

Ғ.Ш. ШУКУРОВ, С.М. БОБОЕВ

АРХИТЕКТУРА ФИЗИКАСИ

**I қисм
Қурилиш иссиқлик физикаси**

Тошкент - «МЕHNAT» - 2005

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

Ғ.Ш.ШУКУРОВ, С.М.БОБОЕВ

АРХИТЕКТУРА ФИЗИКАСИ

I қисм

Қурилиш иссиқлик физикаси

*Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим
вазирлиги томонидан архитектура-қурилиш мутахассислиги
талабалари учун дарслик сифатида
тавсия этилган*

Мазкур дарсликда бино ва иншоотлар ҳамда уларнинг ташқи тўсиқ конструкцияларини иссиқлик-физик жиҳатдан лойиҳалашнинг назарий асослари ёритилган. Биноларда меъёрий микроиклим яратишнинг назарий услублари баён этилган.

Ташқи тўсиқ конструкциялар иссиқлик-физик ва намлик ҳолатининг муҳандислик ҳисоблари, жумладан, иссиқлик ва ҳаво ўтказувчанлик қаршилиги, иссиқлик устуворлиги, ҳаво ўтказувчанлик ҳамда иссиқлик-физик хусусиятлари ёритилган.

Дарсликда мисоллар, амалий ҳисоблар ва лойиҳалашда зарур бўлган маълумотлар иловада берилган.

Тақризчилар: **Т.Ш.ШИРИНҚУЛОВ** — Ўзбекистон Фанлар академиясининг ҳақиқий аъзоси, академик;

А.С. ЎРОЛОВ — Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институти “Меъморчилик асослари” кафедраси мудири, архитектура фанлари доктори, профессор;

Р.А.ҚЎЧҚОРОВ — Тошкент давлат архитектура-қурилиш институти “Бино ва иншоотлар” кафедраси мудири, “Саноат ва фуқаро қурилиши” факультети декани, техника фанлари номзоди, доцент.

© «ЎАЖБНТ» Маркази, 2005

© «МЕННАТ» нашриёти, 2005

К И Р И Ш

Мустақил Ўзбекистон Республикасининг келажакда ривожланиб, тараққий этган давлатлар қаторига қўшилишида замонавий фуқаро, саноат ва қишлоқ хўжалик бинолари қурилиши муҳим ўрин эгаллайди.

Ўзбекистоннинг буюк истиқболини рўёбга чиқаришда мамлакатимиз олимлари, қурувчилари ва меъморлари олдида масъулиятли вазифалар турибди. Инсонлар яшаш эҳтиёжларига жавоб берадиган илғор биноларни лойиҳалаш ва қуриш, замонавий технология ва ишлаб чиқариш талабларига мувофиқ келадиган саноат биноларини барпо этиш, давр талабига мос қишлоқ хўжалик бинолари ҳамда қишлоқ хўжалик маҳсулотларини сақлайдиган ва қайта ишлайдиган иншоотлар қуриб ишга тушириш шулар жумласидандир.

Маълумки, “Архитектура физикаси” фани бир-бири билан узвий боғланган уч қисмдан иборат:

1. “Қурилиш иссиқлик физикаси”.
2. “Архитектурада ёруғлик техникаси”.
3. “Архитектура акустикаси”.

Ушбу дарсликда бино ва иншоотлар ҳамда уларнинг ташқи тўсиқ конструкцияларини ҳар қандай иқлим минтақаларида лойиҳалашнинг иссиқлик-физик жиҳатдан назарий асослари баён қилинган. Бундан ташқари, тўсиқ конструкциялар иссиқлик-физик ва намлик ҳолатининг муҳандислик ҳисоблари, жумладан, ҳаво ва иссиқлик ўтказувчанлик қаршилиги ҳамда иссиқлик устуворлик ҳисоблари келтирилган.

Бинолар ва уларнинг ташқи тўсиқ конструкцияларини лойиҳалашда мўтадил иссиқлик-физик ва намлик ҳолатини таъминлаш мақсадида муҳандислик ҳисоблари амалга оширилади.

Лойиҳалаш ишларини бажаришда қурилиш иссиқлик физикаси муҳим аҳамиятга эга бўлиб, ташқи тўсиқ конструкциялардан иссиқлик, ҳаво ўтиши, конструкцияларнинг иссиқлик устуворлиги ва намлик ҳолатини ўрганади.

Қурилиш иссиқлик физикасидан олинган билимлар ташқи тўсиқ конструкциялар учун оқилона қурилиш материалларини

танлаб олишда катта роль ўйнайди. Айниқса, самарали ташқи тўсиқ конструкцияларни ишлаб чиқаришда, саноат чиқиндиларидан фойдаланиб, янги қурилиш материалларини яратишда ва енгил бетонларнинг қурилишда кенг қўлланилишида жуда муҳимдир. Бино ташқи тўсиқ конструкцияларининг иссиқлик-физик хусусиятларига қуйидагилар боғлиқдир: 1) қиш фаслида биноларни иситишга сарф бўладиган иссиқлик миқдори; 2) музлаткичларда ёз фаслида сарф бўладиган “совуқ” миқдори; 3) бино хоналарида ҳаво ҳароратининг доимийлиги; 4) ёз фаслида бинонинг қуёш радиациясига ва юқори ҳарорат таъсирига устуворлиги; 5) ташқи тўсиқ конструкциялар сиртларида ва ички қатламларида конденсат намлик пайдо бўлиш хавфининг олдини олиш чоралари; 6) ташқи тўсиқ конструкцияларнинг намлик ҳолати ва унинг иссиқлик-физик хусусиятларига таъсири.

Бинолар ва ташқи тўсиқ конструкцияларни лойиҳалашнинг иссиқлик-физик асосларини яратишда ва ривожлантиришда В.А. Мачинский, О.Е. Власов, В.М. Ильинский, К.Ф. Фокин, Ф.В. Ушков ва бошқа олимларнинг хизмати жуда каттадир.

Бу соҳада 1925 йилда профессор В.А. Мачинский томонидан ёзилган “Теплотехнические основы гражданского строительства” китоби иссиқлик физикасидан биринчи илмий иш ҳисобланади.

В.Н. Богословский, А.У. Франчук каби олимлар ташқи тўсиқ конструкцияларнинг иссиқлик устуворлиги ва намлик ҳолати, бино хоналари ичидаги ҳаво ҳарорати тебранишини аниқлашнинг амалий ҳисоблаш услублари, конструкцияда ҳарорат майдонларини ҳисоблаш, ташқи тўсиқ конструкцияларнинг ҳаво ва нам ўтказувчанлигини аниқлаш услублари ҳақида бой илмий мерос қолдирдилар.

Профессор В.М. Ильинскийнинг ташқи тўсиқ конструкцияларни лойиҳалашнинг иссиқлик-физик асослари ва иқлимшунослик ҳақидаги илмий ишлари диққатта сазовордир.

Ушбу дарслик, юқорида қайд этиб ўтилган олимлар илмий меросидан фойдаланилган ҳолда, техника фанлари доктори, профессор С.М. Бобоев ва техника фанлари номзоди, доцент Ғ.Ш. Шукуров томонидан архитектура физикаси соҳасида тўлланган илмий-назарий иш натижалари ва Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институтида “Архитектура”, “Архитектура физикаси” фанларини ўқитишдаги кўп йиллик тажрибалари асосида ёзилган.

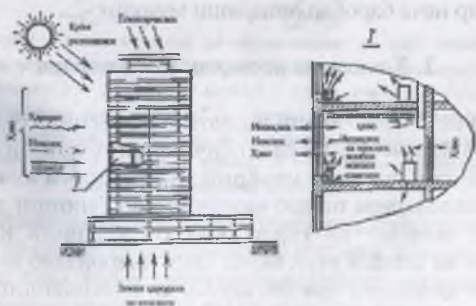
I БЎЛИМ **ҚУРИЛИШ ИҚЛИМШУНОСЛИГИ ВА БИНОЛАР** **ТАШҚИ ТЎСИҚ КОНСТРУКЦИЯЛАРИДАН** **ИССИҚЛИК ҲАВОСИ**

I боб. БИНО ХОНАЛАРИДА ИССИҚЛИК **АЛМАШИНИШИ**

1. Биноларнинг иссиқлик ҳолати

Бино хоналарида иссиқлик муҳитини аниқловчи барча кўрсаткич ва жараёнлар биноларнинг иссиқлик ҳолати дейилади.

Бино хоналарини ташқи муҳитдан ажратиб турувчи тўсиқ конструкциялар хоналарда зарурий микроиқлим яратиш учун имконият яратади. Ташқи тўсиқ конструкциялар бино хоналарини бевосита атмосфера таъсиридан ҳимоя қилса, махсус кондициялаш тизимлари мажмуаси ички муҳит кўрсаткичларини маълум талаб этилган даражада ушлаб туради (1.1-расм).



1.1-расм. Бино хоналарининг иссиқлик, ҳаво ва намлик ҳолатига бўлган турли таъсирлар.

Бино хоналарида зарурий талаб этилган микроиқлим ҳосил қиливчи барча муҳандислик ускуна ва қурилмалар мажмуаси (тўсиқ конструкциялар, қуёш тўсиқчилар, конструктив-режавий ечим, иситиш тизимлари, совитиш, шамоллатиш ва ҳавони кондициялаштириш) микроиқлимни кондициялаштириш тизими дейилади (МКТ).

Ички ва ташқи ҳаво ҳароратлари фарқидан, қуёш радиацияси ва шамол таъсиридан ташқи тўсиқ орқали бино хоналари қишда иссиқлик йўқотади, ёз фаслида эса исийди.

Гравитацион кучлар, шамол таъсири, ички ва ташқи ҳаво ҳароратларининг фарқи босим фарқини вужудга келтириб, натижада тўсиқ конструкциялардан, уларнинг чокларидан, ғовакли материаллардан ҳаво фильтрацияси ва хоналар оралигида ҳаво ҳаракати кузатилади. Атмосферадаги ёғингарчиликлар, хоналардаги намлик, ички ва ташқи ҳаво намлигининг фарқи тўсиқ конструкцияда намлик ҳаракатини вужудга келтириш билан биргаликда конструкция қурилиш материалининг намлигини оширади, натижада унинг иссиқлик-физик хусусиятларини пасайтириб, ҳатто девор ва том конструкцияларининг узоқ муддатга хизмат қилиш даражасини кескин пасайтириши мумкин.

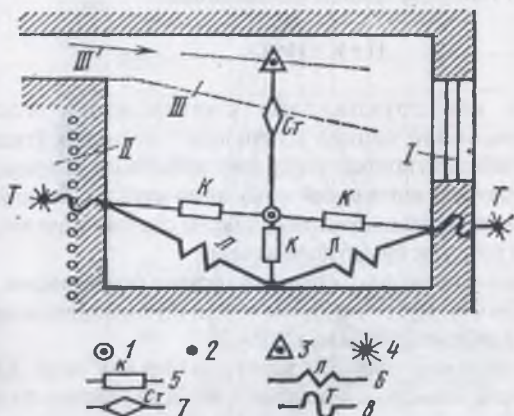
Бино хоналарида меъёрий микроиқлим муҳитини ҳосил қилишда барча ташқи, ички ва бошқа жараёнлар таъсирини бир-бирига узвий боғлиқ ҳолда кўриш лозим. Масалан, ҳаво фильтрацияси билан биргаликда тўсиқ конструкция намлигининг ошиши бино хоналаридаги иссиқлик сарфини қишда бир неча баробар ошириши мумкин.

2. Хоналарда иссиқлик алмашиниши

Бино ва иншоотларни ишлатиш жараёнида ёки уларни лойиҳалашда асосий кўрсаткичлардан бири бино хоналарида инсонлар учун меъёрий микроиқлим яратишдир. Саноат биноларида ишлаб чиқариш жараёнининг тўхтовсиз бориши, жамоат ва турар жой биноларида инсонлар фаолияти ва яшаши учун барча шарт-шароитлар ва меъёрий иссиқлик ҳолатини яратиш шулар жумласидандир. Бундан ташқари, бино конструкциялари ва бинодаги асбоб-ускуна ҳамда жиҳозларнинг ҳолати, сифати ва узоқ муддатга чидамлилиги ҳам бино хоналари иссиқлик ҳолатига боғлиқдир.

Бино хоналарининг иссиқлик ҳолати бир қанча кўрсаткичларнинг биргаликдаги таъсири натижасида аниқланади. Бу кўрсаткичларнинг асосийларига қуйидагилар ки­ради: ҳарорат, хонадаги ҳаво намлиги ва унинг ҳаракати, босим таъсиридан ҳаво оқими, хона тарҳи ва баландлиги бўйича ҳаво кўрсаткичларининг тақсимланиши, тўсиқ конструкцияларнинг ҳарорати ва геометриясига боғлиқ ҳолда ички сиртларнинг радиацион нурланиши.

Меъёрий микроиклим шароитини яратиш ва унинг динамикаси ҳамда унга таъсир услубларини ўрганиш учун хоналарда иссиқлик алмашилиниш қонуниятларини билиш лозим.



1.2-расм. Хонада иссиқлик алмашилинишнинг умумий схемаси:

1 — хона ҳажмидаги ҳаво; 2 — ички сиртлар; 3 — ҳаво оқими; 4 — ташқи муҳит; 5 — конвектив иссиқлик алмашилиниши; 6 — нурланиш ёрдамида иссиқлик алмашилиниши; 7 — кичик оқим (шаррача) таъсирида иссиқлик алмашилиниши; 8 — иссиқлик ўтказувчанлик йўли билан иссиқлик алмашилиниши; I — ташқи тўсиқ; II — иситиш тизимлари; III — неизотермик ҳаво оқими.

Юқоридаги расмдан кўриниб турибдики, хонадаги иссиқлик алмашилинишида бир қатор элементлар иштирок этмоқда. Бу хона ҳажмидаги ҳаво, тўсиқ конструкцияларнинг ички сиртлари, ҳаво оқимининг ҳажми, ташқи муҳитлар (ташқи ҳаво, иситиш-совитиш асбоб тизимларидаги “иссиқ-совуқ” ташувчи)дир. Юқорида санаб ўтилган элементлар ўртасида конвектив (К) иссиқлик алмашилиниши юз беради. Бу турдаги иссиқлик

алмашилиши ҳаво билан тўсиқ конструкциялар ва иситиш тизимлари сиртлари ўртасида юз беради. Нурланиш (Н) ёрдамида иссиқлик алмашилиши алоҳида сиртлар ўртасида юз беради. Ташқи тўсиқ конструкциянинг ички сирти иссиқлик ўтказувчанлик (И) йўли билан конструкция қалинлиги орқали ташқи ҳавога иссиқлик ўтказида.

Хонадаги меъёрий иссиқлик ҳолатини шакллантирувчи мураккаб жараённинг асосий кўрсаткичларидан бири сиртлардаги иссиқлик алмашилиши ҳисобланади. Хонанинг ихтиёрий сиртидаги иссиқлик тенглиги ўзгармас ва ўзгарувчан шароит учун энергиянинг сақланиш қонуниятига асосан қуйидаги тенглама орқали ифодаланади:

$$H + K + I = 0. \quad (1.1)$$

Хона конструкциялари сиртларидаги иссиқлик алмашилишининг ташкил этувчилари — иссиқлик ўтказувчанлик, нурланиш ва конвективлар вақт мобайнида ўзгариши ҳамда ҳар хил ишора ва катталиқка эга бўлиши мумкин, аммо ўзгармас ва ўзгарувчан муҳит шароитларида барча сиртлар учун юқоридаги тенглама ўзгармас бўлиб қолаверади.

Қўшимча иссиқлик ажратиб чиқарувчи ёки иссиқлик ютувчи сиртлар бундан мустасно ҳисобланади (сувнинг буғланиши ёки сув буғи конденсацияси ва ҳоказо).

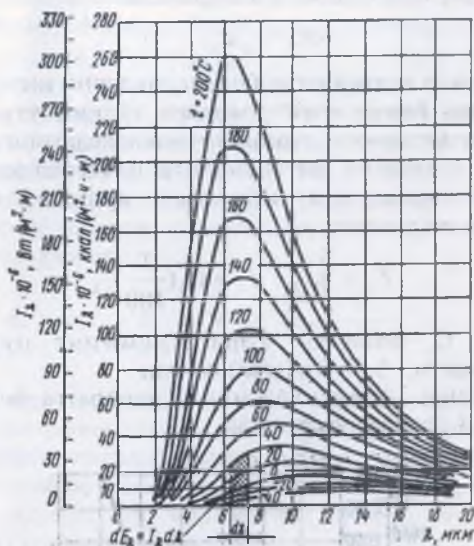
Хонадаги сиртларнинг ҳарорати бир хил эмас. Кўпинча ташқи тўсиқ конструкцияларнинг ички ва иситиш тизимлари сиртларининг ҳарорати қиш ва ёзда ички деворлар сиртларига нисбатан илиқ ёки совуқ бўлади. Ички девор сиртларининг ҳарорати эса ички ҳаво ҳароратига яқин бўлади. Сиртлар ўртасида иссиқлик алмашилиши иссиқлик нурланиши орқали бўлиб, физиканинг умумий қонуниятларига бўйсунди. Уни муҳандислик ҳисобларида қўллаш мураккабдир. Масалани соддалаштириб ва етарли аниқликка эга бўлган услубда муҳандислик ҳисобларини бажариш учун хоналарда иссиқлик нурланиши орқали иссиқлик алмашилиши ва сиртлар нурланишининг хусусий ҳоллари кўрилади.

3. Хона сиртларининг иссиқлик нурланиш хусусиятлари

Хоналарнинг барча сиртлари иссиқликнинг нурланиш манбаи ҳисобланади. Иситилган сиртлардан узатилаётган иссиқлик

нурлари электромагнит тўлқинлар каби бўлиб, табиатан кўринувчи нур ва радиотўлқинларга ўхшашдир. Электромагнит тебранишлар тўлқин узунликлари бўйича бир-биридан фарқ қилади. Тўлқин узунлиги метрда (м), микрометрда (мкм) ёки ангстремда (Å) ўлчанади. Бунда $1\text{м}=10^6\text{мкм}=10^{10}\text{Å}$.

Абсолют қора жисм сирти спектрал нурланиш интенсивлигининг тўлқин узунлигига боғлиқлиги қуйидаги расмда кўрсатилган:



1.3-расм. Абсолют қора жисм сирти спектрал нурланиш интенсивлигининг турли ҳароратларда тўлқин узунлигига боғлиқлиги.

Хоналарда етарли паст ҳароратга эга сиртларнинг иссиқлик нурланиши тўлқин узунликлари майдонидан қисқа бир қисmini ўз ичига олиб, улар тўлқин узунликлари бир хил бўлгандлиги учун монохроматик деб ҳам қаралади. 1.3-расмдаги эгри чизиқларнинг шакли параболик шаклга яқин бўлгандлиги сабабли, тўлқин узунликларининг ўртачаси максимал нурланиш интенсивлигига туғри келувчи λ_{max} Вин қонунига асосан қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{a}{T}, \quad (1.2)$$

бу ерда, a —нурланиш доимийлиги, 0,29 см К га тенг.

Хонада сиртларнинг ҳарорати 0°C дан 150°C гача бўлганда, тўлқин узунлиги $\lambda_{\text{max}} = 11$ дан 7 мкм. гача бўлади.

Хона сиртларини иссиқлик нурланиш ҳисобида биринчи соддалаштириш имконияти полихроматик нурланишни монохроматик нурланиш билан алмаштиришдир.

Абсолют қора жисм учун маълум майдонда тўлқин узунлиги λ дан $\lambda + d\lambda$ гача бўлганда, нурланиш интенсивлиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

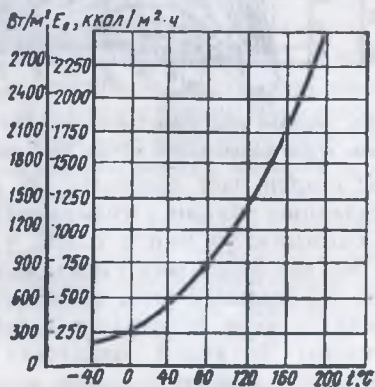
$$dE_0 = J_{\lambda} \cdot d\lambda. \quad (1.3)$$

1.3-расмда келтирилган боғлиқликларни интеграллаш йўли билан барча спектрлардаги тўлқин узунлигида иситилган сиртларнинг нурланиш интенсивлигини аниқлаш мумкин. Нурланиш интенсивлиги интеграл катталиги Стефан-Больцман қонунига асосан қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$E_0 = \int_0^{\infty} J_{\lambda} d\lambda = C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4, \quad (1.4)$$

бу ерда, C_0 —абсолют қора жисмнинг нурланиш коэффициенти, 5,77 Вт/(м²к⁴) га тенг.

Нурланиш интенсивлигининг ҳароратга боғлиқлик графиги 1.4-расмда кўрсатилган.



1.4 -расм. Абсолют қора жисм нурланиш интегралли интенсивлигининг ҳароратга боғлиқлиги.

Хонада тўсиқ конструкциялар сиртлари кулранг-сарғиш жисмлардан иборат бўлиб, улар абсолют қора жисмга нисбатан кам иссиқлик нур таратиб, ўзига тушаётган иссиқлик нурларининг бир қисмини ўтказди, иккинчи қисмини ютади ва қолган қисмини қайтаради (Кирхгоф қонуни).

Қурилиш материаллари ва конструкциялари сиртларининг нурланиш коэффиценти C абсолют қора жисм сиртининг нурланиш коэффиценти C_0 дан ҳамиша кичик бўлади. Улар ўртасида боғлиқлик мавжуд бўлиб, қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$C = \epsilon \cdot C_0, \quad (1.5)$$

бу ерда, ϵ — қоралик даражаси ёки сиртларнинг нисбий нурланиш коэффиценти; қурилиш материаллари ва конструкциялари учун $\epsilon < 1$ бўлади.

Қурилиш материаллари ва конструкциялари сиртларининг нурланиш интегралли интенсивлиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$E_j = \epsilon_j \cdot E_0 = \epsilon_j \cdot C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4. \quad (1.6)$$

Турли қурилиш материаллари сиртларининг нисбий нурланиш коэффицентлари катталиги ва қуёш радиациясини ютиш коэффицентлари иловада келтирилган. Нур ютиш ёки қайтариш нафақат материал турига, балки сиртларнинг ҳолатига, ҳароратига, нурларнинг тўлқин узунлиги ва нурланиш бурчагига ҳам боғлиқ.

4. Конвектив иссиқлик алмашилиши ва хонада ҳаво ҳарорати

Хонанинг ташқи муҳит билан иссиқлик алмашинувида нурланиш билан биргаликда конвекция ҳам муҳим аҳамиятга эга. Ҳаво тўсиқ конструкцияларнинг иссиқ ва совуқ сиртлари ҳамда иситиш ва совиттич ускуна тизимлари билан иссиқлик алмашади. Иссиқ ҳавонинг баландга кўтарилиши ва совуқ ҳавонинг пастга тушиши хонада ҳаво ҳаракатини вужудга келтиради. Шамоллатиш тизими асбоблари билан хонага тоза ҳаво берилиши хонадаги ҳаво ҳаракатини кучайтириб, иссиқ ва совуқ ҳавони бир-бирига аралаштириб юборади. Кўпинча бунинг натижасида хона тарҳи ва баландлиги бўйича ҳаво ҳарорати текис тақсимланади.

Ноизотермик оқим ёрдамида ҳаво киритиладиган ва катта миқдорда иссиқлик чиқарадиган манбаи бўлган хоналар бундан мустаснодир. Бунда хона баландлиги ва тарҳи бўйича ҳаво ҳарорати ҳар хил бўлади.

Иссиқлик манбалари устида илиқ ҳавонинг конвектив тоқлари пайдо бўлади, улар тепада тўпланиб, шифт остида илиқ ҳаво қатламини ҳосил қилади.

Ноизотермик оқим таъсирида ҳосил бўлган аэродинамик жараёнлар бино хоналарида иссиқлик алмашилишига катта таъсир қилади. Илиқ ва шамоллатувчи ҳаво оқимлари хона тўсиқ конструкциялари ва жиҳозларига биргаликда таъсир этади. Натижада хонада ҳаво циркуляцияси ҳосил бўлиб, маълум ҳарорат майдонлари пайдо бўлади. Бунинг ҳисобини масса ва энергия ҳаракат миқдорининг сақланиш қонунияти асосида бажариш мумкин. Биринчи навбатда, элементар ҳажмий ҳаракат миқдори билан унга таъсир этувчи куч ўртасида боғлиқлик ўрнатилади: сиртқи P (босим ишқаланиш) ва ташқи массали F (гравитацион, марказдан қочма ва оғирлик кучи).

Ньютон қонунига асосан, қовушқоқ (ёпишқоқ) суюқликнинг ишқаланиш кучланиши тезлик градиентига тўғри пропорционал бўлиб, бу катталиқ суюқликнинг уч ўлчамли ҳаракати учун қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$\tau_j = \mu \frac{\partial v_j}{\partial x_j}, \quad (1.7)$$

бу ерда, μ — ҳавонинг динамик қовушқоқлик коэффиценти; v_j — x, y, z — координат ўқларидаги тезликнинг проекцияси; j — йўналиш (сирпаниш) индекси.

Масса ва ҳаракат миқдорининг сақланиш қонунияти Навье-Стокс тенгламасига асосан вақт даврида ўзгармас сиқилмайдиган суюқлик учун қуйидагича ёзилади:

$$\rho \left[v_j \frac{\partial v_j}{\partial x_j} \right] = - \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_i} (\tau_{ij}) + F_i \quad (1.8)$$

$$\frac{\partial v_j}{\partial x_j} = 0. \quad (1.9)$$

Хоналардаги ноизотермик оқим учун муҳандислик тизимларининг ишлари билан боғлиқ бўлган бирламчи масса кучи — гравитацион (архимед) куч ҳисобланади:

$$F = g \cdot \beta \cdot \vartheta \cdot \rho. \quad (1.10)$$

Ортиқча ҳарорат майдони ҳисоби учун келтирилган тенгламалар иссиқлик энергиясининг сақланиш тенгламалари билан тўлдирилади:

$$v_j \frac{\partial v}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} (a \frac{\partial v}{\partial x_j}), \quad (1.11)$$

бу ерда, a — ҳавонинг ҳарорат ўтказувчанлик коэффиценти.

Шу билан биргаликда Навье-Стокс тенгламасини тўлдирувчи кинетик турбулент энергия тенгламаси тузилади. Демак, тенгламалар тизимини туташтирувчи имконият пайдо бўлиб, натижада ҳарорат майдонининг тезлигини, босимининг дифференциал тенгламаларини чекли фарқлар услубида замонавий электрон ҳисоблаш машиналари ёрдамида ҳисоблаш мумкин. Бу ҳамда иссиқлик ўтказувчанлик ҳақида кейинги бобларда батафсил тўхталиб ўтилган.

Амалиётда иситиш-шамоллатиш техникасида ҳарорат майдонларининг тадқиқотлари Навье-Стокс тенгламасига асосан МНИИТЭП (Москва), “ЎзЛИТТИ”АЖ ва бошқа хорижий давлатлар илмий муассасаларида ўтказилган.

II боб. ҚУРИЛИШ ИҚЛИМШУНОСЛИГИ

Ҳар қандай бино ва иншоотлар лойиҳасини бажаришда қурилиш жойининг иқлими, биринчи навбатда, эътиборга олинади. Қурилиш иссиқлик физикаси ва иқлимшунослик бир-бири билан узвий боғланган. Иқлим юнонча «климат» сўзидан олинган бўлиб, «қиялик» (наклон) деган маънони англатади, яъни ер сатҳига нисбатан қуёш нурлари қандай қияликда тушишини кўрсатади.

Демак, ер сатҳидаги ҳавонинг ҳарорати қуёшнинг ер сатҳига нисбатан ҳолатига боғлиқ. Агар қуёш нурлари ер сатҳига перпендикуляр равишда тушса, ер сатҳидаги ҳаво ҳарорати баланд бўлади. Бундан ташқари, ҳаво ҳароратига жойининг жуғрофий ўрни, рельефи ва океан сатҳидан баландлиги ҳам таъсир этади.

Иқлимшунослик қадимий фанларнинг бири бўлиб, олимлар, қурувчилар, саёҳатчилар, денгизчилар, тижоратчилар, деҳқончилик ва чорвачилик билан шуғулланиб келган бутун инсоният томонидан қўлланилиб келинган.

Иқлимшунослик инсонларнинг табиий эҳтиёжи ва яшаш шарт-шароитлари талаби орқали вужудга келган.

Эрамиздан уч аср илгари яшаб ўтган юнон тарихчиси ва географи Геродот Кавказ иқлими билан Греция иқлимини солиштирган. Эрамиздан аввалги II асрда яшаган юнон олими ва файласуфи Аристотель «Метеорология» китобида атмосфера иқлими ҳақида қимматли илмий мерос қолдирган. Қомусий олим Абу Райҳон Беруний «Ҳиндистон» деган китобида ва бошқа асарларида иқлим тўғрисида авлодлар учун бебаҳо маълумотлар ёзиб қолдирган.

Биноларни лойиҳалашда иқлим кўрсаткичларининг таъсири тўғрисида қурилиш иқлимшунослиги шуғулланади.

Қурилиш иқлимшунослигини ривожлантиришда Б.Ф.Васильев, А.В.Ершов, В.М.Ильинский, М.В.Заварина, Р.Леру каби олимларнинг хизмати катта.

Ҳозирги даврда ер сатҳининг иқлимини кузатиб ўрганиш учун дунёда юзлаб метеорологик станциялар ишлаб турибди.

Бундан ташқари, космосдан ҳам ер сатҳидаги иқлим мунтазам кузатилиб, ўрганилиб борилмоқда.

1936 йилгача собиқ иттифоқда ва Ўрта Осиёда метеорологик станцияларда бир суткада уч марта иқлим кузатилган. 1936-1965 йилгача бир суткада тўрт марта иқлим кузатилган бўлса, 1965 йилдан ҳозирги давргача бир суткада саккиз марта ер сатҳида иқлим кузатилади.

Текис водийда 50-60 км масофада ҳавонинг ҳарорати кузатилади. Ёғингарчилик тўғрисида маълумотлар олиш учун бу масофа янада қисқа бўлиши керак, чунки ёмғир, қор, дўл, туман ва бошқалар кичик майдонларда кузатилади.

Ўрта Осиё иқлими қуруқ ва континенталдир. Ўрта Осиёда баъзи жойларнинг иқлими кам ўрганилган.

Шу сабабли Ўрта Осиё иқлими тўғрисида тўлиқ маълумот тўплаш ва ўрганиш кўп меҳнат талаб қилади. СамДАҚИ бир гуруҳ олимлари томонидан ушбу илмий йўналиш бўйича тадқиқотлар олиб борилмоқда.

1. Бинолар ва уларнинг ташқи тўсиқ конструкцияларига иқлимнинг таъсири

Ўзбекистон шимолий яримшарда, Ўрта Осиёнинг марказий қисмида жойлашган. Ўзбекистон иқлимига унинг географик ўрнидан ташқари, ҳудудининг океан сатҳидан баландлиги ва рельефининг шакли ҳам таъсир этади.

Республика ҳудудининг тўртдан бир қисми тоғлардан иборат, қолган қисми океан сатҳидан 100-200 м баланддадир. Текислик ғарбдан жануби-шарққа томон адирларга, адир эса тоғларга тутшиб кетади.

Ўзбекистон Республикасининг ҳудуди 447,4 минг кв. км ва чегаралари 5300 км дан ортиқ бўлиб, асосан Амударё билан Сирдарё оралиғида жойлашган. Текислик (чўл)лар майдони республика ҳудудининг 75 фоизини ташкил этади. Чўллар денгиз сатҳидан 300-400 м баландда жойлашган бўлиб, иқлими кескин континентал. Июл ойининг ўртача ҳарорати +30-31°C иссиқ, январники эса -2-3°C совуқ бўлади. Йиллик ёғин миқдори 100-300 мм атрофида.

Республика ҳудудининг денгиз сатҳидан 400-1200 метргача баланд бўлган қисми адир минтақани ташкил этади. Чўл иқлимига нисбатан адир иқлими мўътадилроқ. Ёғин

бу ерларга чўлдагига нисбатан кўпроқ (300-450 мм) ёғиб, ёз фасли узоқ давом этади.

Тоғлар минтақаси денгиз сатҳидан 1000-2800 м баланд жойларга тўғри келади. Тоғларда ёз қисқа ва салқин бўлиб, ёгин кўп ва қиш изғиринли узоқ давом этади.

Ўзбекистоннинг кўп қисмида, хусусан, текисликларида кучли шамол эсади.

Худудимизнинг собиқ иттифоқ республикаларига нисбатан жанубдалиги, бунинг устига йил давомида булутсиз кунларнинг кўпчилиги туфайли қуёш радиацияси Тошкентда Москвадагидан 2 марта зиёд, Евпатория ва Кисловодскка нисбатан 1,5 марта ортиқ тушади.

Собиқ иттифоқнинг майдони шимолдан жанубгача 4500 км ва ғарбдан шарққача 9000 км бўлган иқлими турли хил минтақаларни ўз ичига олган эди.

Санитария-гигиена ва қурилиш талабларига асосан, ҳар бир иқлим минтақасида қурилатган биноларнинг ҳажмий ва режавий ечими ва шу иқлим шароитида ишлатилиши ҳар хил бўлиши керак.

Ўзбекистон ҳудудининг қурилиш-иқлим изотерма харитаси ҚМҚ 2.01.01-94 да келтирилган.

Биноларни ва уларнинг ташқи тўсиқ конструкцияларини лойиҳалашда, биринчи навбатда, инсонларнинг яшаши ва ишлаши учун мўътадил иқлим шароитини яратишга эътибор қаратилади. Инсонларнинг яшаши учун мўътадил ҳарорат 18-24°C бўлиши керак. Агар хона ичидаги ҳарорат +8°C дан паст бўлса совуқ, + 8-15 °C бўлса салқин, + 16-28°C бўлса илиқ ва + 28°C дан юқори бўлса, ҳаво иссиқ ҳисобланади. Биноларни қиш фаслида иситиш ва ёз фаслида қуёш радиациясидан ҳимоя қилиш иқлим минтақасининг об-ҳавосига боғлиқ. *Масалан*, Тошкентда июл ойининг ўртача ҳарорати + 26,9°C ва ҳаво ҳароратининг тебраниш амплитудаси 8,5°C.

Биноларнинг ҳажмий ва режавий ечимларига ташқи ҳаво иқлимининг таъсири каттадир. Йил давомида 9 ой иситиладиган фуқаро биноларининг эни сарф бўладиган иссиқлик миқдорини тежаш мақсадида мўътадил иқлим учун лойиҳаланадиган бинолар эндиан катта олинади. Жуда совуқ иқлим минтақаларида жамоат ва турар жой биноларини лойиҳалашда эркер, ялдамжия ва баконлар кўзда тутилмайди. Саноат биноларида борадиқ

(пролет)лар баландлиги бир хил қилиб олиниб, ёруғлик билан таъминловчи фонарлар кам қўлланилади.

Асрлар бўйи музликдан иборат минтақаларда бинонинг биринчи қавати шамол эсиб туриши учун очик қолдирилади. Акс ҳолда бинодан ўтадиган иссиқлик музликни эритиб, бинонинг чўкишига олиб келади.

Ўзбекистон ҳудудида иссиқ иқлимнинг давомийлиги 3-4 ойдан ортиқдир. Шу сабабли биноларда табиий шамоллатиш усули қўлланилиб, хона ҳаво ҳарорати жуда исиб кетишдан сақланади. Бундан ташқари, кўп қаватли биноларнинг девор ва деразаларига қуёш радиациясидан ҳимоя қилиш учун тўсиқлар (экран-жалюза) лойиҳанади ва яхлит чордоқли томларда табиий шамоллатиш тадбирлари кўрилади.

Ўрта Осиё минтақаларининг иқлими кескин континентал ҳудудларида биноларни кечаси деразалар ёрдамида табиий шамоллатиш ва кундуз кунлари деразаларни ёпиб, юқори ҳароратдан ҳимоя қилиш юқори самара беради. Бошқа текислик, чўл жойларда сунъий совитиш, яъни кондиционерлар ёрдамида хоналарда мўътадил иқлим яратилади. Бундан ташқари, Ўрта Осиё ҳудудларида хона баландлиги 2,7 м дан кам бўлмаслиги керак.

Ҳозирги пайтда қишлоқ ва шаҳарларда бир оилага мўлжалланган бир ва икки қаватли бинолар кўп қурилмоқда. Бунинг қулайлиги шундан иборатки, икки қаватли биноларнинг юқори қисми табиий шамоллатиш усули билан қуёш радиациясидан ҳимоя қилинса, пастки қисмидаги юқори ҳарорат ерга сингади.

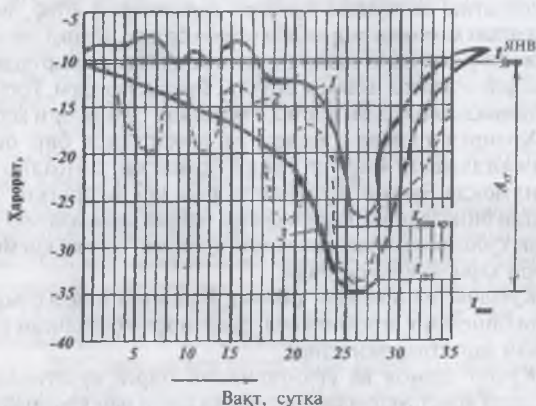
Қуёш радиациясидан ҳимоя қилишнинг янада самарали усули бинонинг атрофига соя-салқин ҳаво берадиган ихота, мевали дарахтлар экишдир.

Кучли шамол ва ёғингарчилик бирга кузатиладиган жойларда конструкцияларнинг ташқи сирти нам ўтказмайдиган сопол (керамик) ва нам юқмайдиган қатлам билан ҳимоя қилинади. Ёғингарчилик кам кутиладиган жойларда биноларнинг девор сирти 2-4 см қалинликда цемент-қумли қоришма билан сувоқ қилинади. Маълумки, ташқи тўсиқ конструкцияларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги ва мўътадил намлик ҳолати жойнинг иқлими ва ички муҳитга боғлиқ. Бино хоналари ичида мўътадил иқлим яратиш ва рационал ташқи тўсиқ конструкциялар танлаш учун уларнинг иссиқлик-физик ва намлик ҳолати муҳандислик ҳисоблари бажарилади. Юқорида келтирилган кўрсаткичлар

ҳамма иқлим таъсирини ўз ичига ололмайди. Биз ташқи тўсиқ конструкцияларни лойиҳалаш учун қўлланиладиган асосий иқлим кўрсаткичлари билан танишиб чиқамиз.

2. Ташқи ҳаво ҳарорати

Ташқи тўсиқ конструкцияларнинг иссиқлик-физик ҳисобларини бажариш учун қурилиш жойларининг энг совуқ ва иссиқ ҳаво ҳароратининг давомийлиги, қайтарилиши эътиборга олинади. Иссиқлик-физик ҳисоблар учун ташқи ҳаво ҳароратини танлашда кейинги 50 йил мобайнида метеорологик станцияларда қайд этилган 8 та энг совуқ қиш фаслининг ўртача об-ҳавоси қабул қилинади. Энг совуқ қиш фаслида ташқи ҳаво ҳароратининг ўзгариши 2.1-расмда кўрсатилган.



2.1-расм. Энг совуқ қиш фаслида ташқи ҳаво ҳароратининг ўзгариши:

1 — кўп йиллик ўртача суткалик ҳарорат; 2 — энг совуқ қиш фасли учун ўртача суткалик ҳарорат; 3 — ҳисобий ҳароратнинг ўзгариши; $t_{\text{середн}}$ — энг совуқ ойнинг ўртача ҳарорати; $t_{\text{сутка}}$ — энг совуқ сутканинг ўртача ҳарорати; $t_{\text{мин}}$ — ҳисобланган минимал ҳарорат.

Ушбу расмдан кўриниб турибдики, жуда совуқ ҳаво ҳарорати қисқа вақтда кузатилади. Ўртача энг совуқ суткалик

ҳарорат ўртача минимал ҳароратга яқин бўлса, ўртача энг совуқ беш кунлик ҳарорат эса минимал ҳароратдан анча юқори.

Иссиқлик-физик ҳисоблар учун ташқи ҳавонинг маълум кунларда энг совуқ ўртача ҳарорати қабул қилинади. Қабул қилинадиган ҳароратга қуйидагилар киради: ўртача энг совуқ суткалик ҳарорат $-t_t^c$; ўртача энг совуқ беш кунлик ҳарорат $-t_t^5$; ўртача энг совуқ уч кунлик ҳарорат $-t_t^3$. Умуман, ташқи ҳавонинг ҳисобий қишки ҳарорати, ҚМҚ 2.01.01-94 бўйича бадастурлиги 0,92 бўлган энг совуқ беш кунлик ўртача ҳароратига тенг.

Бу кўрсаткичлардан бирини қабул қилиш учун ташқи тўсиқ конструкциянинг иссиқлик инерциясини ҳисоблаш керак. Иссиқлик инерцияси қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$D = R_1 S_1 + R_2 S_2 + \dots + R_n \cdot S_n.$$

Иссиқлик инерцияси тўғрисида 3-бобда батафсил тўхталиб ўтилган.

3. Ташқи ҳавонинг нисбий ва абсолют намлиги

Атмосфера ҳавосининг таркибида ҳамиша сув буғи ҳолатида маълум миқдорда намлик бўлиб, бу ҳаво намлиги дейилади.

Абсолют намлик деб 1 м^3 ҳаводаги грамм ҳисобидаги намликка айтилади. Абсолют намлик f ҳарфи билан белгиланиб, г/м^3 да ўлчанади.

Ташқи тўсиқ конструкцияларнинг намлик ҳолатини ҳисоблашда сув буғининг парциал босими ёки сув буғининг эластиклиги e (мм.сим.уст.) қўлланилади. Ҳавонинг бир хил ҳарорат ва барометрик босимида абсолют намлик қанча катта бўлса, сув буғининг парциал босими ҳам шунча катта бўлади. Демак, сув буғининг парциал босими ҳаво намлигини кўрсатувчи катталиқдир. Ҳавонинг маълум ҳарорат ва барометрик босимида сув буғининг парциал босими юқори тўйиниш чегарасига эга бўлиб, ундан катта қийматга эга эмас. Сув буғи парциал босимининг юқори чегара қиймати тўйинган сув буғининг босими ёки сув буғининг максимал эластиклиги дейилиб, E (мм.сим.уст.) ҳарфи билан белгиланади.

Ҳаво ҳарорати қанча катта бўлса, сув буғининг тўйинган босими шунча катта бўлади. Сув буғи тўйинган босимининг (эластиклиги) ҳароратга боғлиқлиги иловада келтирилган.

Ҳавонинг абсолют намлиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$f = \frac{1,058 \cdot e}{1 + \frac{t}{273}}, \quad (2.1)$$

бу ерда, t — ҳавонинг ҳарорати, °C; e — сув буғининг ҳақиқий эластиклиги, мм.сим.уст.

Кўпинча иссиқлик-физик ҳисобларда ҳавонинг нисбий намлиги қўлланилади.

Ҳавонинг нисбий намлиги деб ҳақиқий сув буғи эластиклигининг тўйинган сув буғининг максимал эластиклиги нисбатига айтилади ва қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\varphi = \frac{e}{E} \cdot 100\%. \quad (2.2)$$

Агар ҳавонинг ҳарорати кўтарилса, унинг нисбий намлиги φ пасаяди, чунки ҳарорат кўтарилиши билан тўйинган сув буғининг босими ҳам кўтарилади. Аксинча, ҳавонинг ҳарорати пасая борса, сув буғининг эластиклиги ўзгармай, тўйинган сув буғининг эластиклиги камайиши сабабли ҳавонинг намлиги кўтарилади.

Маълум бир ҳароратда тўйинган сув буғининг эластиклиги E ҳақиқий сув буғининг эластиклиги e га тенглашади ва нисбий намлик $m = 100\%$ бўлади, яъни ҳаво сув буғига бутунлай тўйинади. Бу ҳолдаги ҳавонинг ҳарорати шудринг нуқтасининг ҳарорати дейилади ва $t_{ш}$ билан белгиланади.

Агар ҳаво ҳароратини янада пасайтириб, шудринг нуқтасининг ҳароратидан ҳам камайтирсак, сув буғининг эластиклиги тўйинган сув буғининг эластиклиги каби пас-^{си}иб, ортиқча намлик ҳосил бўлади ва улар суюқ сув томчил: ^ига айланади. Табиатда бу ҳодисани ёз фаслида дарё соҳилида, ёш ботганда, туман тупиши ёки эрта тонгда майсалар япроқл: ^ида шудринг томчилари пайдо бўлганда кузатиш мумкин. Ч ^ики қисқа вақт давомида ҳавонинг ҳарорати шудринг нуқтаси ҳароратига тенг ёки паст бўлиб, ҳавонинг намлиги 100% бўлади. Қуёш кўтарилиши билан ҳавонинг ҳарорати ҳам кўтарилиб, шудринг сув томчилари парланиб, туман ҳам тарқайди. Қиш фаслида тушган туман эса ҳаво ҳароратининг пасайиши ёки кўтарилишидан дарак беради.

Конструкцияларнинг намлик ҳолатини ҳисоблашда шудринг нуқтаси ҳарорати катта аҳамиятга эга.

Мисол. Ҳарорати 18°C ва ҳаво намлиги $\varphi = 70\%$ бўлган ҳавонинг шудринг нуқтаси ҳарорати топилсин.

1-иловадан қуйидагиларни оламиз: $t = 18^{\circ}\text{C}$, $E = 15,48$ мм.сим.уст., яъни $\varphi = 70\%$. Сув бугининг эластиклигини (2.2) формуладан топамиз:

$$e = \frac{\varphi \cdot E}{100} = \frac{70 \cdot 15,48}{100} = 10,84,$$

яъни $e = E = 10,84$ мм.сим.уст. га тўғри келадиган ҳарорат шудринг нуқтасининг ҳарорати бўлади. Шу жадвалдан $E = 10,84$ мм.сим.уст.га тўғри келадиган ҳарорат $\tau_{\text{ш}} = 12,5^{\circ}\text{C}$.

Агар $T = 20^{\circ}\text{C}$ ва $\varphi = 50\%$ бўлса, $e = \frac{50 \times 17,54}{100} = 8,77$

мм.сим.уст. бўлади. Жадвалдан $\tau_{\text{ш}} = 9,27^{\circ}\text{C}$ бўлади.

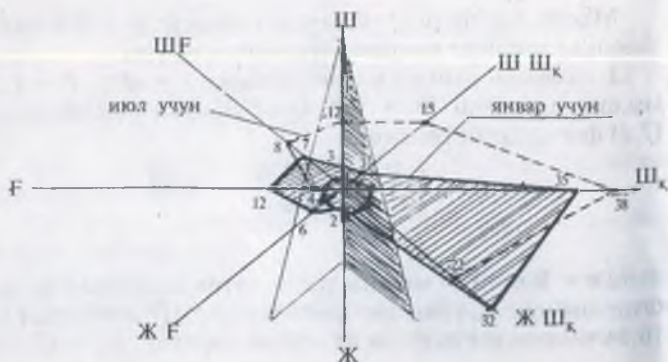
4. Қурилиш жойларини танлаш. Шамол гули

Бино, яшаш масканлари ва шаҳарларни лойиҳалашда ва қуришда қурилиш минтақаси, шамол эсишининг такрорланиши ва тезлиги муҳим аҳамиятга эга. Айниқса, саноат ва қишлоқ хўжалик биноларини лойиҳалашда, табиатни ва яшаш массивларини экологик ҳимоя қилишда шамол эсиши эътиборга олинади. Минтақаларда шамолнинг географик қутб томонларидан эсишининг такрорланиши ва тезлиги метеорологик станцияларда қайд қилиниб борилади.

Шамол эсишининг такрорланиши ва тезлигининг кўрсаткичлари ихтиёрий масштабда чизилади. Бу чизма “Шамол гули” дейилади. Шамол эсишининг такрорланиши ва тезлигини кўп йиллик кузатиш кўрсаткичлари асосида йиллик, фаслий ва ойлик юлдузи чизилади.

Географик қутб ва томонлардан шамол эсишининг такрорланиши ва тезлигини аниқлаш учун ҚМҚ 2.01.01-94 дан фойдаланиб, шамол юлдузи чизилади.

Самарқанд учун 2.2-расмда шамол гули кўрсатилган. Кўриниб турибдики, шамолнинг асосий эсиш йўналиши Самарқанд учун шарқ ва жануби-шарқ.



2.2- расм. Самарқанд шаҳри учун шамол гули.

2.1.-жадвал

Самарқанд шаҳри учун шамол эсишининг
такрорланиши ва тезлиги

Томонлар	Январ								Июл							
Шамол эсиш ҳолати	Ш	Шк	Шк	Ж Шк	Ж	Ж Ф	Ф	Ш Ф	Ш	Шк	Шк	Ж Шк	Ж	Ж Ф	Ф	Ш Ф
Шамол эсишининг такрорланиши, %	3	3	35	32	2	6	12	7	12	15	38	22	0	1	4	8
Шамол тезлиги, м/сек.	1,3	1,2	2,5	2,7	2,2	4,2	2,9	2	2,1	2,8	2,8	2,4	—	1,4	2	2

Ташқи тўсиқ конструкциялардан иссиқлик миқдорининг сарф бўлишига шамолнинг ҳам таъсири бор. Қурилиш меъёрлари ва қоидаларига асосан, шамолдан ҳимоя қилинган биноларнинг ташқи тўсиқ конструкцияларидан сарф бўладиган иссиқлик миқдорининг 5%и ва очиқ жойда қурилган биноларнинг ташқи тўсиқ конструкцияларидан сарф бўладиган умумий иссиқлик миқдорининг 10%и шамол таъсирида бўлади. Совуқ қиш фаслида шамол тезлиги катта бўлса, сарф бўладиган иссиқлик миқдори 30% га етади.

Америка Қўшма Штатларида шамол таъсирида сарф бўладиган иссиқлик миқдори 30-40%, Буюк Британияда 15-50%, Германияда 7-40% ни ташкил этади.

5. Бино хоналаридаги микроқлим кўрсаткичлари

Бино хоналаридаги асосий микроқлим кўрсаткичларига қуйидагилар киради: а) ташқи тўсиқ конструкциянинг сиртларидаги ва хонанинг асосий қисмидаги ҳарорат; б) хонадаги ҳаво намлиги; в) хонада ҳавонинг санитар-гигиеник ҳолати (сифати); г) ички ҳаво муҳитининг тўсиқ конструкцияларга нисбатан агрессив ёки прогрессивлиги. Ҳаво муҳитининг ташқи тўсиқ конструкцияларга нисбатан агрессив ёки прогрессивлиги нафақат ҳаво таркибида кимёвий бирикмалар бор ёки йўқлигига, балки ҳаво муҳитининг ҳарорати ва намлигига ҳам боғлиқ.

Ҳарорат ва намликнинг энг кичик (минимал) ва энг катта (максимал) ҳисобий кўрсаткичлари, уларнинг йил давомида фасл ўзгариши ва бино ичидаги одамларга таъсири муҳим бўлиб, тўсиқ конструкцияларни лойиҳалашда катта аҳамиятга эга. Лойиҳалаш жараёнида кўпинча бино хоналаридаги ҳарорат ва намликнинг ўртача кўрсаткичлари қабул қилинади. Бу кўрсаткичлар бинонинг (хонанинг) пастки қисми учун гигиеник талабларга жавоб беради. Бинонинг мақсадга мувофиқлигига асосан, уларда мўътадил ҳарорат ва намлик муҳитлари ташкил этилади. Баъзи саноат биноларидаги технологик жараён катта миқдорда иссиқлик ва намлик ажралиб чиқиши билан боғлиқ. Фуқаро (турар жой ва жамоат) биноларининг деярли барчасида кам миқдорда иссиқлик ажралиб чиқиши сабабли уларда мўътадил иқлим шароитини яратиш учун иситилади.

Хоналарни ташқи муҳитдан ажратиб, чегаралаб турувчи конструкциялар уларда микроқлим яратишда катта аҳамиятга эга. Хоналарда одамлар фаолияти учун асосий бўлган иқлим кўрсаткичларига қуйидагилар киради:

а) хона ҳавосининг ўртача ҳарорати ва унинг бир сутка даврида тебраниши;

б) ҳамма тўсиқ конструкциялар ички сиртининг ўртача ҳарорати;

в) хонадаги ҳавонинг намлиги ва гигиеник ҳолати.

Хонадаги ҳавонинг ҳаракат тезлиги қиш фасли учун кам аҳамиятга эга бўлиб, гигиеник нуқтаи назардан ёз фасли учун жуда муҳимдир. Бундан ташқари, конструкциянинг иссиқлик-намлик ҳолати ва узоқ муддатга чидамлилиги учун хона ичида конструкцияга нисбатан агрессив муҳит бор-йўқлиги катта аҳамиятга эга. Агар ташқи тўсиқ конструкциянинг ички сиртида қиш фаслида конденсацион намлик ҳосил бўлмаса, конструкциянинг ишлатилиши мўътадил ҳисобланиб, унинг ишлатиш муддати, яъни узоқ муддатга чидамлилиги ошади.

Одам организмидан сарф бўлаётган 45-60% иссиқлик миқдори ташқи тўсиқ конструкциянинг ички сирти ҳарорати пасайиши туфайли бўлиб, шу сабабдан тўсиқ конструкциялар ички сиртининг ўртача ҳарорати (радиацион ҳарорат) гигиеник нуқтаи назардан муҳим аҳамиятга эга.

Бу сиртларнинг ўртача ҳарорати қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$t_{\text{ср}} \cdot F + t_{\text{вн}} \cdot F_v \quad (2.3)$$

бу ерда, $t_{\text{н}}$ ва F_v — турли конструкцияларнинг ҳарорати ва юзаси; $\sum F$ — ҳамма тўсиқ конструкциялар эгаларининг йиғиндиси.

Агар хона ичида иссиқлик фақат нурланиш орқали бўлса (масалан, ёз фаслида деразадан инсоляция орқали) ва ҳаво алмашиши нолга тенг десак, ҳаё ҳарорати ўртача сиртлар ҳароратига, яъни радиацион ҳароратга тенг бўлади:

$$t_x = t_{\text{нурт}} \quad (2.4)$$

Агар қиш фаслида хоналарда иссиқлик таъминлашуви мўътадил бўлса, хона ҳароратини қуйидаги формула бўйича аниқлаш мумкин:

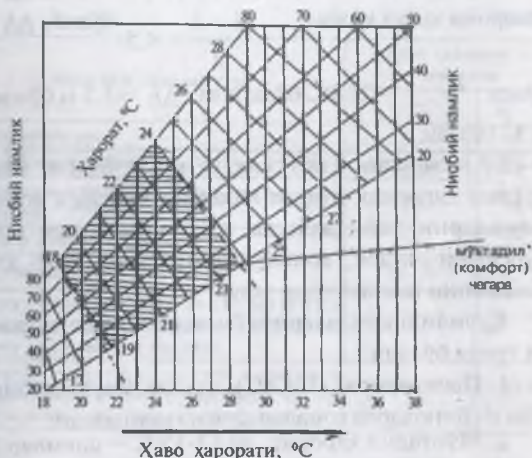
$$t_{\text{н.п}} = 0,5 (t_x + t_{\text{н.прт}}) \quad (2.5)$$

Бу ҳароратлар йиғиндисининг ярми хонанинг натижавий ҳарорати ҳам дейилади.

Радиацион ҳарорат пасайса, инсон учун мўътадил (комфорт) шароит яратиш учун ҳаво ҳароратини кўтариш керак, аксинча, радиацион ҳарорат кўтарилса, ҳаво ҳароратини камайтириш керак. Бу назария кўпчилик хорижий ва собиқ иттифоқ олимларининг тадқиқотлари натижаларидир.

Ёз фасли учун хона ичидаги максимал ҳарорат $+28^{\circ}\text{C}$ қабул қилинган, хорижий давлатларда эса бу кўрсаткич $+30^{\circ}\text{C}$ ни ташкил этади.

Америкалик иситиш ва ҳаво алмашиш ассоциацияси муҳандислари томонидан таклиф этилган мўътадил комфорт шароит номограммаси 2.3-расмда кўрсатилган.



2.3-расм. Ёз фаслида мўътадил ҳароратни аниқлаш учун номограмма.

Тўсиқ конструкция ички сиртининг максимал рухсат этилган ҳарорати гигиеник талабларга асосан хона баландлигига боғлиқ.

Бу ҳароратни аниқлаш учун проф. В.Н.Богословский томонидан қуйидаги формула таклиф этилган:

$$t_c^{\max} \leq 19,2 + \frac{8,7}{\psi} \text{ град}, \quad (2.6)$$

бу ерда, $\psi \approx 1 - 0,8 \frac{\Delta h}{l}$ — бурчакнинг нурланиш коэффициенти;

Δh – ўрта бўйли одам баландлигидан хона баландлигининг фарқи, м.

$$i = \frac{a + b}{2},$$

бу ерда, l – нурланаётган сиртларнинг эни ва баландлиги йиғиндисининг ярми, м; a ва b – нурланаётган сирт эни ва баландлиги, м.

Агар нурланаётган сиртлар учун турар жой биноларининг ташқи деворини қабул қилсак, $l = \frac{6 + 3}{2} = 4,5$ бўлиб, $\Delta h = 0,5$ м

бўлса, $t_c^{max} = 28,8^\circ\text{C}$ бўлади ва $\Delta h = 1,5$ м бўлганда, $t_c^{max} = 31^\circ\text{C}$ бўлади.

Бу назарияни ёзи иссиқ ва қуруқ бўлган минтақаларда қўллаш гигиеник нуқтаи назардан мақсадга мувофиқ эмас. Биноларни лойиҳалашда, қурилиш қонун-қоидаларида кўрсатилганидек, хоналарда мўътадил ҳаво ҳарорати ва намлигини ташкил этиш зарур.

Қурилиш қоидаларига биноан, хонадаги ҳаво ҳарорати уч турда бўлади:

1. Паст ҳарорат ($8-12^\circ\text{C}$), ишлаб чиқариш билан боғлиқ бўлган биноларда хоналар кучсиз иситилади.

2. Мўътадил ҳарорат: а) $12-15^\circ\text{C}$ – одамлар жисмоний куч талаб этувчи ишлар билан машғул бўлган хоналарда; б) $18-20^\circ\text{C}$ – одамлар жисмоний куч талаб этилмайдиган ишлар билан банд хоналарда.

3. Юқори ҳарорат ($21-23^\circ\text{C}$), жисмоний куч талаб этилмайдиган, енгил кийимда, аниқ ишлар билан боғлиқ бўлган хоналарда.

Ички ҳаво намлигининг асосий кўрсаткичи нисбий намлик бўлиб, унинг катталиги фоизларда (%) ўлчанади.

Хоналарда нисбий намликнинг ўзгариши қуйидагича белгиланади:

1. $\varphi < 50\%$ бўлса, хона ҳавосининг намлиги қуруқ ҳисобланади.

2. $\varphi = 50-60\%$ бўлса, хона ҳавосининг намлиги мўътадил ҳисобланади.

3. $\varphi = 61-71\%$ бўлса, хона ҳавоси нам ҳисобланади.

4. $\varphi > 75\%$ бўлса, хона ҳавоси ҳўл ҳисобланиб, бу ҳолда ташқи тўсиқ конструкция сиртларида қиш фаслида конденсацион намлик ҳосил бўлиш эҳтимоли бор.

Қуйидаги жадвалда баъзи жамоат, турар жой ва саноат бино хоналари ички ҳавосининг ҳисобий ҳарорати ва нисбий намлик қийматлари келтирилган:

2.2-жадвал

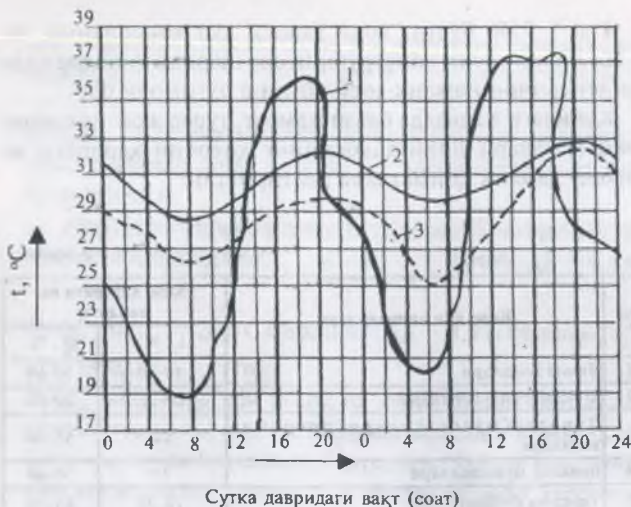
№	Бино ёки хоналар тури	Ҳаво ҳарорати ва намлиги	
		$t_n, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$
1.	Яшаш хоналари	18-20	50-60
2.	Мактаб синф хоналари	20-21	50-60
3.	Даволаш муассасалари: операция хоналари	22	55-60
4.	Болалар муассасалари	20	50-60
5.	Театр ва клублар	16-20	45-50
6.	I гуруҳ саноат бинолари: машина таъмирлаш, қуйма механик таъмирлаш, ёғочни қайта ишлаш цехлари	16	50
7.	II гуруҳ саноат бинолари: қурилиш материаллари ва конструкциялари ишлаб чиқариш цехлари, гальваник цехлар	16-20	50-60

Бу кўрсаткичлар бошқа бинолар учун иловада келтирилган.

Ёз фаслида хона ҳарорати кўтарилиб, нисбий намлик эса пасаяди. Ҳаво ҳароратининг кўтарилиши ва нисбий намликнинг пасайиш чегараси ташқи ҳаво ҳарорати ва қуёш радиациясининг интенсивлигига ҳамда ҳаво алмашишига боғлиқ.

2.4-расмда Ўзбекистонда ёз фаслида турар жой биноси хона ҳароратининг том ёпма конструкция турига боғлиқлиги кўрсатилган. Расмдан хулоса қилиш мумкинки, том ёпма сифатида ҳаво алмаштирувчи конструкцияни қўллаш хона ҳароратини 3°C га камайтиради.

Муаллифлар иштирокида Кишинёв ҳамда Самарқанд шаҳарларида турар жой биноларида ёз фаслида ўтказилган иссиқлик-физик тадқиқотлар натижаларидан қуйидагиларни хулоса қилиш мумкин:



2.4-расм. Ёз фаслида турар жой хонаси ҳароратининг том ёпма конструкция турига боғлиқлиги:

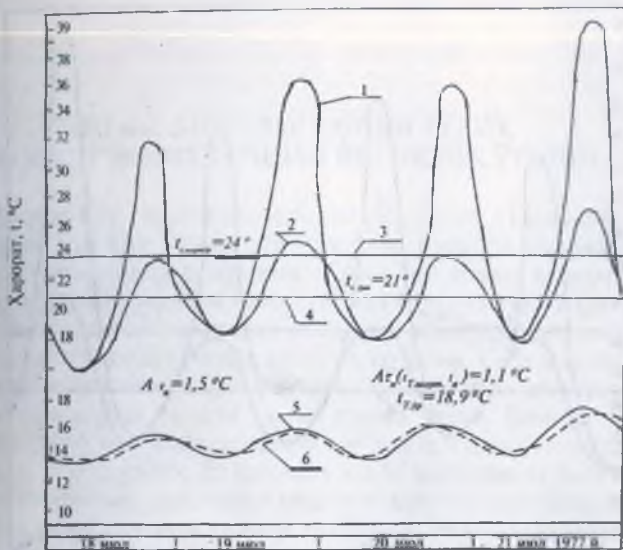
1 – ташқи ҳаво ҳарорати; 2 – яхлит том ёпмали хонанинг ички ҳаво ҳарорати; 3 – яхлит ҳаво алмаштирадиган том ёпмали бинонинг юқори қаватидаги хонанинг ички ҳаво ҳарорати (Е.А.Солдатоя тадқиқотлари натижаси).

1. Дераза ромларида қуёш радиациясидан ҳимоя жалюзалари бўлиб, хоналарда кечалари деразалар очилиб ҳаво алмаштирилганда, ҳаво ҳарорати кундузи 28°C дан ва кечалари эса 18°C дан ошмади.

2. Дераза ромларидан қуёш радиациясидан ҳимоя жалюзалари олиниб, хоналарда кечаю-кундуз деразалар очиб қўйилганда, хонадаги ҳаво ҳарорати кундузги ташқи ҳавонинг юқори ҳароратига яқин бўлди.

3. Дераза ромларидан қуёш радиациясидан ҳимоя жалюзалари олиб қўйилиб, хоналарда кечаю-кундуз деразалар ёпиб қўйилганда, бинонинг охириги қаватида хона ҳарорати кундузги ташқари ҳаво ҳароратидан ҳам юқори бўлган ҳоллар кузатилди. (Биз шуни теплица эффекти деб атадик).

2.5-расмда Кишинёв шаҳрида қурилган 9 қаватли йирик панелли турар жой биноси хоналари ичида ҳаво ҳароратининг ёз фаслида ўзгариши кўрсатилган.



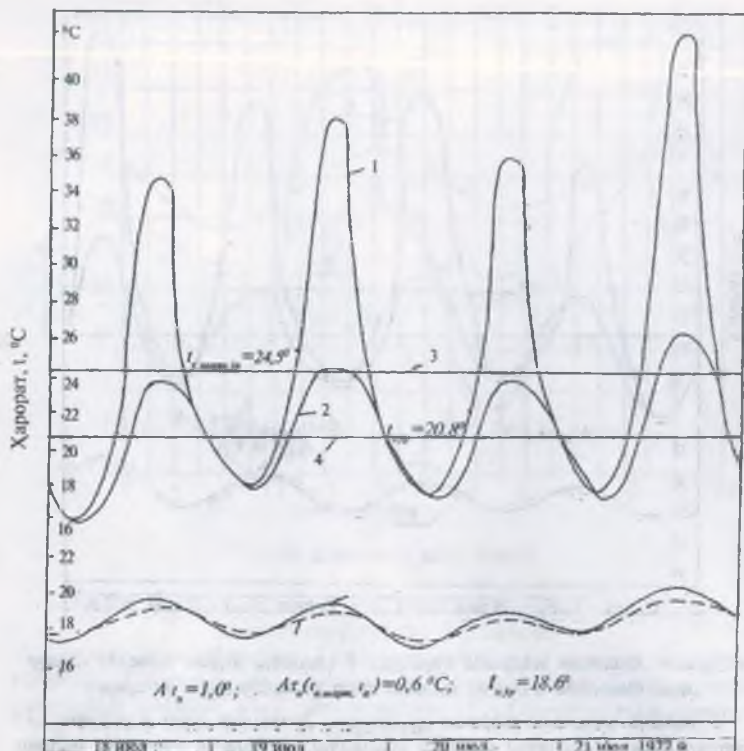
2.5-расм. Кишинёв шаҳрида қурилган 9 қаватли йирик панелли турар жой биносидида ички ва ташқи ҳаво ҳароратининг ўзгариши:

1—ташқи ҳавонинг шартли ҳарорати; 2—ташқи ҳаво ҳарорати; 3—ўртача ташқи ҳавонинг шартли ҳарорати; 4—ташқи ҳавонинг ўртача ҳарорати; 5—хона ички ҳавосининг ҳарорати; 6—ташқи тўсиқ конструкция ички сиртининг ҳарорати.

Юқорида кўрсатилган тадқиқотлар натижасида хулоса қилиш мумкинки, бинолар ичидаги мўътадил иқлим нафақат том ёпма конструкциясига, балки бутун ташқи тўсиқ конструкцияларнинг иссиқлик-физик хусусиятига ҳам боғлиқ.

Масалан, Кишинёв шаҳридаги 16 қаватли қуйма енгил бетондан қурилган бино хоналари ичидаги ҳаво ҳароратининг тебраниш амплитудаси $A_{t_{вн}} = 1,0^{\circ}\text{C}$ га тенг бўлса (2.6-расм), 9 қаватли йирик панелли бинода $A_{t_{вн}} = 1,5^{\circ}\text{C}$ га тенг, ташқи девор конструкция ички сирти ҳароратининг тебраниш амплитудаси $A_{t_{вн}} = 0,6^{\circ}\text{C}$ бўлса, 9 қаватли бино ташқи деворининг бу кўрсаткичи $A_{t_{вн}} = 1,1^{\circ}\text{C}$ га тенг.

Ташқи тўсиқ конструкцияларнинг иссиқлик-физик хусусиятларига ва иссиқлик-физик намлик ҳолатининг назарий асосларига кейинги бобларда батафсил тўхталиб ўтамиз.



2.6-расм. Кишинёв шаҳрида қурилган 16 қаватли қўйма енгил бетондан иборат турар жой биносида ички ва ташқи ҳаво ҳароратининг ўзгариши:

1—ташқи ҳавонинг шартли ҳарорати; 2—ташқи ҳаво ҳарорати; 3—ўртача ташқи ҳавонинг шартли ҳарорати; 4—ташқи ҳавонинг ўртача ҳарорати; 5—хона ички ҳавосининг ҳарорати; 6—ташқи тўсиқ конструкция ички сиртининг ҳарорати.

Такрорлаш учун саволлар

1. Ички ва ташқи ҳаво ҳарорати қандай қабул қилинади?
2. Бино хоналарида меъёрий иқлим ҳосил қилиш нимага боғлиқ?
3. Ҳавонинг нисбий ва абсолют намлиги нимада ўлчанади?
4. Ҳавонинг нисбий намлиги 60% ва сув буғининг максимал эластиклиги 15 мм.сим.уст. га тенг бўлса, сув буғининг ҳақиқий эластиклиги нимага тенг?

III боб. БИНОЛАР ТАШҚИ ТЎСИҚ КОНСТРУКЦИЯЛАРИДАН ИССИҚЛИК ЎТИШИ

Бирор-бир муҳитнинг алоҳида олинган нуқталарида ҳарорат ҳар хил бўлса, шу нуқталар орасида иссиқлик ҳаракатини кузатиш мумкин. Иссиқлик доимо ҳарорати юқори бўлган нуқтадан ҳарорати паст бўлган нуқтага қараб ҳаракат қилади. Бу ҳодисани амалиётда биноларнинг ташқи тўсиқ конструкцияларида кузатиш мумкин. Қиш фаслида иссиқлик бино хоналарининг ички ҳавосидан ташқи тўсиқ конструкциялар орқали ташқи ҳавога ўтади. Бинода эса сарф бўлган иссиқлик миқдори ҳар хил иситгич ускуналар орқали тўлдирилади. Ёз фаслида эса бу ҳодисанинг аксини кузатиш мумкин. Хоналарда ҳавонинг зарурий паст ҳарорати махсус совитгич машиналар ёрдамида, айрим биноларда шамоллатгич ускуналар ва кондиционерлар ёрдамида таъминланади. Бу ҳолда иссиқлик ҳаракати ташқаридан ичкарига йўналган бўлади.

Иссиқлик ҳаракати уч турда: модданинг иссиқлик ўтказувчанлиги, иссиқлик нурланиши ва конвекция (ҳаво ёки суюқлик ҳаракати) туфайли амалга ошиши мумкин.

Иссиқликнинг иссиқлик ўтказувчанлик орқали узатилиши барча қаттиқ, суюқ ва газсимон муҳитларда бўлиши мумкин. Соф ҳолдаги иссиқлик ўтказувчанлик яхлит қаттиқ жисмларда кузатилади.

Қаттиқ жисмларда ва суюқликларда энергия эластик тўлқинлар ёрдамида, газларда атом ёки молекулалар диффузияси, металлда эса электронлар диффузияси ёрдамида ўтказилади. Кўпчилик қурилиш материаллари говакли жисмлар бўлиб, улардаги капилляр говакларида ҳамма турдаги иссиқлик узатилишини кузатиш мумкин. Аммо иссиқлик-физик ҳисобларда иссиқликнинг материалда тарқалиши фақат иссиқлик ўтказувчанлик ҳисобига амалга ошади, деб қабул қилинади.

Конвекция фақат суюқ ва газсимон муҳитда кузатилади. Конвекциянинг ўзи икки хил бўлади: **табиий**, яъни кўрилаётган муҳитдаги зарралар ҳарорат фарқи таъсирида ҳаракатга келади,

ҳамда **сунъий**, яъни ташқи куч таъсирида, масалан, вентиляторлар ёрдамида муҳитдаги зарралар ҳаракатга келади.

Иссиқлик нурланиши газли муҳитда ёки бўшлиқда кузатилади. Иссиқлик энергияси нурлари электромагнит тўлқинлар кўринишида бир-бирини нурлантирадиган сиртларда кузатилади.

Иссиқлик энергияси жисм сиртида нур энергиясига айланиб узатилади ва бу энергия иккинчи жисм сиртига сингиб, нур энергиясидан иссиқлик энергиясига айланади.

Ташқи тўсиқ конструкциялардан иссиқлик узатилиши асосан иссиқлик ўтказувчанлик туфайли содир бўлади.

Иссиқлик миқдорининг ташқи тўсиқ конструкциядан ўтиши дифференциал тенгламасини чиқариш учун, иссиқлик оқими чексиз юпқа девордан фақат бир хил йўналишда ўтади, деб қабул қилинади. Бу юпқа девордан ҳарорати dt га ўзгарган чексиз юпқа dx қатлам ажратиб олинади. Агар қатлам ҳароратини вақт мобайнида ўзгармас деб олсак, 1 соат вақт мобайнида 1 м^2 қатлам юзасида ўтадиган ўзгармас иссиқлик миқдори қуйидаги формуладан топилади:

$$Q_1 = -\lambda \frac{dt}{dx}, \quad (3.1)$$

бу ерда, λ — материалнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти, Вт/(м °С); $\frac{dt}{dx}$ — ҳарорат градиенти, град/м.

Тенгламанинг ўнг тарафидаги (-) белгиси ҳарорат юқори бўлган жойдан ҳарорат паст бўлган жойга иссиқлик ҳаракатининг ўтишини кўрсатади.

Умумий ҳолда, яъни амалиётда ташқи тўсиқ конструкциядан ўтувчи иссиқлик миқдори вақт мобайнида ўзгарувчандир. Ташқи тўсиқ конструкциядан ўтувчи ўзгарувчан иссиқлик миқдорини топиш учун (3.1) формула дифференциалланади:

$$\frac{dQ_1}{dx} = -\lambda \frac{d^2 t}{dx^2}. \quad (3.2)$$

Вақт мобайнида dx қатламнинг ҳароратини dt градусга кўтарган dQ_2 иссиқлик миқдори шу қатламнинг иссиқлик сифимига тўғри пропорционалдир:

$$dQ_2 = -C \cdot \gamma \cdot \frac{dt}{dz}, \quad (3.3)$$

бу ерда, C — материалнинг солиштирма иссиқлик сифими, кДж/кг.град; γ — материалнинг зичлиги, кг/м³.

Ушбу формулани қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\frac{dQ_2}{dx} = -C \cdot \gamma \cdot \frac{dt}{dz}. \quad (3.4)$$

Юқоридаги (3.2) ва (3.4) формуланинг чап тарафини бири-бирига тенг деб олсак, у ҳолда бу қуйидаги кўринишни олади:

$$\frac{dt}{dz} = \frac{\lambda}{C \cdot \gamma} \cdot \frac{d^2 t}{dz^2}. \quad (3.5)$$

Бу формула бир хил йўналишга эга иссиқлик ўтказувчанликнинг дифференциал тенгламаси дейилади.

Маълумки, амалиётда иссиқлик оқими ҳамма йўналишда ҳаракат қилади, шу сабабли иссиқлик ўтказувчанликнинг дифференциал тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$\frac{dt}{dz} = a \left[\frac{d^2 t}{dx^2} + \frac{d^2 t}{dy^2} + \frac{d^2 t}{dz^2} \right], \quad (3.6)$$

бу ерда, $a = \frac{\lambda}{C \cdot \gamma}$, материалнинг ҳарорат ўтказувчанлик коэффиценти, м²/соат.

Юқоридаги (3.6) дифференциал тенгламанинг ечими мураккаб бўлганлиги сабабли, уни ҳозирги даврда электрон ҳисоблаш машиналари ёрдамида ечиш мумкин.

1. Қурилиш материалларининг иссиқлик-физик хусусиятлари

Қурилиш материаллари турли хил физик, механик ва иссиқлик-физик хусусиятларга эга. Бу хусусиятларни билиш бинолар ташқи тўсиқ конструкцияларининг иссиқлик-физик ва намлик ҳолати муҳандислик ҳисобини бажаришда катта аҳамиятга эга. Иссиқлик-физик ҳисобларнинг аниқ бажарилиши учун ташқи тўсиқ конструкцияларни ташкил этган қурилиш материалларининг иссиқлик-физик хусусиятлари тўғри қабул қилиниши зарур.

Қурилиш материалларининг иссиқлик-физик хусусиятлари нотўғри қабул қилинган бўлса, иссиқлик-физик ҳисобларни қанчалик аниқ формула орқали ҳисобласак ҳам натижа ҳақиқатдан узоқ бўлади. Қурилиш материалларининг иссиқлик-физик хусусиятлари турли хил шарт-шароитга ва муҳит таъсирига боғлиқ бўлиб, шу сабабли уни қабул қилиш бир қанча қийинчиликлар туғдиради. Бу эса, биринчи навбатда, иссиқлик-физик хусусиятлари кам ўрганилган қурилиш материалларига тегишлидир.

Баъзи бир қурилиш материалларининг иссиқлик-физик хусусиятлари умуман ўрганилмаган деса ҳам бўлади.

Бу бўлимда қурилиш материалларининг асосий иссиқлик-физик хусусиятлари ва бу хусусиятларнинг нималарга боғлиқлиги кўрсатилган.

2. Қурилиш материалларининг говаклиги ва зичлиги

Қурилиш материалларининг кўпчилиги говакли жисмлардан иборатдир.

Говаклик деб жисм таркибидаги ҳаво бўшлиғи (% ҳисобида) ҳажмининг жисм ҳажми нисбатига айтилади.

Қурилиш материалининг зичлиги деб 1 м^3 ҳажмга эга материалнинг килограмм ҳисобидаги оғирлиғига айтилади. Материалнинг зичлик бирлиги $\text{кг}/\text{м}^3$ бўлиб, бу кўрсаткични материалнинг солиштира оғирлиги билан алмаштирмаслик керак.

Материалнинг солиштира оғирлиги деб 1 м^3 ҳажмга эга говаклиги йўқ бўлган жисмнинг килограмм ҳисобидаги оғирлиғига айтилади.

Материалнинг зичлиги унинг говаклиғига боғлиқ. Шағал материалларнинг зичлиги эса говакликдан ташқари унинг ҳажмига ҳам боғлиқ бўлади.

Масалан, кум ва лойдан ташкил топган пишиқ гиштнинг масса оғирлиги-зичлиги $2600 \text{ кг}/\text{м}^3$ га тенг бўлса, бу гиштнинг ҳажмий оғирлиги $1900 \text{ кг}/\text{м}^3$ га тенг бўлади. Пишиқ гиштларнинг зичлиги $600 \text{ кг}/\text{м}^3$ дан $1900 \text{ кг}/\text{м}^3$ гача бўлади.

Қурилиш материалларининг иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти материалнинг зичлиғига тўғри пропорционал.

Қурилиш материалининг зичлиги қанчалик ошиб борса, унинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини ҳам шунча ошади. Бундан ташқари, материалнинг зичлиги ташқи тўсиқ конструкцияларнинг иссиқлик-физик ва намлик ҳолатининг муҳандислик ҳисобидаги бир қанча формула ва тенгламаларда қўлланилади.

Қурилиш материалларининг зичлиги 2800 кг/м^3 (гранит учун) дан 90 кг/м^3 (енгил толали материал учун) гача бўлади.

Баъзи сунъий йўл билан тайёрланган синтетик материалларнинг зичлиги 20 кг/м^3 бўлади. Бу материалларга мисол тариқасида мипора ва пенополистиролни олиш мумкин.

Ноорганик материалларнинг солиштирма оғирлиги $2400\text{--}2800 \text{ кг/м}^3$ гача бўлса, органик материалларнинг зичлиги эса $1450\text{--}1560 \text{ кг/м}^3$ гача бўлади.

Қурилиш материалининг солиштирма оғирлиги ва зичлиги маълум бўлса, унинг ғоваклиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$P = \frac{q - \gamma}{q} \cdot 100, \quad (3.7)$$

бу ерда, P — ғоваклик, %; q — солиштирма оғирлик, кг/м^3 ; γ — зичлик, кг/м^3 .

Маълумки, қурилиш материаллари ва конструкциялари ишлатилиш жараёнида маълум бир намлик ва зичликка эга бўлади. Қурилиш меъёрлари ва қоидаларида материалнинг қуруқ ҳолатидаги зичлиги берилган. Конструкция ёки ундаги материалнинг ишлатилиш жараёнидаги зичлиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\gamma_w = \gamma_k \cdot \left(1 + \frac{\omega}{100} \right), \quad (3.8)$$

бу ерда, γ_k — материалнинг қуруқ ҳолатидаги зичлиги, кг/м^3 ; ω — қурилиш материалининг ишлатилиш жараёнидаги нисбий намлиги, %.

Маълум солиштирма оғирликка эга материалнинг зичлиги қанча кичик бўлса, унинг ғоваклиги шунча катта бўлади.

Таркиби силикатли қурилиш материалларининг ғоваклиги нолдан 90% гача бўлса, пенополистирол ва мипоранинг ғоваклиги 98% гача бўлади.

3. Қурилиш материалларининг намлиги

Қурилиш материалларининг жисмида маълум миқдорда унинг таркиби билан кимёвий боғланмаган эркин намлик (сув) бўлади.

Намлик материалнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентига ва иссиқлик сизимида катта таъсир этиб, ташқи тўсиқ конструкциялар намлик ҳолати ҳисобида ҳам катта аҳамиятга эга.

Материалнинг намлиги икки хил бўлиб, биринчиси нисбий намлик, иккинчиси ҳажмий намлик дейилади.

Нисбий намлик деб материал жисмидаги намлик оғирлигининг шу материал қуруқ ҳолатидаги оғирлиги нисбатига айтилади. Нисбий намлик фоизда ўлчаниб, қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\omega_{\text{н}} = \frac{P_1 - P_2}{P_2} \cdot 100, \quad (3.9)$$

бу ерда, P_1 — материалнинг қуририлмагандаги оғирлиги; P_2 — шу материалнинг қуририлгандан кейинги оғирлиги; $\omega_{\text{н}}$ — материалнинг нисбий намлиги, %.

Ҳажмий намлик деб материал жисмидаги намлик ҳажмининг материал ҳажми нисбатига айтилади. Ҳажмий намлик қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\omega_{\text{х}} = \frac{V_1}{V_2} \cdot 100, \quad (3.10)$$

бу ерда, $\omega_{\text{х}}$ — ҳажмий намлик, %; V_1 — материал таркибидаги намликнинг ҳажми; V_2 — шу материалнинг ҳажми.

Зичлиги катта бўлган қурилиш материалларининг нисбий намлиги зичлиги кичик бўлган материалнинг нисбий намлигидан кичик бўлади. Амалиётда нисбий намлик ҳажмий намликка нисбатан кўпроқ қўлланилади, чунки нисбий намликни аниқлаш ҳажмий намликка нисбатан соддароқдир.

Агар материалнинг зичлиги билан нисбий намлиги маълум бўлса, унинг ҳажмий намлиги қуйидаги формуладан топилади:

$$\omega_{\text{х}} = \frac{\omega_{\text{н}} \cdot \gamma_{\text{х}}}{1000}, \quad (3.11)$$

бу ерда, $\gamma_{\text{х}}$ — материалнинг қуруқ ҳолатидаги зичлиги, кг/м^3 .

Ташқи тўсиқ конструкциялар ва қурилиш материаллари абсолют қуруқ ҳолда учрамайди, чунки сорбция ва конденсация жараёнлари натижасида уларнинг жисмида доимо маълум миқдорда намлик бўлади.

Фуқаро биолари ташқи тўсиқ конструкциялари, қурилиш меъёрлари ва қоидаларида кўрсатилганидек, нормал муҳитда ишлатилса, уларнинг жисмида зарурий нормал намлик бўлади.

3.1-жадвалда баъзи бир қурилиш материалларининг ишлатилиш жараёнида зарурий нормал намлиги кўрсатилган.

3.1-жадвал

Материал турлари	Зичлиги γ , кг/м ³	Материал намлиги, %	
		нисбий ω_n	ҳажмий ω_h
Қизил гиштдан терилган яхлит девор	1800	1,5	2,7
Силикат гишт	1900	2,5	4,8
Оғир бетон	2000	1,5	3,0
Оғир бетон	2500	2	5,0
Шлак-бетон	1300	3,0	3,9
Керамзит-бетон *	750	4,7	8,25
Керамзит-перлитобетон *	700	5,6	6,7
Керамзит-перлитобетон *	1100	3,5	3,8
Керамзит-бетон *	1300	1,7	2,2
Аглопорит-бетон	1600	5,0	8,0
Кўпикли (пено)бетон	700	10,0	7,0
Цемент-қумли сувоқ	1800	2,0	3,6
Оҳак-қумли сувоқ	1700	2,0	3,4
Керамзит шағали	600	2,0	1,2
Пенополистирол	25	5,0	0,12
Ёғоч (сосна)	500	15,0	7,5
Минерал плита	200	2,0	0,4
Ёқилги шлаки	750	3,5	2,6

* - тажриба асосида муаллифлар томонидан аниқланган

4. Қурилиш материалларининг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти

Иссиқлик ўтказувчанлик деб қурилиш материалининг ўз жисмидан маълум миқдорда иссиқлик ўтказиш хусусиятига айтилади.

Иссиқлик ўтказувчанлик хусусияти шу материалнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини λ билан ифодаланади.

Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини аниқлаш учун юзаси F 1 м^2 ва қалинлиги δ м га тенг бир жинсли ясси деворни кўриб чиқамиз. Агар шу девор сиртларидаги ҳарорат τ_1 ва τ_2 тенг бўлиб, $\tau_1 > \tau_2$ бўлса, Z соат вақт мобайнида девордан ўтадиган ўзгармас иссиқлик (ккал) миқдори қуйидаги ифодадан топилади:

$$Q = (\tau_1 - \tau_2) \cdot F \cdot Z \cdot \frac{\lambda}{\delta} \quad (3.12)$$

Агар иссиқлик миқдори Q маълум бўлса, иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини қуйидаги формула ёрдамида аниқлаш мумкин:

$$\lambda = \frac{Q \cdot \delta}{(\tau_1 - \tau_2) \cdot F \cdot Z} \quad (3.13)$$

Агар $\delta = 1$ м, $F = 1\text{ м}^2$, $(\tau_1 - \tau_2) = 1^\circ\text{C}$ ва $Z = 1$ соат деб олсак, $\lambda = Q$ бўлади. Юқоридаги формуладан иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентининг ўлчам бирлигини аниқлаш мумкин, яъни λ Вт/м. $^\circ\text{C}$ ёки ккал/(м. соат $^\circ\text{C}$).

Қурилиш материалларининг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини $\lambda = 0,041$ (пенополистирол) дан $\lambda = 3,49$ Вт/(м. $^\circ\text{C}$) (гранит) гача бўлади.

Металлнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини эса бундан ҳам каттадир. Масалан, пўлат учун $\lambda = 58$ Вт/(м. $^\circ\text{C}$), алюминий учун $\lambda = 221$ Вт/(м. $^\circ\text{C}$) ва мис учун $\lambda = 407$ Вт/(м. $^\circ\text{C}$) га тенг.

Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентининг катталиги бир хил материал учун доимий эмас, у иссиқлик оқимининг йўналиши, материалнинг зичлиги ва намлиги ўзгариши билан ўзгаради.

1.7 5. Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентининг материал зичлигига боғлиқлиги

Материалнинг зичлиги ошиши билан унинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини ҳам ошади, зичлик камайиши билан иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини ҳам камаёди.

Қуйидаги 3.2-жадвалда керамзит-бетон ва гишт материаллар иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентининг зичликка боғлиқлиги кўрсатилган. Ушбу жадвалдаги керамзит-бетон материалларининг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти мваллиф (F III) томонидан тажриба асосида аниқланган.

3.2-жадвал

Материал номи	Зичлиги, γ	Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти, λ Вт/(м.°С)	
		А	В
Оддий лойдан куйдириб пиширилган гишт	1800	0,70	0,81
Оддий лойдан куйдириб пиширилган гишт	1700	0,64	0,76
Оддий лойдан куйдириб пиширилган гишт	1600	0,58	0,70
Сопол (керамик) гишт	1600	0,58	0,70
Сопол (керамик) гишт	1200	0,47	0,52
Керамзит-бетон	1300	0,49	0,59
Керамзит-бетон	740	0,23	0,29
Керамзит-перлитобетон	1100	0,36	0,43
Керамзит-перлитобетон	1000	0,350	0,41
Керамзит-перлитобетон	900	0,31	0,36
Керамзит-перлитобетон	710	0,23	0,28

Жадвалдан кўриниб турибдики, материалларнинг зичлиги камайиши билан (яъни ғоваклик кўпайиши билан) иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти ҳам камаяди.

Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентининг зичликка қараб ўзгариши қуйидаги сабабларга боғлиқ: ҳар қандай қурилиш материалининг таркиби кимёвий боғланган жисм ва жисм билан кимёвий боғланмаган намлик ҳамда ҳаводан ташкил топади. Жисм таркибидаги ғовакларда, микрокапиллярларда ҳавонинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти материалнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентидадан жуда кичик бўлиб, асосан ғовакларнинг шакли ва ўлчамига боғлиқ.

Масалан, ўлчами 0,1 мм бўлган ғовакнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти $\lambda = 0,021$ Вт/м.°С, ўлчами 2 мм бўлган ғовакники эса $\lambda = 0,027$ Вт/м.°С. Материалнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти эса материал жисми ва ундаги ҳавонинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентининг ўртачасига тенг.

Демак, материалнинг ғоваклиги қанча кичик бўлса, унинг зичлиги ҳам катта бўлиб, иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти катта бўлади.

Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти материалнинг турларига ва таркибига ҳам боғлиқ.

Масалан, зичлиги бир хил, яъни 1800 кг/м^3 бўлган турли хил материалларнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти ҳар хил бўлиб, улар қуйида кўрсатилган:

Цемент-қумли қоришма	$\lambda = 0,76 \text{ Вт/м.}^\circ\text{С}$
Гишт	$\lambda = 0,70 \text{ Вт/м.}^\circ\text{С}$
Керамзит-бетон	$\lambda = 0,80 \text{ Вт/м.}^\circ\text{С}$
Асбестоцемент (шифер)	$\lambda = 0,47 \text{ Вт/м.}^\circ\text{С}$
Линолеум	$\lambda = 0,35 \text{ Вт/м.}^\circ\text{С}$

Демак, иссиқлик-физик хусусиятлари яхши бўлган материаллар бу енгил материаллардир.

Агар Москвада қуриладиган турар жой биносининг деворлари гиштдан иборат бўлиб, зичлиги 1800 кг/м^3 бўлса, деворнинг қалинлиги 2,5 гишт қилиб олинади, гиштининг зичлиги 1200 кг/м^3 бўлса, деворнинг қалинлиги 1,5 гишт қилиб олинади.

Шағал қурилиш материалларининг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти нафақат унинг зичлигига, балки шағал ўлчамларига ҳам боғлиқдир. Шағал ўлчамлари қанчалик кичик бўлса, шунча зич жойлашиб, улардаги ғовакларнинг ўлчамлари кичиклашади ва ҳавонинг ҳамда шағалнинг иссиқлик ўтказувчанлиги камаяди.

Шағал ўлчамларининг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти билан боғлиқлигини зичлиги 360 кг/м^3 бўлган ёқилғи шлакида кўриш мумкин:

Шағалнинг ўлчами 2-5 мм $\lambda = 0,088 \text{ Вт/м.}^\circ\text{С}$

Шағалнинг ўлчами 30 мм $\lambda = 0,12 \text{ Вт/м.}^\circ\text{С}$

Зичлиги 360 кг/м^3 бўлган шағал ўлчамининг 5 мм дан 30 мм га ўзгариши иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини 36% га оширади.

6. Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти материал намлигига боғлиқлиги

Қурилиш материалларининг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти асосан унинг намлигига боғлиқдир. Материалларнинг намлиги ошиши билан унинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти ҳам кескин кўтарилади.

Ҳозирги давргача баъзи бир қурилиш материаллари иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентининг намликка боғлиқлиги тўлиқ ўрганилмаган. Ташқи тўсиқ конструкциялардаги қурилиш материаллари ҳеч қачон қуруқ ҳолатда бўлмайди. Улар ишлатилиш жараёни ва ташқи муҳит таъсирида маълум миқдорда намликка эга бўлади.

Баъзи бир қурилиш материаллари иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентининг намликка боғлиқлиги 3.3 ва 3.4-жадвалда келтирилган. 3.3-жадвалда келтирилган кўрсаткичлар доцент М.М.Маҳмудов, 3.4-жадвалдаги кўрсаткичлар эса муаллифлар томонидан СамДАҚИ ва Москва қурилиш физикаси илмий-текшириш институти лабораторияларида тажрибалар асосида аниқланган.

3.3-жадвал

Материал номи	Зичлиги γ_k , кг/м ³	Намлиги ω_n , %	Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти λ , Вт/м.°С
Гишт чикундиларидан ибрат енгил бетон	1100	15,3	0,65
—	1100	12,4	0,57
—	1100	8,08	0,52
—	1100	6,8	0,46
—	1100	4,2	0,39
—	1100	3,7	0,38
—	1100	0	0,34

Бу тажрибаларга асосланиб, муаллиф иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентининг намликка боғлиқлигини қуйидаги эмпирик формула орқали ифодалади:

$$\lambda_n = \lambda_k + 0,019 \cdot \omega_n,$$

бу ерда, ω_n — материал нисбий намлиги; λ_k — материалнинг қуруқ ҳолатидаги иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти.

3.4-жадвалда келтирилган иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентининг намликка боғлиқлиги қуйидаги эмпирик

формула орқали ифодаланади: ҳажмий оғирлиги 700 кг/м^3 бўлган керамзит-перлитобетон учун:

$$\lambda_n = \lambda_k + 0,01 \cdot \omega_n,$$

ҳажмий оғирлиги 1300 кг/м^3 бўлган керамзит-бетон учун:

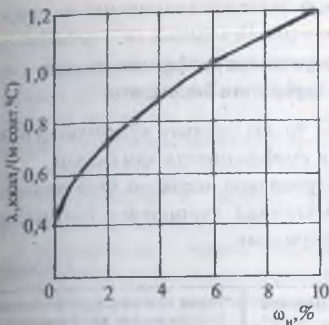
$$\lambda_n = \lambda_k + 0,012 \cdot \omega_n.$$

3.4-жадвал

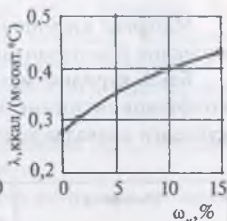
Материал номи	Зичлиги γ , кг/м^3	Намлиги ω , %	Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти λ , Вт/м. $^{\circ}\text{C}$
Керамзит-перлитобетон	700	15,3	0,32
"	700	10,05	0,25
"	700	3,08	0,20
"	700	0	0,17
"	1100	11,6	0,40
"	1100	4,86	0,32
"	1100	2,44	0,30
"	1100	0	0,29
Керамзит-бетон	1300	9,6	0,58
Керамзит-бетон	1300	5,0	0,51
Керамзит-бетон	1300	0	0,40

Тажриба асосида аниқланган иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентининг эмпирик формула орқали ҳисобланган иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентидан фарқи ± 5 фоиздан ошмайди. Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентининг намликка боғлиқлик чизмалари 19-иловада кўрсатилган.

Москва қурилиш физикаси илмий-текшириш институтининг лабораториясида тажрибалар асосида аниқланган иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентининг намликка боғлиқлиги 3.1 ва 3.2-расмларда кўрсатилган.



3.1-расм. Фишт девор иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентининг фишт намлигига боғлиқлиги.



3.2-расм. Ҳажмий оғирлиги 1000 кг/м³ бўлган керамзит-бетон иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентининг намликка боғлиқлиги.

Расмлардан шуни хулоса қилиш мумкинки, қурилиш материалларининг бошланғич намлигида иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти кескин кўтарилиб, кейинчалик эса унинг ўсиши тўғри чизиққа яқинлашиб боради.

Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентининг бошланғич намлик даврида кескин кўтарилишига сабаб, биринчи навбатда, кичик ғовак капиллярларнинг нам билан тўлишидир. Чунки иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентининг ўзгаришига кичик ғовак капиллярларнинг таъсири каттадир.

Бундан ташқари, сувнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти $\lambda = 0,58 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{С}$ бўлиб, бу кўрсаткич ўртача ўлчамли ғовак капиллярлардаги ҳавонинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентидан 20 баробар каттадир.

Юқорида келтирилган маълумотлар шуни кўрсатадики, ҳар бир қурилиш материали иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентининг намликка боғлиқлиги ҳар хилдир. Шу сабабли кам ўрганилган материаллар иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентининг намликка боғлиқлиги бевосита тажриба асосида аниқланиб қабул қилиниши керак.

Баъзи бир қурилиш материалларининг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти 16-иловада келтирилган.

7. Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентининг материал ҳароратига боғлиқлиги

Материал жисмининг ўртача ҳарорати кўтарилиши билан иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти ҳам ошади.

Баъзи қурилиш материаллари иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентининг материал ҳароратига боғлиқлиги қуйидаги жадвалда келтирилган:

3.5-жадвал

Материал	Зичлиги γ , кг/м ³	Турли ҳароратларда иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти λ , Вт/м.°С			
		0°	50°	100°	150°
Асбест	576	0,15	0,17	0,19	0,20
Трспелдан иборат гишт	200	0,074	0,082	0,091	0,058

Материал ҳарорати ошиши билан унинг молекулалари кинетик энергияси ошиши сабабли, иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти ҳам ошади. Бундан ташқари, ҳароратнинг кўтарилиши билан ғовак капиллярлардаги ҳавонинг иссиқлик ўтказувчанлиги ҳам ошади.

Масалан, ғовак капиллярларнинг ўлчами 0,1 мм, ҳарорати 0°С бўлса, иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти $\lambda = 0,24$ Вт/м.°С бўлади ва 100°Сда эса $\lambda = 0,031$ Вт/м.°С бўлади, яъни иссиқлик ўтказувчанлик 28,5%га ошади. Ғовак капилляр ўлчами 2 мм, ҳарорат 0°С бўлганда, $\lambda = 0,031$ бўлади, ҳарорат 100°С бўлганда эса $\lambda = 0,051$ бўлади, яъни иссиқлик ўтказувчанлик 63% ошади.

Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентининг материал ҳароратига боғлиқлиги О.Е.Власов томонидан таклиф этилган қуйидаги формуладан топилади:

$$\lambda_0 = \frac{\lambda_t}{1 + B \cdot t}, \quad (3.14)$$

бу ерда, λ_0 — материалнинг 0 °С да иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти; λ_t — материалнинг t °С да иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти; t — ҳарорат; $B = 0,0025$ бирлик.

Иссиқлик-физик ҳисобларда материал иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини тўғри танлаб олиш муҳим аҳамиятга эга. Агар материалнинг зичлиги маълум бўлса, иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти ҚМҚ 2.01.04-97 (Қурилиш иссиқлик техникаси) дан қабул қилинади. Бу қурилиш меъёрлари ва қоидаларида материал иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентининг уч катталиги берилган:

1. Материалнинг қуруқ ҳолатидаги иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти.

2. Материалнинг нормал (ўртача) намлик (А) ҳолатидаги иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти.

3. Материалнинг юқори намлик (Б) ҳолатидаги иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти.

Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини танлаш бино хонаси ичидаги нисбий намликка ва қурилиш жойи иқлимига боғлиқ.

8. Қурилиш материалларининг иссиқлик сиғими

Иссиқлик сиғими деб ҳарорат кўтарилиши билан материалнинг иссиқлик ютиш хусусиятига айтилади. Иссиқлик сиғими кўрсаткичи материалнинг солиштирма иссиқлик сиғими C орқали ифодаланади.

Солиштирма иссиқлик сиғимининг миқдори 1 кг материал массасининг ҳароратини 1°C га кўтариш учун сарф бўлган иссиқлик миқдори Вт (ккал) билан ўлчанади.

Солиштирма иссиқлик сиғими ўлчами — $\text{кДж/кг}^{\circ}\text{C}$ ёки ккал/кг.град .

Қурилиш материалларининг иссиқлик сиғими $C=0,18$ (минерал вата учун)дан $C=0,6$ ккал/кг.град (ёғоч учун)гача бўлади.

Сувнинг солиштирма иссиқлик сиғими энг катта бўлиб, $C=1$ га тенг. Пўлат учун $C=0,115$ ккал/кг.град .

Солиштирма иссиқлик сиғими материалнинг намлигига боғлиқ. Материал намлиги кўпайиши билан унинг солиштирма иссиқлик сиғими ҳам кўтарилади. Чунки материал жисмида нам ҳолатида сувнинг иссиқлик сиғими материал иссиқлик сиғимидан бир неча баробар каттадир.

Солиштира иссиқлик сифимининг материал намлигига боғлиқлиги қуйидаги формуладан топилади:

$$C_{\omega} = \frac{C_0 + 0.01 \cdot \omega_n}{1 + 0.01 \cdot \omega_n}, \quad (3.15)$$

бу ерда, C_{ω} — материалнинг нам (ω_n) ҳолатидаги солиштира иссиқлик сифими; C_0 — шу материалнинг қуруқ ҳолатида солиштира иссиқлик сифими; ω_n — материалнинг нисбий намлиги, %.

Агар ташқи тўсиқ конструкция бир неча хил қурилиш материалларидан ташкил топган бўлса, унинг солиштира иссиқлик сифими қуйидаги формула билан аниқланади:

$$C = \frac{C_1 \cdot P_1 + C_2 \cdot P_2 + \dots + C_n \cdot P_n}{P_1 + P_2 + \dots + P_n}, \quad (3.16)$$

бу ерда, $C_1, C_2, \dots, C_n$ — конструкцияни ташкил этган қурилиш материаллари ҳар бирининг солиштира иссиқлик сифими; $P_1, P_2, \dots, P_n$ — шу материалларнинг конструкцияга нисбатан солиштира миқдори.

Мисол. Йирик панелли деворлар чокларида қўлланиладиган битумли перлит-бетоннинг солиштира иссиқлик сифimini топинг.

Битумли перлит-бетоннинг зичлиги 350 кг/м^3 , унинг 1-қисми битумдан иборат ва 1,2-қисми перлит қумидан ташкил топган.

Битумнинг солиштира иссиқлик сифими $C_1 = 0,4$, перлит қумининг солиштира иссиқлик сифими $C_2 = 0,2$ ккал/кг.град. Бу қийматларни юқоридаги формулага қўйиб, битумли перлит-бетоннинг солиштира иссиқлик сифimini топамиз:

$$C = \frac{0,4 \cdot 1 + 0,2 \cdot 1,2}{1 + 1,2} = 0,29 \text{ ккал/кг.гр ад.}$$

9. Нур ва конвектив иссиқлик алмашинуви

Бирор-бир жисм қиздирилганда, иссиқлик миқдорининг бир қисми шу жисм сиртидан иссиқлик энергиясига айланиб, иссиқлик нурланиши орқали таралади.

Бирор-бир жисмга иссиқлик нурланиши орқали тушадиган иссиқлик миқдорининг бир қисми шу жисм ҳароратини кўтариш учун сарф бўлади ва бир қисми эса қайтади. Иссиқлик миқдорининг қолган қисми эса жисмдан ўтади.

Агар бирор жисмга иссиқлик миқдори тушиб турган бўлса, шу жисм иссиқлик миқдорининг ҳаммасини ўзига ютиб (сингдириб), ўз ҳароратини кўтарса, бу жисм абсолют қора жисм дейилади. Агар бирор жисм ўзига тушиб турган иссиқлик миқдорининг барчасини қайтарса, абсолют оқ жисм дейилади ва жисм тушиб турган иссиқлик миқдорининг барчасини ҳароратини кўтармасдан ўтказиб юборса, бу жисм абсолют шаффоф жисм дейилади.

Иссиқлик нурланиши орқали узатиладиган иссиқлик миқдори қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$Q = C \left[\frac{T}{100} \right]^4, \quad (3.17)$$

бу ерда, Q — иссиқлик нурланиши орқали узатиладиган иссиқлик миқдори, Вт/м².соат; C — жисм сиртининг нурланиш коэффициенти, Вт/м².соат °К⁴; T — жисм сиртининг ҳарорати, °К.

Юқоридаги формула Стефан-Больцман қонуни дейилади. Бу қонуният фақат абсолют қора жисмлар учун қўлланилади. Бу қонуниятни қурилиш материаллари учун ҳам қўллаш мумкинлиги амалиётда исботланган.

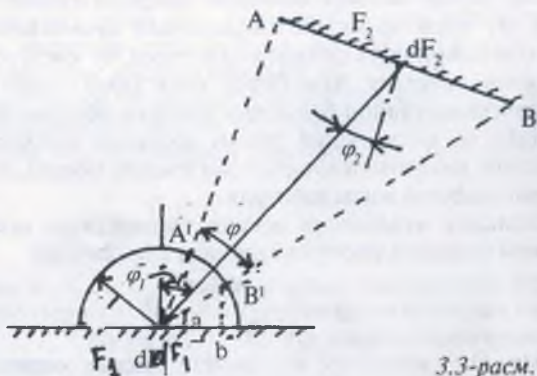
Бир-бирига нисбатан ихтиёрий ҳолатда жойлашган жисмлар ўртасида иссиқлик нурланиши орқали иссиқлик алмашилиши қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$Q = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_0} \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \iint_{F_1 F_2} \frac{\cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2}{\pi \cdot r^2} dF_1 dF_2, \quad (3.18)$$

бу ерда, C_1 , C_2 — сиртларнинг нурланиш коэффициенти; T_1 , T_2 — сиртлар ҳарорати, °К; C_0 — абсолют қора жисмнинг нурланиш коэффициенти; r — шу жисмларнинг марказлари оралиғидаги масофа, м; φ_1, φ_2 — жисмлар марказларини бирлаштирувчи чизик билан нормал оралиғидаги бурчаклар.

(3.18) формулани 3.3-расмда келтирилган чизмага татбиқ қилсак, у қуйидаги кўринишни олади:

$$dQ = \frac{C_1 C_2}{C_0} \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] dF_1 F_2 \frac{\cos \varphi_1 \cos \varphi_2}{\pi r^2} dF_2. \quad (3.19)$$



3.3-расм.

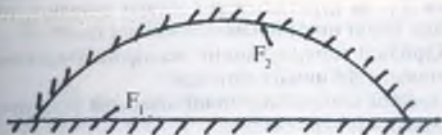
(3.19) формуланинг ечими жуда мураккаб бўлганлиги сабабли, кўпинча муҳандислик ҳисоблари учун икки хусусий ҳолга келтирилиб, соддалаштириб олинади.

1-хусусий ҳол. Икки жисм бир-биридан узоқ бўлмаган масофада жойлашган бўлиб, сиртлари бир-бирига параллел бўлса, улар оралиғидаги иссиқлик нурланиши орқали узатилаётган иссиқлик миқдори қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$Q = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_0}} \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \cdot F. \quad (3.20)$$

2-хусусий ҳол. Агар бир жисм сиртининг юзасини иккинчи жисм сирти ўраб турган бўлса (3.4-расм), у ҳолда улар оралиғидаги нур орқали узатилаётган иссиқлик миқдори қуйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$Q = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{F_1}{F_2} \left(\frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_0} \right)} \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \cdot F. \quad (3.21)$$



3.4-расм.

10. Конвектив иссиқлик алмашинуви

Суюқлик ёки газ ва қаттиқ жисм сирти оралиғида конвекция орқали иссиқлик алмашинуви пайтида газ ёки суюқ муҳитда иссиқлик ўтказувчанлик орқали ҳам иссиқлик ўтказилади.

Конвекция ва иссиқлик ўтказувчанлик бирга кузатилса, конвектив иссиқлик алмашинуви дейилади. Конвекция орқали узатилаётган иссиқлик миқдори суюқлик ёки газ муҳитнинг ҳаракат оқимиға, зичлиғига, ёпишқоқлиғига, ҳароратига, қаттиқ жисм сиртининг ҳарорат фарқиға ва бошқаларға боғлиқ.

Амалий ҳисобларда суюқлик ёки газ ва қаттиқ жисм сирти оралиғида конвектив иссиқлик алмашинуви орқали узатилаётган иссиқлик миқдори қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$Q = \alpha_k F(t_u - \tau), \quad (3.22)$$

бу ерда, F — қаттиқ жисм сиртининг юзаси, m^2 ; t_u — суюқлик ёки газнинг ҳарорати, $^{\circ}C$; τ — сирт ҳарорати, $^{\circ}C$; α_k — конвекция орқали иссиқлик узатиш коэффициентини, $Вт/м^2 \cdot ^{\circ}C$.

Конвекция орқали иссиқлик узатиш коэффициентини аниқлаш учун бир нечта эмпирик формулалар мавжуд. Аммо буларнинг амалиётда қўлланилиши жуда чеклидир. Конвекция орқали иссиқлик узатиш коэффициентини аниқлаш учун 4-бобда бир нечта махсус формулалар келтирилган.

Такрорлаш учун саволлар

1. Курилиш материалларининг асосий иссиқлик-физик хусусиятларини айтинг.

2. Қурилиш материалынинг қурилгандан кейинги оғирлиги 5 г ва қурилмасдан илгари оғирлиги 10 г га тенг бўлса, унинг нисбий намлиги нимага тенг?

3. Қурилиш материалынинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини деб нимага айтилади?

4. Қурилиш материалларининг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини нимага боғлиқ?

IV боб. БИНОЛАР ТАШҚИ ТЎСИҚ КОНСТРУКЦИЯЛАРИДА ЎЗГАРМАС ИССИҚЛИК ОҚИМИ

Ўзгармас иссиқлик оқими деб ташқи тўсиқ конструкциядан ўтадиган иссиқлик миқдори ва конструкция ҳароратининг вақт мобайнида ўзгармаслигига айтилади. Ташқи тўсиқ конструкциядан ўтадиган иссиқлик миқдори ўзгармас бўлганда, иссиқлик физикаси бўйича ҳисоблар соддалашади. Шу сабабли, кўпинча бинолар ташқи тўсиқ конструкцияларининг иссиқлик-физик ҳисобларида конструкциядан ўтадиган иссиқлик миқдори ўзгармас деб қабул қилинади.

Агар ўзгармас иссиқлик оқими бўйича ҳисобланган иссиқлик-физик ҳисоблар амалиётдан кескин фарқ қилса, иссиқлик оқими ва конструкциянинг ҳарорати вақт мобайнида ўзгарувчан деб қабул қилинади.

Ташқи тўсиқ конструкциядан ўтадиган ўзгармас иссиқлик миқдори конструкция ташқи ва ички ҳаво ҳароратининг фарқига, тўсиқ юзасига ва ички ҳаво ҳароратининг фарқига, вақтга ҳамда конструкциянинг иссиқлик-физик хусусиятларига тўғри пропорционалдир. Бу боғлиқликни қуйидагича ёзиш мумкин:

$$Q = K (t_u - t_m) \cdot F \cdot Z, \quad (4.1)$$

бу ерда, t_u — конструкциянинг ички тарафида ҳавонинг ҳарорати; t_m — ташқи ҳавонинг ҳарорати, °C; F — конструкциянинг юзаси, m^2 ; Z — вақт, соат; K — конструкциянинг иссиқлик-физик хусусиятига боғлиқ бўлган иссиқлик узатиш коэффициенти.

Ушбу формуланинг физик маъносини аниқлаш учун $t_u - t_m = 1^\circ$, $F = 1 m^2$, $Z = 1$ соат деб олсак, $K = Q$ бўлади.

Асосан бу формула бино хоналарини иситиш учун сарф бўладиган иссиқлик миқдорини аниқлаш учун қўлланилади.

Агар ташқи тўсиқ конструкциясининг икки ён сиртлари ҳароратлари маълум бўлса, у ҳолда (4.1) формула қуйидагича ёзилади:

$$Q = L (\tau_{\text{в}} - \tau_{\text{м}}) \cdot F \cdot Z, \quad (4.2)$$

бу ерда, $\tau_{\text{в}}$ — конструкция ички сиртининг ҳарорати; $\tau_{\text{м}}$ — конструкция ташқи сиртининг ҳарорати; L — конструкциянинг иссиқлик сингдирувчанлик коэффиценти.

Иссиқлик сингдирувчанлик ва иссиқлик узатиш коэффицентларининг ўлчами бир хил, яъни Вт/м²·°С.

Ташқи тўсиқ конструкциядан ўтадиган иссиқлик оқими маълум қаршиликка учрайди. Бу қаршилик конструкциянинг иссиқлик узатишга қаршилиги дейилади ва R_y ҳарфи билан белгиланади, ўлчами м²·°С/Вт.

Иссиқлик узатиш қаршилиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$R_y = \frac{1}{K}. \quad (4.3)$$

Бу боғлиқликдан маълумки, R_y нинг қиймати қанчалик катта бўлса, конструкция икки ёнидаги ҳаво ҳароратининг фарқи шунча катта бўлади. Демак, R_y конструкциянинг иссиқлик-физик хусусиятини аниқловчи катталиқдир.

Иссиқлик сингдирувчанлик коэффицентининг тескари қиймати конструкциянинг термик иссиқлик узатиш қаршилиги дейилади ва қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$R = \frac{\delta}{L}. \quad (4.4)$$

Ташқи тўсиқ конструкцияларнинг иссиқлик-физик ҳисобларида K ва L коэффицентларга нисбатан умумий иссиқлик узатиш қаршилиги R_y ни аниқлаш мақсадга мувофиқ бўлиб, бу эса ҳисоблаш формулаларини соддалаштиради.

1. Умумий ва зарурий иссиқлик узатиш қаршилиги

Ташқи тўсиқ конструкциясининг умумий иссиқлик узатиш қаршилиги уч хил қаршиликдан иборат:

1) Иссиқлик миқдорининг ички ҳаводан конструкция ички сиртига ўтишидаги қаршилик. Бу иссиқлик сингдириш қаршилиги ($R_{\text{и}}$) дейилиб, ички ҳаво ҳарорати билан

конструкция ички сирти ҳароратларининг фарқи туфайли вужудга келади ва бу фарқ $t_u - t_n$ тарзида ёзилади.

2) Иссиқлик миқдорининг конструкция танасидан ўтишидаги қаршилиқ. Бу конструкциянинг термик қаршилиги (R) дейилади ва у конструкция ички сиртининг ҳарорати билан ташқи сирт ҳароратлари фарқидан вужудга келади, яъни $t_u - t_r$.

3) Иссиқлик миқдорининг конструкция ташқи сиртидан ташқи ҳавога ўтишидаги қаршилиқ. Бу иссиқлик бериш қаршилиги (R_r) дейилади ва у конструкциянинг ташқи сирти ҳарорати билан ташқи ҳаво ҳарорати фарқидан вужудга келади, яъни $t_r - t_t$.

Демак, ташқи тўсиқ конструкциясининг умумий иссиқлик узатиш қаршилиги уч хил қаршилиқлар йиғиндисидан иборат:

$$R_r = R_u + R + R_m. \quad (4.5)$$

Иссиқликни сингдириш ва бериш қаршилиқлари купинча бир хил ифода қилиниб, конструкция ички ва ташқи сиртларининг иссиқлик бериш қаршилиги деб аталади.

Иссиқликни бериш қаршилигига тесқари қиймат иссиқлик бериш коэффиценти дейилади.

Конструкция ички сиртининг иссиқлик бериш коэффиценти α_u билан белгиланиб, қуйидаги ифодадан топилади:

$$\alpha_u = \frac{1}{R_u}. \quad (4.6)$$

Конструкция ташқи сиртининг иссиқлик бериш коэффиценти α_r билан ифодаланиб, қуйидаги формуладан топилади:

$$\alpha_r = \frac{1}{R_r}. \quad (4.7)$$

Иссиқлик миқдорининг конструкция ички сиртига ёки ташқи сиртидан ҳавога ўтиши иссиқлик нурланиши ва конвекция орқали амалга ошади.

Демак, иссиқлик бериш коэффиценти иссиқлик нурланиши ва конвекция орқали иссиқлик бериш коэффицентлари йиғиндисига тенг:

$$\alpha = \alpha_n + \alpha_k. \quad (4.8)$$

Ташқи тўсиқ конструкциянинг ички сиртига хонанинг ички девор, шифт, пол сиртларидан нур орқали иссиқлик ўтади, чунки уларнинг ҳарорати ташқи тўсиқ конструкциянинг ички сирти ҳароратидан ҳамеша баланд бўлади. Ташқи тўсиқ конструкциянинг ташқи сирти эса ташқи муҳитга (ҳавога) нур орқали иссиқлик беради.

Иссиқлик нурланиши орқали иссиқлик бериш коэффициенти қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\alpha_n = \frac{l}{\frac{l}{C_1} + \frac{l}{C_2} - \frac{l}{C_0}} \cdot \frac{\left[\frac{t_1 + 273}{100} \right]^4 - \left[\frac{t_2 + 273}{100} \right]^4}{t_1 - t_2}, \quad (4.9)$$

бу ерда, C_1 ва C_2 — сиртларнинг нурланиш коэффициенти; C_0 — абсолют қора жисмнинг нурланиш коэффициенти; t_1 , t_2 — сиртларнинг ҳарорати.

Конструкция ички сиртининг иссиқлик бериш коэффициентини топишда t_1 учун ички ҳаво ҳарорати ва t_2 учун конструкция ички сиртининг ҳарорати қабул қилинади.

Конструкция ташқи сиртининг иссиқлик бериш коэффициентини ҳисоблашда t_1 учун конструкция ташқи сиртининг ҳарорати ва t_2 учун ташқи ҳавонинг ҳарорати қабул қилинади.

Ташқи тўсиқ конструкцияларнинг ички ва ташқи сиртларидан конвекция ёрдамида иссиқлик ўтиши ҳар хилдир. Конструкция ички сиртининг конвекция орқали иссиқлик бериш коэффициенти α_k қуйидаги ўхшашлик, критериялар ёрдамида ҳисобланади:

Нуссельт критерияси

$$Nu = \frac{\alpha_k \cdot l}{\lambda};$$

Прандтл критерияси

$$Pr = \frac{\nu}{a};$$

Грасгоф критерияси

$$Gr = \frac{\beta \cdot q \cdot l^3 \cdot \Delta t}{\nu^2}$$

Бу критериялар умумлаштирилиб, қуйидаги кўринишда ёзилади ва α_k Нуссельт критериясида бўлганлиги сабабли, бу тенгламадан аниқланади:

$$Nu = 0,135 (Gr \cdot Pr)^{0,333}, \quad (4.10)$$

бу ерда, l — ҳаво ҳаракат йўналишининг чизиқли ўлчами;
 λ — ҳавонинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти;
 ν — ҳавонинг кинематик қовушқоқлик коэффиценти;
 α — ҳавонинг ҳарорат ўтказувчанлик коэффиценти;

q — эркин тушиш тезлиги ва $\beta = \frac{1}{273}$ ҳавонинг ҳарорат кенгайиш коэффиценти.

Деворлар ички сиртининг конвекция ёрдамида иссиқлик бериш коэффиценти ҳисоблаш учун проф. В.Н. Богословский қуйидаги формулани таклиф этган:

$$\alpha_k = 1,43 \sqrt{\Delta t}, \quad (4.11)$$

бу ерда, $\Delta t = t_n - t_{\text{в}}$ — ички ҳаво ва конструкция ички сирти ҳароратларининг фарқи.

Горизонтал текисликлар учун (4.11) формуладаги α_k қиймати шифт учун 30% кўпайтирилади ва пол учун 30% камайтирилиб олинади.

Конструкциялар ташқи сиртининг конвекцион иссиқлик бериш коэффиценти Франк формуласи ёрдамида аниқланади:

$$\alpha_k = 6,31 V^{0,656} + 325 e^{-1,91 V}, \quad (4.12)$$

бу ерда, V — шамол тезлиги, м/сек; e — натурал логарифмнинг асоси ($e=2,718$).

Барча бинолар учун ташқи тўсиқ конструкциялар ички ва ташқи сиртларининг иссиқлик бериш қаршилиги ва иссиқлик бериш коэффицентлари ҚМҚ 2.01.04-97 да келтирилган.

Ташқи тўсиқ конструкцияларнинг термик иссиқлик узатиш қаршилиги (R) конструкцияни ташкил этган материалнинг таркибига ва иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентига боғлиқ. Агар ташқи тўсиқ конструкция бир нечта қатламдан иборат бўлса, унинг термик иссиқлик узатиш қаршилиги қатламлар иссиқлик узатиш қаршиликларининг йиғиндисига тенг. Шу сабабли кўп қатламли конструкцияларнинг термик иссиқлик узатиш қаршилиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} \quad (4.13)$$

бу ерда, R_1, R_2, R_n — алоҳида олинган қатламларнинг иссиқлик узатиш қаршилиги, $\text{м}^2 \cdot \text{с} / \text{Вт}$; $\delta_1, \delta_2, \delta_n$ — алоҳида олинган қатламларнинг қалинлиги, м ; $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_n$ — алоҳида олинган қатламларнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти, $\text{Вт} / \text{м} \cdot ^\circ\text{С}$; n — конструкцияни ташкил этган қатламлар сони.

Ташқи тўсиқ конструкцияларни лойиҳалашда, бино хоналарида меъёрий иқлим яратиш учун уларнинг зарурий иссиқлик узатишга қаршилигини билиш зарур. Бу катталик ҚМҚ 2.01.04.-97 даги иссиқлик ҳимоясининг даражаси келтирилган жадвалга асосан қабул қилинади. Ушбу жадвалда кўрсатилмаган бинолар учун зарурий иссиқлик узатиш қаршилиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$R_y = \frac{n(t_n - t_r)}{\Delta t^m \alpha_n}, \quad (4.14)$$

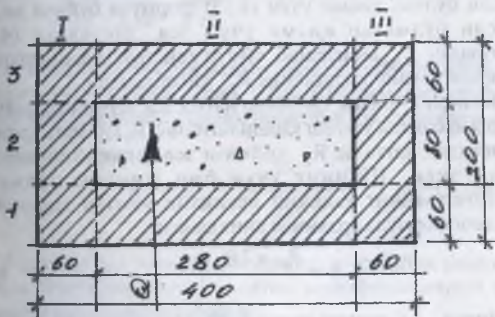
бу ерда, t_n ва t_r — ҳисоб учун қабул қилинган ички ва ташқи ҳавонинг ҳарорати; $\Delta t^m = t_n - t_r$ — ички ҳавонинг ҳароратидан конструкция ички сирти ҳароратининг фарқи, ҚМҚ 2.01.04-97 дан қабул қилинади; α_n — конструкция ички сиртининг иссиқлик бериш коэффициенти, ҚМҚ 2.01.04-97 дан қабул қилинади; n — конструкция ташқи сиртининг ташқи ҳавога нисбатан қандай ҳолатда эканлигини кўрсатувчи коэффициент, ҚМҚ 2.01.04-97 дан қабул қилинади.

2. БИР ЖИНСЛИ БЎЛМАГАН ТАШҚИ ТЎСИҚ КОНСТРУКЦИЯЛАРНИНГ ИССИҚЛИК УЗАТИШГА ҚАРШИЛИГИ

Қурилиш амалиётида ташқи девор ва том ёпмасы сифатида таркиби бир жинсли бўлмаган конструкциялар ишлатилади. Бунга мисол қилиб 2, 3, 4 қатламли ёпмалар ва енгил материаллар билан тўлдирилган ғишт деворларни олиш мумкин. Бу конструкциялар иссиқлик оқими йўналишига параллел ёки перпендикуляр жойлашган бир жинсли бўлмаган қурилиш материалларидан иборат.

Таркиби бир жинсли бўлмаган конструкцияларнинг иссиқлик узатиш қаршилиги қуйидаги тартибда аниқланади:

1) Конструкцияни иссиқлик оқими йўналишига параллел бўлган текислик билан кесиб, алоҳида қатламларга ажратамиз (4.1-расм).



4.1-расм. Бўшлиги енгил материал билан
тўлдирилган бетондан иборат кичик блок.

Бу конструкциянинг ўртача иссиқлик узатиш қаршилиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$R_0 = \frac{F_1 + F_2 + F_3 + \dots}{\frac{F_1}{R_1} + \frac{F_2}{R_2} + \frac{F_3}{R_3} + \dots} \quad (4.15)$$

бу ерда, R_I, R_{II} — алоҳида қатламларнинг термик иссиқлик узатиш қаршилиги; F_I, F_{II} — алоҳида қатламлар юзалари.

2) 4.1-расмда келтирилган конструкцияни иссиқлик оқими йўналишига перпендикуляр бўлган текислик билан кесиб, (1,2,3) алоҳида қатламларга ажратамиз. Конструкциянинг таркиби бир жинсли бўлмаган қисмлари учун ўртача иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\lambda_{\text{орт}} = \frac{\lambda_I \cdot F_I + \lambda_{II} \cdot F_{II} + \lambda_{III} \cdot F_{III} + \dots}{F_I + F_{II} + F_{III} + \dots}, \quad (4.16)$$

бу ерда, λ_I, λ_{II} — алоҳида қатламларни ташкил этган материалларнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффицентлари; F_I, F_{II} — алоҳида қатламлар юзалари.

Бу конструкциянинг иссиқлик узатиш қаршилиги бир жинсли бўлган қисми учун (4.13) формула бўйича ва бир жинсли бўлмаган қисми учун эса, даставвал (4.16) формуладан $\lambda_{\text{орт}}$ аниқланиб, сўнггра конструкциянинг термик иссиқлик узатиш қаршилиги R_I ҳисобланади.

Иссиқлик-физик ҳисоблар натижаси шуни кўрсатдики, ҳамиша иссиқлик узатиш қаршилигининг R_{II} қиймати ҳақиқий қийматидан катта ва R_I қиймати эса ҳақиқий қийматдан кичик экан. Шунинг учун бир жинсли бўлмаган конструкциянинг ҳақиқий иссиқлик узатиш қаршилиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$R = \frac{R_{II} + 2R_I}{3}. \quad (4.17)$$

Мисол. 4.1-расмда келтирилган бўшлиғи минерал вата билан тўлдирилган бетон блокнинг термик иссиқлик узатиш қаршилиги ҳисоблансин.

Блокнинг баландлиги 250 мм, ҳажмий оғирлиги 2400 кг/м³ ва иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти $\lambda = 1,74$ Вт/м²С. Минерал ватанинг зичлиги 75 кг/м³ ва иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти $\lambda = 0,06$ Вт/м²С.

1) Блокни иссиқлик оқими йўналишига параллел бўлган текислик билан кесиб, I, II ва III қатламларга ажратамиз. I ва III қатлам бир жинсли бўлиб, уларнинг термик иссиқлик узатиш қаршилиги қуйидагича топилади:

$$R_I = R_{III} = \frac{0,2}{1,74} = 0,11 ;$$

$$F_I = F_{III} = 6 \cdot 25 = 150 \text{ см}^2.$$

II қатлам учун:

$$R_{II} = \frac{0,06}{1,74} + \frac{0,08}{0,06} + \frac{0,06}{1,74} = 1,402 ;$$

$$F_{II} = 28 \times 25 = 700 \text{ см}^2.$$

(4.15) формуладан:

$$R_{II} = \frac{150+700+150}{0,11 + 1,40 + 0,11} = \frac{1000}{3227,9} = 0,309 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

2) Блокни иссиқлик оқими йўналишига перпендикуляр бўлган текислик билан кесиб, 1, 2 ва 3-қатламларга ажратамиз. 1 ва 3-қатламларнинг термик иссиқлик ўтказиш қаршилиги:

$$R_I = R_3 = \frac{0,06}{1,74} = 0,03 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

2-қатлам бир жинсли бўлмаганлиги сабабли унинг учун ўртача иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини (4.16) формула ёрдамида аниқлаймиз:

$$\lambda = \frac{1,74 \cdot 300 + 0,06 \cdot 700}{1000} = \frac{564}{1000} = 0,564 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

2-қатламнинг термик иссиқлик ўтказиш қаршилиги:

$$R_2 = \frac{0,08}{0,564} = 0,142 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

(4.13) формуладан:

$$R_1 = R_1 + R_2 + R_3 = 0,03 + 0,142 + 0,03 = 0,202 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}.$$

Термик иссиқлик ўтказиш қаршилиги $R_{\text{н}}$ билан R_1 нинг бир-биридан фарқи 35%ни ташкил қилади. Шу сабабли бетон блокнинг ҳақиқий иссиқлик ўтказиш қаршилигини (4.17) формула бўйича аниқлаймиз:

$$R = \frac{0,309 + 2 \cdot 0,202}{3} = 0,238 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}.$$

3. Бўш ҳаво қатламли ташқи тўсиқ конструкциялардан иссиқлик ўтиши

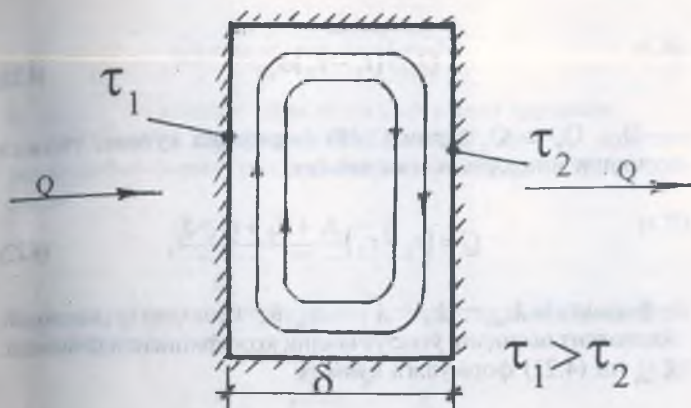
Ҳавонинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти жуда кичик, яъни 0,023 Вт/м.°С бўлганлиги сабабли, танаси бўш ҳаво қатламли турли конструкциялар қурилишда қўлланила бошланди. Аммо бу типдаги деворларнинг иссиқлик-физик хусусияти яхши бўлмаганлиги сабабли, девор танасидаги бўш ҳаво қатламлар енгил (керамзит, минвата ва бошқа) материаллар билан тўлдирилиб қурила бошланди. Лекин девор ёки бетон блоклар танасидаги бўш ҳаво қатлами қалинлиги жуда кичик бўлса, конструкциянинг иссиқлик-физик хусусияти яхши бўлади. Маълумки, деворнинг қаттиқ қисмидан иссиқлик миқдори иссиқлик ўтказувчанлик орқали ўтади.

Конструкциянинг бўш ҳаво қатламидан эса иссиқлик нур ва конвекция орқали ўтади. Шу сабабли бўш ҳаво қатламли конструкциянинг 1 м² юзасидан 1 соат мобайнида ўтадиган умумий иссиқлик миқдори қуйидагича ёзилади:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3, \quad (4.18)$$

бу ерда, Q_1 —иссиқлик ўтказувчанлик орқали ўтадиган иссиқлик миқдори; Q_2 —конвекция орқали ўтадиган иссиқлик миқдори; Q_3 —иссиқлик нурланиши орқали ўтадиган иссиқлик миқдори.

4.2-расмда бўш ҳаво қатламидан ўтадиган иссиқлик миқдори кўрсатилган.



4.2.-расм. Бўш ҳаво қатламиндан иссиқлик ўтиши.

Бўш ҳаво қатламининг қалинлиги δ бўлиб, икки ён сирт ҳарорати τ_1 , τ_2 , бунда $\tau_1 > \tau_2$.

(3.12) формулага асосан, иссиқлик ўтказувчанлик орқали ўтадиган иссиқлик миқдори қуйидагича ёзилади:

$$Q_1 = (\tau_1 - \tau_2) \frac{\lambda_1}{\delta}, \quad (4.19)$$

бу ерда, λ_1 — ҳаракатсиз ҳавонинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти; δ — бўш ҳаво қатламининг қалинлиги, м.

Конвекция орқали ўтадиган иссиқлик миқдори қуйидагича ёзилади:

$$Q_2 = (\tau_1 - \tau_2) \frac{\lambda_2}{\delta_2}, \quad (4.20)$$

бу ерда, λ_2 — ҳавонинг шартли иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти.

Бу коэффицент ўзгарувчан бўлиб, у бўш ҳаво қатламининг қалинлигига, бўшлиқнинг конструкцияда қандай ҳолатда туришига, бўшлиқ сиртларидаги ҳарорат фарқига ва ҳаво ҳароратига боғлиқ.

Иссиқлик нурланиши орқали ўтадиган иссиқлик миқдори қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$Q_3 = (\tau_1 - \tau_2) \alpha_n. \quad (4.21)$$

Q_1 , Q_2 ва Q_3 ларни (3.18) формулага қўйсак, умумий иссиқлик миқдорини аниқлаймиз:

$$Q = (\tau_1 - \tau_2) \frac{\lambda_1 + \lambda_2 + \alpha_n \cdot \delta}{\delta}, \quad (4.22)$$

бу формулада $\lambda_{\text{экв}} = \lambda_1 + \lambda_2 + \alpha_n \cdot \delta$ — бўш ҳаво қатламининг эквивалент иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти дейилади. $\lambda_{\text{экв}}$ ни (4.22) формулага қўямиз:

$$Q = (\tau_1 - \tau_2) \frac{\lambda_{\text{экв}}}{\delta}. \quad (4.23)$$

Бўш ҳаво қатламининг иссиқлик узатишга қаршилиги қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$R = \frac{\delta_{\text{экв}}}{\lambda}. \quad (4.24)$$

4. Ташқи тўсиқ конструкциялардаги ҳароратни аниқлаш

Ташқи тўсиқ конструкцияларнинг иссиқлик-физик ҳисобида иссиқлик узатиш қаршилигидан ташқари унинг ихтиёрий қатламидаги ҳароратини аниқлаш муҳим аҳамиятга эга. Чунки конструкциядаги ҳарорат чизиғи унинг намлик ҳолати муҳандислик ҳисобида катта роль ўйнайди.

Конструкциялардаги ҳароратни аниқлаш қуйидагича бажарилади:

1) 1 м^2 конструкция танасидан 1 соат вақт мобайнида ўтадиган иссиқлик миқдори қуйидагича аниқланади:

$$Q_1 = \frac{t_n - t_r}{R_y}, \quad (4.25)$$

бу ерда, $t_n - t_r$ — ички ва ташқи ҳаво ҳароратларининг фарқи.

2) 1 м^2 конструкциянинг ички сиртидан 1 соат мобайнида ўтадиган иссиқлик миқдорини ушбу формула ёрдамида ҳам аниқлаш мумкин:

$$Q_2 = \alpha_u (t_u - \tau_u) = \frac{t_u - \tau_u}{R_u} \quad (4.26)$$

бу ерда, τ_u — конструкция ички сиртининг ҳарорати.

(4.25) ва (4.26)-формулалардаги Q_1 ва Q_2 шартли равишда бир-бирига тенг деб олинса, у қуйидаги кўринишни олади:

$$\frac{t_u - t_m}{R_y} = \frac{t_u - \tau_u}{R_u}, \quad (4.27)$$

бу формуладан конструкция ички сиртининг ҳароратини аниқлаймиз:

$$\tau_u = t_u - \frac{t_u - t_m}{R_y} \cdot R_u \quad (4.28)$$

Ташқи тўсиқ конструкциянинг ихтиёрий қатламидаги ҳарорат қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\tau_u = t_u - \frac{t_u - t_m}{R_y} \cdot (R_u + \sum_{n=1} R), \quad (4.29)$$

бу ерда, τ_n — конструкция n -қатлам сиртининг ҳарорати.

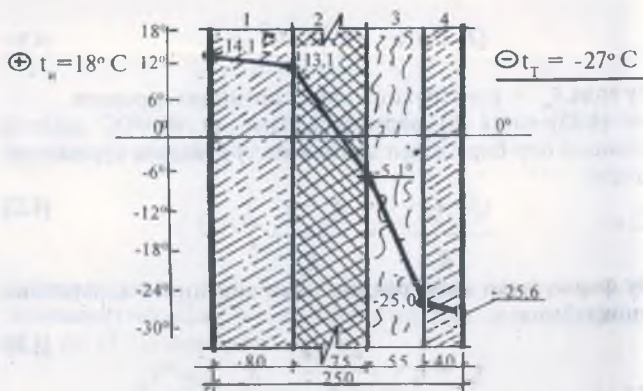
Қатламларнинг саноқ тартиби конструкция ички сиртидан бошланади; $\sum_{n=1} R - n - 1$ қатламгача бўлган термик иссиқлик узатиш қаршиликларининг йиғиндиси.

Мисол. Турар жой биносининг ташқи деворидаги ҳарорат чизигини аниқланг.

Девор тўрт қатламли панелдан иборат (4.3-расм).

Биринчи ва тўртинчи қатлам оғир бетондан иборат, зичлиги 2500 кг/м^3 ва иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти $1,92$ ва $2,04 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{С}$. А ва Б эксплуатация шароити учун қурилиш жойи Нукус шаҳри.

Биринчи қатлам қалинлиги 80 мм ва тўртинчи қатлам қалинлиги 40 мм . Иккинчи қатлам цементли фибролитдан иборат бўлиб, зичлиги 400 кг/м^3 ва иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти $0,13 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{С}$, қалинлиги 75 мм . Учинчи қатлам минерал момиқ плиталардан иборат, зичлиги 300 кг/м^3 , иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти $0,087 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{С}$. Ички ҳаво ҳарорати $18 ^\circ\text{С}$, ташқи ҳаво ҳарорати эса $-27 ^\circ\text{С}$. Ички ва ташқи ҳаво ҳароратларининг фарқи $t_u - t_\tau = 45 ^\circ\text{С}$.



4.3-расм. Ташқи тўсиқ конструкциядаги ҳарорат чизиги.

Ҳисоб қуйидагича бажарилади: бунда термик иссиқлик узатиш қаршиликларига мос равишда ички ва ташқи ҳаво ҳароратлар фарқини пропорционал тарзда ёзиб чиқамиз:

$$R_v = 0,114 \quad \Delta\tau_v = 3,6 \quad \tau_v = 18 - 3,6 = 14,4^\circ\text{C}$$

$$R_1 = \frac{0,08}{1,92} = 0,042; \quad \Delta\tau_1 = 1,3 \quad \tau_2 = 14,4 - 1,3 = 13,1^\circ\text{C}$$

$$R_2 = \frac{0,075}{0,13} = 0,577; \quad \Delta\tau_2 = 18,2$$

$$R_3 = \frac{0,055}{0,087} = 0,632; \quad \Delta\tau_3 = 19,9$$

$$R_4 = \frac{0,04}{1,92} = 0,021; \quad \Delta\tau_4 = 0,6 \quad \tau_4 = -5,1 - 19,9 = -25,0^\circ\text{C}$$

$$R_m = 0,043 \quad \Delta\tau_m = 1,4 \quad \tau_m = -25,0 - 0,6 = -25,6^\circ\text{C}$$

$$R = 1,428; \quad t_i - t_e = 45^\circ\text{C}$$

(4.29) формуладан фойдаланиб, 4.3-расмдаги конструкциянинг ихтиёрий қатламидаги ҳароратни ҳисоблаш мумкин. Масалан:

$$t_2 = 18 - \frac{45}{1,428} (0,114 + 0,042 + 0,577) = - 5,1^{\circ}\text{C}.$$

Такрорлаш учун саволлар

1. Ўзгармас иссиқлик оқими деб нимага айтилади?
2. Ташқи тўсиқ конструкцияларни лойиҳалашда умумий ва зарурий иссиқлик узатиш қаршилиги нима учун аниқланади?
3. ҚМҚ 2.01.04-97 га асосан, хона ички ҳаво ҳароратидан ташқи тўсиқ конструкция ички сиртининг ҳарорати фарқи қанчага тенг бўлиши керак?
4. Бир жинсли ташқи деворнинг қалинлиги 30 см ва иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти 0,5 Вт/м.°С бўлса, деворнинг термик иссиқлик узатиш қаршилигини аниқланг.

V боб. БИНО ТАШҚИ ТЎСИҚ КОНСТРУКЦИЯЛАРИ- ДА ЎЗГАРУВЧАН ИССИҚЛИК ОҚИМИ

Биз юқорида ташқи деворларда, конструкцияларда ўзгармас иссиқлик миқдори оқимининг муҳандислик ҳисобларини кўриб чиққан эдик. Бу ҳолда бинонинг ичидаги ва ташқи ҳавонинг ҳарорати вақт мобайнида ўзгармас қилиб қабул қилинган эди. Шу сабабли ташқи тўсиқ конструкциялардаги ҳарорат ўзгармас тўғри чизиқли бўлган эди. Табиатда ва амалиётда бунинг аксини кузатамиз. Чунки амалиётда ташқи ҳавонинг ҳарорати вақт мобайнида ўзгариб туради. Шу сабабли ташқи тўсиқ конструкциялардан ўтадиган иссиқлик миқдори ўзгарувчандир, унга боғлиқ ҳолда ҳарорат чизиги ҳам ўзгаради.

Ўзгарувчан иссиқлик оқимининг миқдорини аниқлаш учун, қуйидаги иссиқлик ўтказувчанликнинг дифференциал тенгламаларини интеграллаш керак:

$$\frac{d t}{d z} = a \frac{d^2 t}{d x^2}. \quad (5.1)$$

$$\frac{d t}{d z} = a \left[\frac{d^2 t}{d x^2} + \frac{d^2 t}{d y^2} + \frac{d^2 t}{d z^2} \right]. \quad (5.2)$$

1. Чекланган фарқлар усули

Ўзгармас иссиқлик ўтказувчанлик тенгламасига нисбатан, (5.1) ва (5.2) формулада келтирилган ўзгарувчан иссиқлик ўтказувчанлик тенгламасининг ечими умумий ҳолда мураккаб ҳисобланади.

Бу тенгламани ечиш учун қуйидаги хусусий ҳолатлар қабул қилинади:

1. Хона ичидаги иситгич жиҳозлар бир текис иситмаганлиги сабабли бино ичидаги ҳаво ҳароратининг тебраниш амплитудасини ҳисоблаш керак.

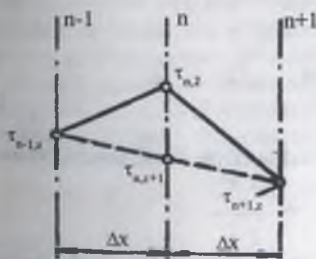
2. Ташқи ҳаво ҳарорати ўзгариб турганлиги сабабли унинг ташқи қурилмаларда ўзгариши сўниш қийматини аниқлаш керак.

3. Ташқи тўсиқ конструкцияларнинг исиш ва совиш даражасини эътиборга олиш керак.

Шу сабабли юқоридаги дифференциал тенглама чекли фарқ усулида ечилса соддалашади ва бу формулани амалиётда қўлласа бўлади. Бунинг учун иссиқлик миқдори қалинлиги жуда кичик чекли бўлган қатламдан бир томонлама ҳаракатланиб ўтса, у ҳолда (5.1) дифференциал тенглама чекли фарқ усулида қуйидагича ёзилади:

$$\frac{\Delta \tau}{\Delta Z} = \alpha \cdot \frac{\Delta^2 \tau}{\Delta X^2} \quad (5.3)$$

бу ерда, $\Delta \tau$ — ҳароратнинг чекли кичик қиймати, °С; ΔZ — вақтнинг чекли кичик интервали, соат; α — муҳитнинг ҳарорат ўтказувчанлик коэффиценти; ΔX — қатламларнинг чекли кичик қалинлиги, м; X — ўқ йўналиши.



n — қатламлар сони
 z — вақт интервали

5.1-расм. Ясси девор қатламда ҳароратнинг ўзгариш графиги.

Бу тенгламани ечиш учун таркиби бир жинсли материалдан иборат ясси деворни қалинлиги бир хил бўлган ΔX қатламларга бўламиз (5.1-расм).

Юқоридаги формуладан фойдаланиб, қатламлардаги ҳароратни қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\frac{\tau_{n,z+1} - \tau_{n,z}}{\Delta Z} = a \cdot \frac{\tau_{n+1,z} + \tau_{n-1,z} - 2\tau_{n,z}}{\Delta X^2}, \quad (5.4)$$

бу тенгламадан n қатламдаги нуқтадаги ҳароратнинг Δz интервал ўтгандан кейинги қийматини аниқлаймиз:

$$\tau_{n,z+1} = \tau_{n,z} + a \cdot \frac{\Delta Z}{\Delta X^2} (\tau_{n+1,z} + \tau_{n-1,z} - 2\tau_{n,z}). \quad (5.5)$$

Бу формула орқали ташқи тўсиқ конструкциянинг ихтиёрий қатламларидаги ҳароратни маълум ΔZ интервал вақт оралиғида топиш мумкин. Хусусий ҳолда ΔZ ва ΔX ларни шундай танлаб олиш керакки, уларнинг нисбати

$$a \frac{\Delta Z}{\Delta X^2} = 0,5 \text{ га тенг бўлсин. У ҳолда (5.5) формула}$$

қуйидаги кўринишни олади:

$$\begin{aligned} \tau_{n,z+1} &= \tau_{n,z} + \frac{1}{2} \tau_{n+1,z} + \frac{1}{2} \tau_{n-1,z} - \tau_{n,z}, \\ \tau_{n,z+1} &= \frac{1}{2} (\tau_{n+1,z} + \tau_{n-1,z}). \end{aligned}$$

ёки

$$\tau_{n,z+1} = \frac{\tau_{n+1,z} + \tau_{n-1,z}}{2}. \quad (5.6)$$

Бу формула қуйидаги ҳолатда тўғри ҳисобланади, яъни:

$$\Delta Z = \frac{\Delta X^2}{2a}.$$

ΔZ вақтни максимал вақт интервали деб қабул қилинса, у ҳолда юқоридаги формула қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$\Delta Z_{\max} = \frac{\Delta X^2}{2a}, \quad (5.7)$$

ΔZ нинг қиймати қанча кичик қабул қилинса, ҳисоб шунча аниқ бажарилади.

Бунинг учун кўпинча

$$\Delta Z_{\max} = \frac{\Delta X^2}{6a},$$

деб қабул қилинади.

Бу формуланинг аниқлиги амалиётда исботланган.

Юқорида келтирилган дифференциал тенгламаларнинг ечими оддий усулда мураккаб ҳисобланади. Шу сабабли бу дифференциал тенгламалар чекли фарқ усулига келтирилиб, ЭХМлар ёрдамида махсус дастур тузиб ҳисобланса, мақсадга мувофиқ бўлади.

Бунинг учун шартли белгилар қабул қилинган, яъни t_n — девор сирти яқинидаги ҳавонинг ҳарорати;

τ_1 — девор сиртининг ҳарорати;

τ_2 — девор сиртидан ΔX масофада турувчи қатламнинг ҳарорати;

α — ҳавонинг сиртга иссиқлик бериш коэффиценти;

λ — девор материалининг иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти.

Девор қатламларидаги ҳароратни аниқлашнинг икки хил усулини кўриб чиқамиз:

1. $\Delta Z = \Delta Z_{\max}$ деб қабул қилинади.

Бу ҳолда ΔZ вақт интервалида қатламлар оралиғидаги узатиладиган иссиқлик миқдори ўзгармас бўлади. Ҳаводан биринчи қатлам сиртига ўтадиган иссиқлик миқдорини Q_1 ва шу қатламдан кейинги қатламга узатиладиган иссиқлик миқдори Q_2 десак, ΔZ интервал вақт мобайнида бир-бирига тенг бўлади. Q_1 ва Q_2 лар қуйидагича ёзилади:

$$Q_1 = \alpha (\tau_1 - t_n) \Delta Z ; Q_2 = \frac{\lambda}{\Delta X} (\tau_1 - \tau_2) \Delta Z,$$

бундан,

$$\alpha (\tau_1 - t_n) \Delta Z = \frac{\lambda}{\Delta X} (\tau_1 - \tau_2) \Delta Z,$$

бу тенгламадан τ_1 ни аниқлаймиз:

$$\tau_{1,z+1} = \frac{\alpha \cdot t_n + \frac{\lambda}{\Delta X} \tau_{2,z}}{\alpha + \lambda / \Delta X} \quad (5.8)$$

2. Агар $\Delta Z < \Delta Z_{\max}$ бўлса, бу ҳолда $\Delta X = \sqrt{2a \cdot \Delta Z}$ бўлади. ΔZ интервал вақт мобайнида $n-1$ сиртдан n сиртга ўтаётган иссиқлик миқдори қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$Q_1 = (\tau_{n-1,z} - \tau_{n,z}) \frac{\lambda_1}{\Delta X_1} \Delta Z.$$

ΔZ интервал вақт мобайнида n сиртдан $n+1$ сиртга ўтадиган иссиқлик миқдори эса қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$Q_2 = (\tau_{n,z} - \tau_{n+1,z}) \frac{\lambda_2}{\Delta X_2} \Delta Z.$$

ΔZ вақт мобайнида n сиртдан ўтаётган иссиқлик миқдорининг ўзгариши қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\Delta Q = \frac{1}{2} (C_1 \cdot \gamma_1 \cdot \Delta X_1 + C_2 \cdot \gamma_2 \cdot \Delta X_2) (\tau_{n,z+1} - \tau_{n,z}).$$

Иссиқлик тенглигига асосан, $\Delta Q = Q_1 - Q_2$ дан юқоридаги формулалар қуйидаги кўринишни олади:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} (C_1 \cdot \gamma_1 \cdot \Delta X_1 + C_2 \cdot \gamma_2 \cdot \Delta X_2) (\tau_{n,z+1} - \tau_{n,z}) = \\ = \left(\frac{\tau_{n-1,z} - \tau_{n,z}}{\Delta X_1} \lambda_1 - \frac{\tau_{n,z} - \tau_{n+1,z}}{\Delta X_2} \lambda_2 \right) \Delta Z. \end{aligned}$$

Бу тенгламани $t_{n,z+1}$ га нисбатан ечиб, икки материал чегарасидаги ҳароратни аниқлаш формуласини келтираемиз:

$$\begin{aligned} \tau_{n,z+1} = \frac{C_1 \cdot \gamma_1 \cdot \Delta X_1 + C_2 \cdot \gamma_2 \cdot \Delta X_2}{2 \Delta Z} \frac{\tau_{n-1,z} - \tau_{n,z}}{\Delta X_1} \lambda_1 - \\ - \frac{\tau_{n,z} - \tau_{n+1,z}}{\Delta X_2} \lambda_2 + \tau_{n,z}. \end{aligned} \quad (5.9)$$

2. Ташқи тўсиқ конструкцияларнинг иссиқлик инерцияси ва иссиқлик ўзлаштириш коэффициенти

Бино ва иншоотларни лойиҳалашда уларнинг ташқи тўсиқ конструкциялари иссиқлик инерциясини ҳисоблаш муҳим аҳамиятга эга, чунки уларнинг оптимал қалинлигини танлашда иссиқлик инерцияси қўлланилади. Бундан ташқари, бино ва уларнинг ташқи тўсиқ конструкциялари иссиқлик-физик ҳисобини бажаришда ташқи ҳавонинг ҳарорати иссиқлик инерциясига асосан қабул қилинади.

Иссиқлик инерцияси қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$D = R_1 \cdot S_1 + R_2 \cdot S_2 + \dots + R_n \cdot S_n, \quad (5.10)$$

бу ерда, D — ташқи тўсиқ конструкциянинг иссиқлик инерцияси; $R_1, R_2, \dots, R_n$ — ташқи тўсиқ конструкция алоҳида олинган ҳар бир қатламнинг иссиқлик узатувчанлик қаршилиги.

Иссиқлик узатувчанлик қаршиликлари қуйидаги формулалар ёрдамида аниқланади:

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1}, \quad R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2}, \quad R_n = \frac{\delta_n}{\lambda_n},$$

бу ерда, $\delta_1, \delta_2, \delta_n$ — ташқи тўсиқ конструкциянинг алоҳида олинган ҳар бир қатлами қалинлиги, м; $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_n$ — ташқи тўсиқ конструкциянинг алоҳида олинган ҳар бир қатламнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти, ҚМҚ 2.01.04-97 дан қабул қилинади; S_1, S_2, S_n — ташқи тўсиқ конструкция ҳар бир қатламнинг иссиқлик ўзлаштириш коэффициенти.

Иссиқлик ўзлаштириш коэффициенти Z вақт мобайнида материалнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентига, иссиқлик сифимига ва ҳажмий оғирлигига боғлиқ бўлиб, қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$S = \sqrt{\frac{2\pi \cdot \lambda \cdot C \cdot \gamma}{Z}}. \quad (5.11)$$

Хусусий ҳолда $Z = 24$ соатга тенг бўлса, (5.11) формула қуйидаги кўринишни олади:

$$S = 0,51 \cdot \lambda_{\omega} \cdot C_{\omega} \cdot \gamma_{\omega},$$

бу ерда, γ_{ω} — ташқи тўсиқ конструкциянинг ҳар бир қатламида ишлатиладиган материалнинг ишлатиш жараёнидаги зичлиги, кг/м^3 ; бу қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\gamma_{\omega} = \gamma_0 \cdot \left(1 + \frac{\omega}{100}\right), \quad (5.12)$$

бу ерда, γ_0 — шу қатламда ишлатиладиган материалнинг қуруқ ҳолатидаги зичлиги, кг/м^3 ; ω — шу қатламнинг ишлатиш жараёнидаги нисбий намлиги, (%); C_{ω} — ташқи тўсиқ конструкциянинг алоҳида олинган қатламининг ишлатиш жараёнидаги иссиқлик сиғими. Бу ҳақда 2-бобда батафсил тўхталиб ўтилган; λ_{ω} — ташқи тўсиқ конструкция ҳар бир қатламининг ишлатиш жараёнидаги иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти, ҚМҚ 2.01.04-97 дан қабул қилинади. ҚМҚ 2.01-04-97 даги 2 а, 2 б ва 2 в жадвалларда келтирилмаган бинолар учун ташқи ҳавонинг ҳисобий ҳарорати қуйидаги тартибда қабул қилинади:

агар $D \leq 1,5$ бўлса, ташқи ҳавонинг ҳарорати (t_r) ўртача энг совуқ суткалик қабул қилинади, бадастурлиги — 0,98; агар $1,5 < D \leq 4$ бўлса, ташқи ҳавонинг ҳарорати (t_r) ўртача энг совуқ суткалик ҳарорат қабул қилинади, бадастурлиги — 0,92; агар $4 < D \leq 7$ бўлса, (t_r) ўртача 3 кунлик совуқ ҳарорат қабул қилинади; агар $7 < D$ бўлса, (t_r) ўртача 5 кунлик энг совуқ ҳарорат қабул қилинади.

3. Бино ва унинг ташқи тўсиқ конструкцияларининг иссиқликка чидамлилиги

Ташқи тўсиқ конструкцияларнинг иссиқликка чидамлилиги деб ташқи ёки ички ҳаво ҳарорати ўзгариб турганда тўсиқ конструкциялар ички сирти ҳароратининг кам ўзгаришига айтилади.

Маълумки, бино ичидаги иситиш асбоблари ёрдамида хонани иситиш учун узатиладиган иссиқлик миқдори ўзгариб

туради. Шу сабабли хона ичидаги ҳавонинг ва тўсиқ конструкция ички сиртининг ҳарорати кўтарилиб-пасайиб туради. Хона ичидаги ҳаво ҳароратининг тебраниш амплитудаси ва тўсиқ конструкциялар ички сиртининг ҳарорати нафақат иситиш асбобларининг сифатига, балки тўсиқ конструкцияларнинг иссиқлик-физик хусусиятига ҳамда хонанинг жиҳозларига ҳам боғлиқ.

Био хоналарининг иссиқликка чидамлилиги деб иситиш асбобларидан узатиладиган иссиқлик миқдори ўзгариб турганда ҳаво ҳароратининг кам ўзгаришига айтилади.

Агар марказий иситиш тизимлари орқали бинолар иситилса, хона ичидаги ҳарорат ўзгариши $\pm 1,5^\circ \text{C}$ дан катта бўлмаслиги керак. Хоналар оддий печка ёрдамида иситилса, хона ичидаги ҳаво ҳароратининг ўзгариши $\pm 3,0^\circ \text{C}$ дан кўп бўлмаслиги керак.

Демак, оддий печка ёрдамида иситиладиган хонанинг ўртача ҳарорати 18°C бўлса, ҳаво ҳароратининг пасайиши 15°C ва кўтарилиши 21°C дан ошмаслиги керак.

Иситиш асбоблари иссиқлик ҳароратининг тебраниши унинг нотенгсиз иссиқлик узатиш коэффициенти билан баҳоланиб, қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$M = \frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{2Q_z}, \quad (5.13)$$

бу ерда, $Q_{\max}$ — иситиш асбобининг энг катта иссиқлик бериши, Вт/соат; $Q_{\min}$ — иситиш асбобининг энг кичик иссиқлик бериши; Q_z — иситиш асбобининг ўртача иссиқлик бериши.

Ташқи тўсиқ конструкцияларнинг иссиқликка чидамлилиги коэффициенти топиш учун О.Е.Власов томонидан қуйидаги формула таклиф этилган:

$$\phi = \frac{t_u - t_m}{t_u - t_{\min}}, \quad (5.14)$$

бу ерда, $t_{\min}$ — тўсиқ конструкциянинг энг кичик ҳарорати; ϕ — катталиқ тўсиқ конструкциянинг иссиқлик-физик хусусиятига, иситиш тизимига ва ишлатилишига боғлиқ.

Юқоридаги формулани қуйидаги кўринишда ҳам ёзиш мумкин:

$$\phi = \frac{R}{R + \frac{m}{V}} \quad (5.15)$$

бу ерда, V_n — тўсиқ ички сиртининг иссиқлик ўзлаштириш коэффициентини, $\text{Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$.

Бу формуладан маълумки, ташқи тўсиқ конструкциянинг иссиқликка чидамлилигини қуйидаги тадбирлар асосида амалга ошириш мумкин:

1) конструкциянинг иссиқлик-физик хусусиятини ва иссиқлик узатишга қаршилигини ошириш;

2) тўсиқ ички сиртининг иссиқлик ўзлаштириш коэффициентини ошириш;

3) коэффициент M катталигини ошириш, яъни рационал иситиш тизимларини қўллаш.

Ташқи тўсиқ конструкцияларнинг иссиқликка чидамлилигини оширишда коэффициентнинг аҳамияти шундан иборатки, амалиётда иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти кичик бўлган енгил қурилиш материалларининг кенг қўлланишига ва конструкциянинг иссиқлик узатиш қаршилигини оширишга олиб келади.

4. Хоналарнинг иссиқликка чидамлилиги

О.Е.Власов назариясига асосан, бино хоналарининг иссиқликка чидамлилик масаласи проф. Л.А.Семёнов томонидан ҳал этилиб, амалиётда татбиқ қилинган.

Бирор-бир тўсиқ конструкциянинг ички сиртидан ўтадиган иссиқлик миқдорининг тебраниш амплитудаси қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$A_q = q_{\max} - q_{\text{урт}}, \quad (5.16)$$

бу ерда, $q_{\max} = \alpha_n(t_{\max} - \tau_{\max})$ — сиртдан ўтадиган иссиқлик оқимининг энг катта қиймати, $\text{Вт/м}^2 \cdot \text{соат}$; $q_{\text{урт}} = \alpha_n(t_n - \tau_n)$ — сиртдан ўтадиган иссиқлик оқимининг ўртача қиймати; $t_{\max}$ — хона ҳавоси ҳароратининг энг катта қиймати, $^\circ\text{С}$; $\tau_{\max}$ — сиртнинг энг катта ҳарорати, $^\circ\text{С}$; t_n ва τ_n — ҳаво ва сиртнинг ўртача ҳарорати, $^\circ\text{С}$.

(5.16) тенгламага $q_{\max}$ ва $q_{\text{урт}}$ нинг қийматларини қўйсақ, қуйидаги кўринишни олади:

$$A_q = \alpha_n (t_{\max} - t_n) - \alpha_n (\tau_{\max} - \tau_n) = \alpha_n A_1 - \alpha_n A_r, \quad (5.17)$$

бу ерда, A_1 — ҳаво ҳароратининг тебраниш амплитудаси; A_r — тўсиқ конструкция сирти ҳароратининг тебраниш амплитудаси, уни қуйидаги формула ёрдамида аниқлаш мумкин:

$$A_r = \frac{A_q}{V_n}.$$

A_1 ни (5.17) формулага қўйсак, қуйидаги кўринишни олади:

$$A_q = \alpha_n A_1 - \alpha_n \frac{A_q}{V_n}.$$

Бу формулани қуйидагича ёзиш мумкин:

$$A_q = \frac{A_1}{\frac{1}{\alpha_n} + \frac{1}{V_n}}. \quad (5.18)$$

Агар $\frac{1}{\frac{1}{\alpha_n} + \frac{1}{V_n}} = B$ деб олсак, (5.18) формула қуйидаги

кўринишни олади:

$$A_q = A_1 \cdot B,$$

бу ерда, B — тўсиқ конструкция сиртининг иссиқлик ютиш коэффициент, $\text{Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$.

Иситиш асбобидан хонага берилаётган иссиқлик оқимининг тебраниш амплитудаси қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$A_q = \sum A_q \cdot F_n = A_n \sum B \cdot F_n, \quad (5.19)$$

бу ерда, F_n — хона тўсиқ конструкциялари ички сиртининг юзаси, м^2 .

Бундан ташқари,

$$A_q = m \cdot Q_z, \quad (5.20)$$

бу ерда, Q_z — иситиш асбобининг бир соатда ўртача иссиқлик бериш катталиги, бу катталик хонанинг иссиқлик сарфига тенг, Вт/соат .

(5.19) ва (5.20) формулаларни бир-бирига тенглаштирсак,

$m \cdot Q_z = A_1 \cdot \sum B \cdot F_n$ бўлади, бундан ҳаво ҳароратининг тебраниш амплитудасини аниқлаш мумкин, яъни:

$$A_i = \frac{m \cdot Q_i}{\sum B \cdot F_i} \quad (5.21)$$

Турар жой биноларида иситиш асбобларидан ташқари, одамлардан, ёритиш асбобларидан ва таом пиширилганда маълум миқдорда иссиқлик ажралади. Шу сабабли бу иссиқлик миқдори эътиборга олинса, (5.21) формула қуйидаги кўринишни олади:

$$A_i = \frac{0,7 \cdot m \cdot Q_i}{\sum B \cdot F_i} \quad (5.22)$$

Бу формула проф. Л.А.Семёнов томонидан таклиф этилган. Агар A_i дераза ёки ойнали эшиклар учун ҳисобланса,

$B = \frac{K}{1,08}$ қабул қилинади:

бу ерда, K — дераза ёки эшикнинг иссиқлик узатиш коэффициенти, Вт/м² · °С.

5. Қуёш радиациясининг таъсири

Ўзбекистон, Марказий Осиё ҳамда ер шарининг экваторга яқин жойларида қурилган ва лойиҳалаштирилаётган биноларни қуёш радиациясидан ҳимоя қилишнинг муҳандислик чора-тадбирлари кўрилмаса, хоналардаги ҳавонинг ҳарорати шунчалик юқори бўладики, натижада инсонларнинг соғлигига салбий таъсир этиши мумкин.

Профессорлар Б.Ф.Васильев, Е.А.Солдатов ва муаллифлар томонидан ёз мавсумида Тошкент ва Самарқанд шаҳарларида қурилиб ишлатилаётган турар жой биноларининг иссиқлик-физик хоссалари тадқиқ этилганда шу нарса маълум бўлдики, ташқи тўсиқ конструкцияларнинг сиртидаги ҳарорат 40°C дан 60°C га кўтарилган бўлса, хоналар ичидаги ҳарорат эса 40°C дан ҳам ошиб кетди. Бу биноларнинг ташқи тўсиқ конструкциялари иссиқликка чидамлилиги кам бўлиб, шу сабабли бинога қуёш радиациясидан тушаётган иссиқлик миқдорининг катта қисмини ўтказиб юборади.

Маҳаллий қурилиш материалларидан (пахса, хом гишт) қурилган кам қаватли бинолар ташқи тўсиқ конструкцияларининг иссиқликка чидамлилиги юқори бўлиб, хона ичидаги ҳаво ҳарорати ҳам нормага яқин экан. Шу сабабли июл ойининг ўртача ҳарорати $+ 21^{\circ}\text{C}$ дан юқори бўлган жойларда қуриладиган бинолар ташқи тўсиқ конструкцияларининг нафақаг қиш фасли учун, балки ёз мавсумида ҳам иссиқлик-физик хусусиятлари ва қуёш радиациясининг таъсири ўрганилади.

Ташқи ҳаво ҳароратининг тебраниш амплитудаси ташқи тўсиқ конструкциялар ҳароратининг тебраниш амплитудасига қанчалик кам таъсир этса, бу конструкция шунчалик иссиқликка чидамли ҳисобланади.

Биноларни лойиҳалашда ташқи тўсиқ конструкцияларнинг иссиқликка чидамлилиги иссиқлик-физик ҳисоблар ёрдамида аниқланиши билан бирга, конструкция учун иқтисодий самарали материал ҳам танланади.

Конструкциянинг иссиқликка чидамлилик ҳисоби қуйидаги тартибда бажарилади:

Биринчи навбатда, ташқи тўсиқ конструкция ички сирти ҳароратининг зарурий тебраниш амплитудаси ҚМҚ 2.01.04-97 га асосан қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$A^{xap} \tau_{\text{ш}} = 2,5 - 0,1 (t_{\text{июл}} - 21), \quad (5.23)$$

бу ерда, $t_{\text{июл}}$ — июл учун ташқи ҳавонинг ўртача ойлик ҳарорати, $^{\circ}\text{C}$.

Конструкция ички сирти ҳароратининг зарурий тебраниш амплитудаси шу конструкция ички сирти ҳароратининг ҳисобланган тебраниш амплитудасидан катта ёки тенг бўлиши керак. Бу қуйидагича ёзилади:

$$A^{xap} \tau_{\text{ш}} \geq A^x \tau_{\text{ш}}. \quad (5.24)$$

Ташқи тўсиқ конструкция ички сирти ҳароратининг ҳисобланган тебраниш амплитудаси қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$A^x \tau_{\text{ш}} = \frac{\Lambda^x t_1}{\mu}, \quad (5.25)$$

бу ерда, A^*_{τ} — қуёш радиациясини ҳисобга олгандаги ташқи ҳаво ҳароратининг ҳисобий тебраниш амплитудаси. Бу қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$A^*_{\tau} = 0,5 A_{\tau} + \frac{\rho (I_{\max} - I_{\text{урт}})}{\alpha_m}, \quad (5.26)$$

бу ерда, A_{τ} — ташқи ҳаво ҳарорати тебранишларининг июл учун суткалик максимал амплитудаси; ρ — ташқи тўсиқ конструкция ташқи сиртининг қуёш радиациясини ютиш коэффиценти; $I_{\max} - I_{\text{урт}}$ — қурилиш ҳудуди учун қуёш радиациясининг қийматлари йиғиндиси, мос равишда максимал ва ўртача қийматлари, Вт/м²; α_{τ} — ёз фаслида тўсиқ конструкция ташқи сиртининг иссиқлик бериш коэффиценти, Вт/м².°С.

α_{τ} қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\alpha_m = 1,16 (5 + 10 \sqrt{V}), \quad (5.27)$$

бу ерда, V — румблар бўйича такрорланиши 16% ва ундан ортиқ бўлган шамол ўртача тезликларининг июл ойи учун минимал қиймати, м/сек., ҚМҚ 2.01.04-94 га асосан қабул қилинади.

Амалий ҳисоблар учун ташқи ҳаво ҳарорати тебранишлари амплитудасининг ташқи тўсиқ конструкцияларда сўниш катталиги А.М.Шкловер томонидан таклиф этилган қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\mu = 0,9e^{-\frac{\sum D}{\sqrt{2}} \frac{(S_1 + \alpha_n)(S_2 + y_1)(S_3 + y_2) \dots (S_n + y_{n-1})(\alpha_{\tau} + y_n)}{(S_1 + y_1)(S_2 + y_2) \dots (S_n + y_n) \alpha_{\tau}}}, \quad (5.28)$$

бу ерда, μ — ташқи тўсиқ конструкцияда ташқи ҳаво ҳарорати тебранишларининг ҳисобий амплитудаси сўниш катталиги; $\sum D$ — ташқи тўсиқ конструкция ҳамма қатламларининг иссиқлик инерцияси йиғиндиси; S — ҳар бир қатлам материалларининг иссиқлик ўзлаштириш коэффиценти; y — ташқи тўсиқ конструкция ҳар бир қатлами ташқи сиртининг иссиқлик ўзлаштириш коэффиценти; Вт/м².°С; $e=2,718$ — натурал логарифм асоси.

Агар ташқи тўсиқ конструкция алоҳида олинган қатламининг иссиқлик инерцияси $D > 1$ бўлса, $Y = S$ деб қабул қилинади. Агар конструкция биринчи қатламининг иссиқлик инерцияси $D < 1$ бўлса, Y_1 қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$Y_1 = \frac{R_1 \cdot S_1^2 + \alpha_u}{1 + R_1 \cdot \alpha_u} \quad (5.29)$$

Агар конструкция n қатламининг иссиқлик инерцияси $D < 1$ бўлса, Y_n қуйидаги формуладан топилади:

$$Y_n = \frac{R_n \cdot S_n^2 + Y_{n-1}}{1 + R_n \cdot Y_{n-1}} \quad (5.30)$$

Қуёш радиацияси таъсири натижасида тўсиқ конструкциянинг ички сиртидан ички ҳавога ўтадиган энг катта иссиқлик миқдори қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$Q_{max} = \alpha_u \cdot A^u_1 \quad (5.31)$$

бу ерда, $A^u_1 = A^1_{\text{я}}$ — ташқи ҳаво ҳароратининг тебраниш амплитудалари йиғиндиси. Бу қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$A^1_{\text{я}} = A_u \cdot \beta \frac{10 + Y_{\text{ен}}}{10 + 2,58 Y_{\text{ен}}} \quad (5.32)$$

бу ерда, $A_{\text{я}}$ — ташқи ҳавонинг тебраниш амплитудаси йиғиндиси, бу қуйидаги формуладан аниқланади:

$$A_{\text{я}} = (A_{\text{экс}} + A_{\text{т}}) \cdot \psi \quad (5.33)$$

бу ерда, $A_{\text{т}}$ — ташқи ҳаво ҳароратининг тебраниш амплитудаси;

ψ — ташқи ҳаво ҳароратидан қуёш радиациясининг энг катта қиймати фарқини кўрсатувчи коэффициент; $A_{\text{экс}}$ — қуёш радиациясининг эквивалент тебраниш амплитудаси бўлиб, қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$A_{\text{же}} = \frac{\rho (I_{\text{max}} - I_{\text{урт}})}{\alpha_m} \quad (5.34)$$

(5.32) формуладаги β коэффициент чордоқли том ёпмалари учун 0,8, табиий ҳаво алмашилиб турувчи том ёпмаларида 0,95 қабул қилинади.

$Y_{\text{эл}}$ — чордоқли том ёпмаси ташқи сиртининг иссиқлик ўзлаштириш коэффициенти ёки том ёпмасидаги шамоллатгич каналлари пастки сиртининг иссиқлик ўзлаштириш коэффициенти.

Ташқи ҳаво ҳароратининг тебраниш амплитудасидан тўсиқ конструкция ички сирти ҳароратининг тебраниш амплитудаси кечикиш (соат) вақти қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\xi = \frac{1}{15} \left(405 \sum D - \arctg \frac{\alpha_n}{\alpha_n + V_{nc} \cdot \sqrt{2}} + \arctg \frac{V_{tc}}{V_{tc} + \alpha_n + \sqrt{2}} \right), \quad (5.35)$$

бу формуладаги $\arctg$ градусда олинади (радианда эмас).

Б.Ф.Васильевнинг Тошкентда ва муаллифларнинг Бишкек, Кишинёв ҳамда Самарқанд шаҳрида ёз мавсумида турар жой биноларида ўтказган иссиқлик-физик тадқиқотлари юқорида келтирилган назария асосида ҳисобланган девор ва том ёпмаларидаги ҳарорат тебраниш амплитудасининг сўниш қийматига мос келади. Бу эса назариянинг амалиётда кенг қўлланилишига асос бўлишини кўрсатди.

Бино ва иншоотларни қуёш радиациясидан ҳимоя қилишнинг самарали тадбирлари қуйидагилардан иборат:

1) ташқи тўсиқ конструкциялар иссиқликка чидамли бўлиши керак, бунинг учун ν нинг қийматини ошириш лозим;

2) ташқи тўсиқ конструкциялар ташқи сиртининг қуёш радиациясини ютиш коэффициенти паст бўлиши лозим;

3) горизонтал ва вертикал экранлар, дераза, эшик устидаги қош, жалюза, пилястр, балкон, лоджия, карниз ҳамда ихота дарахтлар ёрдамида бинони ташқи тўсиқларига тушадиган қуёш нурларидан ҳимоя қилиш чораларини кўриш лозим;

4) чордоқда ва яхлит том ёпмаларда ҳаво ўтиб туриши учун махсус табиий шамоллатгичлар қуриш ва бошқа чоралар кўриш керак;

5) иссиқлик-физик хусусиятлари жиҳатидан самарали бўлган қурилиш материалларини ташқи тўсиқ сифатида қабул қилиш лозим.

Такрорлаш учун саволлар

1. Ташқи тўсиқ конструкцияларда ўзгарувчан иссиқлик оқими деб нимага айтилади?

2. Конструкциянинг иссиқлик инерцияси нима мақсадда аниқланади?

3. Бир қатламли конструкция иссиқлик ўтказиш қаршилиги $0,6 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ва иссиқлик ўзлаштириш коэффициенти $15 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ га тенг бўлса, унинг иссиқлик инерцияси нимага тенг?

Жавоб : 1) 90 ; 2) 9,9 ; 3) 9,0 ; 4) 4.

4. Қайси қурилиш ҳудудларида бино ва ташқи тўсиқ конструкциянинг иссиқликка чидамлилиги ҳисобланади?

VI боб. БИНО ТАШҚИ ТЎСИҚ КОНСТРУКЦИЯЛАРИНИНГ ҲАВО ЎТКАЗУВЧАНЛИГИ

Бинони ташкил этган ташқи тўсиқ конструкциялари, қурилиш материаллари маълум миқдорда ҳаво ўтказувчанлик хусусиятига эга. Конструкциядан ўтган ҳавонинг миқдори тўсиқнинг икки тарафидаги сиртида ҳосил бўлган босимга боғлиқ. Босимнинг миқдори қанча кўп бўлса, тўсиқдан ўтган ҳаво миқдори ҳам шунча катта бўлади. Асосан ҳавонинг босими катта бўлган томондан ҳавонинг босими кичик бўлган томонга тўсиқ орқали ҳаво ўтади. Бу ҳолат фильтрация дейилади. Бу ҳолатнинг тескарисиси эса эксфильтрация деб аталади.

Тўсиқлар ва қурилиш материалларининг ўз жисмидан маълум миқдорда ҳавони ўтказиш хусусияти шу материалнинг ҳаво ўтказувчанлик коэффициенти дейилади. Демак, тўсиқлардан ҳаво ўтиши учун унинг ташқи ва ички сиртларида ҳаво босими бир-биридан фарқ қилиши керак. Бу фарқни P билан белгилаймиз. Ҳаво босимининг ўлчами мм.с.у.в устунда ёки Па да ўлчанади.

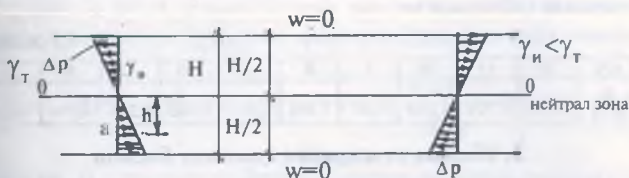
Тўсиқнинг икки сиртида ҳосил бўладиган ҳаво босими P , асосан ҳароратнинг фарқи ва шамол таъсирида вужудга келади.

1. Ҳарорат таъсиридан ҳавонинг босими

Маълумки, қиш фаслида бино ичидаги ҳавонинг ҳарорати ташқи ҳавонинг ҳароратидан ҳаминча баланд бўлади. Шу сабабли ташқи ҳавонинг зичлиги бино ичидаги ҳавонинг зичлигидан катта бўлади. Зичликлар фарқи эса ҳаво босимини вужудга келтиради.

Қўйидаги 6.1-расмда бинонинг икки ташқи деворларига таъсир этаётган ҳаво босимининг шакли кўрсатилган. Бу мисолда бинонинг поли ва томи ҳаво ўтказмайдиган материалдан иборат, деб қабул қилинган.

Бинонинг хона баландлигини H билан белгилаймиз.



6.1-расм. Ҳарорат таъсирида вужудга келган ҳаво босимининг шакли.

Расмда, γ_n , γ_t — бино ичидаги ва ташқи ҳавонинг зичлиги, $\text{кг}/\text{м}^3$; W — ўтадиган ҳаво миқдори.

Кўриниб турибдики, хонанинг юқори қисмида ҳаво тўсиқ орқали бинонинг ички тарафидан ташқи тарафга, хонанинг пастки қисмида эса тўсиқ орқали ташқи тарафдан ичкарига ўтяпти. Хонанинг ўрта қисмида ҳавонинг босими O га тенг. Бу O га тенг қисм нейтрал чегара деб аталади. Нейтрал чегарадан h масофада турган қисмидаги ҳаво босими қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\Delta p = h (\gamma_n - \gamma_t). \quad (6.1)$$

Ҳаво босимининг энг катта қиймати қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\Delta p = 0,5 \cdot H (\gamma_n - \gamma_t). \quad (6.2)$$

Агар бинонинг поли ва том ёпмалари ҳаво ўтказувчанлигини эътиборга олсак, нейтрал зона хонанинг ўрта қисмидан пастда ёки юқорида жойлашган бўлади. Маълумки, ҳавонинг зичлиги ҳароратга пропорционалдир. Ҳаво зичлигининг ҳароратга боғлиқлиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\gamma = \frac{\gamma_0}{1 + t/273}, \quad (6.3)$$

бу ерда, γ_0 — ҳавонинг 0°C (даражадаги) зичлиги, $\text{кг}/\text{м}^3$; t — ҳавонинг ҳарорати.

Ҳаво зичлигининг ҳароратга боғлиқлиги қуйидаги жадвалда келтирилган:

6.1-жадвал

t, °C	20	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20	-21
γ , кг/м ³	1.205	1.226	1.248	1.27	1.293	1.317	1.342	1.368	1.396	1.424

2. Шамол таъсиридан ҳавонинг босими

Маълумки, баъзи бир қурилиш минтақаларида шамол эсишининг қайтарилиши ва унинг тезлиги маълум даражада катта бўлиб, бинонинг ташқи тўсиқ деворларига таъсир этади. Шамол туфайли ҳосил бўладиган бу таъсир, яъни ҳаво босими бинони лойиҳалашда ҳисобга олиниши лозим.

Агар шамол йўналиши ташқи деворларга перпендикуляр бўлса, у ҳолда шамол босими қуйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$P = \frac{V^2 \cdot \gamma}{2 \cdot q}, \quad (6.4)$$

бу ерда, V — шамол тезлиги, м/сек; P — шамолнинг босими, Па; q — 9,81 эркин тушиш тезлиги, м/сек.²

Бу формула ёрдамида ҳисобланган босим шамол аэродинамик босими коэффициентининг бир қисмини ташкил қилади.

Аэродинамик коэффициентни n билан белгилаймиз. Шамолнинг аэродинамик коэффициенти бинонинг меъморий-конструктив шаклига ва шамол эсишининг йўналишига боғлиқ.

Агар ташқи деворнинг сирти шамол эсишига перпендикуляр бўлса, $n_1 = +0,8$ деб қабул қилинади.

Агар ташқи деворнинг сирти шамол йўналишига нисбатан тескари томонда жойлашган бўлса, $n_2 = -0,4$ деб қабул қилинади.

Ҳавонинг ҳарорати 0°C бўлганда n_1 ва n_2 ларнинг қийматини (6.4) формулага қўйсак, у қуйидаги кўринишни олади:

$$P = \frac{0,8 + 0,4}{2} \cdot \frac{1,293}{2 \cdot 9,81} \cdot V^2 = 0,04 \cdot V^2. \quad (6.5)$$

Ҳисобларда V нинг қиймати учун энг совуқ ойда шамолнинг ўртача ойлик тезлиги қабул қилинади.

Бино ва иншоотларни лойиҳалашда бинонинг баландлиги 14 қаватгача бўлса, шамол ва ҳаво ҳароратининг биргаликдаги босим куч таъсири қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\Delta P = -0,8 \left[\mp (\gamma_r - \gamma_n) \cdot H \mp 0,6 \left(\frac{(n \cdot v)^2 \cdot \gamma_r}{2 \cdot q} \right) \right] \quad (6.6)$$

бу ерда, H — хонанинг ўрта қисмидан нейтрал чегарагача бўлган масофа. Нейтрал чегарани топиш учун бино баландлигини 0,7 га кўпайтириб, чиққан қийматни ер сатҳидан ўлчаб қўямиз; V — шамолнинг тезлиги, бу қийматда энг совуқ ой учун ўртача шамол тезлиги олинади (ҚМҚ 2.01.01-97);

n — аэродинамик коэффицент қуйидагича қабул қилинади:

Собиқ иттифоқнинг Европа қисмида, Ўрта Осиё, Кавказ ортида $n=0,6$; денгиз ва океан қирғоқларига яқин минтақаларда $n=1,2$, бошқа минтақаларда $n=1$.

Агар ташқи тўсиқ нейтрал зонадан пастда жойлашган бўлса, (6.6) формуладаги биринчи қавс олдида (-) қўйилади ва ташқи девор ёки тўсиқ нейтрал зонадан юқорида жойлашган бўлса, биринчи қавс олдида (+) қўйилади. Агар девор шамол эсишига қарама-қарши тарафда бўлса, иккинчи қавс олдида (-) қўйилади ва девор шамол эсишининг тескари тарафида бўлса, иккинчи қавс олдида (+) қўйилади.

3. Қурилиш материалларининг ҳаво ўтказувчанлиги

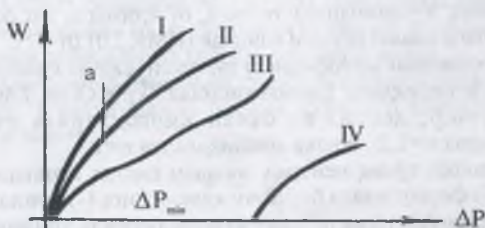
Қурилиш материаллари материалнинг турига, таркиб ва тузилишига кўра, озми-кўпми ҳаво ўтказувчанлик хусусиятига эга. Материалнинг ҳаво ўтказувчанлик хусусияти ҳаво босимида тўғри пропорционалдир. 1 м^2 қурилиш материали юзасидан 1 соат мобайнида ламинар оқим йўли билан ўтадиган ҳаво миқдори қуйидаги формула орқали топилади:

$$W = i \frac{\Delta P}{\delta},$$

бу ерда, W — бир соат мобайнида 1 м^2 юзадан ўтадиган ҳаво миқдори, $\text{кг/м}^2 \cdot \text{с}$; i — қурилиш материалининг ҳаво ўтказувчанлик коэффиценти, $\text{кг/м} \cdot \text{соат} \cdot \text{Па}$; δ — қурилиш материалининг қатлам қалинлиги, м.

Қурилиш материалынинг ҳаво ўтказувчанлик коэф-
фициенти тажриба орқали аниқланади. Тажриба учун олинган
қурилиш материалынинг қатлам қалинлиги 5 см дан кичик
бўлмаслиги керак. Қатламнинг икки сиртида ҳар хил босимга
эга муҳит ташкил қилиниб, материалнинг ҳаво ўтказувчанлик
коэффициенти аниқланади.

Қуйидаги расмда тўрт хил қурилиш materiali ҳаво
ўтказувчанлигининг босимга боғлиқлиги кўрсатилган:



6.2-расм. Қурилиш материалы ҳаво ўтказувчанлигининг
босимга боғлиқлиги.

Координата ўқидан a нуқтагача ламинар оқим бўйича
ҳаво сингади (тўғри чизик), a нуқтадан кейин эса турбулент
оқим бўйича ҳаво материалдан ўтади.

I — таркиби бир хил бўлган қурилиш материалы (кўпикли
бетон) ҳаво ўтказувчанлиги кўрсатилган.

II — таркиб тузилиши турли хил бўлган қурилиш
материалидан ҳаво ўтиши кўрсатилган. Бу ерда координата
бошидан турбулент оқим бўйича ҳаво ҳаракатга келиб,
материалдан ўтади.

III — ҳавони кам ўтказувчан қурилиш материалыдан ҳаво
ўтиши кўрсатилган, бунга ёғоч, цемент-қумли сувоқни мисол
қилиб олиш мумкин.

IV — намлиги катта қурилиш материалларининг ҳаво
ўтказувчанлиги кўрсатилган. Бу ерда ҳаво босими маълум бир
қийматга етгандан сўнг материалга ҳаво ўта бошлайди. Қурилиш
материали таркибидаги намлик ҳаво ўтишига тўсқинлик қилади.
Шу сабабли қурилиш материалынинг намлиги қанча катта бўлса,
 P нинг қиймати ҳам шунча катта бўлади.

4. Ташқи тўсиқ конструкцияларнинг ҳаво ўтказувчанлиги

Бино ташқи тўсиқ конструкцияларининг умумий ҳаво ўтказувчанлиги тўсиқни ташкил этган материалнинг ҳаво ўтказувчанлигидан бир неча баробар катта бўлади. Масалан, цемент-қумли қоришма ёрдамида терилган, қалинлиги 2,5 м.гаштга тенг деворнинг ҳаво ўтказувчанлиги $W=0,55 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с.мм.сув. уст. бўлса}$, қалинлиги 0,5 м га тенг гиштнинг ҳаво ўтказувчанлиги эса $W=0,49 \cdot 10^{-3}:0,5=0,98 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с.мм.сув.уст.га тенг}$, яъни 560 марта гишт деворнинг ҳаво ўтказувчанлигидан кичикдир. Бунга асосий сабаб гиштлар оралиғидаги чоклар қоришма билан яхши тўлдирилмаганлиги ва сифатли расшивка қилинмаганлигидир. Гишт деворлар сувоқ қилинса, унинг ҳаво ўтказувчанлиги кескин камаяди. Бир марта сувоқ қилинган гишт деворларнинг ҳаво ўтказувчанлиги 0,06 бўлса, икки марта сувоқ қилинган гишт деворларнинг ҳаво ўтказувчанлиги $W = 0,032 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с.мм.сув.уст. га тенг}$ бўлади. Демак, гишт деворлар ҳаво ўтказувчанлигига сувоқнинг таъсири катта экан. Ташқи тўсиқ конструкцияларнинг ҳаво ўтказувчанлиги унинг иссиқлик ўтказувчанлигига ўхшаш бўлади. Шу сабабли тўсиқ конструкцияларнинг ҳаво ўтказувчанлик қаршилиги иссиқлик узатувчанлик қаршилиги каби аниқланади.

Чоклари йўқ деб фараз қилиниб олинган ясси тўсиқ конструкцияларнинг ҳаво ўтказувчанликка қаршилиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$R_x = \frac{\delta}{i}, \quad (6.8)$$

бу ерда, δ — қатлам қалинлиги, м; i — материалнинг ҳаво ўтказувчанлик коэффиценти, кг/м.с.Па.

Тўсиқ конструкциядан ўтаётган ҳаво миқдори қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$W = \frac{\Delta P}{\sum R_x}, \quad (6.9)$$

бу ерда, P — тўсиқ икки сиртидаги босимлар фарқи мм.сув.уст. (Па); $\sum R$ — тўсиқ конструкция қатламларининг

ҳаво ўтказувчанликка қаршиликлари йиғиндиси, $\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{Па} / \text{кг}$.

Конструкция чоклари ҳаво ўтказувчанлиги катта бўлганлиги сабабли, иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентни катта бўлиб, тўсиқда ҳарорат майдони ҳам ўзгаради. Демак, ҳаво ўтказувчанлик ташқи тўсиқ конструкциянинг иссиқлик ҳолатига ҳам таъсир этади.

5. Ҳаво ўтказувчанлигининг ташқи тўсиқ конструкция иссиқлик ҳолатига таъсири

Ташқи тўсиқ конструкциядан ўтаётган ташқи ҳавони иситиш учун иссиқлик миқдорининг бир қисми сарф бўлганлиги сабабли конструкцияда ҳарорат майдони ўзгаради. Ташқи тўсиқ конструкция ҳарорат майдонининг дифференциал тенгламаси инфильтрация ҳолатида қуйидагига боғлиқ, яъни ташқи тўсиқ конструкция ғовакли бўшлиқларидаги ҳавонинг ҳарорати конструкциянинг ҳароратига тенг деб олинади. Агар тўсиқдан қалинлиги чексиз кичик dx қатлам ажратиб олсак, инфильтрация бўлмаган ҳолда ундан ўтадиган иссиқлик миқдори қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$Q = -\lambda \frac{dt}{dx}, \quad (6.10)$$

dx — қатламдан инфильтрация ҳолатида ўтадиган иссиқлик миқдорининг ўзгариши, қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\frac{dQ}{dx} = -\lambda \frac{d^2 t}{dx^2}, \quad (6.11)$$

бу ўзгариш асосан ҳаво ҳароратининг dt га кўтарилиши туфайли бўлади. Шу сабабли (6.11) формулани қуйидагича ҳам ёзиш мумкин:

$$\frac{dQ}{dx} = -W \cdot C \frac{dt}{dx}, \quad (6.12)$$

бу ерда, W — тўсиқдан ўтаётган ҳаво миқдори, $\text{кг} / \text{м}^2 \cdot \text{с}$; $C=0,24$ ҳавонинг солиштирма иссиқлик сифими, $\text{ккал} / \text{кг} \cdot ^\circ\text{С}$.

(6.11) ва (6.12) формулаларнинг ўнг қисмини бир-бирига тенглаштирсак, қуйидаги тенглама ҳосил бўлади:

$$\lambda \frac{d^2 t}{dx^2} - W \cdot C \frac{dt}{dx} = 0. \quad (6.13)$$

Бу формула инфилтратсия ҳолатида ташқи тўсиқ конструкция ҳарорат майдонининг дифференциал тенгламаси дейилади.

Бу тенгламанинг ечими техника фанлари доктори, профессор, фан ва техника соҳасида хизмат кўрсатган арбоб Ф.В.Ушков томонидан қуйидаги кўринишда амалга оширилган:

$$\tau_x = t_m + (t_u - t_m) \frac{e^{C \cdot W \cdot R_x} - 1}{e^{C \cdot W \cdot R_y} - 1}, \quad (6.14)$$

бу ерда, τ_x — инфилтратсия ҳолатида тўсиқнинг ихтиёрий текислигидаги ҳарорати; t_u ва t_r — ички ва ташқи ҳавонинг ҳарорати, °C; e — натурал логарифмнинг асоси; R_x — ташқи ҳарорати аниқланаётган текисликкача бўлган қатламларнинг термик иссиқлик узатиш қаршилиги (инфилтратсия бўлмаган ҳолда), м²·°C/Вт; R_y — ташқи тўсиқ конструкциянинг умумий иссиқлик узатиш қаршилиги (ҳаво инфилтратсия бўлмаган ҳолда), м²·°C/Вт. Ҳаво инфилтратсияси бўлган ҳолда тўсиқнинг иссиқлик узатувчанлик қаршилиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$R = \frac{C \cdot W \cdot e^{C \cdot W \cdot R_y}}{e^{C \cdot W \cdot R_y} - 1}. \quad (6.15)$$

Ҳаво эксфилтратсия ҳолатида, яъни бино ичидаги ҳаво тўсиқ орқали ташқи тарафга ўтса, (6.15) формуладаги $C \cdot W$ катталиқ манфий кўрсаткич билан олинади. У ҳолда бу формула қуйидаги кўринишни олади:

$$R_{\text{экспилтратц.}} = \frac{C \cdot W}{e^{C \cdot W \cdot R_y} - 1}. \quad (6.16)$$

Ташқи тўсиқ конструкцияларнинг ҳаво ўтказувчанлиги, ҳарорат майдонлари Москва қурилиш физикаси илмий-текшириш институти лабораториясида тажриба асосида аниқланиб, Ф.В.Ушков томонидан таклиф этилган формула катта аниқликка эга эканлиги тасдиқланган.

Такрорлаш учун саволлар

1. Инфилтрация ва эксфилтрация нима?
2. Тўсиқ конструкцияга тушадиган ҳаво босими нима таъсирида вужудга келади?
3. Шамолнинг аэродинамик коэффициенти нимага боғлиқ?

VII боб. ТАШҚИ ТЎСИҚ КОНСТРУКЦИЯ АЙРИМ ҚИСМЛАРИНИНГ ИССИҚЛИК-ФИЗИК ХУСУСИЯТЛАРИ

Юқорида кўриб чиқилган ташқи тўсиқ конструкциядан иссиқлик ўтиш назариясини фақат ясси-текис конструкцияларда қўлласа бўлади. Келтирилган формулаларни эса деворнинг айрим бадий-меъморий қисмларида, бурчак, карниз ва бошқа жойларда қўллаб бўлмайди, чунки бу жойларнинг иссиқлик ўтказиш хоссаси, ҳарорат майдони ясси девордагига нисбатан кескин фарқ қилади. Бу конструкциялар айрим қисмларининг иссиқлик-физик ҳисоби ҳарорат майдони тузиш ёрдамида амалга оширилади.

Ташқи тўсиқ конструкциялар иссиқлик-физик ҳисобида унинг ҳамма қисмларидаги ҳолат эътиборга олинади керак.

Масалан, агар ташқи девор бурчагининг ички сирти ҳароратининг пасайиши ҳисобга олинмаса, бу жойда намлик ошиб, қиш фаслида эса ҳатто музлаши ҳам мумкин. Худди шу ҳодисани деворнинг карнизида, цокол қисмида, ташқи девор панелларининг чокларида, иссиқлик ўтказувчи қўшимчаларда ва дераза атрофида кузатиш мумкин.

Ташқи тўсиқ конструкцияларни лойиҳалашда нафақат унинг айрим қисмлари ички сиртида конденсат ҳосил бўлишининг олдини олиш, балки бу қисмлардан ташқи ҳавога сарф бўлаётган иссиқлик миқдорини камайтириш тадбирларини ҳам кўриш керак.

Бу бобда ташқи тўсиқ конструкциялар айрим қисмларининг иссиқлик-физик ҳолати ўрганилиб, уларни лойиҳалаш учун баъзи кўрсатмалар берилган.

1. Деворнинг ташқи бурчаклари

Ташқи деворнинг бурчаги сиртидаги ҳарорат шу конструкциянинг текис ички сиртидаги ҳароратдан ҳамиша паст бўлади.

Бунга мисол тариқасида 7.1-расмда бир жинсли девор бурчагининг горизонтал кесимида ҳарорат изотермаси кўрсатилган.



7.1-расм. Бир жинсли ташқи девор бурчагида ҳарорат изотермаси.

Расмдан кўриниб турибдики, девор ички сиртининг ҳарорати $\tau_{\text{н}} = 15,2^\circ\text{C}$ бўлса, бурчак сиртининг ҳарорати эса $\tau_{\text{в}} = 11,2^\circ\text{C}$ бўлиб, яъни 4°C паст экан.

Ташқи деворнинг сиртидан сарф бўладиган иссиқлик миқдориға нисбатан деворнинг бурчагидан сарф бўлаётган иссиқлик миқдори унча катта эмас. Аммо ташқи девор бурчагида ҳароратнинг пасайиши санитар-гигиеник нуқтаи назардан номақбул бўлиб, бурчакда намликнинг ошиши ва музлашига сабаб бўлади.

Ташқи девор бурчаги ҳароратининг пасайишига сабаб асосан қуйидагилардир:

1) ташқи девор бурчагининг шаклига асосан, яъни ташқи бурчакнинг иссиқлик қабул қилинаётган юзаси $F_{\text{н}}$ бурчакнинг ташқи юзаси $F_{\text{в}}$ дан бир неча баробар кичикдир (7.1-расм), айти пайтда текис ясси деворда иссиқлик қабул қилинаётган юза $F_{\text{н}}$ иссиқлик бераётган юза ($F_{\text{в}}$)га тенг, шу туфайли бу сабаблар ташқи бурчакнинг деворга нисбатан тез совишига олиб келади;

2) конвекцион тоқларнинг интенсивлиги камайиши ва асосан нур орқали узатилаётган иссиқликнинг пасайиши

сабабли иссиқлик ўзлаштириш коэффициенти деворникига нисбатан паст бўлади.

Иссиқлик ўзлаштириш коэффициенти α_n камайганлиги, иссиқлик ўзлаштириш қаршилиги R_n эса кўпайиши сабабли ташқи бурчакла ҳарорат пасаяди.

Ташқи бурчак ҳароратининг пасайиши ташқи тўсиқ конструкциянинг иссиқлик-физик ҳолатига салбий таъсир кўрсатганлиги сабабли, бу боғлиқликни $\tau_n - \tau_b$ кўринишда ҳисобга олиш керак.

Демак, ташқи бурчак ҳароратининг пасайиши $\tau_n - \tau_b$ га асосан қуйидагиларга боғлиқ экан:

- 1) ташқи бурчакнинг геометрик шаклига;
- 2) деворнинг термик иссиқлик узатувчанлик қаршилигига, яъни R қанча катта бўлса, $\tau_n - \tau_b$ шунча кичик бўлади;
- 3) ички ҳавонинг ҳароратига нисбатан ташқи ҳавонинг ҳарорат фарқи: $t_n - t_r$, яъни $\tau_n - \tau_b$ катталиги $t_n - t_r$ га тўғри пропорционал;
- 4) бурчакнинг иссиқлик ўзлаштириш қаршилиги R_n қанча катта бўлса, $\tau_n - \tau_b$ ҳам шунча катта бўлади.

Ташқи тўсиқ конструкцияларни лойиҳалашда ва қуришда қуйидаги таъбирлар асосида бурчакнинг ҳароратини кўтариш мумкин:

1. Ташқи деворнинг тўғри бурчагини иккита ўтмас бурчак шаклига келтириш мумкин (7.2-расм, а). Ўтмас бурчаклар оралигидаги масофа 25 см дан кам бўлмаслиги керак.

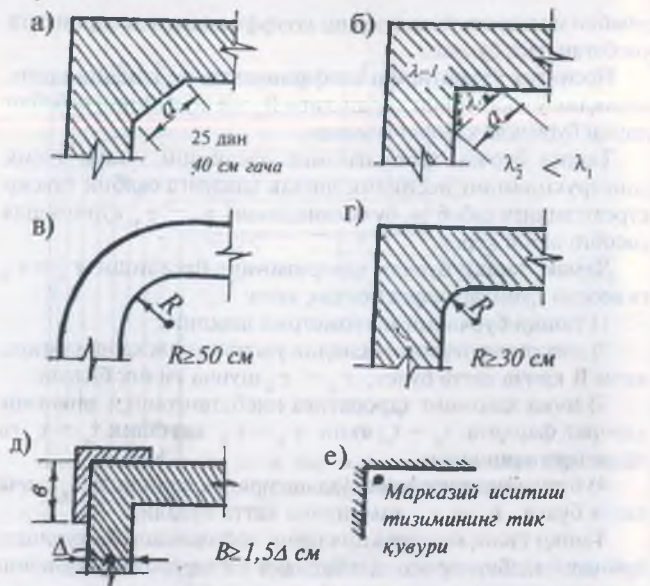
Бу таъбирлар деворнинг ички сирти ҳароратидан бурчак сиртининг ҳарорат фарқини 30% га камайтиради.

2. Тўғри бурчакнинг шакли айлана шаклига келтирилади. Бунда айлананинг ички радиуси 50 см дан кам бўлмаслиги керак (7.2-расм, в). Бунда бурчакнинг ташқи ва ички сирти ҳам айлана шаклида бўлиши мумкин. Агар бурчакнинг фақат ички сирти айлана шаклида бўлса, ички радиуснинг ўлчами 30 см дан кичик бўлмаслиги керак (7.2-расм, г).

3. Бурчак ташқи сиртидан пилястр қилинади (7.2-расм, д). Қўшимча бу таъбир ёғоч деворли биноларда қўлланилади.

4. Девор бурчагига иситиш тизимининг иссиқлик тарқатувчи тик қувури қўйилади (7.2-расм, е).

Бу таъбир жуда самарали ҳисобланади, чунки бу ҳолда бурчакнинг ҳарорати девор ички сиртининг ҳароратидан ҳам баланд бўлиши мумкин.

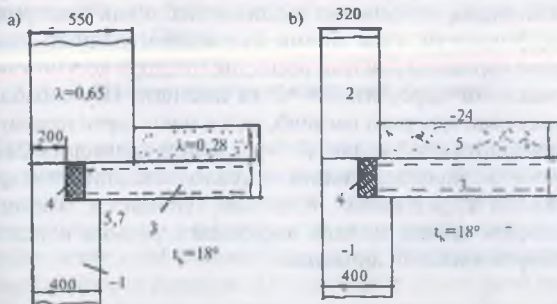


7.2-расм. Иссиқлик-физик жиҳатдан ташқи девор бурчаги самарадорлигини оширишнинг муҳандислик тадбирлари.

2. Карнизлар

Ташқи девор билан яхлит ёки чордоқли том ёпмасининг бирлашган қисмларига карниз (пештоқ) дейилади. Бу қисмларнинг иссиқлик ҳолати ташқи деворлар бурчакларининг иссиқлик-физик ҳолатига ўхшаш бўлади.

7.3-расмда Москва шаҳрида йирик блокдан иборат бинонинг пештоқ қисми кўрсатилган. Бу бинода фризовой (ҳошия) блок қалинлиги ва иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти девор қалинлигидан ва иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентидан катта бўлганлиги сабабли карнизда намлик ошиб кетган. Бу



7.3-расм. Карниз (пештоқ) чоклари:

а-ҳошия блокнинг қалинлиги 55 см бўлган ҳолат;

б-ҳошия блокнинг қалинлиги 32 см бўлган ҳолат;

1-керамзит-бетондан иборат девор; 2-шлак-бетондан иборат ҳошия
блоки; 3-чордоқ там ёлмаси; 4-минерал вата; 5-шлакли тўшма.

қисм ҳарорат майдони ҳисобланганда, карнизнинг ҳарорати 5,7 °C га тенг экан, яъни қурилиш нормасидаги ҳароратдан 3,7 °C паст экан. Лойиҳа бўйича ҳошия блок қалинлиги 32 см бўлиши керак. Бу ҳолда карнизнинг ҳарорати 7 °C га кўтарилган бўлар эди (7.3-расм, б).

Кўрилган бинолар карниз қисмларининг номақбул иссиқлик-физик ҳолати (уларнинг ҳароратини кўтариш учун) қўшимча тадбирлар қилиниши кераклигини кўрсатади. Бу тадбирлар бинонинг ички тарафидан қилиниб, уларнинг ҳарорат майдони ҳам аниқланади.

7.4-расмда карнизларнинг ҳароратини кўтариш учун қилинган тадбирлар ва ҳарорат майдонлари кўрсатилган. (7.4-расм, а)да девор ва шифтни бирлаштирган карниз қисмининг ҳарорат майдони, уни кўтариш тадбирлари кўрсатилган. (7.4-расм, б)да эса карнизнинг намлигини йўқотиш учун қалинлиги 50 мм бўлган пенополистиролдан қўшимча ясалган. Бироқ қиш фаслида шифтнинг қўшимча карниз билан туташган ташқи сирти атрофида яна намлик пайдо бўлди. Бунинг асосий сабаби қуйидагилардир: биринчидан, қўшимча пенополистиролдан ясалган карниз бурчагида ҳарорат 14 °C га кўтарилган бўлса, шифт билан қўшимча карнизнинг

туташган ташқи сирти ҳарорати $1,9^{\circ}\text{C}$ га тенг бўлади, иккинчидан, пенополистиролнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти жуда кичик бўлганлиги сабабли, хонадан карниз бурчагига ўтаётган иссиқлик миқдори кескин камайиб, карнизнинг ҳарорати $9,4^{\circ}\text{C}$ га пасайди. Шу сабабли том ёпмасининг ҳарорати пасайиб, унинг ички сирти намлигининг кўпайишига олиб келди. (7.4-расм, в)да қалинлиги 20 мм ли пенополистиролдан қилинган қўшимча карнизнинг ҳарорат майдони кўрсатилган. Кўриниб турибдики, карнизнинг иссиқлик-физик ҳолати юқоридаги расмда кўрсатилган тадбирга нисбатан анча яхши.



7.4-расм. Карниз (пештоқ) бурчагининг иссиқлик-физик жиҳатдан самарадорлигини оширишнинг муҳандислик тадбирлари:

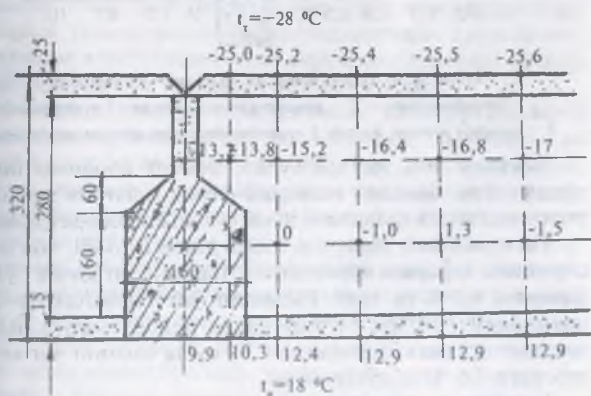
а—бошланғич ҳолат; б—қалинлиги 50 мм бўлган қўшимча пенополистирол қатлам қуриш ($\lambda=0,04$); в—худди шундай қалинлиги 20 мм қўшимча қатлам қуриш; г—худди шундай керамзит-бетондан иборат қўшимча қатлам қуриш ($\gamma_0=1500 \text{ кг/м}^3$, $\lambda=0,55$); д—худди шундай ёғоч толали плитадан иборат қўшимча қатлам қуриш.

Агар қўшимча карнизнинг қалинлиги 10 мм ва узунлиги 400 мм бўлса, унинг иссиқлик-физик ҳолати бундан ҳам яхши бўлади.

3. Ташқи девор панелларининг чоклари

Ташқи девор панеллари чокларининг ички сиртида ҳам ҳароратнинг пасайишини кузатиш мумкин. Бир қатламли панел деворларда чокларни тўлдирувчи материалнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти панелнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффицентида катта бўлганлиги сабабли чокларда ҳарорат пасаяди. Кўп қатламли панел деворларда эса панел атрофидаги қовурғасининг иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти катта бўлганлиги сабабли бу ҳодиса кузатилади. Бир қатламли панел деворларнинг чокларидаги ҳароратнинг пасайиши катта бўлмай, ишлатиш жараёнида унчалик зарарли эмас.

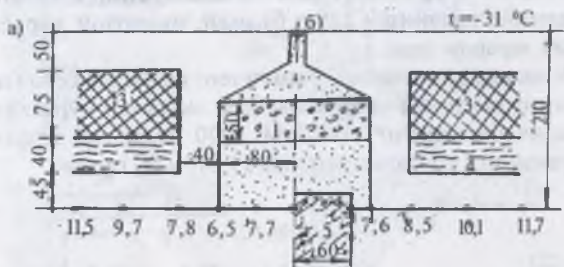
7.5-расмда қалинлиги 320 мм га тенг керамзит-бетон панел деворнинг вертикал чокида ҳарорат майдони кўрсатилган. Керамзит-бетоннинг зичлиги 1000 кг/м^3 ва иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти $0,33 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{С}$ га тенг.



7.5-расм. Керамзит-бетон панел деворнинг
вертикал чокида ҳарорат майдони.

Панел чоки зичлиги 2200 кг/м^3 ва иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти $1,032 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$ бўлган оғир бетон билан тўлдирилган. Панел чоки ички сиртининг энг кичик ҳарорати $9,9^\circ\text{С}$ га тенг бўлиб, панел ички сирти ҳароратидан 3°С паст экан. Агар панел чоки иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини кам бўлган материал билан тўлдирилганда, унинг иссиқлик-физик ҳолати бундан ҳам яхши бўлар эди. Йирик панелли биноларнинг ташқи тўсиқ конструкциялари чокларига кўпинча ички темир-бетон панел ва парда деворлар бирикади. Парда деворларнинг ҳарорати ички ҳаво ҳароратига тенг бўлганлиги сабабли, улардан узатилаётган иссиқлик оқими панел деворларнинг чокларидаги ҳароратни ҳам кўтаради.

7.6-расмда панел деворнинг бирикиши ва уларнинг сиртидаги ҳарорат мисол тариқасида кўрсатилган.



7.6-расм. а) Парда деворсиз; б) Парда деворли чок:

1 — пенополистирол; 2 — цемент-қумли қоришма; 3 — фибролит;
4 — минерал ватали плита; 5 — темир-бетондан иборат парда девор.

Чокнинг эни 160 мм бўлиб, цемент қоришма билан тўлдирилган. Чокнинг иссиқлик-физик ҳолатини яхшилаш учун унинг ичига қалинлиги 50 мм бўлган стиропора қўйилган.

Расмнинг чап тарафида парда девор бўлмай, чок ички сиртининг ҳарорати кўрсатилган. Чокнинг энг кичик бўлган ҳарорати $6,5^\circ\text{С}$ га тенг. Расмнинг ўнг тарафида панелга қалинлиги 120 мм бўлган парда девор бириккандаги чокнинг ҳарорати келтирилган. Бу ҳолда чокнинг энг кичик ҳарорати $7,6^\circ\text{С}$ га кўтарилган.

Вертикал чоклар сиртида конденсат намлик бўлишининг олдини олиш мақсадида, кўпинча улардан 400 мм масофада иситиш тизимининг тик қувурлари (труба) қўйилади. Бунда

вертикал чокнинг энг кичик ҳарорати 10,4°С гача кўтарилиб, иссиқлик сарфи икки марта камаяди.

Ташқи панел деворлар горизонтал чокларининг иссиқлик-физик ҳолати вертикал чокларга нисбатан яхши, чунки горизонтал чокларга ҳамиша қаватлараро ёпмалар ҳам бирикади. Қаватлараро ёпмаларнинг ҳарорати ички ҳаво ҳароратига яқин бўлганлиги сабабли, улардан узатилаётган иссиқлик оқими горизонтал чоклардаги ҳароратни кўтареди.

Ўрта Осиёда қурилаётган биноларнинг зилзилабардошлигини ошириш учун қаватлараро ёпмалар атрофига темир-бетон камар (пояс) қурилади.

Темир-бетон камарнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти деворнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффицентида катта бўлганлиги сабабли, ташқи деворга бириккан жойдаги полнинг ҳарорати кескин пасайиб кетади. Бунинг олдини олиш учун деворнинг бу қисми учун ҳарорат майдони ҳисобланиб, зилзилабардошли камар билан ёпма оралигига иссиқлик кам ўтказувчи қатлам қўйиш зарур.

4. Иссиқлик ўтказувчан киритмалар

Ташқи тўсиқ конструкциялардаги киритмаларнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти конструкциянинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффицентида катта бўлса, киритма ва конструкция ички сиртининг ҳарорати кескин пасайиб, конденсат ҳам ҳосил бўлиши мумкин.

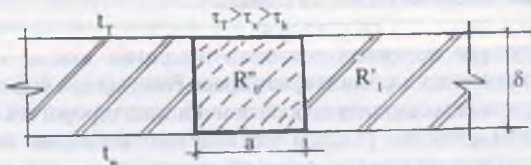
Иссиқлик ўтказувчан киритмали конструкцияларга қуйидагиларни мисол қилиб олиш мумкин: темир-бетон ва металл каркас билан қўшиб терилган гишт деворнинг қисми, сарбаста (перемычка), зилзилабардошли камар, ўзак ва бошқалар. Темир-бетон устуннинг гишт девор билан қўшиб терилган қисми 7.7-расмда кўрсатилган. Ушбу киритма ички сиртининг ҳароратини аниқлаш учун қуйидаги белгилар қабул қилинган:

t_x — иссиқлик ўтказувчан киритма ички сиртининг ҳарорати;

t_n — ташқи тўсиқ конструкция ички сиртининг ҳарорати;

t_k — конструкция бутунлай иссиқлик ўтказувчан киритмадан иборат бўлганда, унинг ички сирти ҳарорати. Бу ҳароратлар фарқини қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$t_n > t_x > t_k$$



7.7-расм. Ташқи девор билан темир-бетон устуннинг қўшилган қисми.

Агар иссиқлик ўтказувчан киритма энининг қалинлигига нинг нисбати қанчалик кичик бўлса, τ_x нинг қиймати τ_n қийматига шунчалик яқин бўлади. Агар $a = 0$ бўлса, $\frac{a}{\delta} = \tau_n$ бўлади.

$\frac{a}{\delta}$ нисбати қанча катта бўлса, τ_x нинг қиймати τ_k қийматига шунча яқин бўлади.

нисбати етарли катталиikka эга бўлганда, $\tau_x = \tau_k$ бўлади.

Демак, ташқи тўсиқ конструкция ички сиртининг ҳароратидан киритма ички сиртининг ҳарорати айирмаси $\tau_n - \tau_k$ маълум катталиikka тенг бўлади.

Бу тенгликни қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\tau_n - \tau_k = \eta (\tau_n - \tau_k),$$

бу ерда, η — киритма энининг қалинлик нисбатига боғлиқ бўлган коэффициентни. Проф. К.Ф.Фокин бу коэффициентни темир-бетон устун учун ишлаб чиққан. Бу ҳисоблар натижаси 7.1-жадвалда келтирилган.

7.1-жадвал

Коэффициент η нинг қийматлари

a/δ	0	0,02	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5 ва ундан катта
η	0	0,32	0,55	0,63	0,7	0,78	0,83	0,87	0,9	0,92	0,95	0,98	1,0

$\frac{a}{\delta} > 2,5$ бўлса, $\eta = 1$ бўлиб, $\tau_x = \tau_k$ бўлади.

Агар ташқи тўсиқ конструкция ва киритманинг иссиқлик узатувчанлик қаршиликларини мос равишда R'_o ва R''_o деб белгиласак, у ҳолда IV бобдаги (4.28) формула қуйидаги кўринишни олади:

$$\tau_n - \tau_x = R_n \left(\frac{t_n - t_r}{R'_o} - \frac{t_n - t_r}{R''_o} \right). \quad (7.2)$$

(7.2) формулани (7.1) формулага қўшиб соддалаштирсак, у қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\tau_n - \tau_x = \eta \cdot R_n \frac{(R'_o - R''_o) \cdot (t_n - t_r)}{R'_o \cdot R''_o}. \quad (7.3)$$

Агар (7.3) тенгламадаги τ_n нинг ўрнига (4.28) формуладаги τ_n нинг ифодасини қўйиб, τ_x га нисбатан ечилса, (7.3) формула қуйидаги кўринишни олади:

$$\tau_x = t_n - \frac{R''_o + \eta (R'_o - R''_o)}{R'_o \cdot R''_o} R_n (t_n - t_r). \quad (7.4)$$

(7.4) формула ёрдамида иссиқлик ўтказувчан киритма ва ташқи тўсиқ конструкция ихтиёрий иссиқлик ўтказувчан коэффициентга эга бўлган ҳолда ҳам тўғри бурчакли киритма ички сиртининг ҳароратини аниқлаш мумкин. Демак, (7.4) формула ёрдамида кесими тўғри бурчакли иссиқлик ўтказувчан киритмалар ички сиртининг ҳароратини ҳисоблаш мумкин.

Кесими мураккаб шаклга эга киритмалар ички сиртининг ҳарорати ҳарорат майдонининг ҳисоби натижасида топилади.

5. Деразалар

Ташқи тўсиқ конструкцияларнинг дераза ва эшик атрофида ҳарорат майдони ўзгарувчандир. Бу ўзгариш ташқи деворнинг қалинлиги ва дераза ойналари оралиғидаги ўлчамга боғлиқ бўлиб, дераза қирраларида ҳарорат кескин ўзгарувчандир. Дераза қирралари сиртида ҳароратнинг пасайиши деразадан ортиқча иссиқлик миқдорининг сарф бўлишига олиб келиб, ташқи девор қалинлигини оширишга тўғри келади. Бироқ биноларнинг иссиқлик баланси ҳисобида деразадан ортиқча сарф бўлаётган иссиқлик миқдори ҳамиша ҳам ҳисобга олинавэрмайди. Бу эса хона ичидаги ҳаво ҳароратининг

пасайишига олиб келади. Дераза ва дераза қирраларидан ташқи ҳавога сарф бўлаётган ортиқча иссиқлик миқдорининг ҳисоби мураккаб бўлиб, кўп вақт талаб этади. Деразадан сарф бўлаётган ортиқча иссиқлик миқдорини аниқлаш учун девор билан дераза чегаралари атрофидаги ҳарорат майдони даставвал проф. К.Ф.Фокин томонидан ҳисобланган.

Дераза қирраларидан сарф бўлаётган ортиқча иссиқлик миқдори қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$Q_k = \alpha_o (t_n - \tau_k) \cdot \sigma, \quad (7.5)$$

бу ерда, Q_k — бир метр узунликка эга деразанинг қия-қиррасидан ўтаётган иссиқлик миқдори, Вт/м°C ; t_n — хонадаги ҳаво ҳарорати, °C; τ_k — дераза қия-қиррасининг ўртача ҳарорати, °C ; σ — дераза қия-қиррасининг эни, м.

Дераза чегарасида ташқи девордан ўтаётган иссиқлик миқдорининг камайиши қуйидаги формуладан топилади:

$$Q_{\text{двр.}} = -\alpha_n \cdot \Delta \tau_n \cdot a, \quad (7.6)$$

бу ерда, τ_n — дераза ёнида девор сирти ҳароратининг ўртача кўтарилиши; a — деразанинг, деворнинг ички сирти ҳароратига таъсир этувчи кам ҳарорат масофаси, м.

Дераза қирраларидан сарф бўлаётган ортиқча иссиқлик миқдори дераза ойнасининг иссиқлик узатиш коэффициентини оширади. Бу коэффициент қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\Delta K = \frac{Q_k + Q_{\text{двр.}}}{t_n - t_r} \cdot \frac{P}{F}, \quad (7.7)$$

бу ерда, t_r — ташқи ҳаво ҳарорати, °C; P — дераза (периметр) атрофининг узунлиги, м; F — дераза ойна юзаси, м².

Деразанинг тўлиқ иссиқлик узатиш коэффициенти қуйидаги формуладан топилади:

$$R_{\text{двр.}} = R + \Delta K,$$

бу ерда, K —дераза ойнасининг иссиқлик узатиш коэффициенти. Бунда дераза қия-қирраларидан сарф бўлаётган иссиқлик миқдори ҳисобланмайди.

Дераза деворнинг ички сиртига қанча яқин ўрнатилса, унинг қия-қирраларидан сарф бўлаётган иссиқлик миқдори шунча кам бўлади, аммо деразага яқин девор ички сиртининг ҳарорати кескин пасаяди.

Демак, деразанинг деворга ўрнатилиш ҳолати деворнинг ҳарорат майдони таъсир этиб, дераза ойнасининг иссиқлик узатиш коэффициентига боғлиқ эмас.

Такрорлаш учун саволлар

1. Ташқи тўсиқ конструкциянинг айрим қисмларига қайси элементлар кириди?
2. Ташқи девор бурчагининг иссиқлик-физик хусусиятини ошириш учун қандай муҳандислик тадбирлари кўрилади?
3. Пештоқ ва девор чокларининг ички сиртидаги ҳарорат кескин пасайиб кетмаслиги учун қандай чоралар кўрилади?

II БЎЛИМ

ТАШҚИ ТЎСИҚ КОНСТРУКЦИЯЛАРНИНГ НАМЛИК ҲОЛАТИ

VIII боб. ТАШҚИ ТЎСИҚ КОНСТРУКЦИЯЛАРДА НАМЛИКНИНГ ПАЙДО БЎЛИШ САБАБЛАРИ

Ташқи тўсиқ конструкцияларнинг намлик ҳолати шу қурилмаларнинг иссиқлик-физик хусусияти билан узвий боғланган. Шу сабабли ташқи тўсиқ конструкцияларнинг намлик ҳолати ҳам “Қурилиш иссиқлик физикаси” фанига киради.

Қурилиш материаллари ва ташқи тўсиқ конструкцияларнинг жисмида табиий ҳолда маълум миқдорда намлик мавжуд. Намликнинг миқдори шу қурилиш материалининг зичлигига, иссиқлик-физик ва бошқа хусусиятларига таъсир этади.

Маълумки, қурилиш материалининг намлиги қанчалик катта бўлса, унинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти шунча катта бўлади. Шу сабабли ташқи тўсиқ конструкцияларни лойиҳалашда уларни табиий ташқи намлик таъсиридан ҳимоя қилиш чораларини кўриш ва намлиги кам, яъни нам ютиш хусусияти паст бўлган қурилиш материалларини қўллашда нафақат иссиқлик-физик, ҳатто намлик ҳолатини ҳам эътиборга олиш керак.

Намлиги катта бўлган қурилиш материаллари санитар-техник жиҳатдан ҳам яроқсиз ҳисобланади. Биринчидан, бу материал бино ичидаги ҳаво намлигини кўпайтириш билан биргаликда деворларнинг ёки том ёпмаларининг сиртида нам доғлари, моғор пайдо қилади. Бу эса озиқ-овқат маҳсулотларининг бузилишига, ҳар хил касаллик тарқалишига сабаб бўлади. Иккинчидан, бу қурилиш материалларининг мустаҳкамлиги паст бўлиб, ташқи муҳит таъсирига бардошсиз ва узоқ муддатга чидамсиздир.

Ташқи тўсиқ конструкциялар намлик ҳолатининг муҳандислик ҳисобини бажариш ва шу қурилиш материалларининг ишлатилиш жараёнида мўътадил намлик ҳолатини таъминлаш учун, уларда намлик ҳолатининг пайдо бўлиш сабабларини аниқлаш зарур. Қурилиш материалларида намликнинг пайдо бўлиш сабаблари қуйидагилардан иборат:

1. Технологик намлик. Бу қурилиш материалларини тайёрлаш жараёнида ва бинони ёки қурилмаларни тиклашда ҳосил бўладиган намликдир.

2. Заминдан ўтадиган намлик. Бу намлик тупроқдан деворларга капилляр сўриш орқали ўтади. Бу намлик деворларда ер сатҳидан 2-2,5 м гача кўтарилиши мумкин. Бунга мисол тариқасида XIV асрда Самарқандда қурилган меъморий обидаларни, жумладан, “Руҳобод”ни олиш мумкин. Девор ва пойдеворлар намликка қарши ҳимоя қатлам билан яхши таъминланган бўлса, тупроқнинг намлиги деворларнинг намлик ҳолатига таъсир этмайди.

3. Атмосферадан ўтадиган намлик. Бу намлик қор ва ёмғир ёғиши сабабли шамол таъсири билан бирга ташқи тўсиқ конструкцияларга таъсир этади. Бу намлик таъсирининг олдини олиш учун ташқи тўсиқ конструкцияларнинг ташқи сиртида нам кам ўтказувчи ёки нам юқтирмайдиган материалдан ҳимоя қатлам қурилиши керак.

4. Эксплуатацион муҳит таъсиридаги намлик. Бу намлик бинонинг ишлатилиш жараёнида ҳосил бўлиб, асосан саноат бинолари цехларида, майший хизмат кўрсатиш биноларида буғ ва сув ҳолатида девор ва полларга бевосита таъсир этади. Бу намлик таъсирининг олдини олиш учун девор ва пол сирти сопол ва шиша плиткали қатлам билан ҳимоя қилинади.

5. Гигроскопик намлик. Бу намлик қурилиш материали таркибида шу материалнинг гигроскопик хусусияти натижасида ҳосил бўлади. Гигроскопик деб қурилиш материалнинг ҳаводан намликни ютиб олиш (сорбция) хусусиятига айтилади. Ҳамма қурилиш материаллари ҳам озми-кўпми гигроскопик хусусиятга эга.

6. Конденсацион намлик. Ушбу намликнинг ҳосил бўлиш жараёни ташқи тўсиқларнинг иссиқлик-физик ҳолати билан узвий боғланган. Кўпинча ташқи тўсиқ ва улардаги қурилиш материалларида намликнинг ошишига конденсацион намлик сабаб бўлади.

Конденсацион намлик ҳосил бўлиш шартларидан бири шундан иборатки, табиатда кузатилганидек, ташқи ҳаво ҳарорати ўзгариб туриши билан конструкция жисмида ва сиртларида сув буғининг ҳақиқий эластиклиги ҳам ўзгариб туради. Бу кескин ўзгаришлар натижасида сув буғининг ҳақиқий эластиклиги маълум ҳарорат нуқтасида сув буғининг максимал эластиклигига тенг бўлиб, шу қисқа вақт даврида шудринг томчилари пайдо бўлади. Бу сув томчилари эса конструкциянинг намлигини оширади. Сув томчилари ҳосил бўлган вақт давридаги ҳарорат шудринг нуқтасининг ҳарорати дейилади.

1. Конструкциялардаги конденсация

Ҳаво намлиги ўзгармаган ҳолда, ҳар қандай қурилиш материали сиртининг ҳарорати кескин пасайтирилса ва сирт ҳарорати шудринг нуқтаси ҳароратидан паст бўлса, шу материал сиртининг юзасида шудрингга ўхшаш сув томчилари ҳосил бўлади. Бу конденсацион намлик ҳолати дейилади. Қурилиш материаллари ва ташқи тўсиқ сиртларида ҳосил бўлган конденсацион намлик вақт мобайнида, секинлик билан қурилиш материалларининг жисмига сўрилиб, шу конструкция нисбий намлигини оширади.

Ташқи тўсиқ конструкциялар сиртларининг ҳарорати кескин пасайса, конденсацион намлик пайдо бўлишини кузатиш мумкин. Бу ҳолатни ташқи деворларнинг бурчагида, карниз қисмида, деворларнинг цокол билан туташган жойида ва панел деворларнинг бир-бири билан туташган чокларида ҳамда деворларнинг дераза билан туташган қисмида кузатиш мумкин.

Ташқи тўсиқ конструкцияларнинг сиртида конденсацион намлик ҳосил бўлиш жараёни қуйидагиларга боғлиқ:

1) $\tau_n < \tau_m$ бўлса, ташқи тўсиқнинг ички сиртида конденсацион намлик ҳосил бўлади;

2) $\tau_n > \tau_m > \tau_b$ бўлса, ташқи тўсиқнинг фақат бурчагида конденсацион намлик ҳосил бўлади;

3) $\tau_n > \tau_m > \tau_{min}$ бўлса, иссиқликка бардошсиз конструкциялар ички сиртининг ҳарорати пасайган ҳолларда вақти-вақти билан конденсацион намлик ҳосил бўлади.

Кўпинча ташқи тўсиқ конструкцияларнинг ташқи сиртида конденсацион намликнинг ҳосил бўлишини қиш фаслида кузатиш мумкин.

Бунинг асосий сабаби қаттиқ совуқдан кейин ҳавонинг кескин исиб кетиши ёки илиқ ҳавонинг кескин совишидир. Бу ҳолатни иситилмайдиган бинолар конструкцияларининг ташқи сиртида, устун, кўприк қурилмалар ва ҳайкалларнинг сиртида кузатиш мумкин.

Ташқи тўсиқ конструкциялар намлик ҳолатининг муҳандислик ҳисобида қабул қилинган тўсиқ ички сиртининг ҳарорати шудринг нуқтасининг ҳароратидан кам бўлмаслиги керак.

Ташқи тўсиқлар ички сиртида конденсация пайдо бўлмаслиги учун бино ичидаги ҳавони алмаштиришни кескин кучайтириб, ҳаво намлигини пасайтириш керак. Бундан ташқари, тўсиқлар ички сиртининг ҳарорати шудринг нуқтасининг ҳароратидан катта бўлиши керак. Бу эса ташқи тўсиқнинг иссиқлик ўтказувчанлик қаршилигини ошириш ёки унинг ички сирти иссиқлик ўтказувчанлик қаршилигини камайтириш билан амалга оширилади.

Агар бино ичидаги ҳаво намлиги катта бўлиб, 90-100% га яқин бўлса, ташқи тўсиқнинг ички сиртида конденсацион намлик пайдо бўлишининг олдини олиш мураккаб бўлиб, фақат тўсиқ конструкцияларнинг намлиги ошиб кетмаслиги учун унинг ички сиртини нам ўтказмайдиган (керамик плита, церезит, суюқ шиша ва ҳоказо) қатлам билан ҳимоя қилиш зарур.

2. Сорбция ва десорбция

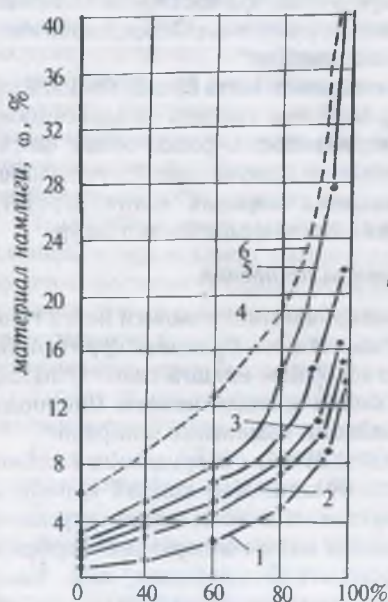
Бирон-бир қурилиш материалынинг намлиги нолга тенг бўлгунча, яъни ўзгармас массага эга бўлгунча қурилиб, маълум бир ҳаво намлигига эга бўлган идишга солиб қўйилса, бу материал вақт ўтиши билан ҳаводан маълум миқдорда намликни ютиб, ўзининг нисбий намлигини оширади.

Ҳаво намлиги қанча катта бўлса, материалнинг нисбий намлиги ҳам шунча катта бўлади. Ҳар қандай қурилиш материалынинг ташқи ҳаводан намликни ютиш хусусияти сорбция дейилади. Қурилиш материалларининг сорбция хусусияти конденсация хусусияти билан боғлиқ эмас. Ҳаво намлигининг ошиши билан қурилиш материаллари нисбий намлигининг кўпайиш боғлиқлигини кўрсатувчи эгри чизик сорбция изотермаси дейилади.

Ноорганик қурилиш материалларининг сорбция хусусияти органик материалларнинг сорбция хусусиятидан кичик бўлади.

Қурилиш материалларининг сорбция изотермасини чизиш учун улар қуритилиб, маълум ҳаво намлигига эга шиша идишлар (эксикатор)га солиниб, ўзгармас массага эга бўлгунча сақланади ва улар ҳаводан ўз жисмига сингдирган намлик миқдори аниқланади. Агар маълум миқдорда намликка эга қурилиш материаллари шиша идишларга солиниб сақланса ва улар ўз жисмидаги намликнинг маълум миқдорини ҳавога чиқарса, бу ҳолат десорбция дейилади. Кўпинча қурилиш материалларининг сорбция ва десорбция изотермаси бир чизиқда ётмайди.

Керамзит ва керамзит-перлитобетон материал учун Москва қурилиш физикаси илмий-текшириш институтида тажриба натижаларимиз (Ғ.Ш.) асосида қурилган сорбция изотермаси қуйида кўрсатилган:



8.1-расм. Зичлиги 710 кг/м^3 керамзит-перлитобетоннинг сорбция изотермаси:
1—тоза материал; 2—5% ли Na_2CO_3 эритмасига тўйинтирилган материал; 3—10% ли Na_2CO_3 эритмасига тўйинтирилган материал; 4, 5—5 ва 10% ли NaCl эритмасига тўйинтирилган материал; 6—десорбция.

Ҳавонинг нисбий намлиги, %

Расмдан кўриниб турибдики, ҳаво нисбий намлиги ошиши билан материалнинг намлиги ҳам ошади.

Сорбция жараёнини уч қисмга ажратиш мумкин:

I. Материал ғоваклари сиртида мономолекуляр (бир қатламли) адсорбцион намлик ҳосил бўлади. Сорбция изотермасида бу жараён ҳаво намлиги нолдан 20-30% гача бўлган чегарада (муҳитда) бўлади. Бу чегарада изотерма чизигининг эгрилиги юқорига қараган бўлиб, материал намлигининг ошиш тезлиги катта бўлади.

II. Материал ғовакларида полимолекуляр (кўп қатламли) адсорбцион намлик ҳосил бўлиб, бу жараён сорбция изотермасида ҳаво намлиги 30% дан 70-80% гача бўлган чегарага тўғри келади (8.1-расм, 1-эгри чизиқ). Бу чегарада материал намлигининг ошиш чизиги кўпинча тўғри чизиқ бўлади.

III. Ҳаво намлиги ошиб бориши билан материалда капилляр конденсация жараёни бошланади ва материал намлиги кескин кўтарилади.

Расмдаги сорбция изотермасидан маълумки, бу жараён керамзит-перлит учун ҳаво намлиги 85-90% дан ошганда ва 5 ва 10% ли туз эритмаларида тўйинтирилган керамзитоперлит учун ҳаво намлиги 70-80 % дан ошганда кузатилади.

Демак, материал таркибидаги тузлар унинг сорбцион намлигини оширади. Бу тузнинг материал таркибидаги миқдорига ва гигроскопик хусусиятига боғлиқ.

Капилляр конденсациянинг сабаби шундан иборатки, эгилган сув сиртидаги тўйинган буғ босими текис сув сиртидаги буғ босимидан кичикдир. Шу сабабли материал таркибида қанча кичик радиусга эга микро- ва макрокапилляр ғоваклар кўп бўлса, шунча тез капилляр конденсация кузатилади.

Капиллярлардаги тўйинган сув буғи босимини аниқлаш учун Кельвин формуласини қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$\ln \left(\frac{E_k}{E} \right) = - \frac{2 \cdot \sigma \cdot V}{R \cdot T \cdot r}, \quad (8.1)$$

бу ерда, E_k — капиллярлардаги тўйинган сув буғининг босими, Па; E — текис сиртдаги сув буғининг тўйинган босими, Па; σ — сув сиртининг таранглиги, н/м; r — капилляр радиуси, см; V — сувнинг моляр ҳажми, см³ · моль⁻¹; R — газ доимийлиги, эрг·моль⁻¹ · К⁻¹; T — ҳарорат, Кельвинда (К).

Материал капиллярларидаги туз эритмалари сиртида тўйинган сув буғининг босимини аниқлаш учун қуйидаги боғлиқликни таклиф этамиз:

$$E_k = E \left(1 - \frac{2 \cdot \sigma \cdot \gamma_6}{E \cdot r \cdot \gamma_3} - \frac{C}{\varphi_3} \right), \quad (8.2)$$

бу ерда, σ - эритманинг сирт таранглиги, н/м; γ_6 - тўйинган сув буғининг зичлиги, кг/м³; γ_3 - эритманинг зичлиги, кг/м³; C - эритма концентрацияси, %; φ_3 - тўйинган эритма сиртида ҳавонинг нисбий намлиги, %.

(8.2) формуланинг аниқлиги тажриба натижалари асосида тасдиқланган.

Маълумки, қурилиш материалларининг сорбцион хусусиятларини тажрибада аниқлаш учун узоқ вақт талаб этилади. Шу сабабли проф. Ф.В.Ушков раҳбарлигида қурилиш материалларининг сорбцион хусусиятини тезкор усулда аниқлаш учун ускуна таклиф этилган. Бу ускунанинг умумий шакли 8.2-расмда кўрсатилган. Ускупанинг ишлаш тартиби қуйидагига асосланган:

8.2-расм. Қурилиш материалларининг сорбцион хусусиятини тезкор усулда аниқлаш ускунаси.



Шиша эксикатор ичидаги ҳаво махсус кичик вентилятор ёрдамида маълум вақт давомида ҳаракатлантирилиб турилса, материал билан ҳаво оралиғидаги намликнинг мувозанат вақти қисқаради. Шу сабабли оддий эксикатор қопқоғи устига кичик

электродвигатель қўйилиб, двигатель ўқига ҳавони ҳаракатлантирувчи қанот бирлаштирилган. Материал эксикатор ичига қўйилиб, идиш ичидаги ҳаво 8 соат ҳаракатга келтирилиб турилади ва 16 соат ўз ҳолича қолдирилади. Бу усулда материалнинг сорбцион хоссаси оддий усулга нисбатан бир неча баробар қисқа вақт давомида аниқланади.

Такрорлаш учун саволлар

1. Ташқи тўсиқ конструкцияларда намликнинг пайдо бўлиш сабабларини таърифланг.
2. Конденсацион намлик деб нимага айтилади?
3. Сорбцион намлик деб нимага айтилади?
4. Сув бугининг ҳақиқий эластиклиги қандай аниқланади?
5. Капилляр конденсация қайси шароитда вужудга келади?
6. Шудринг томчилари қандай пайдо бўлади?

IX боб. ТАШҚИ ТЎСИҚ КОНСТРУКЦИЯЛАРДА СУВ БУҒИ ДИФФУЗИЯСИ

Ташқи тўсиқ конструкциянинг ички сиртида конденсацион намлик бўлмаган тақдирда ҳам конструкцияда намлик ошиши мумкин. Намликнинг ошишига конструкция жисмида сорбция ва сув буғи конденсацияси сабаб бўлиши мумкин. Кўпинча бу физик ҳолат конструкция намлигининг кўпайишига асосий сабаблардан бири ҳисобланади.

Қиш фаслида бино хоналаридаги ҳаво ҳарорати ташқи ҳаво ҳароратидан катта бўлади. Агар бино ичидаги ва ташқи ҳавонинг нисбий намлиги бир-бирига тенг бўлса, бино ичидаги сув буғининг эластиклиги ташқи ҳаводаги сув буғининг эластиклигидан катта бўлади. Сув буғининг эластиклик фарқи кўпинча 10 мм.сим.уст.гача етиши мумкин. Ҳаво ҳарорати юқори ва нисбий намлиги баланд бўлган биноларда бу фарқ ундан ҳам катта бўлиши мумкин.

Тўсиқ конструкциянинг икки сиртидаги сув буғининг эластиклик фарқи конструкциянинг ички сиртидан ташқи сиртига қараб сув буғи оқимини вужудга келтиради. Бу ҳолат тўсиқ конструкцияларда сув буғи диффузияси дейилади.

1. Буг сингдирувчанлик

Физикадан маълумки, газ диффузияси билан иссиқлик ўтказувчанлик жараёнлари ўртасида тўлиқ ўхшашлик бор. Шу сабабли иссиқлик ўтказувчанлик қонуниятларида қўлланилган ҳамма назарий асосларни сув буғи диффузиясида қўлласа ҳам бўлади.

Иссиқлик ўтказувчанлик қонуниятига асосан, бир жинсли материалдан иборат ясси деворда, ўзгармас (стационар) шароитда сув буғи диффузия миқдори қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$P = (e_s - e_w) F Z \frac{\mu}{\delta}, \quad (9.1)$$

бу ерда, P — диффузия жараёнида конструкциядан ўтаётган сув буғи миқдори, г; e_n ва e_r — тўсиқ конструкциянинг ички ва ташқи тарафида сув буғининг эластиклиги, мм.сим.уст.; μ — буғ сингдирувчанлик коэффициенти, мг/(м.с.Па).

Деворда сув буғи конденсацияси бўлмаган ҳолда (9.1) формулани қўллаш мумкин. Материалнинг сув буғи сингдирувчанлик коэффициенти унинг физик хусусиятларига боғлиқ бўлиб, ўзидан диффузия орқали сув буғи ўтказувчанлик хусусиятини кўрсатади.

Материалнинг сув буғи сингдирувчанлик коэффициенти иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентига ўхшаш бўлиб, қалинлиги 1 м ва юзаси 1 м² бўлган ясси девордан 1 соат вақт давомида унинг икки тарафида сув буғининг эластиклик фарқи 1 мм.сим.уст.бўлганда, ундан диффузия орқали ўтадиган грамм миқдоридagi сув буғини билдиради.

Қурилиш материалларининг ичида рубероид энг кам сув буғи сингдирувчанлик коэффициентига эга, яъни $\mu=0,00018$ бўлиб, минерал ва шиша ваталарнинг сув буғи сингдирувчанлик коэффициенти $\mu=0,065$ га тенг. Металл ва дераза шишаларининг сув буғи сингдирувчанлик коэффициенти нолга тенг. Ҳаво эса энг кўп сув буғи сингдирувчанлик коэффициентига эга, яъни 0,083 га тенг бўлиб, ҳаво конвекциясида бу қиймат 0,135 г/м.с.мм.сим.уст. га етиши мумкин.

Материалнинг сув буғи сингдирувчанлик коэффициенти ҳарорат ва материал нисбий намлигига боғлиқ бўлиб, ҳарорат ва намлик пасайса, сув буғи сингдирувчанлик коэффициенти ҳам камаяди. Аксинча, материалнинг намлиги кўтарилса, унинг сув буғи сингдирувчанлик коэффициенти ҳам кўпаяди. Қурилиш материалларининг сув буғи сингдирувчанлик коэффициенти лаборатория шароитида тажриба ёрдамида аниқланади.

Диффузия орқали материал қатламидан ўтаётган сув буғи маълум қаршиликка учрайди. Бу қаршилик материал қатламининг сув буғи сингдирувчанлик қаршилиги дейилади ва қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$R_{\mu} = \frac{\delta}{\mu}, \quad (9.2)$$

бу ерда, δ — конструкция материали ёки қатлами қалинлиги, м.

Иссиқлик узатувчанлик қаршилигига ўхшаш, конструкциянинг умумий сув буғи сингишига қаршилиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$R_{y.b} = R_{u.b} + R_{1.b} + R_{2.b} + \dots + R_{n.b} + R_{m.b} = R_{u.b} + \frac{\delta_1}{\mu_1} + \frac{\delta_2}{\mu_1} + \dots + \frac{\delta_n}{\mu_n} + R_{m.b}, \quad (9.3)$$

бу ерда, $R_{1.b}$, $R_{2.b}$ — тўсиқ конструкция алоҳида олинган қатламларининг буғ сингишига қаршилиги, $\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{Па} / \text{мг}$; n — тўсиқ конструкциянинг қатламлар сони; $R_{u.b}$, $R_{t.b}$ — тўсиқ конструкция ички ва ташқи сиртининг нам беришга қаршилиги, $\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{Па} / \text{кг}$.

Тўсиқ конструкция ички сиртининг нам бериш қаршилигини ҳисоблаш учун В.М.Ильинский томонидан қуйидаги формула таклиф этилган:

$$R_{u.b} = 1 - \frac{\varphi_u}{100}, \quad (9.4)$$

бу ерда, φ_u — хонада ҳавонинг нисбий намлиги, %.

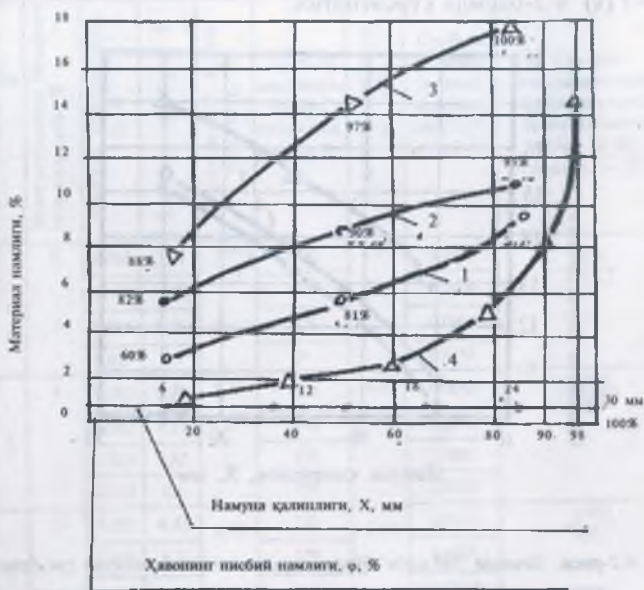
Амалда $R_{u.b}$ нинг қиймати жуда кичик бўлганлиги сабабли ички ва ташқи сиртларнинг нам бериш қаршилиги учун ҳисобларда қуйидаги катталиклар қабул қилинган:

$$R_{u.b} = 0,2 \text{ ва } R_{t.b} = 0,1 \text{ мм} \cdot \text{сим} \cdot \text{уст} \cdot \text{с} \cdot \text{м}^2 / \text{г}.$$

Материал сув буғи сингдирувчанлик коэффициентига унинг бошланғич намлиги катта таъсир қилади. Сув буғи сингдирувчанлик коэффициентининг материал намлигига боғлиқлиги Москва қурилиш физикаси илмий-текшириш институтида проф. Ф.В.Ушков раҳбарлигида таклиф этилган услуб ёрдамида аниқланса, амалиётда қўлласа бўладиган натижаларни олиш мумкин. Бу услубга асосан материал буғ сингдирувчанлик коэффициентининг намликка боғлиқлиги қуйидаги тартибда аниқланади:

Сув буғи сингдирувчанлик коэффициенти стандарт услубда ("Методика определения влажностных характеристик

строительных материалов". НИИСП, Киев, 1970) тажриба асосида аниқлангандан кейин, материал намунасининг қалинлиги бўйича нисбий намлиги аниқланади. Бу намликнинг эгри чизиқлари 9.1-расмда керамзит-бетон учун намуна қалинлиги бўйича чизилган. Бу расмдаги 4-эгри чизиқ



9.1-расм. Зичлиги 700 кг/м^3 бўлган керамзит-бетон намунанинг қалинлиги бўйича намлигининг бошланғич намликка боғлиқлиги:

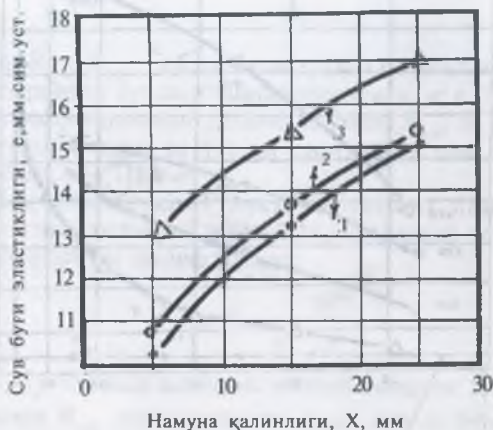
1 — бошланғич намлиги, $\omega_b = 0\%$; 2 — бошланғич намлиги, $\omega_b = 4\%$; 3 — бошланғич намлиги, $\omega_b = 13\%$; 4 — сорбция изотермаси.

зичлиги 700 кг/м^3 бўлган керамзит-бетоннинг сорбция изотермасидир. Сорбция изотермасига асосан, намуна қалинлиги бўйича намлиги аниқланган координаталарга тўғри келувчи ҳавонинг нисбий намлиги аниқланади.

Шу ҳавонинг нисбий намлигига асосан,

$$\varphi = \frac{\epsilon}{E} \cdot 100\%$$

формула ёрдамида намунадан намлиги олинган нуқта координаталаридаги сув буғининг эластиклиги аниқланади. Сув буғи эластиклигининг намуна қалинлигига боғлиқлиги $\epsilon = f(x)$ 9.2-расмда кўрсатилган.



9.2-расм. Зичлиги 700 кг/м^3 бўлган керамзит-бетон намуна сув буғи эластиклигининг бошланғич намликка ва намуна қалинлигига боғлиқлиги:

1—бошланғич намлиги, $\omega_{\text{б}} = 0 \%$; 2—бошланғич намлиги, $\omega_{\text{б}} = 4 \%$; 3—бошланғич намлиги, $\omega_{\text{б}} = 13 \%$.

Бу расмдаги эгри чизиқни (график усулда) дифференциаллаб, сув буғининг эластиклик градиенти аниқланади.

Намунадан ўтаётган сув буғи оқимини сув буғининг эластиклик градиентига бўлиб, сув буғи сингдирувчанлик коэффициентининг намликка боғлиқлиги аниқланади. Ҳисоблар натижаси 9.1-жадвалда келтирилган.

**Зичлиги 700 кг/м³ бўлган керамзит-бетон намуна сув буғи
сингдирувчанлик коэффициентининг
намликка боғлиқлиги**

№	Материалнинг бошлан- ғич намлиги, %	Намуна координати, х, м	Намуна намлиги, %	Намунанинг ўртача намлиги, %	Сув буғи эластикли- гининг градиенти, мм.сим.уст м	Сув буғи микдори, г/м ² , соат	Сув буғи сингдирув- чанлик коэффици- циенти, μ , мг/м.с. Па	Сув буғи сингдирувчанлик коэффициентининг ўртача қиймати, μ мг/м.с. Па ёки г/м.с.мм.сим.уст.
1.	0	0,007	3,21	5,09	350	1,12	0,0032	$\frac{0,54}{0,0063}$
		0,010	4,2		285		0,0039	
		0,015	5,05		176		0,0064	
		0,023	7,9		97		0,0155	
2.	4	0,007	3,81	5,57	290	1,25	0,0043	$\frac{0,056}{0,0076}$
		0,010	4,72		240		0,0052	
		0,015	5,65		150		0,0083	
		0,023	8,1		100		0,0125	
3.	13	0,007	4,43	8,49	230	1,45	0,0063	$\frac{0,076}{0,011}$
		0,010	6,1		170		0,0085	
		0,015	8,56		140		0,0104	
		0,023	14,9		95		0,0153	

**2. Ўзгармас сув буғи оқими бўлган ҳолда
ташқи тўсиқ конструкцияларнинг
намлик ҳолати**

Ташқи тўсиқ конструкцияларнинг намлик ҳолатини ҳисоблаш учун ички ва ташқи ҳаво ҳароратларини билиш зарур. Ички ҳаво ҳарорати ва нисбий намлиги бинонинг мақсадга мувофиқлигига асосан танлаб олинади. Масалан, турар жой бинолари учун ички ҳавонинг нисбий намлиги $\varphi=50-55\%$ ва ҳарорати $t_{\text{н}}=+18^{\circ}\text{C}$ қабул қилинади. Ташқи ҳаво ҳарорати ва

нисбий намлиги учун қурилиш минтақасига асосан ҚМҚ 2.01.01-94 дан ўртача энг совуқ ойнинг ҳарорати ва намлиги қабул қилинади.

Ўзгармас сув буғи оқими бўлган ҳолда ташқи тўсиқ конструкциялар намлик ҳолатининг ҳисоби қуйидаги тартибда бажарилади:

Ташқи тўсиқ конструкцияда конденсацион намлик ҳосил бўлиш ёки бўлмаслиги график усулда аниқланади. Бунинг учун тўсиқ конструкцияда ҳарорат чизиги топилади. Ҳарорат чизигига асосан тўсиқ конструкцияда сув буғининг максимал эластиклик чизиги аниқланади. Ундан кейин шу конструкцияда сув буғининг ҳақиқий эластиклиги аниқланиб чизилади. Агар сув буғининг максимал эластиклик чизиги E ва ҳақиқий эластиклик чизиги e бир-бири билан кесишмаса, тўсиқ конструкцияда конденсацион намлик ҳосил бўлмайди, аксинча бўлса, конденсацион намлик ҳосил бўлишининг эҳтимоли бор. Бу услубнинг физик маъносини тўлиқ ифода этиш учун қуйидаги мисолни кўриб чиқамиз:

Мисол. Қалинлиги 30 см бўлган енгил бетондан иборат бир жинсли девор намлик ҳолатини ҳисобланг.

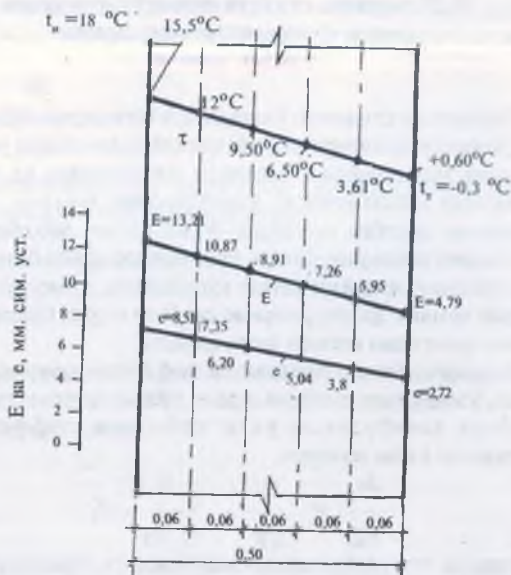
Қурилиш жойи Самарқанд, $t_n = 18^\circ\text{C}$, $\varphi_n = 55\%$; $E = 15,48$ мм.сим.уст., бундан $e_n = 8,61$ мм.сим.уст. Ташқи ҳаво учун $t_t = -0,3^\circ\text{C}$, $\varphi_t = 61\%$.

$E = 1,47$ мм.сим.уст., бундан $e_t = 2,72$ мм.сим.уст. Енгил бетоннинг зичлиги 1200 кг/м^3 ; $\lambda = 0,44 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$.

Иссиқлик узатувчанлик қаршилиги:

$$R_y = 0,114 + \frac{0,30}{0,44} + 0,043 = 0,837 \text{ (м}^2\cdot^\circ\text{C)/Вт}.$$

Юқорида келтирилган қийматларга асосан, 9.3-расмда ҳарорат чизигини чизамиз. Шу расмдаги ҳарорат чизигига асосан, иловадаги жадвалдан сув буғининг максимал эластиклигини аниқлаб чизмага туширамыз. Сув буғининг ҳисобланган ҳақиқий эластиклигини ҳам шу расмга чизамиз.



9.3-расм. Енгил бетонли деворнинг қиш фаслидаги
намлик ҳолати шакли.

Расмдан кўриниб турибдики, E ва e чизиклар бир-бири билан кесишмайди, демак, бу конструкцияда конденсацион намлик ҳосил бўлмайди. Ўзгармас сув буғи оқими бўлган ҳолда ташқи тўсиқ конструкцияларнинг намлик ҳолатини ҳисоблаш усули оддий ва содда бўлиб, қуйидаги саволларга аниқ жавоб олиш мумкин:

1) Ҳисоблар натижаси тўсиқ конструкцияда конденсацион намлик бўлмаслигини кўрсатса, ҳақиқатан ҳам шу конструкцияда конденсацион намлик бўлмайди.

2) Ҳисоблар натижасида бир йил давомида конструкцияда намликнинг кўпайиши ёки камайишини аниқлаш мумкин.

Тўсиқ конструкциянинг намлик ҳолати билан боғлиқ бўлган барча саволларга ўзгарувчан сув буғи оқими бўлган ҳолда унинг намлик ҳолати ҳисоблари натижасида жавоб олиш мумкин.

3. Ўзгарувчан сув буғи оқими бўлган ҳолда ташқи тўсиқ конструкцияларнинг намлик ҳолати

Юқорида келтирилган ўзгармас сув буғи оқими бўлган ҳолда тўсиқ конструкциянинг намлик ҳолатини ҳисоблаш усули вақт давомида материалнинг намлиги ўзгаришини ва материал бошланғич намлигининг конструкция намлик ҳолатига таъсирини ҳисобга олмайди. Ўтказилган лаборатория ва амалиётдаги иссиқлик-физик тадқиқотлар ҳамда биноларнинг эксплуатация жараёни шуни кўрсатдики, конструкциянинг ҳақиқий намлик ҳолати ўзгармас сув буғи оқими бўлган ҳолдаги намлик ҳолатидан кескин фарқ қилади.

Иссиқлик ўтказувчанлик ва диффузия қонуниятларига асосан, ўзгарувчан сув буғи оқими бўлган ҳолда ясси деворда сув буғи диффузияси учун қуйидаги дифференциал тенгламани ёзиш мумкин:

$$\frac{de}{dZ} = \frac{\mu}{\xi \gamma} \cdot \frac{d^2 e}{dx^2}, \quad (9.5)$$

бу ерда, e — сув буғининг эластиклиги, мм.сим.уст.; μ — материалнинг сув буғи сингдирувчанлик коэффициенти, мг/м.с.Па; ξ — материалнинг солиштирма сув буғи сифими, г/кг.мм.сим.уст.

Материалнинг нисбий солиштирма сув буғи сифими унинг сорбция изотермасидан аниқланади. Бу катталиқ қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\xi_{н.ср} = \frac{\omega_2 - \omega_1}{\varphi_2 - \varphi_1} \cdot 1000, \quad (9.6)$$

бу ерда, $\omega_2 - \omega_1$ — сорбция изотермаси маълум қисмидаги материалнинг нисбий намлиги, %; $\varphi_2 - \varphi_1$ — материалнинг намлигига тўғри келувчи сорбция изотермасидаги ҳаво намлиги, %.

(9.6) формулани қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\xi_0 = \frac{d\omega}{d\varphi} \cdot 1000. \quad (9.7)$$

Материалнинг солиштирма сув буғи сифими ξ билан нисбий солиштирма сув буғи сифими ξ_{II} ўртасида қуйидаги боғлиқлик мавжуд:

$$\xi = \frac{\xi_{II}}{E}$$

Бу катталикини (9.5) формулага қўйсак, дифференциал тенглама қуйидаги кўринишни олади:

$$\frac{de}{dZ} = \frac{\mu}{\xi_{II} \gamma} \cdot E_1 \frac{d^2 e}{dx^2}. \quad (9.8)$$

Бу дифференциал тенгламанинг умумий ечими мураккаб бўлганлиги сабабли амалиётда чекли фарқлар усулига келтириб ҳисобланади:

$$\frac{\Delta e}{\Delta Z} = \frac{\mu}{\xi_{II} \gamma} \cdot E_1 \frac{\Delta^2 e}{\Delta x^2}. \quad (9.9)$$

Бу формулани ечиш учун бир жинсли ясси деворнинг қалинлигини бир хил қатламларга бўламиз. Қатламларни ажратувчи сиртларни қуйидагича белгилаймиз: $n-1$; n ; $n+1$.

Вақт даврини ΔZ соатга тенг интервалларга бўламиз. Сув буғининг конструкция сиртларидаги эластиклигини (9.9) формулага асосан қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$\frac{e_{n,x+1} - e_{n,z}}{\Delta Z} = \frac{\mu}{\xi_{II} \gamma} \cdot E_n \frac{e_{n+1,z} - 2e_{n,z} + e_{n-1,z}}{\Delta x^2}, \quad (9.10)$$

бу ерда, e — икки хил индекс билан белгиланган, жумладан, биринчи индекс сиртнинг тартиб рақамини кўрсатади, иккинчи индекс — шу вақтга тўғри келадиган сув буғи эластиклигининг вақт даври; $e_{n,x+1} - Z + \Delta Z$ — вақт даврида n сиртдаги сув буғининг эластиклиги.

(9.10) тенглама $e_{n,x+1}$ га нисбатан ҳисобланса, у қуйидаги кўринишга келади: