади. Намуналарни 5та синалади, бешта назорат учун ҳаволи муҳитда сақланади. Асосий намуналар 48 соат давомида сувга тўйинтирилади. Ҳажмий оғирлиги $m_v < 1200 \text{ кг/м}^3$ ли бетонлар учун музлатиш давомийлиги 4 соат-намуналар ўлчами 10 см, ва 6- соат-15см ўлчамидаги намуналар учун. Агар бетонларни ҳажмий оғирлиги $m_v < 1200 \text{ кг/м}^3$ бўлса- унда музлатиш давомийлиги-8 соатда ўтказилади. Сувда эриш вақти 2 соатдан кам эмас.

Совуққа чидамликни тезкор усул билан аниқлаш.

Синов ўтқозиш учун призма шаклдаги ўлчами 3х3х6 см намуналар тайёрланади. Намуналар 5 соат давомида сувга тўйинтирилади, сўнг резинали кончикларда сақланади, герматизация учун. Музлатиш 32% ли CaCl_2 эритмасида ўтказилади, эритиш эса сувда. Бир цикл -32 мин-20° С музлатиш 10 мин+20° С эритиш ва 2 мин намуналарни совуқ ваннада эритиш ваннасига олиб ўтишга ажратилган.

Иккинчи усулда 4x4x16 см 24 бетон намуналар тайёрланади. Намуналар полиэтилен копчикларга жойлаштирилади ва музлатиш (-20°C да) ва эритиш ($+20^{\circ}\text{C}$ да) 50% ли этиленгликоли (музлатиш ҳарорати -72°C) эритмада ўтказилади. Цикл давомийлиги 1 соат. Абоб –цикли давомийлигини ўзгартириш имкониятини беради.

Суюқ муҳитда совуққа чидамлигини аниқлаш.

Бу усулда совуққа чидамлилик махсус контейерларни ишлатиб аниқлашади ва уларда ванналарга солинган намуналар ўрнатилган бўлади. Музлатиш суюқ муҳитда амалга оширилгани учун намуналар ҳар доим ваннада бўлишлари керак. Кантенер ванна билан совутиш ускунанинг музлатиш камерасига киритилади ва у 16 соат давомида $-20+2^{\circ}\text{C}$ ҳароратда ушлаб турилади. Шундан сўнг контейнер ҳаво ҳарорати $30-35^{\circ}\text{C}$ ли –иситиш камерасига -8 соатга жойлаштирилади, яъни бир цикл -24 соатга тенг. Ушбу усул билан ишлатилиш жараёнида навбатма-навбат сувда музлатиш ва эришга дуч келадиган маъсулиятли конструкцияларни совуққа чидамлилигини аниқлаш тавсия этилади, чунки бу усул бетонни ҳақиқий совуққа чидамлигини баҳолайди.

6.2. Қурилиш материалларини емирилишга чидамлилигини аниқлаш

Қурилиш материалларини емирилиши ёки уларнинг агрессив муҳит билан кимёвий ёки физик-кимёвий таъсирлашуви натижасида бузилиш жараёнидир. Ҳар хил агрессив муҳитларни бетонга таъсир этиш даражаси куйидагилар билан аниқланади:

- газли муҳитлар учун – газларни тури, концентацияси, уларни сувда эрувчанлиги, намлиги ва ҳарорати;

- суюқ муҳитлар учун – агрессив агентларни концентрацияси ва борлиги, харорати, конструкция юзасида суюқликнинг ҳаракат тезлигини моҳияти;

- каттик муҳитлар учун (тузлар, аэрозоллар, чанг) – майдалиги, сувда эрувчанлиги, гигроскопиклиги, атроф муҳит намлиги.

В.М.Москвинни классификацияси бўйича емирилиши учта асосий турга бўлинади:

- ишқорларни ювилиши, яъни цемент тошидаги $\text{Ca}(\text{OH})_2$ нинг эрувчан компонентларини ташқи сувли муҳит билан таъсирлашув натижасида эриш жараёнида масалан, ёмғир сувлар таъсири;

- бетонни кимёвий таркибли ташқи муҳит билан таъсирлашув натижасида цемент компонентлари улар билан алмашув реакцияга киришиб, боғловчи хоссаларига эга бўлмаган енгил эрийдиган ёки аморф кўринишда моддалар ҳосил қиладилар. Буларга кислота, тузлар, магнезия тузлар таъсири киради;

- бетон ташқи муҳит билан реакцияга киришиб кам эрийдиган, ҳажмини кўпайтирувчи тузлар ҳосил қилади. Буларга сульфат тузлар таъсири киради. Бетонни емирилишга чидамлилигини аниқлаш, усули агрессив муҳитнинг турига, унинг кимёвий таркибига, хароратига ва бошқа факторларга боғлиқ.

Фойдаланишдаги агрессив муҳитини таъсирига барқарорлигини аниқлаш

Бу усулда намуналар призма шаклида (10x10x40 см) ўлчамда тайёрланади. Табиий ёки бетонни ишлатиш жараёнида таъсир этувчи сунъий тайёрланган эритмали ваннага жойлаштирилади. Намуналар орасидаги масофа 5 см кам бўлмаслиги керак. Агрессив эритмани 2-4 ҳафтада 1 марта алмаштирилади ва намуналар 6 ой ичида шу муҳитда сақланади. Муддат ўтгандан кейин уларни Рсиқ бўлган мустаҳкамлиги аниқланади. Бир вақтда 6

ой нормал шароити сақланган намуналар ҳам R сиқ синалади ва барқарорлик коэффиценти аниқланади, яъни K.

Агар коэффицент $k \geq 1$ бўлса, унда бетон агрессив муҳитга барқарор деб ҳисобланади. Аммо синовни бу тури кўп вақтни олади, шунинг учун емирилиш жараёнларни тезлаштириш тавсия этилади. Емирилишни биринчи турини тезлаштириш учун таркибида кальций тузлари бўлмаган сувни қўлланади ёки намунани ўлчамини камайтирилади ва ғоваклилигини кўпайтиради. Емирилишни иккинчи турини тезлаштириш учун эритмани концентрациясини кучайтиради ёки намуналарни эритмага тўлиқ чўктиришади ва сунъий аралаштиради. Емирилишни учинчи турини ва тезлаштириш учун кальций ёки натрий сульфатларини 5% ли тўйинган эритмаси қўлланади. Денгиз сувида емирилишни аниқлаш учун табиий ёки сунъий денгиз ишлатилади, фақат тузлар концентрация 10 г/л гача бўлиши тавсия этилади. Бетонни емирилишига барқарорлиги фақат боғловчи модданинг хоссаларига боғлиқ эмас, балки унинг тузилишига, мустаҳкамлик деформативлик хоссаларига тўлдирғичларини турига қолиплаш усулларига қотиши ва бошқа технологик жараёнларга ҳам боғлиқ. Шундай қилиб, қуйидаги хулосалар қилинади:

-баҳолашни танлаш бетон емирилишини турига ва агрессив муҳитни хусусиятига боғлиқ.

-бетонни емирилишга барқарорлигини бир нечта кўрсаткичлар орқали баҳолаш.

Емирилишги чидамлилигини тезкор усул билан аниқлаш

Синов ўтқозиш учун цемент қумли (1:3) ва сув цемент 0,4 нисбатли қоришмадан намуналар тайёрланади, кейин сувга солинади ва 14 сутка сақланади. Намуналарни бир қисми 5% ли Na_2SO_4 га, иккинчи қисми 1% ли MgSO_4 эритмаларига солинади, қолган қисми сиқилишга бўлган $K_{\text{сиқ}}$

мустахкамлигини аниқлашади. Намуналар 14,70, 126 суткадан кейин синалади ва чидамлик коэффициенти K_r аниқланади.

$$K_r = \frac{R_{аср}}{R_{норм}}$$

Агарда 126 сут. сўнг $K_r \geq 0,8$ дан бўлса, унда намуналар синовдан ўтган деб ҳисобланади. Бу усул билан ғовакли, майда донали, оғир бетонларни емирилишига чидамлилигини аниқлаш мумкин, фақат намуналарни агрессив муҳитларда бир йилгача сақлаш тавсия этилади.

6.3 Қурилиш материаллари атмосфера барқарорлиги.

Атмосферага барқарорлик-бу бетонни атмосферадаги ҳар хил табиий жараёнларга барқарорлигидир. Буларга навбатма-навбат намланиш ва қуриш, CO_2 ни таъсири, ҳароратни ўзгариш факторлари киради.

Бетонни навбатма-навбат намланиш ва қуриш таъсирига чидамлилиги.

Бетонни намланиши унинг шишишига, қуриш эса чўкишга олиб келади. Бу жараёнларни кўп марта қайтарилиши бетонни ички тузилишини бузади, қайтмас деформациялар ва дарзликлар пайдо бўлишига олиб келади. Бундан ташқари чўкиш ходисаларни ривожланишига бетон юзасидаги қатламларни карбонланиши кўмаклашади. Карбонлашиш жараёни эса намланишда ва қуришда кучаяди.

Бетонни навбатма-навбат намланиш ва қуриш таъсирига чидамлилигини аниқлаш учун намуна призма тайёрланади. Ғовакли бетонлар учун намуналар 4х4х16 см, майда заррачали ва оддий бетонлар учун 10х10х40 см ўлчамда тайёрланади. Намуналарга ён томонига деформация ўлчаш учун реперлар ўрнатилади. Намуналар иссиқлик ишловидан ва 28 сут давомида қотгандан сўнг синовдан ўтқазилади. Синовдан олдин намуналар

48 соатга сувга солинади, муддат ўтгач кўздан кечирилади, массаси- m -, E_g -деформация ва узунлиги ўлчанади. Ундан ташқари бетонни мустаҳкамлиги эгизак намуналарда аниқланади. Иккинчи усулда намуналар 4 соат давомида сувга тўйинтирилади, сўнг 15 соат давомида ҳарорат $t = 105-110^{\circ}\text{C}$ да қуритилади 1 соат давомида ҳавода совитилади ва яна сувга солинади.

Ғовакли бетонни ҳарорат намлик таъсирига чидамлилигини аниқлаш.

Синов учун намуналар ўлчами $4 \times 4 \times 16$ см ли призмалар тайёрланади. Синовни бир цикли қуйидагилардан иборат: намуналар 4 соат сувга тўйинтирилади, 42 соат қуритиш шкафида $60 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ҳароратда қуритилади, $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ҳаракатчан совутилади. Синов жараёнида намуналар кўздан кечирилади чизикли ўлчамлари E_g , массаси m ўлчанади. Берилган цикллар сонидан кейин намуналар E_g , $R_{\text{ри}}$ ва $R_{\text{сиқ}}$ ларни аниқлаш учун синовдан ўтказилади. Синовдан ўтган ва назорат учун тайёрланган намуналар E_g , $R_{\text{ри}}$ ва $R_{\text{сиқ}}$ ларни нисбати ғовакли бетонни чидамлилигини баҳолайди.

Конвейер усулида синов ўтказиш.

Бу усулда конвеерда решеткали савантгалар осилган ва уларга намуналар жойлаштирилади. Пастки қисми сувли ваннада, тепа қисми вентеляторлар ёрдамида иситилган ҳаво билан пуфланади. Электродвигател ёрдамида конвейер занжири саватгичлар орасидаги битта ораликда силжитилади. Циклни умумий давомийлиги 1 соатдан 12 соатгача режимида ўрнатилиши мумкин.

Атмосфера таъсирига чидамлилигини аниқлаш.

Курилиш материалларни атмосфера таъсирига чидамлилигини аниқлаш учун 100x100x100 см ўлчамдаги 6 та куб намуналар тайёрланади. Намуналар 28 сут давомида нормал шароитда 120±2% намлик: 20±2°C ҳарорат сақланади. Синовларни ўтказиш учун ИП-1-3 турдаги сунъий иқлим яратувчи асбобдан фойдаланилади. Бу асбобда қурилиш материаллари қуёш нурига яқин сунъий нур ва ёмғир таъсирига дуч келади, ҳамда у ёки бу ҳарорат шароитлар яратилади. Асбоб камерасида намуналарни синов жараёнида ҳароратни бошқариш чегараси 90±1°C ни ташкил этади. Асбоб ойналаштирилган баробандан иборат, тепа қисмида сунъий офтоб нури ва сунъий ёмғир яратувчи мослам жойлашган. Синов цикли 1 асосий қизитишдан ва 3 минут сунъий ёмғир билан намланишдан иборат. Намуналар навбатма-навбат қидириш ва намланишини 216 циклини ўтгандан сўнг эталон намуналар билан бирга мустаҳкамлиги синалади. Агарда синов жараёнида намуналар 216 циклдан олдин уқаланса, дарзликлар пайдо бўлса синов пухталанади.

6.4 Юқори ҳароратлар таъсирига чидамлилиги.

Курилиш моддаларни қисқа ва узоқ муддат ичида юқори ҳароратларга чидамлиги конструкция ва иншоотлар учун катта аҳамиятга эга. Норматив хужжатларни талабларига кўра бетонни олов бардошлиги олов таъсирида чўкиши, юкланиш тагида деформация ҳарорати, сиқилишга бўлган қолдиқ мустаҳкамлиги бўйича аниқланади. Синов ўтказиш учун намуналар конструкциядаги бетон сақланадиган шароитда сақланади. Иссиқлик ишловдан ўтган намуналар доимий массагача 100-110°C ҳароратда қуриштилади. Ҳарорат 50°C соатдан ошмаган тезликда кўтарилиши керак.

Сиқилишга бўлган қолдиқ мустаҳкамликни аниқлаш.

Синов ўтказиш учун 10х10х10 смли куб намуналар тайёрланади. Битта серия намуналар (3 дона куб) қурилгандан сўнг R сиқилишга бўлган мустаҳкамлиги аниқланади, қолган иккита серияни 800⁰С гача қиздирилади. Агар конструкциядаги бетонни ишлатиш 800⁰С дан паст бўлса, унда намуналар шу ҳароратгача қиздирилади. Намуналарга 4 соат давомида берилган ҳароратда изотермик жараён ўтказилади, кейин печь ўчирилади ва намуналар бирга 15-20⁰С совитилади. Намуналар бир сериясини совитибкейин тезда синалади, иккинчиси-7 сутка ичида сувли идиш устида сақлагандан кейин синалади. Қолдиқ мустаҳкамлик % ҳисобида қуйидаги формула орқали аниқланади.

$$R_{қолдиқ} = \frac{R_{сик}^{800(с\text{ув})}}{R_{сик}^{100}} * 100$$

$$R_{қолдиқ} = \frac{R_{сик}^{800(с)}}{R_{сик}^{100}} * 100$$

бунда: $R_{сик}^{800\text{ сув}}$ - сув устида сақланган намуналарнинг мустаҳкамлиги, кг/см².

$R_{сик}^{800\text{ с}}$ - совутилгандан кейин намуналарнинг мустаҳкамлиги кг/см².

Олов бардошли бетонни (цемент боғловчи асосида) мустаҳкамлигини аниқлаш.

Намуналар синовгача нормал шароитда сақланади, кейин иссиқлик ишлови берилади. Тил тупроқли цементни асосида тайёрланган бетонлар 3 сутка давомида нормал шароитда сақланади. Иссиқлик ишлови 105+5⁰Сда 2 соатда ўтказилади, кейин 105⁰Сда ушлаб турилади, ўчирилган қуриштиш печда 3 соат совутилади.

$R_{\text{харорат}}$ ни аниқлаш учун намуналар қиздирилгандан кейин яна қиздирилади, 4 соат ушлаб турилади, совутилади, ўчирилган қуритиш шкафида қуритилади, сўнг синалади. Қолдиқ мустаҳкамликни аниқлаш учун $R_{\text{харорат}}$ намуналар t тезликда t максгача қиздирилади, 4 соат ушлаб турилади, совутилади, Бундан кейин бир серия намуналар синалади, иккинчиси 7 сутка давомида сув устида решеткадан сақланади. Намуналарни юзасини сувгача, қопқоқгача масофаси 4+1 см бўлиши керак. Намуналар ҳеч қанча шикастларга эга бўлмаслиги керак.

Жадвал-13

t мак, °C	200	400	600	100
Δt , °C/соат	50	100	150	200

Қолдиқ мустаҳкамлик қуйидаги формула орқали аниқланади.

$$m = \frac{Rt}{Rn}$$

Rn - назорат намуналарни мустаҳкамлиги кг/см².

Қолдиқ мустаҳкамликни иккинчи усули билан аниқлаш.

Бу усул ҳарорат 51⁰ дан 350⁰Счан таъсир этувчи шароитда ишлайдиган оғир бетонларни синаш учун тавсия этилади. Синов учун 10x10x10см ўлчамдаги 6 намуна кублар тайёрланади. Ҳамма даврлардан ўтган намуналарни 3 таси синалади, 3таси ҳарорат тезлиги 50⁰С/соатга печда қиздирилади, 24 соат ушланади, 15-20⁰С ҳароратда печда совутилади, кейин автокловда 4-8-4 режим бўйича қайта ишлов берилади.

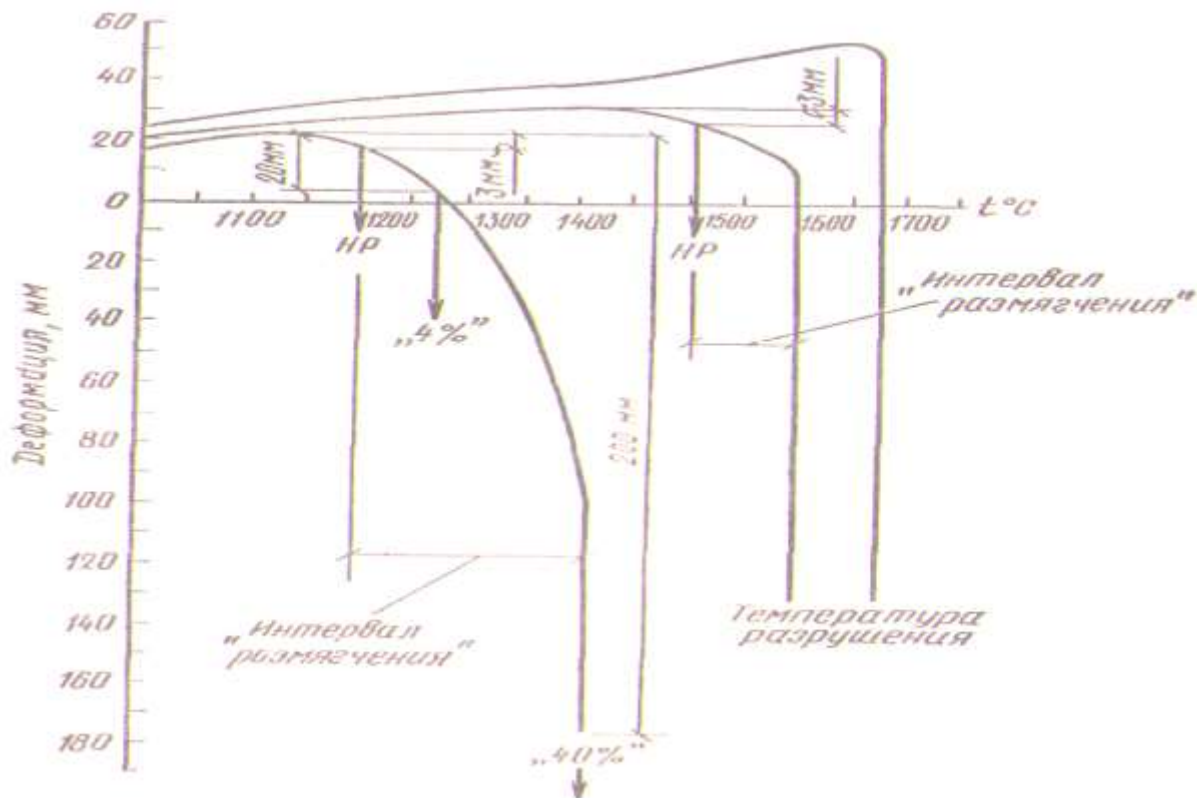
Сўнг якуний мустаҳкамлигини аниқлаш учун синалади. Қолдиқ мустаҳкамликни қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$R_{\text{сик}}^0 = \frac{100(R_{\text{сик}}^{\text{н}} - R_{\text{сик}}^{\text{наз}})}{R_{\text{сик}}^{\text{н}}}$$

Юкланиш тагида деформацияни аниқлаш.

Синов учун цилиндр намуналар $H=50\text{ мм}$ ва $D=36\text{ мм}$ тайёрланади. Намуна электр печнинг максимал харорат зонасидаги иккита стрежень орасига жойлаштиради. Юк бетон массасига кўра $0.1-0.2\text{ мПа}$ кучланишини таъминлаш керак.

Печдаги 1300°C га хароратни платиинали термopара билан ўлчанади, 1300°C дан баланд хароратни оптик пирометр билан ўлчанади. Печга намуналар, ўлчов асбоблар ўрнатилгандан кейин харорат 10°C/мин 800°C гача ва $4-5^{\circ}\text{C/мин}$ 800°C юқори тезликда печда кўтарилади. Харорат кўтарилиш жараёнида ҳар 10 мин вақт давомида харорат деформация ўлчанади. Синов намунанинг сиқилиши бирламчи баландликдан 40% га эга бўлгунча ўтказилади. Натижалар асосида “харорат-деформация” диаграммаси тузилади:



Расм-23. Харорат деформацияларнинг диаграммаси.

Диаграммада қуйидаги фазилатлар аниқланади:

1. Юмшатишни бошланиши-ЮБ. Энг баланд қийшиқлик нуқтадан 3 мм пастда жойлашган нуқтага тўғри келади.
2. Нуқта “4%” энг баланд қийшиқлик нуқтадан 20 ммга пастга жойлашган харорат.
3. “40%” энг баланд қийшиқлик нуқтадан 20мм пастда жойлашган нуқтага тўғри келадиган харорат.
4. “бузилиш харорати”-бетон бирданига мустахкамлигини йўқотади.
5. “юмшатишни интервали- бу харорат интервали”.

7-бўлим. Кимёвий ва физик кимёвий аниқлаш усуллари

Бетоннинг тузилиши, кимёвий таркиби, ишлатиладиган цементнинг турига, хоссасига цемент тошини шаклланишига боғлиқ.

“Тўлдирғич-цемент тоши чегарасида таъсирлашув зонаси ҳосил бўлади (контакт зона), ва у кимёвий минерологик физикавий тузилиши бўйича цемент тошидан ажралиб туради.

Кимёвий аниқлаш усуллари. Бу усулда бетондаги SiO_2 умумий ва эркин CaO , магний оксиди- MgO , темир оксидларини FeO , Fe_2O_3 , алюминий оксиди Al_2O_3 , натрий ва калий оксидларини $\text{NaO}+\text{K}_2\text{O}$ аниқлаш мумкин. Аммо бу усуллар бетонни тўлиқ тадқиқ этиш имконини бермайди.

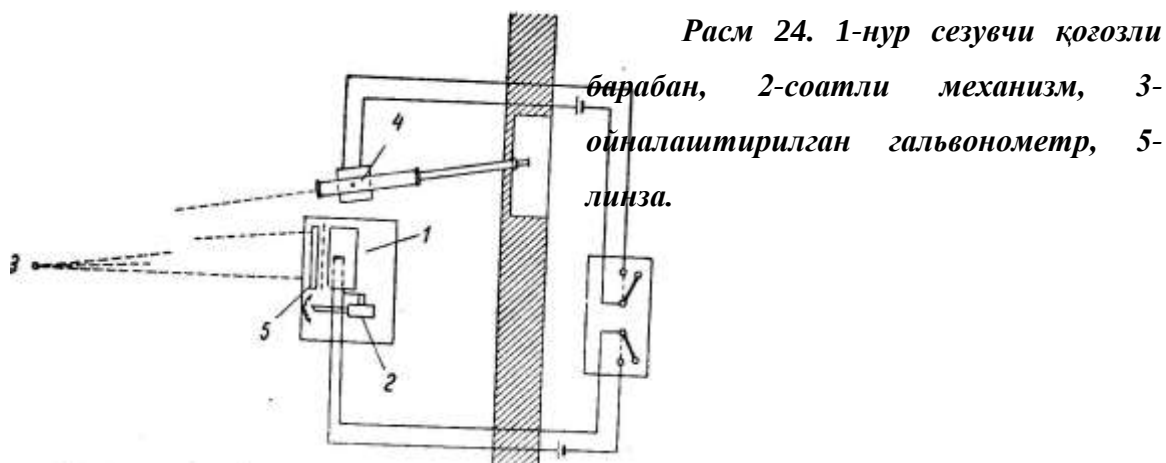
Қурилиш материалларини тузилиши таркибидаги моддаларни турига ва хоссаларига асосланган. Масалан, бетондаги тўлдирғичлар ва боғловчилар турларига ва хоссаларига боғлиқ. Бетон ва моддаларни тузилишини аниқлаш учун турли хил усуллар мавжуд. Буларга дифференциал-термик, рентген-тузилиш, микроскопик аниқлаш усуллари киради.

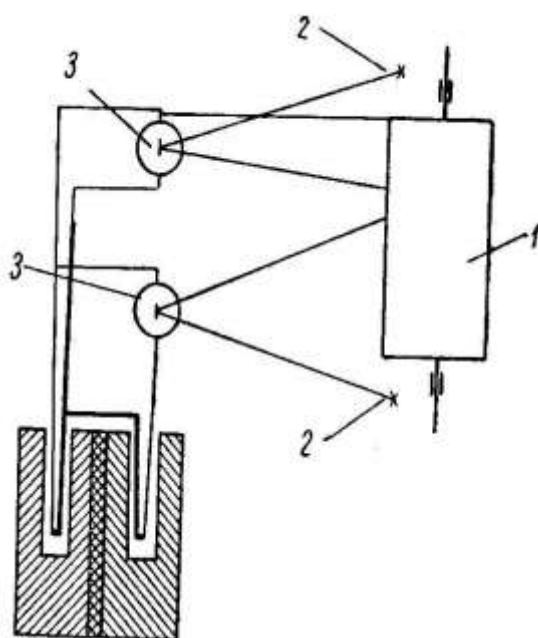
7.1. Дифференциал-термик анализ усули

Термик аниқлаш Г.А.Тамман томонидан (1903-1904) илмий-тадқиқот ишларига киритилган. У изланишни энг тез ва аниқ усулларида бўлиб, моддаларни харорати ўзгарганда, улардаги физик- кимёвий ўзгаришларини босқичма-босқич ўтишини кузатиш имконини беради.

Моддаларни қизиш ёки совуш тезлигини белгилаб қизиш ёки совуш қийшиқларни олинади. Сунъий материалларни кимёси ривожлангани сари термик анализ усулларида қизиқиш ўсиб борди. Бу усул билан ҳар хил материалларни ҳоссалари йиғиндисиде тўғрисида ҳар томонлама кенг ахборот олишни имконини беради. Қурилишда бу усулни мустақил ёки бошқа физик-кимёвий усуллар билан биргаликда қўллаш мумкин. Термик усулда моддаларни физик ва кимёвий жараёнларида иссиқлик кўринишдаги энергия ундан ажралиш ёки ютилиши мумкин.

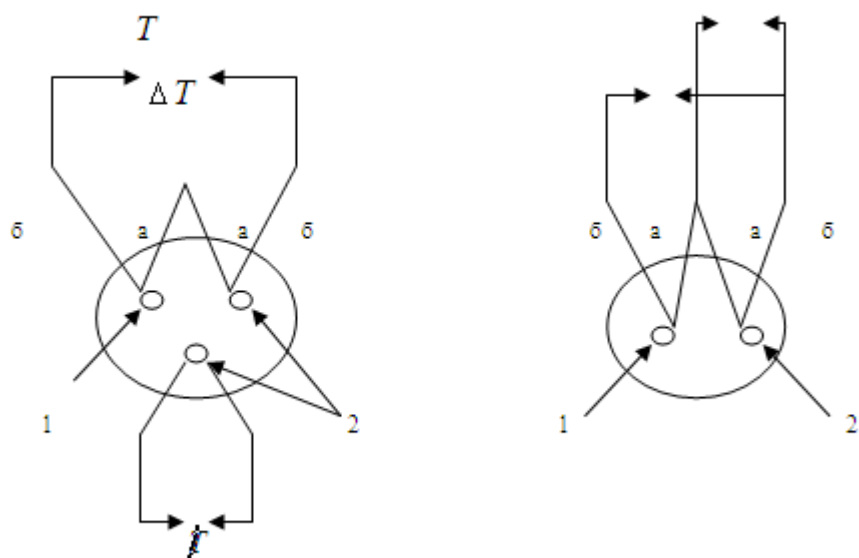
ДТА ёрдамида модда иссиқлик ўзгариши сифатли ва сонли аниқлаш мумкин. Моддаларнинг фазовий таркибини термографик усули билан моддаларни қиздириш ёки совутишда ҳосил бўладиган эффектларини рўйхатга олинишга асосланган. Агар намунага доимий тезликда иссиқлик берилиб турса, унда намунада ривожланган ҳар хил жараёнлар характерига қараб, унинг харорати тўғри чизикли қийшиқликдан ўтиб боради. Термо ўлчаш асбоби сифатида Н.С.Курнаковнинг асбоби кенг қўлланиб келмоқда. Бу асбоб энг юқори хароратдан ёзув олиб бориш имконини беради. Пирометр (расм-24) қуйидаги қисмлардан иборат:





Расм 25. Н.С. Курнаков
пирометрида дифференциал
қийшиқликларни ёзиш учун схема 1-
барабан, 2-нур манбаи, 3-
ойналаштирилган гальванометрлар.

барабан эни узунлиги 200 мм ли ёруғликка сезгир қоғоз ўралган ва соатли механизм – у барабанни тишли ғилдирак ёрдамида айлантиради. Барабан ўқиға 4 шестерня ўрнатилган ва унинг ёрдамида барабанга хохланган айланиш тезлигини ахборотини бериш мумкин. Барабан олдиға 1,7 мм масофада айлантирилган гальванометр ўрнатилган ва уни ёритиш учун лампа жойлаштирилган ойнадан акс эттирилган нур барабан қаршисида ўрнатилган линзаға келиб тушади ва нур оқимини нуқтали тасвирини қоғозға йўналтиради. Харорат ўзгаришини кузатиш учун кўз билан кузатувчи труба хизмат қилади. Ойна айланганда, шкалани бўлимлари акс эттирилади, бу эса ёзувни ўтиб боришини кузатиш имконини беради. Н.С.Курнаковнинг рўйхатға олувчи асбобида (25-расм) иккинчи гальванометр ва қўшимча уни ёритиш учун нурли нуқта ўрнатилади. Битта гальванометр оддий термопараға иккинчиси дифференциал термопараға ўрнатилган ва у намуна ва эталон орасидаги хароратини фарқини кўрсатади. Эталон сифатида киздирилган глинозем ёки магнезит хизмат қилади (26-расм).



Расм-26. Дифференциал термопарани чизмаси: 1-хароратни ўлчаш учун алоҳида термопара (T) инерт модда учун (эталон); 11-эталон намунанинг ҳароратини ўлчовчи дифференциал термопарани бир тармоғи (T) эталон: 1-намуна; 2-инерт модда

Термоанализ учун электр ва бошқа турдаги қиздириладиган печлар қўлланилади, улардаги ишчи ҳарорат 1500-1600⁰С дан баланд бўлиши керак.

Моддаларни эндотермик ва экзотермик эффектларини аниқланган белгилар билан солиштириб, моддаларни табиатини ва ундаги ўтаётган жараёнларни аниқлаш мумкин.

Боғловчи моддаларда ва уларни гидратли маҳсулотларида ўтаётган фазаги ўзгаришлар фақат термоэффектлар билан ифодаланмайди. Бу ҳолда уларни вазни, ҳажми, электр ўтказиши ўзгаради. Шу муносабат билан термо анализнинг қўшимча усуллари қўшилади:

- вазми татбиқ этаётган модданинг иситишида доимий вазмгачаси массасини ўзгариши;
- дилатометрик намуналарни ўлчамини ўзгаришини аниқлаш (чўкиш ва кенгайиши);
- электрлилик моддаларни иситишда уларга электр ўтказиш.

Термо анализлар вакуумда баланд босимда паст ҳароратда аниқланади.

Цемент тошли бетонда ўзгаришни баҳолаш учун қуйидаги белгиларга эътибор бериш керак.

1. эндотермик ва экзотермик жараёнлар.
2. кальций гидроксидини сув йўқотиши
3. кальций карбонатни бўлиниши.
4. боғланган сув миқдори талофат этилиши.
5. гидро маҳсулотларнинг ҳосил бўлиши ва йўқолиши.

Намуна тайёрлаш: Термик аниқлашда намуна массаси 50 – 300 мгдан 10-12 гача олинади. Иссиқлик бериш намунанинг формаси думалок шаклида бўлиши, энг яхши деб ҳисобланади.

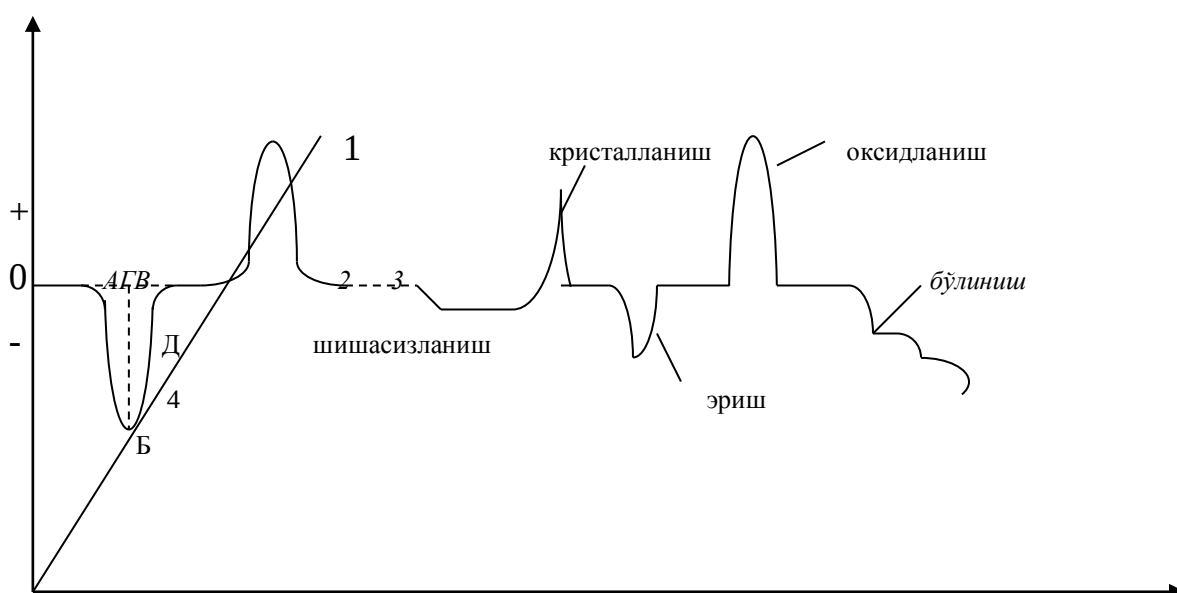
Намуна - домий оғирликка эга бўлгунча 100-105⁰ С ҳароратда қурилади ва майдалагичда № 0.08 элакдан 95-97% ўтгунча ва кукун ҳолатга келгунча майдаланади ва ҳажми 500 мг бўлган тигельга ўрнатилади. Тигель фарфордан тайёрланган бўлиб, 2 тигельга эталон модда билан тўлдирилади. Эталон модданинг майдалиги тадқиқот қилинувчи моддани майдалигидан паст бўлиши керак. Моддалар тигельларга тўлдирилади, зичлантирилади ва печкага қўйилади. Термопарани бири-эталон намунага иккинчиси тадқиқот қилувчи моддага ўрнатилади. Печлар ўзи ёнувчи барабанлар билан таъминланган.

Моддалардан ўтаётган эффектлар фото қоғозга ёзиб борилади. Ҳар хил баландликдаги қийшиқ чизиқлар кўринишида эндо эффектлар кимёвий бирикмалар қиздирилганда, бўлиниши билан ифодаланади.

Газларни чиқиши ҳисобига уларнинг кимёвий таркиби ўзгариши билан ўтади. Эндо эффект реакциялар иссиқликни ютиши, экзо-эффектлар иссиқлик ажралиши билан ўтади. Эритмалар кристалланиши билан қизитишда ёки кўпайиши кузатилади.

Масалан: сув буғлари ажралганда, масса камаяди, модда кислород ютса, масса кўпаяди.

Термограммада (расм-27) битта эндотермик эффект А-нуқтада бошланади ва АВВ пикини беради ва битта экзотермик эффект 5-нуқтада А-нуқтадан бошланган физик-кимёвий жараён БВ кейин Д нуқтада жойлашган. В нуқтада намуна ва эталонни харорати бир хил, шунинг учун уларни ўзаро фарқи нолга тенг. Эндотермик жараёнларда дифференциал қийшиқлик нолли чиқишдан пастда, экзотермикда эса – тепада жойлашади.



Расм 27. 1-харорат кўтарилишини қийшиқлиги, 2-дифференциал қийшиқлик, 3-нолли чизик, 4-эндотермик эффект, 5-экзотермик эффект

Полимер ўзгаришлар эндотермик эффект, берилган хароратда турғунсиз ҳолатдаги эффект билан кузатилади. Экзотермик эффект модданинг кристалл тузилишини сувсизланиши ва бузилиши натижасида ҳосил бўлади.

Пикаларни формаларига кўра, унинг хароратини боши ва охирини аниқлашни ҳар хил усуллари мавжуд.

Пиканинг эни – унинг бошланиши ва охири орасидаги масофа. Агар пиканинг боши ва охири базали чизикни даражасида жойлашган бўлса, унда

пиканинг эни тўғри шохларни базали чизиклар кесилиш пунктлари орасидаги масофага тўғри келади (масофа расм-27). Агар пиканинг бошланиши ва охири базали чизикдан баланд ёки паст жойлашган бўлса, унда пиканинг эни ДТа қийшиқларини тўғри шохларини базали чизик билан кесишини нуқталар орасидаги масофага (қирқим б) ёки эгри ДТАНИ тўғри шохи орқали эгри пиканинг уринма нуқтадан ўтган базали чизик билан кесишган нуқта орқали ишдаги масофа (қирқим в). Пиканинг чуқурлиги термограмманинг сонли баҳолашда керак бўлади. ДТа ўтаётганда қуйидагиларни кўзда тутиш керак:

1. Термопаралар иложи борича тез-тез текширилиши керак, бу ҳолда эталон сифатида стандарт термopара ёки маълум ҳарорат ўзгаришларга эга бўлган модда ишлатилади.

2. Термопараларни совуқ томонларини доимий ҳароратли шароитларга музли термосга ёки доимий ҳароратдаги термостатга жойлаштириш керак.

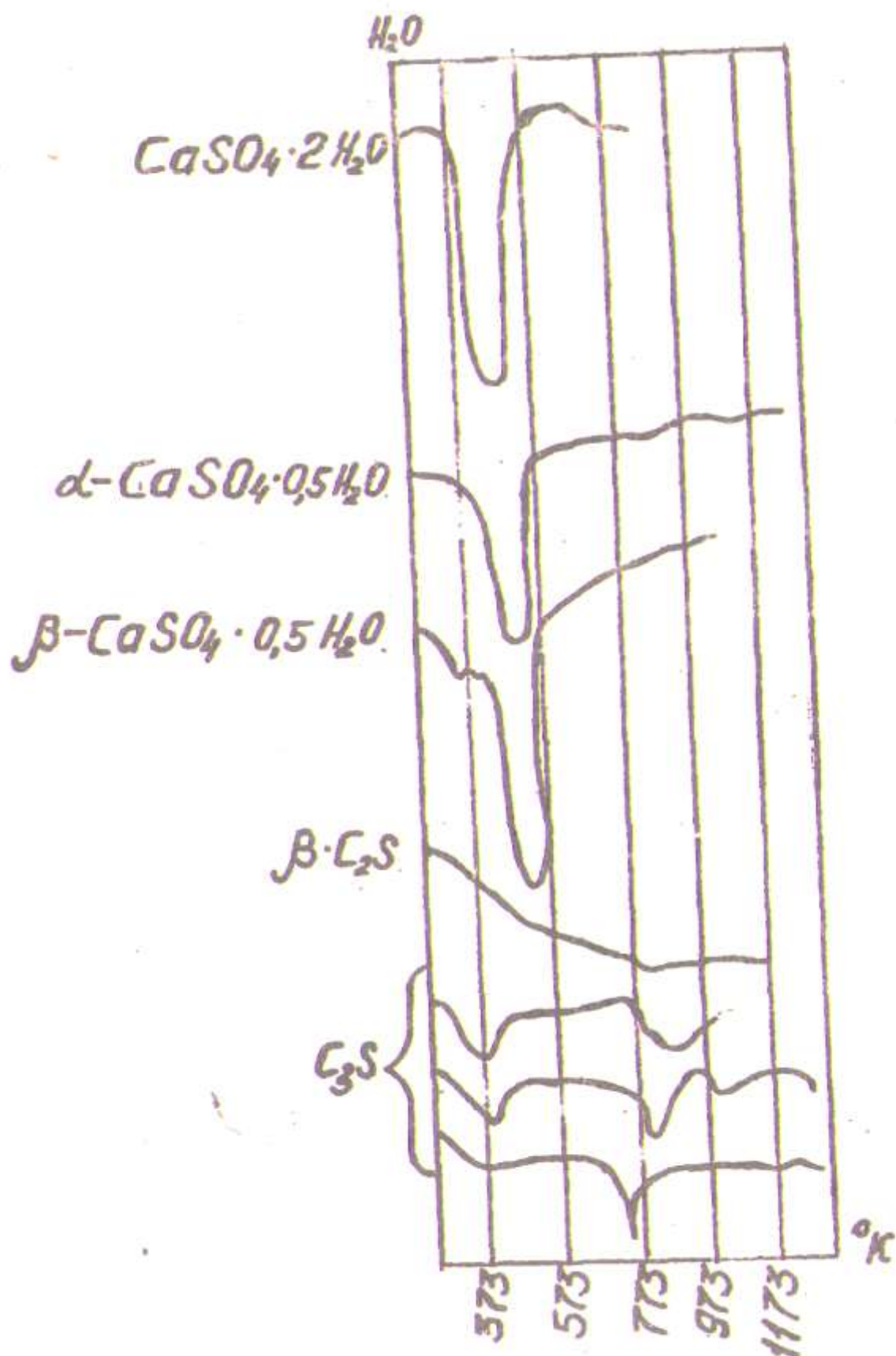
3. Термопарани иссиқ томонлари моддада ёки у билан яхши боғланишда бўлиши керак.

4. Термопаралар қиздириш жараёнида аниқловчи моддаси билан таъсирланиши мумкин эмас.

5. Печдаги атмосфера емирилишига дуч келмаслиги учун термopара билан таъсирланиши мумкин.

6. Намунанинг қиздириш тезлиги шундай бўлиши керакки, термоэффектларни максимал сонини белгилаш мумкин бўлиши керак.

Цемент тошини бетонда ўзгаришини баҳолаш учун бетон намунани ДТа аниқлаш ўтқозиш натижасида қуйидаги термограмма келтирилади.



Расм-28. Бетондаги цемент тошини термограммаси

7.2. Микроскопик аниқлаш усули

Микроскопик аниқлаш ҳар хил жараёнларни бевосита ёки билвосита татбиқ этишда қўлланилади. Бу усулда кристалларни шакли ва ўлчамлари, уларни ўсиши ва бузилиши жараёнларини ўрганиш учун фойдаланилади.

Боғловчи моддаларни ва бетонларни минералогик ва гидратланиш натижасида ҳосил бўлган маҳсулотларни тартибини аниқлашда ҳам микроскопик усул қўлланилади.

Боғловчи моддаларни микроскопик анализи қуйидагиларни аниқлашда қўлланади:

- боғловчи моддаларни ва уларни гидратланиш маҳсулотларни фазали таркибини аниқлаш.
- боғловчи моддада қотиш даврида ўтаётган фазали ўзгаришларни кузатиш.
- заррачаларни ва фазаларни ўлчамини аниқлаш.
- боғловчини тузилишидаги дефектларини аниқлаш.
- боғловчи ва унинг қотиш маҳсулотларини микроқаттиқлигини аниқлаш.

Боғловчи моддаларни фазали таркибини аниқлаш усули петрографик деб аталади. Петрографик аниқлаш кристалл моддадан нур ўтиш қонунларига асосланган ва қуйидаги намуналарда ўқитилади:

1. Тиниқ шлифларда.
2. Куқунларда (иммерсион усул).
3. Ойналаштирилган шлифларда.
4. Тиниқ- ойналаштирилган шлифларда.

Биринчи иккита усулда ўтувчи нур, қолганларида акс этувчи нур қўлланилади. Боғловчи минераллар ҳар хил кўринишда ва рангда бўлади. Масалан: цементдаги асосий минераллардан бири белит-думалоқ шаклда ва тўқ рангда бўлади. Алит эса олти бурчак шаклга эга ва кўпинча рангсиз. Алюммоферит тўқ яшил рангли ва элипс кўринишида бўлади. Микроскопик

усул билан нафақат цемент таркибидаги моддаларни сифатини ва сонини аниқлаш мумкин, балки бетондаги контакт зонасидаги хосил бўлган янги таркибли гидромахсулотларни аниқлаш мумкин.

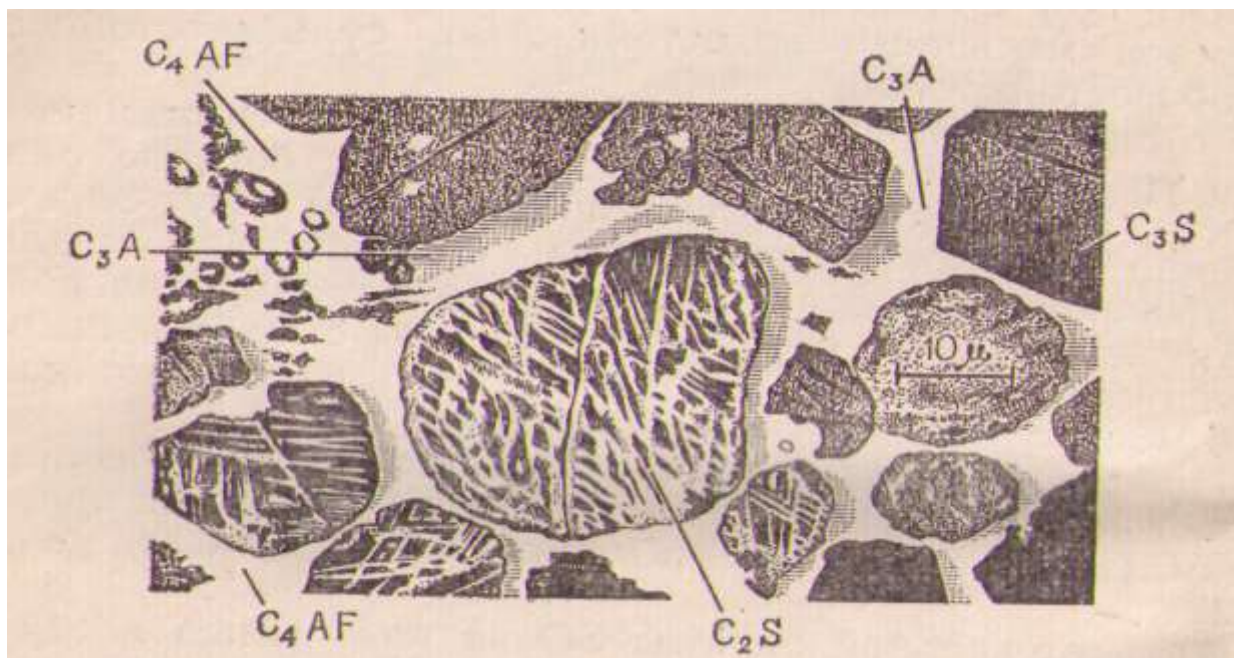
Микроскоп МИН-8 ўтувчи нурда тиниқ намуналарда тадбиқ этиш учун мўлжалланган.

Микроскопнинг ишлаш принципи қондалар ҳақида.

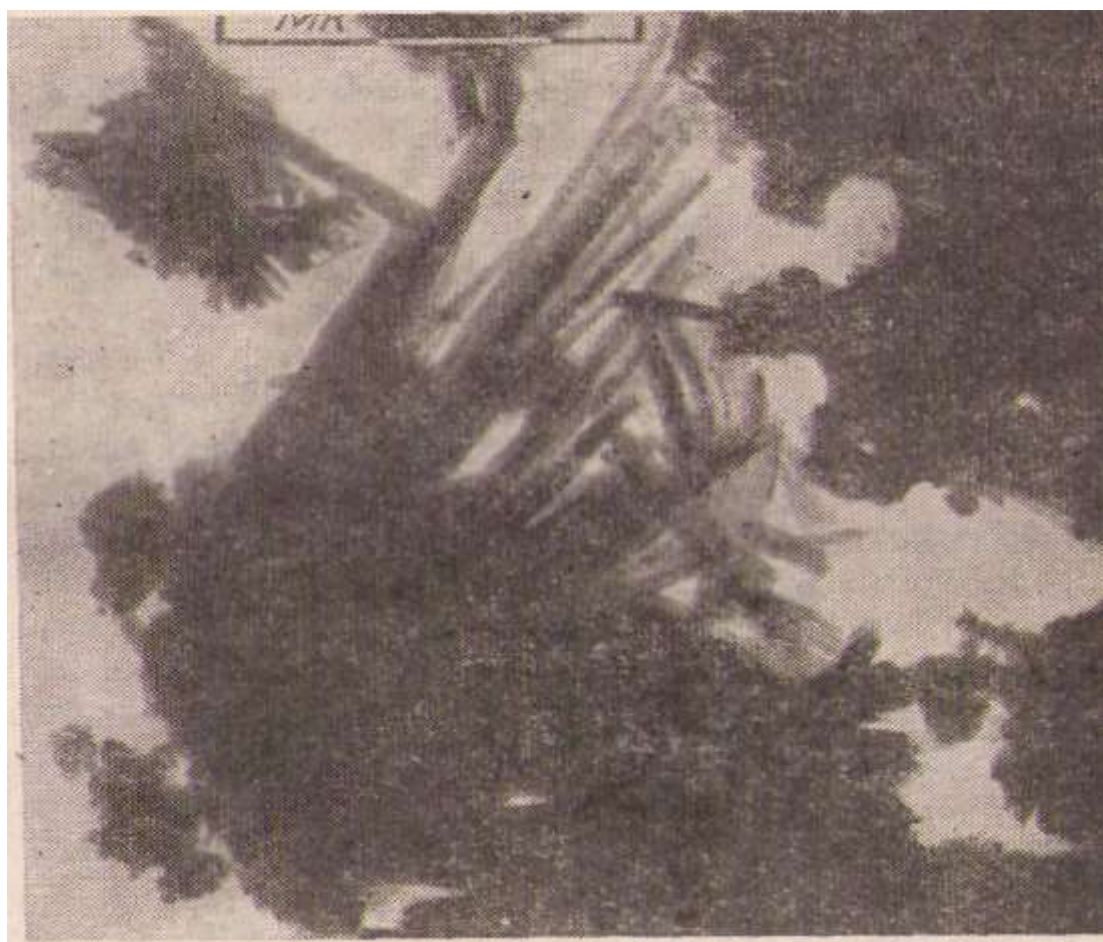
Ёруғлик манбаидан нурлар иккита тўпловчи линза-конденсаторга келади. Конденсатордан нурлар призмага келиб тушади ва поляризатордан ўтади, поляризанланган бир боғ нур учта алмаштирувчи конденсаторларни биридан ўтиб, тадбиқ этаётган намунани ёритади. Намунадан нур объективга, анализаторга, окулярга йўлланади. Объектив ва анализатор орасига системага компенсацион пластинкалар киритиш мумкин. Диафрагмалар ёритувчи ёнида, поляризатор тагида ва устида ва учликда жойлашади. Ёритувчи ёнидаги диафрагма далали; конденсатордаги иккита диафрагма ҳар хил объектлар учун; учликдаги – киноскопик нурда минералларни заррачаларини чегаралаш учун зарур. Сифатли натижага ҳамма оптик системанинг ҳолати ва биринчи навбатда объективники таъсир этади. Мин-8 микроскопида 5 та ҳар хил қобилиятга эга объектив бор. Микроскоп окуляри иккита линзадан иборат – пластикли – коллекторли – ва юқоридаги – кўзли. Уларни орасига кўриш доирасини чегараловчи дифраграмма жойлашган. Кўз линзаси диафраграммага фокусланган.

Микроскопик изланишлар олиб борилганда, тиниқ билан биргаликда ойналаштирилган шлифлар ҳам қўлланилади.

Цемент клинкерини шлифтларини микроскоп тагида кўрганда, у асосан минерал-силикат кристалларидан иборатлигини, уларнинг орасида оралик модда жойлашганини кўрсатади. Оралик модда эса, бу кристалл кўринишдаги алюминатлар, алюмоферитлар ва шишасимон фазалардир.



Расм-29. Портландцемент клинкерини шилифини микротасмаси.



Расм-30. Гидросиликатлар CSH(B) электрон микро тасмаси келтирилган.

Куйдириш шароитининг цемент клинкерини микро тузилишига таъсирини микроскоп ёрдамида ҳам аниқлаш мумкин. Оптимал хароратда хом ашёвий бирикмани куйдирганда расм-29 алит ва белитни аниқ кристалланган микротузилиши берилган. Бу холда кварц заррачалари минимал миқдорда бўлиб, тўйиниш коэффициенти баланд бўлади. Аксинча бўлганда цемент клинкери 30-расм даги микро тузилишга эга.

Асосий цемент минералларни кўриниши батафсил куйидаги жадвалда берилган.

Жадвал-13

Номи	Кимёвий формуласи	Микроскоп остидаги шакли
Уч кальций алюминат	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	Кубсимон
Гидросиликатлар	$\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Юпқа баргсимон, бир-бирлари билан чатишиб кетган кўринишда
Кальций гидроксиди (портландит)	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	Олтибурчакли
эттрингит	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4$	Узунигнасимон

Бетонда цемент тошини тўлдирғич билан таъсирлашув зонасини тадқиқ этиш.

Таъсирлашув зона-бу цемент тоши ва тўлдирғичларни таъсирлашув катлами ва у бетон тузилишини мустақил элементи бўлиб, унинг техник хоссаларини ифода этади.

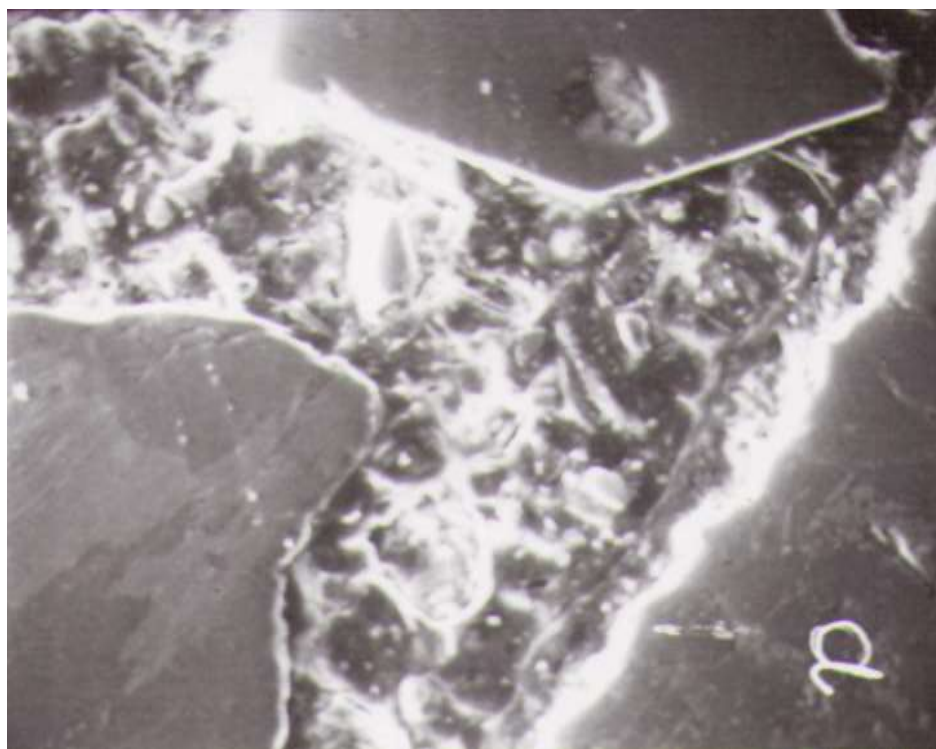
Цемент тоши ва тўлдирғичлар орасида 3 хил боғланиш мавжуд: а) тўлдирғичларни нотекис юзаси ҳисобига механик жипсланиш, б) цемент тоши ва тўлдирғичларни решеткалари ўсиши ҳисобига ионли боғланиш. в)

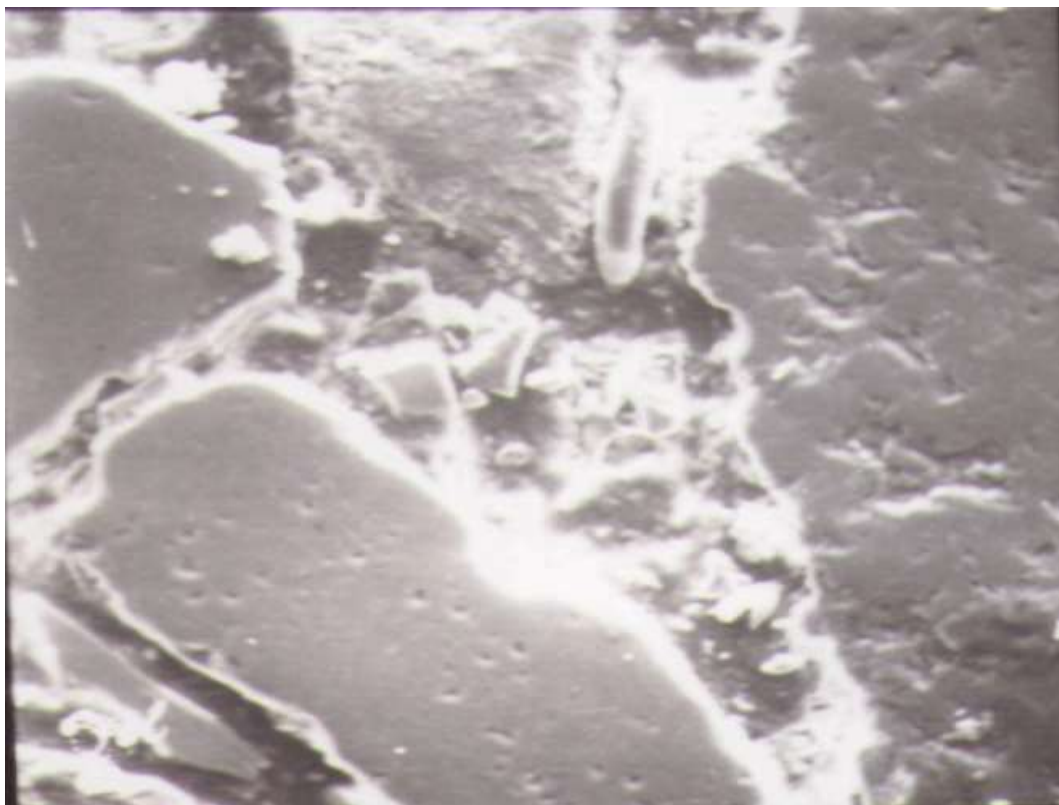
цемент тоши ва тўлдирғичлар чегарасида суяқ фазани борлиги ҳисобига капиляр боғланиш.

Синов ўтказиш учун 28 суткали бетондан ойналаштирилган шлифлар тайёрланади. Таъсирлашув зонасини микрокаттиқлигини ПМТ асбобида аниқланади. Асбоб электрон микроскоп билан таъминланган.

Электрон микроскопни кўрсатиш қобилияти 450 марта кучайтирилган. Асбобнинг зарб берувчи мосламаси олмосдан тайёрланган. Шлиф асбобнинг пастки плитасига қуйилади, тепадан зарб берувчи олмос мослама туширилади. Асбоб ёнида жойлашган микроскоп ёрдамида намунада контакт (таъсирлашув) зонаси топилгач, зарба берилади ва асбоб счетчиги зонани мустаҳкамлигини кг/мм^2 ўлчамда кўрсатади.

Микро тасмаларда (расм-31) оғир бетонни расмлари келтирилган. Буларда йирик тўлдирғич заррачалари кўриняпти, уларда нотўғри, бурчаксимон шаклга эга таъсирлашув (контакт) зоналари релефи тинч, зич чуқурликлар кузатилмайди. Бир хил жойларда ипсимон кристалларни пайдо бўлиши кузатилмоқда, бу эса таъсирлашув зонасида моноалюменат кальций ($\text{CaAlSi}_2\text{O}_3$) кристаллари юзага келганини тахмин қилиши мумкин. Умуман бетон намуналар зич тузилишга эга.





Расм-31. Таъсирлашув зонаси (контакт) фототасмаси

Намуна тайёрлаш

Ўтувчи нурда ўтказиладиган изланишда иммерсион намуналар ёки ингичка тиниқ шлифлар, акс этувчи нурда ойналаштирилган шлифлар тайёрланади. Қаттиқ материалларни агатли, муллитли ёки гил тупроқли хованчада майдалашади.

Имперсион намуна тайёрлаганда 100 гр. моддани чўян хованчада заррачалари 2-3 мм ўлчамда бўлгунча майдалашади ва 0,5 г. миқдорда олиниб, заррачалар ўлчами 75 мкм дан кам бўлгунча агатли хованчада майдаланади. Тоза ойнани марказича 10-20 мг. кукуни жойлаштиради ва майдони 0,3-1,0 см³ бўлган ойна пластинка билан ёпилади. Иккита ойна орасига бир томчи иммерсион суюқлик томизилади ва кукун хўлланади. Боғловчи моддаларни гидратланиш жараёнини ўрганишда имерсион суюқлик ўрнига дистерланган сув ишлатилади.

Микроскопик аниқлашда жуда кам модда керак бўлади, шу муносабат билан синов ўтказиш учун намуна олиш ва тайёрлаш энг муҳим жараёндир.

Ойналаштирилган шлифлар: улар ўлчами $d \sim 2-3$ мм. ли бир парча кўринишда бўлиб, бир томони ойналаштирилган бўлади. Тайёрланган шлиф нейтрал суюқликда ювилади ва ҳавода қуригилади. Унинг таркибида CrO_3 керосин излари бўлмаслиги керак, юзаси силлиқ бўлиши керак.

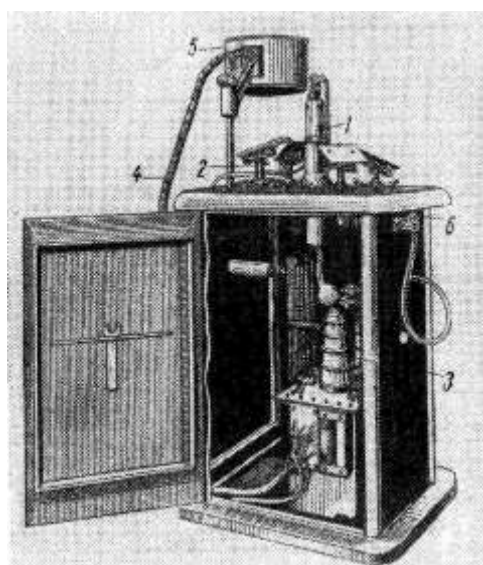
Тиниқ шлифлар: ойналаштирилган шлифни бальзам ёрдамида ойналаштирилган томони билан шишага ёпиштирилади. Шлифни бошқа томонини қалинлиги 0,09 мм бўлгунга текисланади. Биринчи шиша олинади, бальзамни эритади ва шлифни юзасини мато билан артилади.

7.3. Рентген тузилишини аниқлаш усули

Рентген тузилиш аниқлаш моддаларни кристалл решеткасини ҳар хил таъассуротлар таъсирида ўзгаришини ўрганиш усуллари энг ривожланган усуллари деб ҳисобланади. Шунинг учун у, айниқса полиморф

Боғловчи ва бошқа қурилиш моддаларини минералларни тадқиқ этишда, Дебаев усули қўлланилади. Синов ўтқазиш учун намуналар кукун ҳолатда тайёрланади. Материал агатли ёки пўлат ҳавончада тешики 1 см^2 10000 та бўлган элакдан ҳаммаси ўтгунча майдаланади. Майдаланган кукун 0.1-0.2 г миқдорида шиша пластинкага жойлаштирилади ва 1-2 томчи эфир ёки спирт билан ҳўлланади. Қоришма капиляр каналига 7-10 ммгача тўлгунича зичланади. Зичланган кукун капилярдан қалам кўринишда итариб чиқазилади. Олинган намуна 1 соат давомида ҳавода қурилади ва рентген асбобига қуйилиб нур юборилади.

Рентгенографик усуллар ҳар хил материалларни шу жумладан қурилиш моддаларни тузилишининг таркиби, хоссаларини аниқлаш учун фойдаланади. Буни аниқлаш ёрдамида қуйидагиларни аниқлаш мумкин: материалларни минералогик, фазовий, сифатли ва сонли таркиби; кристалл моддаларни ингичка структурасини; паст ва юқори ҳароратда, босимда моддаларни ҳулки; буюмларда ички носозликларни аниқлаш ва хоказо. Рентгенографик аниқлаш учун ишланиладиган асбоблар иккита асосий қисмдан иборат: бирламчи рентген нурларини юзага келтирувчи ва моддадан ўтган рентген нурларини рўйхатга олувчи мосламадан.



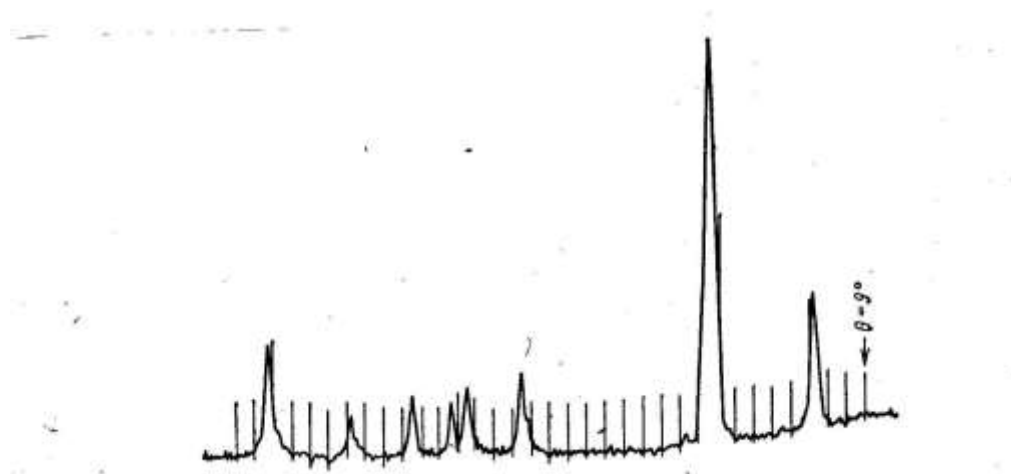
Расм 33. УРС-70 рентген асбоби. 1-рентген трубка, 2-камера учун тиргач, 3-юқори вольтли трансформатор, 4-кабель, 5-узукли кожух, 6-юқори кучланишни ишга туширувчи мослама.

Расмда (33-расм) рентген асбобининг УРС-70 кўрсатилган. Бирламчи нурланишни олиш учун рентген трубкалари қўлланилади. Рентген нурларини рўйхатга олиш учун иккита усул қўлланилади: фотографик ва диффрактометрик.

Рентген асбоблари генератордан, кучлантириш, стабилизатордан, трубкадан, кучланишни ўлчайдиган ва бошқарадиган блоклардан иборат. ДРОН-1 (ДРОН-1,5) – рентген диффрактометрик, поликристалл, монокристалл материалларини тузилишини, фазовий аниқлаш учун ишлатилади.

УРС- 50 ИМ поликристалл, монокристалл моддаларни тузилишини, фазовий ва бошқа турдаги аниқликларда ишлатилади. УРС-70 асбоб энг кенг қўлланиладиган асбобдир.

Рентген камералар ёрдамида бирламчи рентген нурларини аниқловчи моддани атомлари билан таъсирлашувида юзага келадиган дифракцион суръатни фототасмага рўйхатга олинади (34-расм) оддий рентгенограммани умумий кўриниши келтирилган.



Расм 34. Кварц рентгенограммаси.

Рентгенограммани ўқиш акс этувчи бурчакни ва юза аро масофа d ни аниқлашдан ва уларни нисбий тезлигини баҳолашдан иборат. Акс этувчи бурчак θ ни аниқлашда фототасмадан фойдаланилади. Иккита симметрик чизмалар ўртасидаги масофа ўлчанади. Дифрактометрик расмга олишда θ бурчагини диаграмма тасмада автоматик қолдирилган излар орқали ҳисоблашади. Бунинг учун иккита қўшни репер белгилаш орасидаги масофа ўлчанади ва 1 мм диаграмма тасма қанча бурчак дақиқасига, сонияга тўғри келиши текширилади. Сўнг ҳар бир баландликни (пикани) максимумдан яқин репер белгигача масофа ўлчанади, бу сонни диаграмма тасмани бўлинишига (цена деления) кўпайтирилади. Агарда, масофа пикдан олинган белгигача ўлчанса, унда олинган моҳиятни кўрсатилган репер белгини градус сонига кўшилади, масофа пикадан кейинги белгигача уланса, унда градус сони айрилади ва берилган пикага мос келувчи θ бурчагини ҳисоблашади. Ҳар бир пикага топилган θ ва тўлқинни маълум узунлиги λ бўйича юзалар аро масофа d ни аниқлашади, жадваллар ёрдамида ёки Вульф – Брегг формуласи бўйича:

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

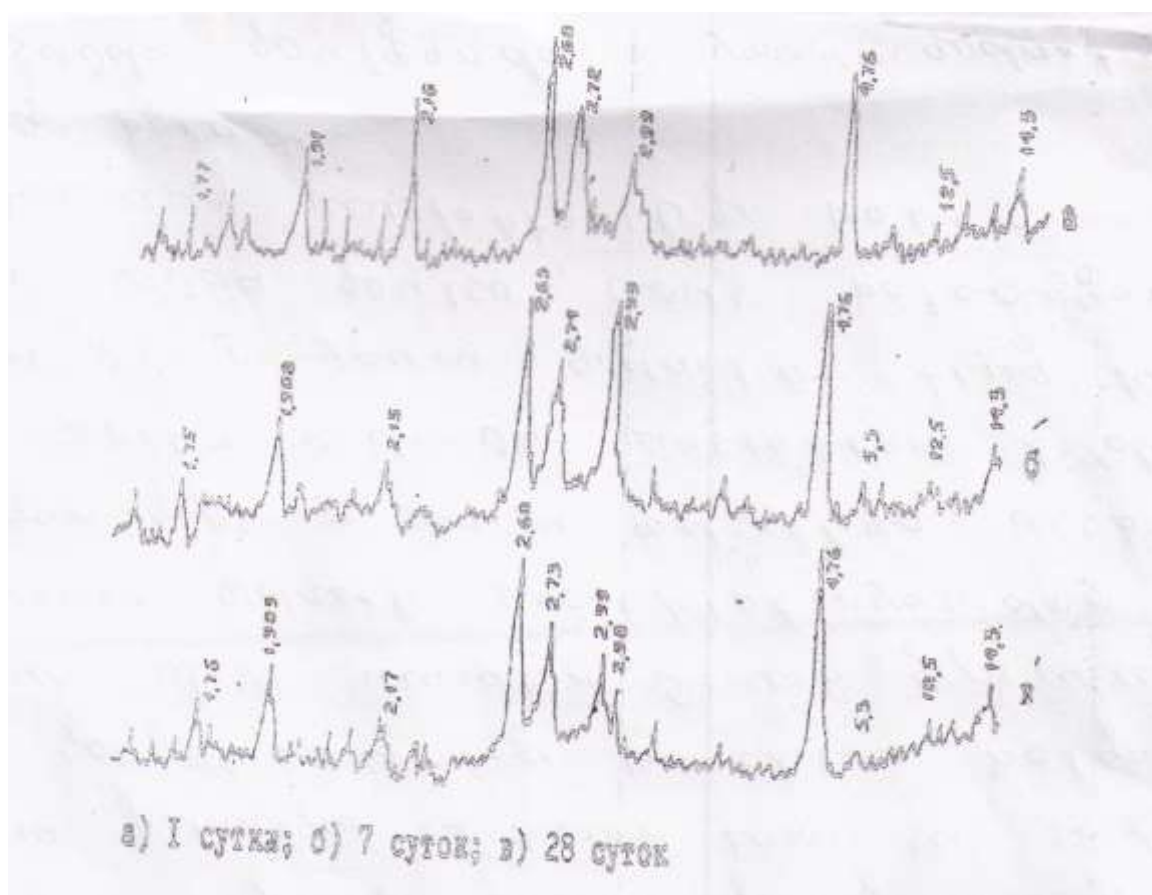
d – иккита қўшни паралель аро масофа;

θ - паралель нурлар ва акс этувчи юзалар йўналиши орасидаги бурчак;

λ - рентген нурларини тўлқинини узунлиги;

n - бутун сон: 1,2,3.... n – акс этиш тартиби.

Мисол учун расмда цемент рентгенограммаси келтирилган. Намуналар цемент тошини 1 сутка 7 сутка, 28 суткаларда қотиш муддатларида тайёрланган. Рентгенограммаларда 1 суткада цемент гидротланишида ҳар хил таркибли гидромаҳсулотлар ва кўп миқдорда Ca(OH)_2 ҳосил бўлгани кузатилади, 7 ва 28 суткада уларни сони кўпайиб борганлиги аниқланди.



Расм-35. Портландцемент рентгенограммасы.

Рентген тузилиш усули билан цемент ва гидромахсулотларни аниқлаш учун улар тўғрисида аниқ маълумотга эга бўлиши керак.

Жадвал-14

C ₃ S		C ₂ S		C ₃ A		C ₄ AF	
d	интенсивлиги	d	Интенсивлиги	d	Интенсивлиги	d	Интенсивлиги
3.020	Кучли	2.810	Жуда кучли	4.070	Ўрта	2.770	Кучли
2.940	Кучсиз	2.700	Жуда кучли	3.320	Кучсиз	2.630	Жуда кучли
2.770	Жуда кучли	2.218	Ўрта	3.030	Кучсиз	2.540	Жуда

2.730	Жуда кучсиз	1.945	Кучли	2.830	Ўрта кучсиз	2.430	Жуда кучсиз
2.600	Кучли	1.749	Кучсиз	2.770	Ўрта кучсиз	2.190	Ўрта
2.435	Ж к	1.579	У	2.690	Жк	2.150	Кучли
2.320	У	1.599	У	2.570	Жк	2.030	К
2.178	К	1.470	У	2.460	Жк	1.921	Жк
1.975	У	1.350	У	240	к	1.853	У
1.932	К	1.217	У	2.375	к	1.880	К
1.825	К	1.164	у	2.270	к	1.728	У
1.762	К			2.200	к	1.572	К
1.627	К			2.135	жк	1.532	к
1.487	к			2.085	кучсиз		

Кальций гидросиликатлар ва $\text{Ca}(\text{OH})_2$ масофаро масофаси D ва чизиқлар интенсивлиги l жадвалда берилган.

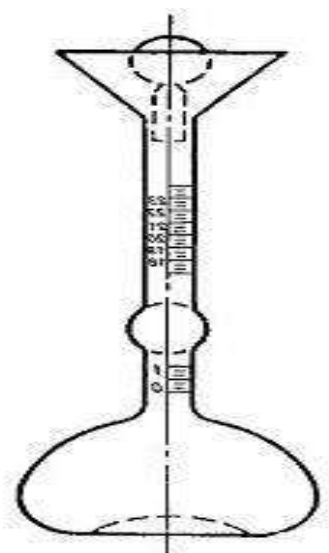
Жадвал-15

$\text{Ca}(\text{OH})_2$		CSH		C_2SH		C_3AH_6	
d	l	d	l	d	l	d	l
3.110	ў	6.130	кучсиз	4.830	кучсиз	5.130	к
2620	Жк	4.520	кучсиз	4.260	ўрта	4.450	к
1.930	К	4.240	кучсиз	3.550	кучсиз	3.360	к
1.795	Жк	3.800	Жуда кучсиз	3.380	кучсиз	3.140	к
1.685	Ў	3.580	кучсиз	3.280	кучсиз	2.814	Жуда кучли
1.555	К	3.210	Ўрта	3.050	к	2.680	Жуда кучсиз

1.480	Ў	3.010	Жк	2.930	Жк	2.570	ў
1.455	Ў	2.780	Ў	2.420	Жуда кучсиз	2.470	Жк
1.312	Ў	2.500	ў	2.400	кучсиз	2.300	Жк
1.175	Жкучсиз	2.230	К	2.240	кучсиз	2.040	жк
1.144	Ў	2.016	Жк	2.070	кучсиз	1.990	Жуда кучсиз
1.128	Кучсиз	2.013	кучсиз	1.963	Ў	1.815	кучсиз
1.061	Ў	1.893	кучли	1.875	Ў	1.742	кучсиз
1.038	Кучсиз	1.868	кучсиз	1.819	Ў	1.710	кучсиз
1.003	Кучсиз	1.808	кучсиз	1.637	кучсиз	1.679	кучли

И Л О В А

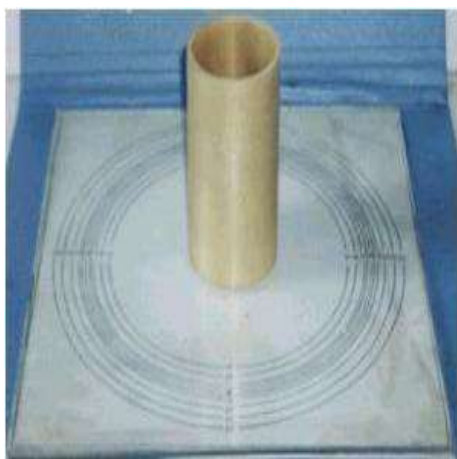
Цемент ва қурилиш материалларини аниқлаш учун Ле-Шателье асбоби.



Расм 1

Техник хусусиятлари: кукунсимон моддаларни (цемент, қум, минерал кукун) ГОСТ-8269-87 бўйича зичлигини аниқлаш учун мўлжалланган.

Суттарда вискозиметри гипс хамирини нормал қуюқлигини аниқлаш учун.



Расм 2

Гипс хамирини стандарт қуюқлигини аниқлаш учун мўлжалланган (ГОСТ 23789-79).

Техник хусусиятлари

Жадвал 1

Хусусият номи	Ўлчаш бирлиги	Хусусият моҳияти
Цилиндрни ички диаметри	мм	50 ± 01
Цилиндрни баландлиги	мм	100 ± 01
Ойна диаметри	мм	240 дан кўп

Бетонни ҳажмий оғирлигини аниқлаш учун идишлар.



Марка 5.2302 - 5.2311 – 5.2312

расм 3

Техник характеристикаси

Зичланмаган янги қориштирилган бетон қоришманинг ҳажмий массасини аниқлаш учун.

Жадвал 2

Марка	Ўлчов бирлиги
5.2302	Ҳажм 1 л.
5.2310	Ҳажми 2 л.
5.2311	Ҳажми 3 л.
5.2312	Ҳажми 5 л.

Охакни сув билан таъсирлашув активлигини аниқлаш учун асбоб.



Дьюар асбоби (1000 мл диаметри 77 мм) стакандан, термометр учун тешикли пластикдан ишланган қопқоғдан, аралаштириш учун моторли штативдан (300 ± 50 айл/мин), лопасти айлантиргичдан ($d = 60$ мм), ўлчами 0 дан 100^0 гача термометрдан иборат.

расм 4

Призмали қолиплар.



Бу қолиплар қоришма бетондан намуналар тайёрлаш учун ва уларни физик-техник хусусиятларини аниқлаш учун мўлжалланган.

Расм 5

Бетон учун қолиплар. Марка 2ФК-100.



Расм 6

Балка учун қолиплар. Марка 3ФБ-20п.



Техник хусусияти

ГОСТ 310-60 б. Бўйича цементни сифатини хусусиятларини мустахкамлигини аниқлаш учун намуналар тайёрлашга мўлжалланган.

Расм 7

Цемент активлигини ўлчовчи.



Расм 8

Цемент активлигини тезкор аниқлаш учун мўлжалланган (ГОСТ 10178-85).

ИАП-2 цемент активлигини параметрларини ўлчовчи. Бу асбоб завод илмий тадқиқот лабораторияларида минерал боғловчи моддаларни хоссаларини экспресс тадқиқот ўтказишда қўлланади.

Техник характеристикалари. Портланд цемент активлигини ўлчаш ишчи диапазони 16-70 Мпа. Тадқиқот қилинадиган муҳит харорати $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

Атроф муҳит параметри:

- харорат 5 дан 35°C ;
- нисбий намлик 30 дан 80% гача;
- босим 84 дан 106,7 кПа;

Электр озиқлантириш:

- автоном 9В батарея “Крона”;
- ишлатиладиган қувват 0,05 мВт кўп эмас.

Асосий келтирилган хатолик 5% дан кўп эмас.

Габарит ўлчамлар мм:

- 150x60x30., масса оғирлиги 0,25 кг дан кўп эмас.

Симобли ғовак ўлчовчи



Auto Pore IV (Автопор) мезо ва макроғовакларни (ўлчаш диапазони 0,003 дан 360 мм) хусусиятларини ўлчаш учун автоматлаштирилган симобли ғовак ўлчовчилар. Бу усул ғовакларни ўлчами бўйича жойлашишини умумий ҳажмини, ғовакларни умумий юзасини, уларни ўртача диаметрини сочма ва ҳақиқий зичлигини аниқлашни имконини беради.

Auto Pore ғовак ўлчовчиларни моделлари. Босим максимуми 33000 фунт/кв дюйм, нисбий (228 мПа), ғоваклар диаметри 006 дан 360 мкм гача. Autopore 9505 4 портдан паст босимли ва иккита юқори босимли портдан иборат. Autopore 9500:

Расм 9

паст босимли 2 портдан ва 1 порт юқори босимдан иборат. Босим максимуми 60000 фунт/дюйм нисбий (414 мПа), ғоваклар диаметри 0,003 дан 360 мкм гача. Бу асбоб кўп мисолли дастур билан таъминланган ва компьютер ёрдамида асбобни ҳамма натижаларини бошқаради.

Бетонни сув ўтказмаслигини ва филтрлашни баҳолаш учун асбоб (хўл доғ усули ГОСТ-12730,5 бўйича расм 11).



Ушбу намуналарни “хўл доғ” ва филтрлаш коэффициенти ГОСТ – 12730,5 84 усули билан сув ўтказмаслигини синаш учун мўлжалланган. Ускуна ҳаво ҳарорати + 5°C+45°C намлиги 80% гача,

атмосфера босими 84 дан – 106,7 КПа ча бўлган ёпиқ хоналарда ишлаш учун мўлжалланган.

Жадвал 3

Хусусияти номи	Ўлчаш бирлиги	Моҳияти
Габарит ўлчами		-
Узунлиги	мм	620
Эни	мм	1030
Баландлиги	мм	940
Асбоб массаси	кг	140
Ишлаш босими	Мпа	0-1,6
Сув билан таъминлаш		140 оборот
Ўрнатилган қувват	кВт	1,6
Озиқий кучланиш	Гц/В	50/220
Бирданига жойланадиган намуналар сони	шт	6

Қурилиш материалларини совуққа чидамлигини аниқлаш учун камера.



Бу асбоб ёрдамида натижалар ниҳоятда аниқ олинади ва музлатиш эритиш цикллари кўп марта қайтарилиши мумкин. Синов учун тайёрланган намуналар эритилган туз муҳитга решётка устига ўрнатилади.

Расм 12

Цемент активлигини аниқлаш учун контрактометр ГОСТ 10060.4

Контрактометр ВМ-7.7 портландцемент ва шлакопортландцементни активлигини тезкор назорат қилиш учун мўлжалланган.

Жадвал 4



Техник характеристикалар	
Юкланиш хажми, см ³	850
Қисқаришни ўлчаш чегараси см ³	7
Қисқаришни ўлчаш чегарасини хатоси см ³	0,2
Шкаланинг бўлиниши, мл/с	0,95
Ўлчамлари, мм	135x135x275
Масса, кг дан кўп эмас	4

Расм 13

Гипс учун Вика асбоби. Марка 1.0305

Гипсни нормал қуюқлиги ва тутиб қолиш муддатларини аниқлаш учун мўлжалланган.



расм 14

Автоматик Вика (Testing) асбоби

Автоматик Вика асбоби DIN 1164, EN 196, ASTM C 187. Игна комплекти Плунжер, шиша пластинка ва қолипдан иборат.



расм 15

Ўлчаш учун металл идишлар 5,10,20,50 литрли. Марка: КП-601.4



расм 16

Ўлчаш учун метал идишлар 1,2,5,10 литрли. Марка МП



расм 17

ТЕСТИНГ қоришма арилиштиргич (лабораторияда). Марка 1.0205

Бу асбоб қум берувчи автоматик дастур бошқарувчи билан таъминланган.



расм 18

Цементнинг қиқаришини (хажмий деформациялар) ўлчовчи. МИ 2486-98, МИ 2487-98



расм 19

жадвал 6

Цементни қисқаришни ўлчаш диапазони, мл	0-20,0
Активлиғни ўлчаш диапазони, МПа	10-100
Қисқаришни ўлчаш ҳатолиғи, мл	0.001
Активликни ўлчаш ҳатолиғи, МПа	01
Электрон блокнинг ўлчами мм	150x70x27
Ўлчаш камерасининг ўлчами мм	105x125x210
Электрон блокнинг массаси кг	0.14
Ўлчаш камерасининг массаси кг	2.5
Компьютер билан боғланиш	USB-2.0

Автомат ускуна “айлана ва шар”ни текшируви учун



расм 20

Техник характеристикаси.

Бу асбоб қуйидагилардан иборат:

- юмшатиш ҳароратини регулятори
- ҳарорат ўлчовчи датчик
- магнит аралаштиргич
- иккита халқа, иккита диаметри 9.5 мм ли зўлдир
- шиша идиш ҳажми 600 мл

Универсал буғлатиш камераси.(Ҳарорат бошқарувчиси 24 кубик ўлчами 10x10x10 см)

Марка КУП-1



Расм 21

Техник ҳарактеристикалари.

Бетон намуналарини иссиқлик ишловини ўтказиш учун мўлжалланган.

Камера 3 режимда ишлайди.

Жадвал 7

Характеристика номи	Ўлчаш бирлиги	Характеристика моҳияти
Намуналар 1 дан синаладиган максимал сони		-
Бир қатлам юкланиш		22-15
Икки қатлам юкланиш		44-30
Муҳитнинг ишчи харорати	°C	18-100
Хароратни бошқариш аниқлиги	°C	+2
Озиқлантириш кучланиши	В	220/380
Ўрнатилган қувват	кВт	4
Иш режими		бетўхтов
Камера массаси	кг	70
Габарит ўлчовлар	мм	
Узунлиги		1180
Кенглиги		710
Баландлиги		640

Термометр. Марка ТЕМП – 3.12



расм 22

Термометр ТЕМП-3.12 (ТЕМП 3.12, ТЕМП3.12, ТЕМП-3.1, ТЕМП 3.1).

Хароратни ўлчаш диапазонлари 50,200,600,800°C.

Асбобнинг хатолиги +05% дан 1% гача.

Массаси 0,15 кг дан 0,25 кг гача.

Электрон нусхаловчи микроскоп.

Микро қаттиқ ўлчовчи НМV-2. Бу асбоблар қурилиш материалларини



ва металл намуналарини қаттиқлигини аниқлаш учун мўлжалланган ва унинг ёрдамида қуйидагиларни амалга ошириш мумкин:

- юкланишни автоматик механизм ёрдамида қайта ишлатиш;
- ўлчанишни юқори аниқлиги;
- суюқ кристал дисплей ёрдамида синов шартини ва акс этувчи натижаларини ўрнатилиши;
- фото ва видео камералари билан

Расм 23

таъмирлаш имконияти;

- принтерга уланиш;
- микро қаттиқлигини тўлиқ автоматлаштириш.

Feutron фирмасининг иқлим камераси.



расм 24

- ёмғирда 10...80°C;

Ишлатилиши: ультрафиолет нури ёрдамида суьний қуёш нури ва ёмғирни ташкил этади.

Техник белгилари:

- фойдали ҳажми 280 дм³;
- харорат тарқалиш майдони:
- қуёш нурида 20...100°C;

- намлик майдони қуёш нурида 10...80%.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Лещинский М.Ю. Испытание бетона. Справочное пособие – М.: Стройиздат, 1980 г.
2. Т.Ф.Коновалов, Н.П.Штейерт и др. Физико-механические и физико-химические исследования цемента. Ленинград 1970.
3. Неразрушающие методы испытания бетона. Москва, Стройиздан – 1985 г.
4. К.Н.Попов., И.К.Шмурнов Физико-механические испытания строительных материалов. Москва «Высшая школа» 1989 г.
5. В.С.Торопов Термография строительных материалов. М.: Стройиздат 1968 г.
6. Л.И.Миркин Рентгеноструктурный анализ. Справочное руководство. М.: Наука 1976 г.
7. З.М.Ларионова, Б.Н.Виноградов Петрография цементов и бетонов М.: Стройиздат 1974 г.
8. Интернет.