

**ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc26/30.12.2019.Т.11.01 РАҚАМЛИ  
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**САМАРҚАНД ДАВЛАТ АРХИТЕКТУРА -ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ**

**ИНОЯТОВ ДИЛОВАР ТОЛИБОВИЧ**

**ЭНЕРГИЯ САМАРАДОР БИНОЛАРНИНГ ЦОКОЛЬ ДЕВОРЛАРИ  
ОРҚАЛИ ЎТАДИГАН НАМЛИКДАН САҚЛАШ УСУЛЛАРИНИ  
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

**05.09.01 – Қурилиш конструкциялари, бино ва иншоотлар**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)  
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

**Самарқанд - 2022**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертация автореферати  
мундарижаси**  
**Оглавление автореферата диссертации доктора (PhD) философии по техническим  
наукам**  
**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)  
on technical sciences**

**Иноятов Диловар Толибович**

Энергия самарадор биноларининг цоколь деворлари орқали ўтадиган намликдан сақлаш  
усулларини такомиллаштириш.....5

**Иноятов Диловар Толибович**

Совершенствование методов защиты от влаги, проходящей через цокольную часть стен  
энергоэффективных зданий .....23

**Inoyatov Dilovar Tolibovich**

Improvement of methods of protection from moisture passing through the basement part of the  
walls of energy-efficient building.....43

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ

List of published works.....48

**ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc26/30.12.2019.Т.11.01 РАҚАМЛИ  
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**САМАРҚАНД ДАВЛАТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ**

**ИНОЯТОВ ДИЛОВАР ТОЛИБОВИЧ**

**ЭНЕРГИЯ САМАРАДОР БИНОЛАРНИНГ ЦОКОЛЬ ДЕВОРЛАРИ  
ОРҚАЛИ ЎТАДИГАН НАМЛИКДАН САҚЛАШ УСУЛЛАРИНИ  
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

**05.09.01 – Қурилиш конструкциялари, бино ва иншоотлар**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)  
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

**Самарқанд - 2022**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.3.PhD/T1869 рақам билан рўйхатга олинган.**

Докторлик диссертацияси Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институтида бажарилган.  
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)), Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида ([www.taqi.uz](http://www.taqi.uz)) ва «ZiyoNet» Ахборот-таълим порталида ([www.ziyounet.uz](http://www.ziyounet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:** **Тулаков Элмурад Саламович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:** **Файзиев Хомитхон**  
техника фанлари доктори, профессор

**Пирматов Раҳматулло Ҳамидуллоевич**  
техника фанлари номзоди, доцент

**Етакчи ташкилот:** **“O`ZOG`IRSANOATLOYINA” AJ**

Диссертация ҳимояси Тошкент архитектура-қурилиш институти ҳузуридаги DSc.26/30.12.2019.T.11.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2022 йил « 14 » июль соат 10<sup>00</sup> да Архитектура факультетининг мажлислар залида бўлиб ўтади (Манзил: 100011, Тошкент ш., Абдулла Қодирий кўчаси, 7в-уй. Тел.: (99871) 241-10-84; факс: (99871) 241-80-00, e-mail: [devon@taqi.uz](mailto:devon@taqi.uz), [taqi\\_atm@edu.uz](mailto:taqi_atm@edu.uz)).

Диссертация билан Тошкент архитектура-қурилиш институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№ 82 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100084, Тошкент ш., Кичик Халка йўли кўчаси, 7-уй. Тел.:(+99871) 235-43-30; факс: (+99871)234-15-11,e-mail: [taqi\\_atm@edu.uz](mailto:taqi_atm@edu.uz)).факс: (99871) 241-80-00, e-mail: [taqi\\_atm@edu.uz](mailto:taqi_atm@edu.uz)).

Диссертация автореферати 2022 йил « 28 » 06 куни тарқатилди.  
(2022 йил « 25 » 03 даги 15 -рақамли реестр баённомаси).



## **КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳонда биноларнинг эксплуатацион ишончилигини ошириш, ер ости конструкцияларининг умрбоқийлигини таъминлаш ҳамда уларнинг техник ҳолатини баҳолаш, зарур ҳолларда уларни кучайтириш масалаларига алоҳида аҳамият берилмоқда. Ҳозирги кунда ривожланган мамлакатларда қурилиш иншоотларининг тахминан 75% агрессив муҳитнинг зарарли таъсирига учрамоқда. Ер ости қурилишида эса бу рақам 80-90% гача етиши мумкин. Масалан, АҚШда 90-йилларда биноларни таъмирлаш ва тиклаш учун 20 миллиард доллардан кўпроқ маблағ сарфланган ва бу харажатлар кейинчалик ҳар йили ўсиб борган. Бу борада, жумладан бинолар пойдеворларини гидроизоляция қилишнинг оптимал ечимларини ишлаб чиқиш, конструкцияларни ер ости агрессив таъсирларидан ишончли ҳимоялаш ва шу орқали биноларнинг, конструкцияларнинг умрбоқийлигини оширишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда бинолар конструкцияларини ер ости сувларининг агрессив таъсирдан ҳимоя қилишда қўлланилган анъанавий ва замонавий материалларнинг нам ўтказмаслик хусусиятларини тадқиқ қилиш асосида самарали замонавий материалларни аниқлашга қаратилган илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Ушбу йўналишда, жумладан, биноларнинг деворларини пойдевор орқали кўтариладиган капилляр намликдан сақлашда бажариладиган гидроизоляция ишларининг сифатини таъминлаш ҳамда биноларнинг эксплуатацион ишончилигини ошириш бўйича тадқиқотлар устувор ҳисобланмоқда. Шу билан бирга, биноларнинг пойдевор ва деворларини ер ости орқали кўтариладиган агрессив капилляр намлик таъсидан ҳимоялаш долзарб вазифалардан ҳисобланмоқда.

Республикамизнинг қурилиш соҳасида гидроизоляция ишларини амалга оширишда иқтисодий тежамкор ва ишончли усулларни ишлаб чиқиш ва амалиётга татбиқ этиш юзасидан кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. 2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида, жумладан, “...қурилиш фаолиятида қурилиш нуқсонлари ёки муаммоларининг олдини олиш, қурилиш ва лойиҳалаштириш ишлари сифатини ошириш”<sup>1</sup> бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Мазкур вазифаларни амалга оширишда ва биноларнинг умрбоқийлигини таъминлашда лойиҳалашнинг самарали ечимларини, ер ости агрессив сувларининг гидроизоляция материалига таъсирини, гидроизоляция материалларини ўрнатишда замонавий технологиялар қўллашни ҳамда қурилиш жараёнида фойдаланиш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон “2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида”ги, 2020 йил 13 мартдаги ПФ-5963-сонли “Ўзбекистон

---

<sup>1</sup>Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сонли “2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида”ги Фармони

Республикаси қурилиш соҳасидаги ислохотларни чуқурлаштириш бўйича кўшимча чоралар тўғрисида”ги Фармонлари, 2022 йил 21 февралдаги ПҚ-139-сон “Уй-жойлар қурилишини ва қурилиш материаллари саноатини кўллаб-қувватлашнинг кўшимча чора-тадбирлари тўғрисида”ги, 2017 йил 8 ноябрдаги ПҚ-3379-сонли “Энергия ресурсларидан оқилона фойдаланишни таъминлаш чора-тадбирлари тўғрисида”ги Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация иши муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг II. “Энергетика, энергия ва ресурстежамкорлик” устувор йўналишига мос келади.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Ҳозирги кунда ғиштли биноларни ер остидан кўтариладиган капилляр намлик таъсиридан ҳимоялаш содда усулда амалга оширилмоқда. Бунда, сейсмик ҳудудларда қуриладиган ғиштли бинолар учун пойдевор билан ғишт девор орасида қалинлиги 30 мм бўлган цемент-қумли қоришма ёрдамида гидроизоляция ҳосил қилиниши тавсия этилган. Биноларнинг ташқи деворларини пойдевор орқали ўтадиган намликдан сақлаш усулларини такомиллаштириш ва ўрганиш бўйича дунё ва юртимизнинг олимлари: Ning Lu, William J.Likos (АҚШ), Noriyuki Yasufuku (Япония), Qiang Liu, Jiali Miao, Jiaguo Ren, Chao Chjan (Хитой), Ravi Kumar Malik, Sivanarpan Kumar (Ҳиндистон), Агаджанов В.И., Бовин Г.П., Глибов В.Д., Дубинин И.С., Искрин В.С., Кисина А.М., Нечаев Г.А., Попченко С.Н., Рыбьев И.А., Абдуллаев Т.Ш., Сирожиддинов З.С., Мадатов А. ва бошқаларнинг тадқиқотларини таъкидлаш лозим.

Кенг кўламли бажарилган тадқиқотларга қарамасдан, бугунги кунда, ҳам назарий, ҳам амалий жиҳатдан ер остида эксплуатация қилинаётган бетон ва темирбетон конструкцияларни ер ости агрессив сувларнинг ҳалокатли таъсиридан ишончли ҳимоялаш етарлича ҳал қилинмаган. Юқорида таъкидланган тадқиқотларда, грунт намлигининг пойдевор танаси орқали кўтарилиши мураккаб физик-кимёвий жараён эканлиги ва у қатор омилларга боғлиқлиги тўла-тўқис ҳисобга олинмаган. Деворларни пойдевор танаси орқали кўтариладиган намликдан сақлаш усуллари, лойиҳалаш, қуриш ва эксплуатация қилишда сифат талабларига жавоб бермаслиги мутахассислар томонидан қайд этилиб, шунингдек, деворларни пойдевор танаси орқали кўтариладиган намликдан сақлаш усулларини такомиллаштириш ва ўрганиш зарурлиги, соҳа олимлари томонидан ҳам эътироф этилган. Муаммонинг бу ва бошқа жиҳатлари долзарб бўлиб, батафсил ўрганишни талаб қилади.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институти Илмий кенгаши томонидан тасдиқланган “Ўзбекистон шароитини ҳисобга олган ҳолда биноларнинг эксплуатацион ишончилигини таъминлаш” (2018-2022 йй.) мавзусидаги илмий-тадқиқот ишлари доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади:** пишиқ ғишдан барпо қилинадиган биноларнинг пойдевор ва деворларини ер остидан кўтариладиган намликдан ҳимоя қилиш усулларини такомиллаштириш ҳисобига, биноларнинг умрбоқийлигини таъминлашдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

капилляр намликнинг пойдевор ва деворларда кўтарилишини назарий тадқиқ этиш;

ер остидан кўтариладиган намликдан ҳимоя қилинмаган бинолар деворларининг ҳолатини ўрганиш;

деворлари ер остидан кўтариладиган намликдан анъанавий усулда ҳимоя қилинган бинолар ҳолатини тадқиқ этиш;

пойдевор ва девор орасига ҳар хил материаллардан ҳосил қилинган гидроизоляция қатламларнинг, деворга намликнинг ўтишига қаршилигини экспериментал тадқиқ этиш.

экспериментал тадқиқотлар натижалари асосида бинолар деворларини ер ости сувларининг кўтарилишидан ҳимоя қилишнинг самарали усулларини ишлаб чиқиш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида пишиқ ғишдан барпо қилинган кам ва ўрта қаватли биноларнинг пойдевор ва деворлари олинган.

**Тадқиқотнинг предмети**ни пишиқ ғишдан барпо қилинган кам ва ўрта қаватли биноларнинг пойдевор ва деворларини ер остидан кўтариладиган намликдан ҳимоя қилишнинг экспериментал ва назарий асослари ташкил этади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқот жараёнида биноларнинг пойдевор ва деворларини ер остидан кўтариладиган намликдан ҳимоя қилишнинг экспериментал тадқиқотларини ўтказиш (пойдевор товони ҳамда пойдевор ва девор орасига ҳар хил материаллардан ҳосил қилинган гидроизоляция қатламларнинг, деворга намликнинг ўтишига қаршилигини экспериментал тадқиқ этиш), уларни таққослаш ва математик статистика усулларидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

пойдевор конструкциясининг ғоваклик тузилиши ва намлик ўтказувчанлик хусусиятларини ифодаловчи назариясига асосан, пойдеворда намликнинг капилляр кўтарилиш баландлигини суyoқликнинг таъсир вақтига боғлиқ ҳолда ҳисоблашнинг муҳандислик ифодаси, бетондаги ғоваклик муҳитига боғликлиги назарий жиҳатдан исботланган;

пойдевор танасини товони билан биргаликда гидроизоляция қилиш орқали, пойдевор танаси агрессив намликдан ҳимояланиши ва унинг хизмат муддати бинонинг хизмат муддатигача ошиши асосланган;

пойдевор-девор орасидаги горизонтал гидроизоляция қатлам қоришмасига гидрофоб қўшимча қўшиш асосида, горизонтал гидроизоляция қатламнинг таркиби такомиллаштирилган;

пойдеворнинг капитал таъмирлашгача бўлган минимал эксплуатация қилиш муддати (К) ҳамда грунтдаги агрессив (ишқор, туз, сульфат) намлик таъсиридан рулонли гидроизоляция материалининг чўзилиши ( $\Delta$ )га ва рухсат

этилган меъёрий чўзилиш миқдорига боғлиқ ҳолда, гидроизоляция материалнинг узокқа чидамлилигини ҳисоблашнинг аналитик усули ишлаб чиқилган.

#### **Тадқиқотнинг амалий натижалари:**

пойдевор танасини ер ости сувларидан тўлиқ гидроизоляция қилиш бино конструкцияларида (пойдеворлар ва деворда) намлик таъсиридан нуқсонларнинг пайдо бўлишнинг олдини олишга олиб келади ва унинг хизмат муддатини меъёрий даражагача етиши исботланган.

биноларнинг пойдевор ва девор орасида ҳосил қилинадиган 2-3 см қалинликдаги цемент-қум қоришма таркибига MasterPel-793 маркали гидрофоб қўшимчаси қўшилганда унинг хизмат муддати 121,8 йилгача ошиши прогноз қилинган.

иссиқлик-техникаси бўйича бажарилган ҳисоблар асосида, бино пойдевори ва деворларини ер ости агрессив сувларидан химоялаш девор орқали йўқотиладиган иссиқлик миқдори 1-3 % тежалишига олиб келиши аниқланган.

бартараф этилган камчиликлар ҳисобига гидроизоляция қатламни ва пойдеворни қайта тиклашга сарфланадиган маблағлар тежалган ҳамда хоналардаги шинамлилик муҳитига эришилиши асосланган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги** экспериментал тадқиқотлар комплексининг замонавий услуб ва воситалардан фойдаланган ҳолда ўтказилганлиги, назарий ва экспериментал тадқиқотлар натижаларининг юқори даражада мутаносиблиги, олинган натижаларни ишлаб чиқишда математик статистика усулларидан фойдаланилганлиги ҳамда олинган натижаларни амалиётга жорий қилишда ижобий натижага эришилганлиги билан изоҳланади.

#### **Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти биноларнинг пойдеворлари орқали ўтадиган намликдан сақлаш бўйича олинган илмий натижаларни бошқа конструкциялардан тикланадиган биноларни намлик таъсирига тадқиқ этишда фойдаланиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамиятини ер остидан кўтариладиган намликнинг пишиқ ғиштдан барпо қилинаётган кам ва ўрта қаватли биноларнинг пойдевор-деворлари техник ҳолатига таъсирини камайтириш ва уларнинг умрбоқийлигини таъминлаш ташкил қилади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Энергия самарадор биноларнинг цоколь деворлари орқали ўтадиган намликдан сақлаш усулларини такомиллаштириш бўйича олинган натижалар асосида:

бино пойдевори билан деворлари орасида цемент-қум қоришма таркибига MasterPel-793 маркали гидрофоб қўшимчаси қўшиш йўли билан ҳосил қилинган гидроизоляция усули “Меъморқурилишлойиха” МЧЖ, “ParvizProektServis” МЧЖ ҳамда “Qishloqqurilishloyiha” МЧЖларда жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Қурилиш вазирлигининг 2021 йил 6 декабрдаги №09-06/13833-сонли маълумотномаси). Натижада, кам қаватли турар-жойларда (гидроизоляция қатламни қайта тиклаш ва таъмирлаш



ҳисобига) бино умумий нархининг 12 % миқдорида иқтисодий самарадорликка эришилган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Диссертация мавзуси бўйича тадқиқот натижалари 2 та халқаро ва 3 та Республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 17 та, шундан 1 та монография, 16 та илмий мақола ва тезислар, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация Комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 8 та илмий мақола, уларнинг 3 таси халқаро базалар рўйхатидаги хорижий журналларда нашр этилган. Республика ва халқаро илмий конференция материалларида эса жами 8 та тезис, улардан 2 таси халқаро конференция тўпламида чоп этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация кириш, тўртта боб, хулосалар, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат бўлиб, 115 бетни ташкил этади.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида ўтказилган тадқиқотнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқот мақсади ва вазифалари, объекти ва предметлари тавсифланган, республика фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Биноларни ер ости сувлари таъсиридан ҳимоя қилиш усуллари”** деб номланган биринчи бобида бугунги кунда барпо қилинаётган ва фойдаланилаётган биноларнинг пойдеворлари орқали ўтадиган намликдан деворларни сақлашнинг ҳозирги усуллари таҳлил қилинган. Бинолар қурилиш материалларининг бузилишига олиб келадиган барча кимёвий, механик ва органик жараёнларнинг асосий манбаи сув ҳисобланади. Чунки, сув ноорганик моддаларга нисбатан эритувчанлик хусусиятига эга эканлиги ўрганилди. У материалларнинг ғовақларига кириб, кристалл заррачаларни эритиши ўтказилган ўрганишлар давомида аниқланган. Натижада, уларнинг орасидаги ўзаро боғланиш бузилади ёки заифлашади ва материалларнинг мустаҳкамлиги пасаяди. Бу ҳодисаларнинг ривожланиши грунт структурасига ва сизиб ўтаётган сувнинг физик-кимёвий хусусиятларига, оқим тезлигига, грунтга тушаётган юкнинг миқдорига, шунингдек, ер остидаги конструкциянинг хусусиятларига боғлиқлиги ўтказилган кенг кўламли изланишлар давомида илмий жиҳатдан таҳлил қилинган.

Шунингдек, тадқиқот ишида фойдаланилган объектлар ва қўлланилган методлар ҳақида маълумотлар тақдим қилинган. Сўнгги йилларда бино ва иншоотларнинг техник ҳолатини ўрганишга қаратилган илмий изланишлар

натижалари ва уларни эксплуатация қилиш даврида тўплаган архив маълумотлари шуни кўрсатадики, аксарият аввал қурилган биноларнинг техник ҳолати ёмонлашган, уларнинг цоколь қисмларида бузилишлар юзага келганлиги аниқланган. Пойдевор конструкцияси товон (таг) қисмининг бевосита грунтга тегиб туриши, грунт намлигининг пойдевор конструкциясига ҳеч қандай тўсиқсиз кириб бориб, унинг намланишига сабаб бўлиши кузатилган. Пойдевор-девор туташмасида қўлланилган горизонтал гидроизоляциялар йиллар мобайнида намланиб-музлаб ва қуриш циклларида давомий қайтарилиши натижасида бузилган. Қурилиш конструкциялари ва материалларини ер ости сувлари таъсиридан химояловчи таркибларни ишлаб чиқиш борасида хорижий тажрибалар таҳлили тўғрисида атрофлича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Пойдевор конструкциясида намлик жараёнларини моделлаштириш”** деб номланган иккинчи бобида бетонни ғовакли материал сифатида моделини ва ғоваклик тузилишини ўрганиш учун намлик характеристикаларини танлаш, грунтда ва бетонда сувнинг капилляр кўтарилиш баландлигини ҳисоблаш, агрессив муҳитга чидамли бўлган рулонли “Техноэласт” маркали гидроизоляция материалининг узоққа чидамлилигини аниқлаш бўйича таклиф этилган усуллари баён этилган.

Капилляр-ғовак қурилиш материали сифатида бетон икки хил усулда моделлаштирилиши мумкин: ғоваклар жамланмаси ёки ғовак тана скелетининг тузилиши шаклида. Биринчи ҳолда мураккаб ғоваклар жамланмаси маълум шакл ва ўлчамдаги ғоваклар тўплами билан моделлаштирилади<sup>2</sup>, иккинчи ҳолда, модел энг оддий шаклдаги қаттиқ заррачаларнинг бир-бирига қалаштириб териш кўринишида<sup>3</sup> ҳаво билан биргаликда ғовак жисмни ҳосил қилади.

Сорбция ва десорбция вақтида моноқатламнинг тўлиши турли босимлар нисбатида содир бўлади ва катталиги билан фарқ қилади. Бу ҳодиса сорбция ва десорбция вақтида моноқатлам ҳосил бўлиш жараёнларининг фарқи билан изоҳланади. Капилляр буғланишнинг бошланиши – ҳам намлик миқдори билан, ҳам босимлар нисбатида фарқ қилади. Агар моноқатлам ҳосил бўлиши сорбция босимлар нисбати, десорбция босимлар нисбатидан кичик бўлганда содир бўлса, капилляр буғланишнинг бошланиши сорбция босимлар нисбати, десорбция босимлар нисбатидан катта бўлганда содир бўлади. Бу сорбция гистерезиси сабаб, сорбция ва десорция вақтида сирт қатламларни тўлишидаги фарқ билан изоҳланиши аниқланди.

Десорбция изотермаси, сорбция изотермасидан фойдалангандан кўра, капилляр конденсатланиш назариясини тўлиқроқ ( $(p / p_s)_d$  гача) қўллашга имкон беради. Шу билан бирга, сорбция вақтида адсорбцион сирт қатламининг ҳосил бўлиши фақат сув билан сиртнинг кенгаювчанлигини

<sup>2</sup>Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость. М.: Мир, 1970.407 с.

<sup>3</sup>Воробьев В.А., Киврин В.К., Корякин В.П. Применение физико-математических методов исследования свойств бетона. М.: Высшая школа, 1977. 271 с.

тавсифловчи бирламчи адсорбцион марказлар<sup>4</sup> атрофида содир бўлса, капилляр буғланиш пайтида тўла сув тўйинишидан бутун ғовак сирти адсорбат билан қопланади. Бундан шундай хулоса қилиш мумкинки, ғоваклик тузилишини ўрганиш, қурилиш материалларининг намлик ўтказувчанлик хусусиятларини моделлаштириш учун энг тўлиқ характеристика, материалнинг тўлиқ сувга тўйинишидан олинган капилляр буғланиш изотермаси ҳисобланади.

Грунтдаги капилляр намлик бир-бири билан боғланмаган ҳолатда (грунт заррачаларнинг бўғимларида), муаллақ (осилган) ҳолатда (менискнинг таранглик кучи билан ушлаб турилган, сув сатҳига боғлиқ бўлмаган ҳолда) ва тиралган ҳолатда (бевосита грунт сув сатҳидан юқорида) бўлиши мумкин.

$h_{max}$  баландликка кўтарилган сув устунининг оғирлиги менискнинг кўтариш кучи  $P_L$  билан мувозанатлашгунча бу куч сувнинг кўтарилишига сабаб бўлиши аниқланди:

$$\frac{2\sigma}{R} = \rho \cdot g \cdot h \text{ ва } h = \frac{2\sigma}{\rho \cdot g \cdot r} \quad (1.1)$$

бунда  $\Delta = \rho \cdot g$  сувнинг солиштирма оғирлиги, бундан

$$h_{max} = \frac{2 \cdot \sigma}{r \cdot \Delta}. \quad (1.2)$$

Капилляр ҳодисаларнинг кўриб чиқилган қонуниятлари чангли ва гилли грунтларга хосдир. Майда қумларда максимал капилляр кўтарилишнинг баландлиги амалда 2...3 м га етади. Юқоридаги ифодага мувофиқ капиллярларнинг диаметри 0,005 мм дан кам бўлса, капилляр кўтарилишнинг баландлиги юз баробар катта бўлиши мумкинлиги илмий исботланди.

Олиб борилган тадқиқотлар давомида, проф. А.В.Думанский<sup>5</sup> тадқиқотларида кўрсатилгандек,  $10^{-7}$  см ёки ундан кам ўлчамли капилляр менискни шакллантириш мумкин эмаслиги илмий исботланди. Ғовакликларда мавжуд барча сув жуда катта кучлар – грунт зарраларининг молекуляр тортишиш кучлари таъсирида бўлади. Шунинг учун капилляр ходисалар чангсимон ва қумлоқ тупроқларда гилларга қараганда кўпроқ учрайди.

Суюқликнинг капилляр бўйлаб кўтарилиш баландлигини икки компонентли система учун бетондаги ғовак радиуси  $r$  га боғлиқ бўлган энг содда назарий модел орқали, Журен ифодаси билан қуйидагича аниқлаш мумкин (менискнинг кўтариш кучи Лаплас ифодасидан олинган):

$$H_k = \frac{2\sigma}{\rho \cdot g \cdot r} \cos \theta \quad (1.3)$$

бунда:  $r$ –капилляр радиуси;

$\sigma$  - суюқликнинг сирт таранглиги (сув учун  $t = 20^\circ C$ , бўлганда  $\sigma = 72,8 \text{ дин / см}$  га тенг);

<sup>4</sup>Квливидзе В.И. Изучение адсорбированной воды методом ядерного магнитного резонанса: В кн. «Связанная вода в дисперсных системах». М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. Вып. № 1. С. 41—54.

<sup>5</sup>Г.К. Клейн, П.П. Смиренин. Основания и фундаменты. Государственное издательство «Высшая школа» - М., 1961. Стр.145

$\theta$  - намлашнинг чекка бурчаги;  
 $g$  - эркин тушиш тезланиши;  
 $\rho$  - сувнинг зичлиги.

Капилляр материалининг барча зарралари тўлиқ намланганда, яъни ( $\theta = 0$ ) бўлганда,  $\sigma$  ва  $g$  ларнинг сонли қийматларини (1.3)га қўйиб қуйидаги ифодани оламиз:

$$H_k = 0,15 / r, \quad (1.4)$$

Бундан келиб чиқадики, суюқликнинг капиллярлар бўйлаб кўтарилиш баландлиги капилляр радиусига тескари пропорционалдир. Шу билан бирга суюқликнинг капилляр ғовак материалда кўтарилиш баландлигига суюқликнинг таъсир вақтини ҳам эътиборга олиш зарур. Бунда суюқлик кўтарилиш баландлигининг вақтга боғлиқлиги қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$H_t = \sqrt{r \cdot m \cdot \frac{\cos \theta}{2} \cdot \mu \cdot \sqrt{t}}, \quad (1.5)$$

бунда  $H_t$  - бетонда сувнинг капилляр кўтарилиш баландлиги;

$\mu$  - суюқликнинг динамик қовушқоқлиги;

$m$  - бетондаги ғоваклик муҳити.

Лаплас назариясига кўра<sup>6</sup> суюқликнинг сирт плёнкаси кучланиш ҳолатида бўлади. Суюқликнинг қолган қисми капилляр деворлари билан боғланмаган. Электр кучларидан ташқари капиллярдаги сув молекулаларига гравитацион кучлар ҳам таъсир этади. Электр ва тортишиш кучлари орасидаги статик мувозанат шартидан капиллярда сувнинг кўтарилиш баландлиги  $h_0$  га тенглиги келиб чиқади:

$$h_0 = \frac{q_C \cdot q_B}{\rho \cdot \varepsilon \cdot r^2} \quad (1.6)$$

бунда  $h_0$  - капилляр ёриқдаги суюқлик устунининг баландлиги;

$q_C$  - ёриқ деворининг 1 см<sup>2</sup> га тенг юзасидан ўтадиган умумий электр заряди;

$q_B$  - 1 см<sup>2</sup> ўрта текисликда жойлашган сув молекуласининг умумий электр заряди;

$\varepsilon$  - диэлектрик доимийси;

$r^2$  - ёриқ текисликлари орасидаги масофа;

$\rho$  - сувнинг зичлиги.

Бетонда капилляр ёриқ эмас, балки ингичка найча каби кўринади. Натижада деворларга тортилиш текис ёриқдагига нисбатан катта бўлади.

$$h_{mp} = \frac{2 q_C \cdot q_B}{\rho \cdot \varepsilon \cdot r^2} \quad (1.7)$$

Диссертациянинг III-боб, 3.5-параграфиди, тадқиқот давомида пойдевор-девор тутушмасида қўлланилган турли хил горизонтал гидроизоляция

<sup>6</sup>Бернацкий А.Ф., Целебровский Ю.В., Чунчин В.А. Электрические свойства бетона / под ред. доктора техн. наук, проф. Ю.Н. Верещагина. – М.: Энергия, 1980. – 280 с.

қатламлардан намликнинг ўтиш вақти, юқорида келтирилган ифодалар орқали аниқланган.

“Техноэласт” гидроизоляция материалининг шартли узоққа чидамлилиги ҳисобида, асосий эксплуатацион кўрсаткичи материалнинг деформацияланувчанлиги қабул қилинган. Чунки, материалнинг ёрилишга қаршилиги ва сув ўтказмаслиги унга боғлиқ. Гидроизоляция материалининг нисбий чўзилиши (узайиши) керакли меърдан 25% ва 30% га камайганда, гидроизоляциянинг узоққа чидамлилиги таклиф этилган ифодага асосан қуйидагиларга тенг бўлади:

$$D = K + K(25 - \Delta) / 25 = K \left( 1 + \frac{25 - \Delta}{25} \right) \quad (1.8)$$

бунда  $D$ - материалнинг узоққа чидамлилиги;

$K$ -пойдеворнинг капитал таъмирлашгача бўлган минимал эксплуатация муддати ( $K=60$  йил);

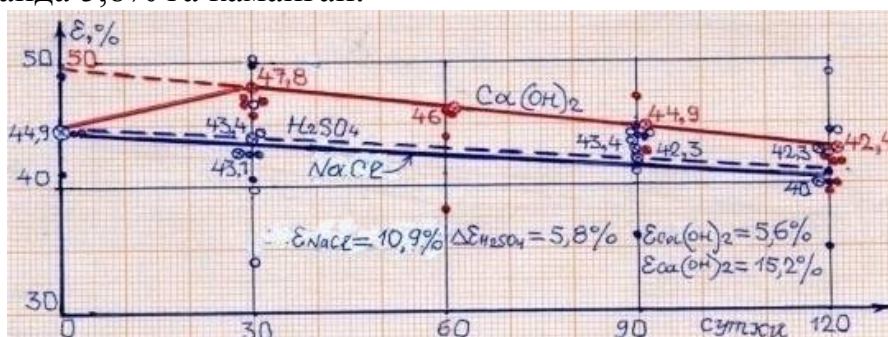
25 - материалнинг меъерий рухсат этилган чўзилиши, %;

$\Delta$  - материалнинг меъерга нисбатан чўзилиши, %.

$$D = K + K(25 - \Delta) / 25 = 60 + 60 \times (25 - 25) : 25 = 60 \text{ йил};$$

$$D = K + K(25 - \Delta) / 25 = 60 + 60 \times (25 - 30) : 25 = 48 \approx 50 \text{ йил}.$$

«ЦНИИПромзданий» АЖнинг ушбу материалдаги синов натижалари 1-расмда кўрсатилган бўлиб, бунда 120 кундан кейин гидроизоляция материалининг деформацияланувчанлиги, ишқор  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  таъсир этганда 5,6% дан 15,2% гача, туз ( $\text{NaCl}$ ) таъсир этганда 10,9% га ва сульфат ион ( $\text{SO}_4$ ) таъсир этганда 5,8% га камайган.



1-расм. Кимёвий реагентлар таъсирида рулонли Техноэласт маркали эритиладиган материалнинг деформацияланувчанлигининг ўзгариши

Ер ости гидроизоляциясида ишлатилган рулонли “Техноэласт” маркали гидроизоляция материалининг шартли узоққа чидамлилиги қуйидагига тенг:

$$D_{\text{Ca}(\text{OH})_2} = 60 + 60 \times (25 - 15,2) : 25 = 84 \text{ йил};$$

$$D_{\text{NaCl}} = 60 + 60 \times (25 - 10,9) : 25 = 94 \text{ йил};$$

$$D_{\text{SO}_4} = 60 + 60 \times (25 - 5,8) : 25 = 106 \text{ йил}.$$

Диссертациянинг “**Био деворларини намликдан сақлашнинг натуравий тажриба-тадқиқотлари**” деб номланган учинчи бобида тажриба-тадқиқотларининг вазифалари, ўтказиш услуги, таркиби, натижалари ва таҳлили ёритилган. Натуравий тажриба-синовлари жами 9 та тажриба схемаларида икки ҳолатда олиб борилди:

- пойдевор товони грунт намлигидан химоя қилинмаган ҳолатда;

- пойдевор товони грунт намлигидан химоя қилинган ҳолатда, пойдевор-девор ўртасида турли қатламли горизонтал гидроизоляциялар ҳосил қилиниб, пойдевор устки қисмида барпо этилган деворларда намликнинг капилляр кўтарилиш баландлиги ҳамда ўзгариши вақт мобайнида кузатилди.

Барча тажрибаларда сувнинг агрессив таркиби турлича этиб таъминланиб, унинг баландлиги пойдевор товони сатҳидан бир хил қилиб ушлаб турилди. Шунингдек, намуналарда вертикал гидроизоляция сифатида рулонли “HYDROSTOP” материалдан фойдаланилди.

Горизонтал гидроизоляция сифатида I- ва II-намуналарда цемент бириктирувчи, фракцияланган кум, минерал тўлдирувчилар, модификацияланган полимер қўшимчалар ва гидрофоб хусусиятга эга қўшимчалардан ташкил топган “HYDROSTOP” дан цемент қоришмасидан фойдаланилди.

III- ва VIII-намуналарда 1:2 нисбатдаги 2-3 см ли қоришма қатламга MasterPel-793 суюқлик шаклидаги гидрофоб қўшимчадан фойдаланилди.

“HYDROSTOP” цемент қоришмаси ва MasterPel-793 суюқлик шаклидаги гидрофоб қўшимчасидан фойдаланиш бўйича маълумотлар қуйидаги 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал.

| № | Маҳсулот номи   | Ишлаб чиқарувчи                                     | Ўзбекистондаги расмий диллер       | Қўлланлиши  | Нархи (2021 йил август ҳолатига) |
|---|---|---|------------------------------------|---|----------------------------------|
| 1 | <b>HYDROSTOP</b><br>Цементная гидроизоляция обмазочного типа,<br>ГОСТ 31357 | ООО «Бергауф Строительные Технологии»<br>Россия     | ООО «MIR IZOLYATSONNIX MATERIALOV» | Қатламнинг тавсия этилган қалинлиги 1-5 мм            | 110000/20 кг                     |
| 2 | <b>MasterPel-793</b><br>Суюқлик шаклидаги гидрофоб қўшимча                  | «БалтМонолитСтрой»<br>г. Санкт-Петербург,<br>Россия | ООО «USTAMASTER»                   | Тавсия этилган доза цементнинг 0,5-2% ни ташкил этади | 27000/литр                       |

IV-, V- ва VI-намуналарда горизонтал гидроизоляция сифатида, 2 см қалинликдаги Ғозғон мармар плиткалардан фойдаланилди.

VII-намунада пойдевор-девор сатҳи туташмасида пойдевор устидан унинг ўлчамига мос, махсус темирбетон қолип ясалди ва унинг ичи қайроқтошлар билан тўлдирилди. Қайроқтошларнинг устидан махсус ясалган темирбетон плита ўрнатилди. Ушбу темирбетон қолип ва плита орасида 1 см ли ҳаво бўшлиғи ҳосил қилинди.

IX-намунада пойдевор-девор сатҳи туташмасида қалинлиги 3 см, 1:2 нисбатли цемент-кум (цемент М400) қоришмасидан горизонтал гидроизоляция сифатида қўлланилди (2-расм).

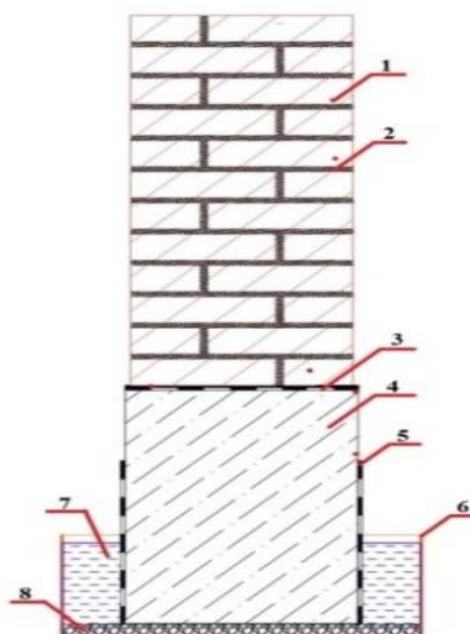


2-расм. Намуналарда қўлланилган материаллар ва жараёндан лавҳалар

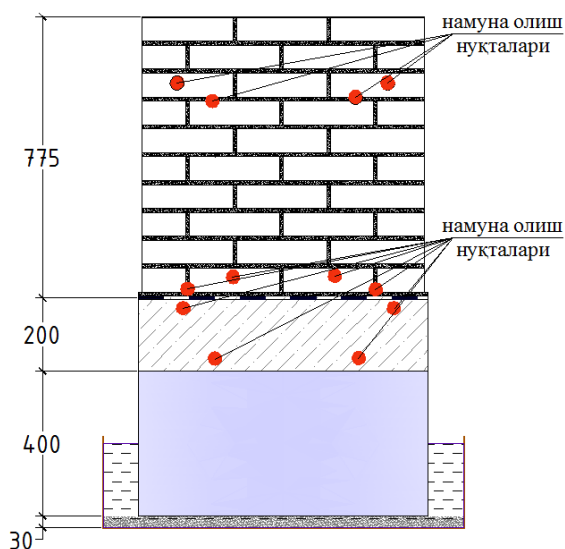
III-намунада пойдеворнинг вертикал 4 та томони 1 қатламли, қиздириб ёпиштириладиган ўрама гидроизол ашёси билан қопланди. Пойдевор-девор сатҳи туташмасида MasterPel-793 гидрофоб қўшимчаси қўшилган, 2 см қалинликдаги цемент-қум қоришмаси ётқизилиб, пойдевор товони гидроизоляция қилинмади (3-расм).



а)



б)



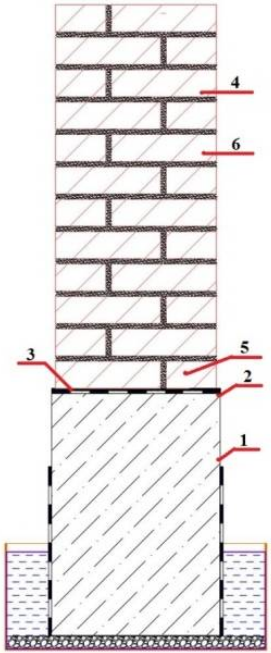
в)

3-расм. Пойдевор товонида горизонтал гидроизоляция тўшама ётқизилмаган ҳол: а) тажрибадаги ҳолат, б) кўндаланг қирқим, в) бўйлама қирқим. 1-ғишт терма девор; 2-цемент-қумли қоришма; 3-MasterPel-793 гидрофоб қўшимчаси қўшилган қалинлиги 2 см цемент-қум горизонтал гидроизоляция; 4-монолит пойдевор; 5-қиздириб ёпиштириладиган гидро-изол; 6-қалинлиги 3 мм ли пўлат листли темир кути; 7-агрессив бўлмаган сув; 8-қалинлиги 3 см ли йирик қум.

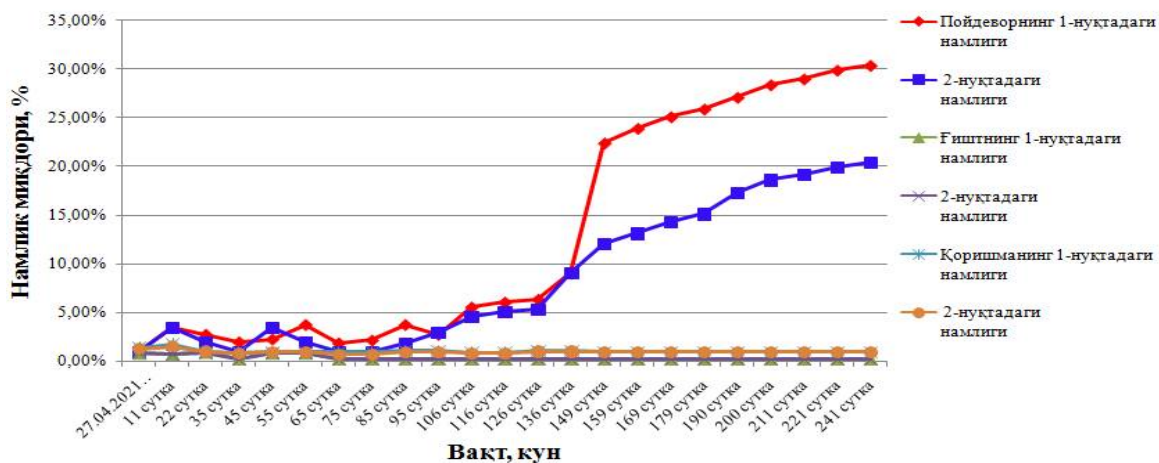
Бунда, 1-нуқта, пойдеворнинг вертикал сиртига қиздириб ёпиштирилган гидроизоляция қопламанинг тепа қисмидан, яъни, пойдевор товонидан 40 см баландликдаги қийматлар, 2-нуқта эса пойдевор-девор туташмасида барпо этилган горизонтал гидроизоляция тўшамасининг остки қисмидан олинган қийматлар, 3-нуқта пойдевор устидаги горизонтал гидроизоляция тўшаманинг устидан, яъни, биринчи қатор ғиштнинг қоришма қатламидан, 4-нуқта намликнинг кўтарилиш баландлигини аниқлаш мақсадида 8-қаторда терилган ғиштнинг қоришма қатламидан, 5-6-нуқталар эса пойдевор устидан барпо этилган деворнинг пастки қисмида жойлашган 1- ва 8-қатордаги ғиштлардан олинган қийматлардир.

Ўтказилган тажриба-тадқиқотларнинг натижалари, намуналар бўйича 2-жадвал ва график (4-расм)да келтирилган.

2-жадвал

| Тажриба схемаси №3  | Вақт                                     | Капилляр намликнинг вақт мобайнида ўзгариши, % |         |         |         |         |         |
|---|--|--|---------|---------|---------|---------|---------|
|   |  | Пойдевор                                       |         | Қоришма |         | Ғишт    |         |
|   |  | 1-нуқта  | 2-нуқта | 3-нуқта | 4-нуқта | 5-нуқта | 6-нуқта |
|  | Намунанинг табиий намлиги 20.04.2021 йил | 0,90   | 0,90    | 1,30    | 1,30    | 0,80    | 0,80    |
|   | 07.05.2021 й                             | 3,40   | 3,40    | 1,70    | 1,50    | 0,70    | 0,70    |
|   | 18.05.2021 й                             | 2,70   | 1,90    | 0,90    | 1,00    | 0,90    | 0,80    |
|   | 31.05.2021 й                             | 1,90   | 0,90    | 0,80    | 0,80    | 0,20    | 0,20    |
|   | 10.06.2021 й                             | 2,20   | 3,40    | 0,90    | 0,90    | 0,80    | 0,80    |
|   | 20.06.2021 й                             | 3,70   | 1,90    | 0,90    | 0,90    | 0,80    | 0,80    |
|   | 30.06.2021 й                             | 1,80   | 0,90    | 0,90    | 0,70    | 0,20    | 0,20    |
|   | 10.07.2021 й                             | 2,10   | 0,90    | 0,90    | 0,70    | 0,20    | 0,20    |
|   | 20.07.2021 й                             | 3,70   | 1,80    | 1,00    | 0,90    | 0,20    | 0,20    |
|   | 30.07.2021 й                             | 2,70   | 2,90    | 1,00    | 0,90    | 0,20    | 0,20    |
|   | 10.08.2021 й                             | 5,50   | 4,50    | 0,80    | 0,80    | 0,20    | 0,20    |
|   | 20.08.2021 й                             | 6,00   | 5,00    | 1,00    | 0,90    | 0,20    | 0,20    |
|   | 30.08.2021 й                             | 6,30   | 5,30    | 1,00    | 1,00    | 0,20    | 0,20    |
|   | 09.09.2021 й                             | 9,00   | 9,00    | 1,00    | 1,00    | 0,20    | 0,20    |
|   | 22.09.2021 й                             | 22,40  | 12,00   | 0,90    | 0,90    | 0,20    | 0,20    |
|   | 02.10.2021 й                             | 23,90  | 13,10   | 0,90    | 0,90    | 0,20    | 0,20    |
|   | 12.10.2021 й                             | 25,10  | 14,30   | 0,90    | 0,90    | 0,20    | 0,20    |
|   | 22.10.2021 й                             | 25,90  | 15,10   | 0,90    | 0,90    | 0,20    | 0,20    |
|   | 02.11.2021 й                             | 27,10  | 17,30   | 0,90    | 0,90    | 0,20    | 0,20    |
|   | 12.11.2021 й                             | 28,40  | 18,60   | 0,90    | 0,90    | 0,20    | 0,20    |
| 23.11.2021 й  | 29,00                                    | 19,20  | 0,90    | 0,90    | 0,20    | 0,20    |         |
| 03.12.2021 й  | 29,90                                    | 19,90  | 0,90    | 0,90    | 0,20    | 0,20    |         |
| 23.12.2021 й  | 30,40                                    | 20,40  | 0,90    | 0,90    | 0,20    | 0,20    |         |

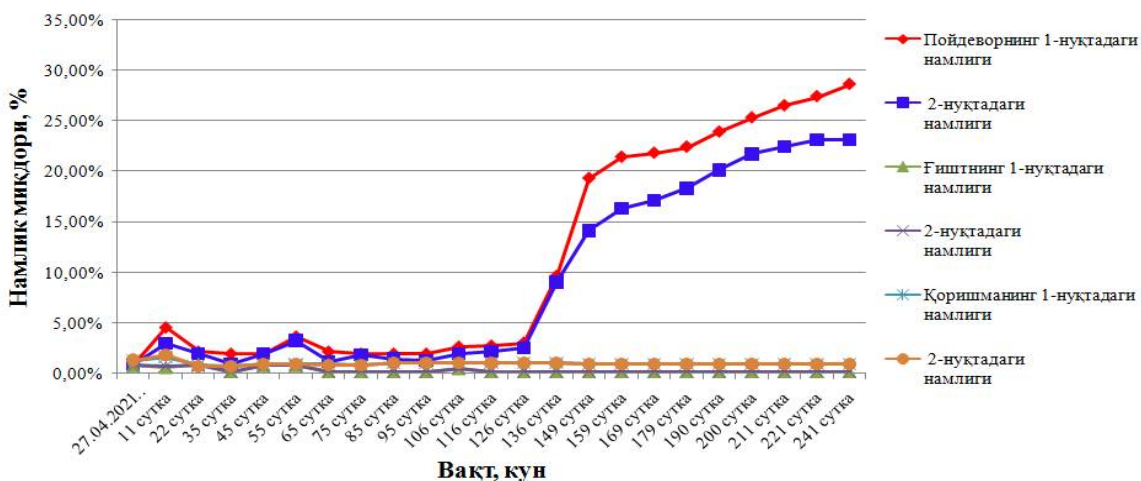




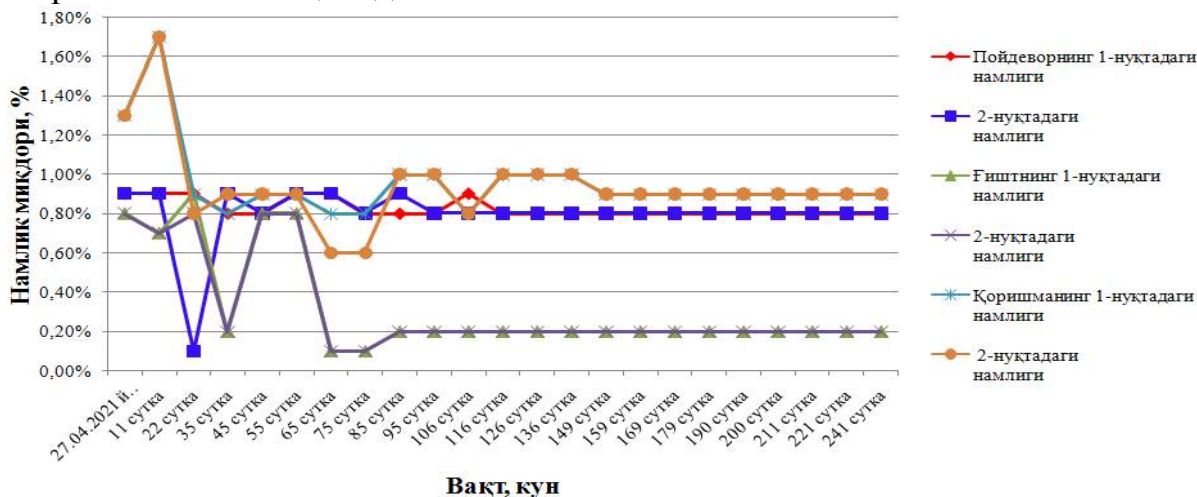
4-расм. Кузатувлар натижаси бўйича 3-намунада намликнинг ўзгариш графиги

Олиб борилган кетма-кет тажриба-тадқиқотлар натижалари таҳлили асосида қуйидагиларини олишимиз мумкинлиги илмий жиҳатдан ўрганилди.

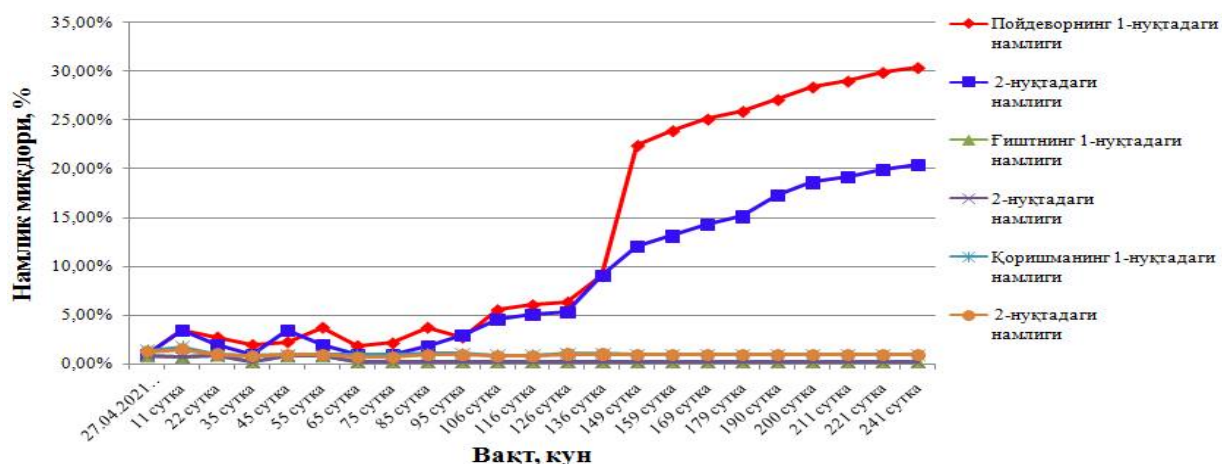
1) I- намунада намлик 27.04.2021 йилда  $W_m=0,9\%$  дан 23.12.2021 йилда  $W_m=28,6\%$  гача кескин ошиши, девор намлиги эса 27.04.2021 йилда  $W_m=0,8\%$  дан 23.12.2021 йилда  $W_m=0,2\%$  гача пасайиши.



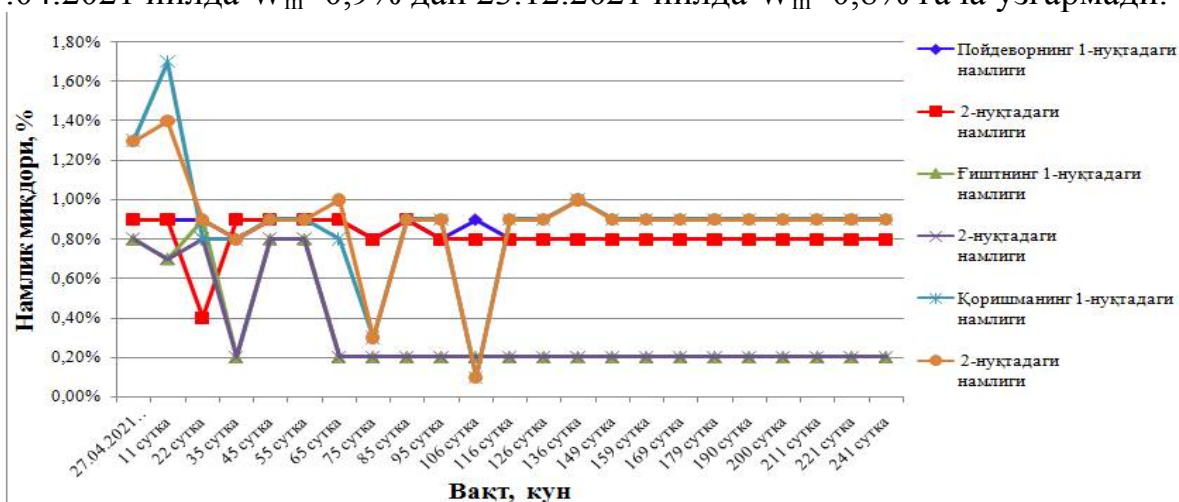
2) II-намуна остига қуйилган сувга ишқор ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) кимёвий бирикмаси қўшилиб, агрессив муҳит ҳосил қилинганда ҳам пойдевор намлиги 27.04.2021 йилда  $W_m=0,9\%$  дан 23.12.2021 йилда  $W_m=0,8\%$  гача ўзгармаганлиги аниқланди.



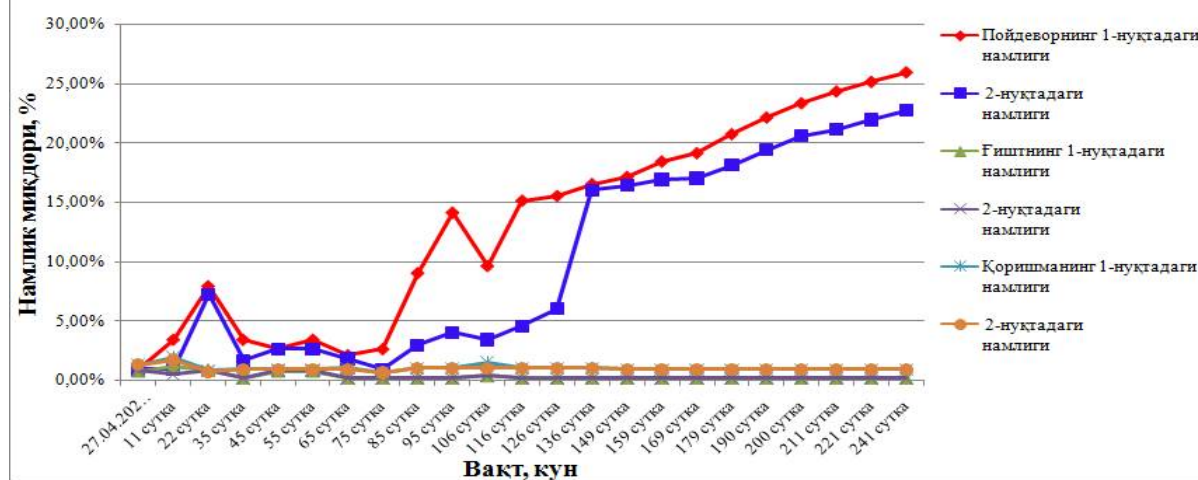
3) III-намунада намлик 27.04.2021 йилда  $W_m=0,9\%$  дан 23.12.2021 йилда  $W_m=30,4\%$  гача кескин ошди. Лекин, қўлланилган горизонтал гидроизоляция туфайли, девор намлиги 27.04.2021 йилда  $W_m=0,8\%$  дан 23.12.2021 йилда  $W_m=0,2\%$  гача пасайди.



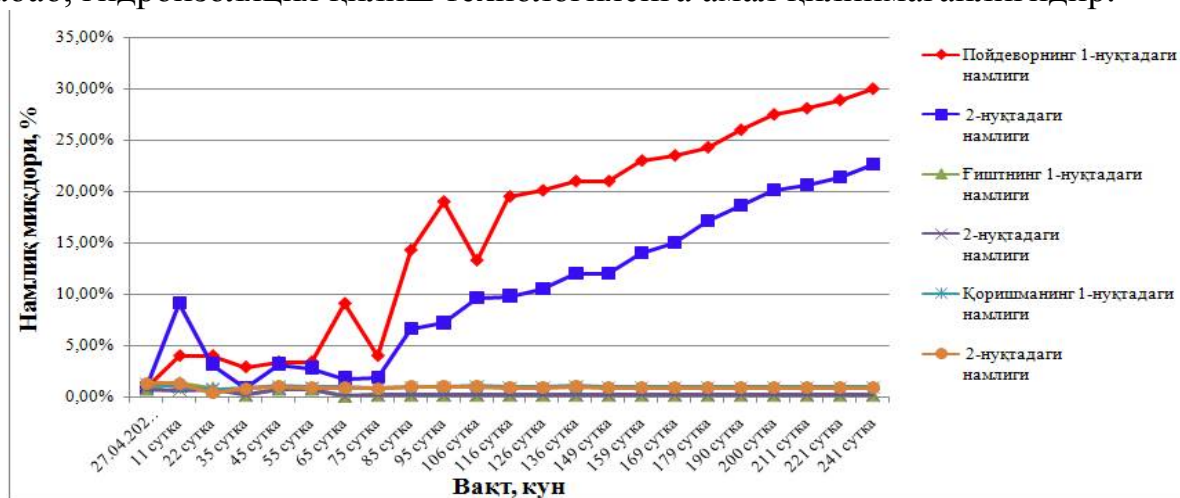
4) IV-намуна остига қуйилган сувга туз (NaCl) кимёвий бирикмаси қўшилиб, агрессив муҳит ҳосил қилинган бўлсада, пойдевор намлиги 27.04.2021 йилда  $W_m=0,9\%$  дан 23.12.2021 йилда  $W_m=0,8\%$  гача ўзгармади.



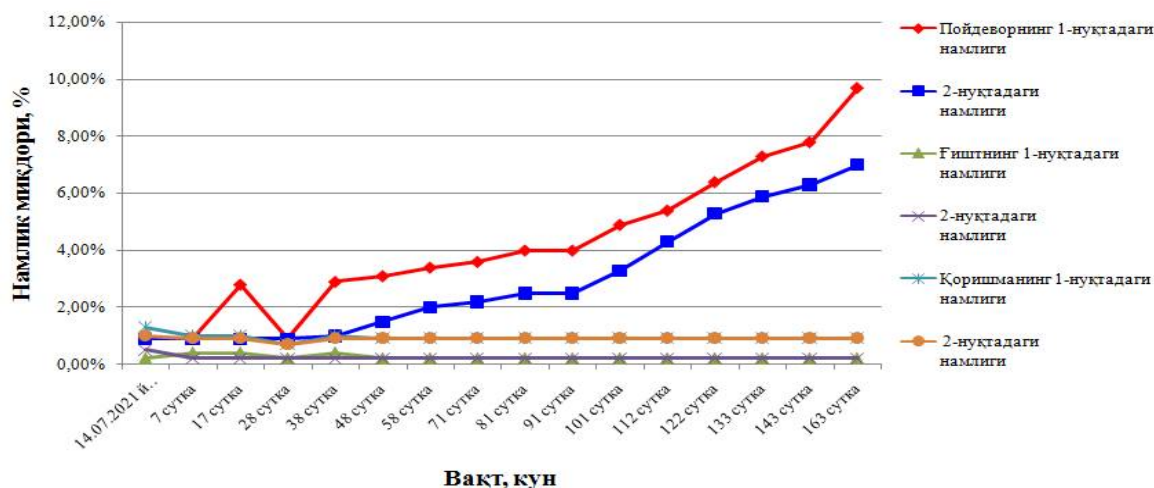
5) V-намунада намлик 27.04.2021 йилда  $W_m=0,9\%$  дан 23.12.2021 йилда  $W_m=25,9\%$  гача кескин ошди.



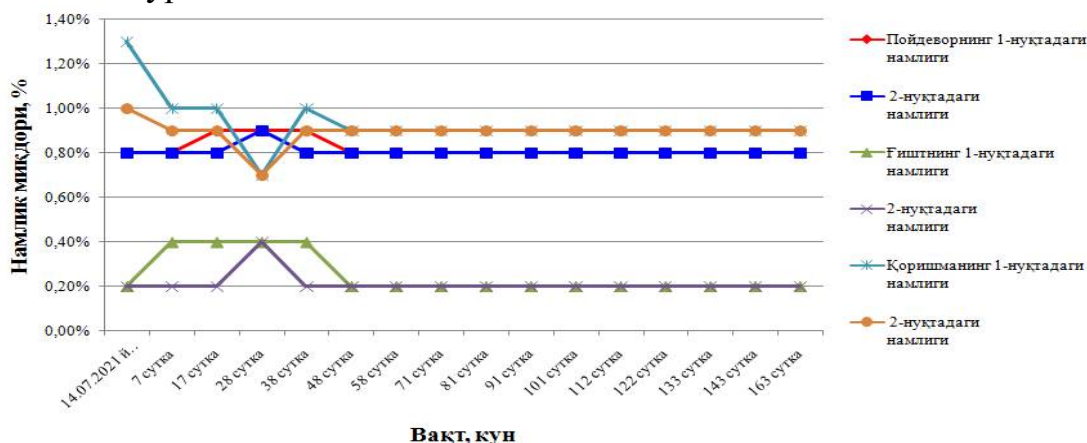
б) VI-намуна остига қуйилган сувга сульфат ион ( $\text{SO}_4$ ) кимёвий бирикмаси қўшилганда, капиллярлик туфайли, пойдевор конструкциясининг коррозияланишига олиб келди. Қолаверса, пойдеворнинг намлиги 27.04.2021 йилда  $W_m=0,9\%$  дан 23.12.2021 йилда  $W_m=30,0\%$  гача кескин ошди. Бунга сабаб, гидроизоляция қилиш технологиясига амал қилинмаганлигидир.



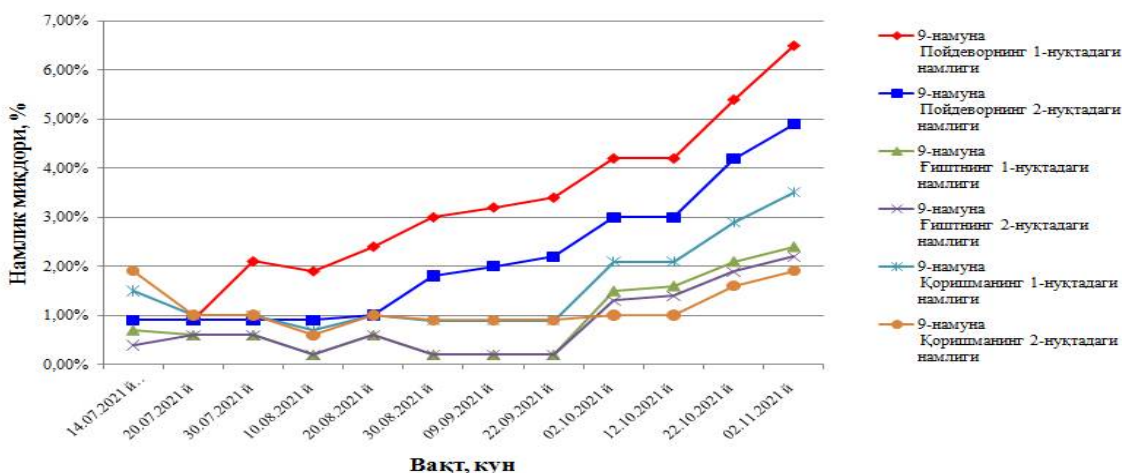
7) VII-намунада намлик 14.07.2021 йилда  $W_m=0,9\%$  дан 23.12.2021 йилда  $W_m=9,7\%$  гача кескин ошиши аниқланди.



8) VIII-намуна остига қуйилган сувга сульфат ион ( $\text{SO}_4$ ) кимёвий бирикмаси қўшилиб, агрессив муҳит ҳосил қилинганда ҳам пойдевор намлиги 14.07.2021 йилда  $W_m=0,8\%$  дан 23.12.2021 йилда  $W_m=0,8\%$  гача ўзгармаслиги ўрганилди.



9) IX-намунада намлик 14.07.2021 йилда  $W_m=0,9\%$  дан 23.12.2021 йилда  $W_m=12,5\%$  гача кескин ортишига олиб келди.



III-намунада пойдевор-девор сатҳи туташмасида MasterPel-793 гидрофоб қўшимчаси қўшилган, 2 см қалинликдаги цемент-қум қоришмаси ётқизилган. Бунда, материал таркибидаги ғоваклик радиуси  $r$  ни ҳисоблашлар орқали, 0,00074 деб оламиз:

$$t = \frac{2H^2}{r \cdot m \cdot \cos \theta \cdot \mu^2} = \frac{2 \cdot 400}{0,00074 \cdot 0,0088 \cdot 1 \cdot (1004 \cdot 10^6)^2} = \frac{800}{6,564} = 121,8 \text{ йил}.$$

Натижадан кўринадики, MasterPel-793 гидрофоб қўшимчаси қўшилган, 2 см қалинликдаги цемент-қум қоришмасидан намликнинг ўтиш вақти 121,8 йилни ташкил этади. Шунингдек, тажриба давомида сувга қўйилган пойдеворда намлик 33 кун ичида горизонтал гидроизоляция қатламгача кўтарилиб борди. (1.5) ифода орқали намликнинг пойдевор орқали кўтарилишини назарий ҳисоблаганимизда:

$$t = \frac{2H^2}{r \cdot m \cdot \cos \theta \cdot \mu^2} = \frac{2 \cdot 0,36}{0,27 \cdot 0,0088 \cdot 1 \cdot (1004 \cdot 10^6)^2} = \frac{0,72}{0,02376} = 0,82 \text{ йил} = 30 \text{ кунни}$$

ташкил этиши аниқланди. Бунда тажрибалардан олинган қийматларнинг, назарий ҳисоблаб топилган қийматга мос эканлиги исботланган.

**“Биолар пойдевор ва деворларини намликдан сақлашнинг таклиф этилган усулини техник-иқтисодий жиҳатдан самарадорлигини баҳолаш”** деб номланган тўртинчи бобида мавжуд усуллардан фойдаланиб барпо қилинган биоларнинг гидроизоляция қатламларини қайта тиклаш учун сарф-харажатлар миқдори, таклиф этилаётган усулларни амалиётда қўллашдан олиндиган самарадорликни баҳолаш ва ғишт девордаги намликнинг биолар энергия самарадорлигига таъсирини таҳлил қилиш масалалари кўриб чиқилган.

## ХУЛОСА

1. Биноларнинг пойдевор ва деворларини ер ости сувлари таъсиридан химоя қилишнинг мавжуд усуллари таҳлили натижасида, пойдевор ва деворларни капилляр намликдан химоялаш учун қўлланилаётган мавжуд усулларни такомиллаштириш лозимлиги ўтказилган тажрибалар асосида илмий исботини топди.

2. Бино пойдевор ва деворида ер ости намлигининг кўтарилишини тўхтатиш ҳамда бинонинг умрбоқийлигини таъминлаш учун пойдеворнинг товонини гидроизоляция қилиш таклиф этилди.

3. Пойдевор гидроизоляциясида ишлатиладиган рулонли гидроизоляция материалларнинг, грунт сувларининг агрессив таркибига боғлиқ ҳолда узоққа чидамлилигини ҳисоблаш услубиятини олишга эришилди.

4. Тадқиқотларда фойдаланилган рулонли “Техноэласт” маркали гидроизоляция материалининг шартли узоққа чидамлилиги унга таъсир этадиган агрессив сувларнинг таркибига боғлиқ ҳолда  $D_{Ca(OH)_2}=84$  йил;  $D_{NaCl}=94$  йил;  $D_{SO_4}=106$  йил эканлигининг ҳисобий аниқланди.

5. Горизонтал гидроизоляция сифатида ишлатилаётган 1:2 нисбатли цемент-кум қоришма қатламга MasterPel-793 юқори гидрофоб асосли қурилиш материалларини сув ўтказмаслик хусусиятини таъминловчи гидроизоляция қатламнинг янги таркиблари ишлаб чиқилди.

6. Ўтказилган экспериментал тадқиқотлар асосида, биноларнинг пойдевор ва деворларини ер ости сувларининг агрессив таъсиридан ва ер усти сувларининг намлигидан самарали химоя қилишнинг қуйидаги самарали усуллари таклиф этилди:

- кам қаватли ертўласиз, ўрта қаватли ертўлали бинолар пойдеворининг вертикал томонлари товони билан биргаликда бир қатламли ёпиштириладиган рулонли гидроизоляция материали билан қоплаш, пойдевор-девор туташмасида горизонтал гидроизоляция сифатида 0,5 см HYDROSTOP цемент қопламали ёки MasterPel-793 гидрофоб қўшимчаси қўшилган, 2-3 см қалинликдаги 1:2 нисбатли цемент-кум қоришма қатлами ётқизиш;

- республикамизнинг мармар ашёси ва дарё қайроқтошлари маҳаллий бўлган туманларида барпо этилаётган кам қаватли биноларда пойдеворнинг вертикал томонлари товони билан биргаликда бир қатламли ёпиштириладиган рулонли гидроизоляция материали билан қоплаш ҳамда пойдевор-девор туташмасида 1:2 нисбатли цемент-кум қоришма қатлам устидан 2 см қалинликдаги мармар плиткаларини ётқизиш ёки махсус темирбетон қолип ясаиб, унинг ичи қайроқтошларга тўлдирилиб, устидан темирбетон плита ўрнатиш орқали ҳаво бўшлиғи ҳосил қилиш.

7. Таклиф этилаётган усулни амалиётга татбиқ этиш натижасида, Самарқанд вилоятида барпо этилган кам қаватли таъмирталаб турар-жой биноларининг гидроизоляция қатламларини қайта тиклаш учун сарфланадиган 69 млрд. 600 млн. сўм миқдорида маблағларнинг тежалишига имкон яратилди.

8. Кам қаватли биноларни гидроизоляция қилишда пойдевор вертикал томонлари товони билан биргаликда бир қатламли ёпиштириладиган рулонли гидроизоляция материали билан қопланиб, пойдевор-девор туташмасида MasterPel-793 гидрофоб қўшимчаси қўшилган 3 см қалинликдаги 1:2 нисбатли цемент-қум қоришма қатлами ётқизиш орқали, (гидроизоляция қатламни қайта тиклаш ва таъмирлаш ҳисобига) бино умумий нархининг 12 % миқдорида иқтисодий самарадорликка эришилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.26/30.12.2019.Т.11.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ АРХИТЕКТУРНО-  
СТРОИТЕЛЬНОМ ИНСТИТУТЕ**

---

**САМАРКАНДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-  
СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ**

**ИНОЯТОВ ДИЛОВАР ТОЛИБОВИЧ**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ОТ ВЛАГИ,  
ПРОХОДЯЩЕЙ ЧЕРЕЗ ЦОКОЛЬНУЮ ЧАСТЬ СТЕН  
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ**

**05.09.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени  
доктора философии по техническим наукам**

**Самарканд – 2022**

**Тема диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № В2020.3.PhD/T1869.**

Диссертация выполнена в Самаркандском государственном архитектурно-строительном институте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский, (резюме)), расположен на веб-странице ([www.taqi.uz](http://www.taqi.uz)) и Ziyonet информации и образовательный портал, ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)) Научного Совета.

**Руководитель:** **Тулаков Элмурад Саламович**  
доктор технических наук, профессор

**Официальные  
оппоненты:** **Файзиев Хомитхон**  
доктор технических наук, профессор

**Пирматов Рахматулло Хамидуллоевич**  
кандидат технических наук, доцент

**Ведущая организация:** **“O`ZOG`IRSANOATLOYINA” AJ**

Защита диссертации состоится « 14 » июля 2022 г. в 10:00 часов на заседании Научного совета DSc.26/30.12.2019.T.11.01 при Ташкентском государственном архитектурно-строительном институте (Адрес: 100011, г. Ташкент, ул. Абдуллы Кадыри, дом-7В .Тел.: (99871) 241-10-84; факс: (99871) 241-80-00, е-почта: [devon@taqi.uz](mailto:devon@taqi.uz), [taqi\\_atm@edu.uz](mailto:taqi_atm@edu.uz)).

С диссертацией (PhD) можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного архитектурно-строительного института (зарегистрированным за № 82 ). Адрес: 100084, ул. Малый Ring Street, 7. Тел: (+ 99871). 235-43-30, факс: (+ 99871) 234-15-11, электронная почта: [taqi\\_atm @ Edu.uz](mailto:taqi_atm @ Edu.uz). факс: (99871) 241-80-00, электронная почта: [taqi\\_atm@edu.uz](mailto:taqi_atm@edu.uz).

Автореферат диссертации разослан « 28 » 06 2022 года.

(реестр протокола рассылки № 15 от « 25 » 03 2022 года).



**Х.А.Акрамов**

Председатель научного совета по  
присуждению ученых степеней,  
д.т.н., профессор

**А.Т.Хотамов**

Ученый секретарь научного совета по присуждению  
ученых степеней, д.т.н., доцент

**Б.А.Аскарлов**

Председатель научного семинара при  
Научном совете по присуждению ученых степеней,  
д.т.н., профессор



## **ВВЕДЕНИЕ (Аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** По всему Миру особое внимание уделяется проблеме повышения эксплуатационной надежности и обеспечению жизнеспособности зданий. В настоящее время в районах, где уровень грунтовых вод ближе к поверхности земли, около 75% строительных объектов в развитых странах подвержены агрессивному воздействию окружающей среды. А в подземном строительстве этот показатель может доходить до 80-90%. В США, например, в 90-е годы на ремонт и реставрацию зданий было вложено более 20 миллиардов долларов, и эти затраты впоследствии росли с каждым годом. Особое внимание в связи с этим уделяется, в том числе, разработке оптимальных решений по гидроизоляции фундаментов зданий, надежной защите конструкций от воздействий подземных агрессивных вод, тем самым повышая жизнеспособность зданий, сооружений.

По всему Миру ведутся научные исследования, направленные на получение эффективных современных материалов с повышенными влагонепроницаемыми свойствами, применяемыми для защиты конструкций зданий от агрессивного воздействия грунтовых вод. Приоритетными в этом направлении являются и исследования по обеспечению качества гидроизоляционных работ, выполняемых при защите стен зданий от капиллярной влаги, поднимающейся через фундамент, и обеспечивающей эксплуатационной надежности зданий. С учетом выше сказанного защита стен зданий от воздействия агрессивной капиллярной влаги, поднимающейся через фундамент, считается актуальной проблемой.

Материалы, используемые для гидроизоляции стен и способы их осуществления в строительной отрасли страны, не вполне отвечают современным требованиям. Поэтому в Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы поставлены важные задачи, в том числе по «...предотвращению недостатков (дефектов) или проблем в строительной деятельности, повышению качества строительных и проектных работ<sup>1</sup>». Для решения этих задач очень важное значение приобретает разработка эффективных методов защиты зданий от действия грунтовых вод, обеспечивающих долговечность зданий при проектировании и строительстве.

Данная диссертационная работа в определенной степени служит осуществлению задач, указанных в Постановлении Президента Республики Узбекистан №УП-60 от 28 января 2022 года “О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы”, №УП-5963 от 13 марта 2020 года “О дополнительных мерах по углублению реформ в строительной сфере Республики Узбекистан”, №ПП-139 от 21 февраля 2022 года “О дополнительных мерах по поддержке строительства жилья и промышленности строительных материалов”, №ПП-3379 от 8 ноября 2017 года “О мерах по обеспечению рационального использования

---

<sup>1</sup>Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сонли “2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида”ги Фармони

энергоресурсов” и других нормативно-правовых актах по данной деятельности.

**Соответствие исследования приоритетам развития науки и техники республики.** Данное исследование выполнено в рамках приоритетного направления развития науки и техники республики II. «Энергетика, энерго- и ресурсосбережение».

**Степень изученности проблемы.** В настоящее время защита кирпичных зданий от воздействия капиллярной влаги, поднимающейся из-под земли, осуществляется простым способом. Гидроизоляция между фундаментом и кирпичной стеной осуществляется цементно-песчаным раствором толщиной 30 мм. Такой способ гидроизоляции стен, рекомендуемый в нормах проектирования, не в полной мере обеспечивает непроницаемость капиллярной влаги цементно-песчаным раствором. Поэтому для создания новых гидроизолирующих материалов по защите стен зданий от капиллярной влаги были направлены исследования зарубежных и отечественных исследователей.

Исследованию процесса подъема влаги в капиллярно-пористых материалах и защите стен зданий от этой влаги посвящены работы зарубежных и отечественных исследователей: Ning Lu, William J.Likos (АҚШ), Noriyuki Yasufuku (Япония), Qiang Liu, Jiali Miao, Jiaguo Ren, Chao Chjan (Китай), Ravi Kumar Malik, Sivanappan Kumar (Индия), а также наших учёных, таких как Агаджанов В.И., Бовин Г.П., Глебова В.Д., Дубинина И.С., Искрин В.С., Кисина А.М., Нечаев Г.А., Попченко С.Н., Рыбев И.А., Абдуллаев Т. Ш., Сирожиддинов З.С., Мадатов А. и других.

Несмотря на обширные исследования, проведенные как за рубежом так и в республике на сегодняшний день, как в теоретическом, так и в практическом плане проблема надежной защиты надземных - из кирпича, а подземных конструкций из бетона и железобетона от разрушающего воздействия агрессивных вод до сих пор не решена должной мере. Кроме того, специалистами отмечается, что известные способы гидроизоляции наружных стен не в полной мере удовлетворяют предъявляемым в настоящее время требованиям, и необходимо совершенствовать известные методы защиты строительных конструкций от влаги. На сегодняшний день эти и другие аспекты проблемы являются актуальными и требуют детального изучения.

В выше приведенных исследованиях подъем влаги через капилляры не рассматривался как сложный физико-химический процесс, зависящий от ряда факторов.

**Связь диссертационного исследования с исследовательскими планами вуза, в котором выполнена диссертация.** Диссертационное исследование, выполненное в рамках научно-исследовательской работы по теме «Обеспечение эксплуатационной надежности зданий с учетом условий Узбекистана» (2018-2022 гг.), утвержденной Советом Самаркандского государственного архитектурно-строительного института.

**Целью исследования** является обеспечение долговечности зданий за счет совершенствования способов защиты фундаментов и стен зданий из обожженного кирпича от капиллярной влаги, поднимающейся из-под земли.

**Задачи исследования:**

теоретически исследовать подъем капиллярной влаги по фундаментам и стенам;

изучить состояние стен зданий, не защищенных от влаги, поднимающейся из-под земли;

изучить состояние зданий, стены которых защищены от влаги, поднимающейся из-под земли, при помощи традиционных способов;

экспериментально изучить сопротивление гидроизоляционных слоев, выполненных из различных материалов между фундаментом и стеной, проникновению влаги внутрь стены;

разработать по результатам экспериментальных исследований эффективных способов защиты стен зданий от подъема грунтовых вод.

**В качестве объекта исследования** приняты фундаменты и стены малоэтажных и среднеэтажных зданий, воздвигнутых из жженого кирпича.

**Предмет исследования** составляют экспериментальные и теоретические основы защиты фундаментов и стен малоэтажных и среднеэтажных зданий, воздвигнутых из жженого кирпича.

**Методы исследования.** При осуществлении исследований были проведены экспериментальные опыты по защите фундаментов и стен зданий от влаги, поднимающейся из-под земли (экспериментальное исследование сопротивления, оказываемого нижней частью стены и гидроизоляционным слоем, созданным из различных материалов, на влагопроницаемость стены), вместе с тем, были использованы сравнительные методы, а также статистические, математические методы анализа результатов исследования.

**Научная новизна исследования заключается в следующем:**

на основе теории влагопроницаемости структурно пористых материалов разработан инженерный метод расчета высоты капиллярного подъема влаги в фундаменте из бетона в зависимости от времени воздействия воды и пористости;

увеличение срока службы фундамента за счёт его полной гидроизоляции, включая и подошвы, от агрессивной влияния влаги;

повышение непроницаемости гидроизоляционного слоя между фундаментом и кирпичной стеной за счёт добавления гидрофобной добавки в цементно-песчаный раствор;

аналитический метод расчета долговечности гидроизоляционного материала в зависимости от минимального срока эксплуатации (К) фундамента перед капитальным ремонтом, воздействия агрессивной (щелочной, солевой, сульфатной) влаги, допустимого удлинения рулонного гидроизоляционного материала ( $\Delta$ ).

**Практические результаты исследования:**

полная гидроизоляция тела фундамента от грунтовых вод не позволяет проникновения влаги в кирпичную стену, исключает появления дефектов в

строительных конструкциях (фундаментах и стенах) и приближает срок службы здания к нормативному сроку;

срок службы цементно-песчаного раствора толщиной 2-3 см с добавлением гидрофобной добавки марки MasterPel-793, по прогнозу, увеличится до 121,8 лет;

Применение в кирпичных зданиях горизонтальной гидроизоляции, устраиваемой между фундаментом и стеной для защиты стены, из цементно-песчаного раствора с добавлением гидрофобной добавки марки MasterPel-793 уменьшает потери тепла, через стены на 1-3%.

**Достоверность результатов исследования** подтверждается тем, что комплекс экспериментальных исследований был проведен с использованием современных методов и средств, высокой сбалансированностью полученных результатов теоретических и экспериментальных исследований, а также использованием методов математической статистики для обработки результатов и положительными итогами при внедрении полученных результатов в практику.

#### **Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования объясняется полученными результатами о движении влаги в бетоне как структурно – пористом материале, защиты конструкций зданий от влияния влаги, которые могут быть использованы в исследованиях водонепроницаемости конструкций из других материалов.

Практическая значимость результатов исследования заключается в минимизации влияния поднимающейся снизу влаги на техническое состояние фундаментов-стен мало - и среднеэтажных зданий, восстановленных из обожженного кирпича, и обеспечении их жизнеспособности.

**Внедрение результатов исследования.** Результаты по совершенствованию методов защиты стен энергоэффективных зданий от влаги, проходящей через цокольную часть, внедрены в следующих проектах:

аналитическая методика расчета процессов подъема влаги в фундаменту здания внедрена в ООО «Меъморқурилишлойиха», ООО «ParvizProektServis», а также «Qishloqqurilishloyiha» (справка Министерства строительства Республики Узбекистан от 6 декабря 2021 года №09-06/13833). В результате достигнуто упрощение методики инженерного расчета высоты подъема влаги по бетону;

способ гидроизоляции, который образуется между фундаментом здания и его стенами путем добавления в состав цементно-песчаной смеси гидрофобизирующей добавки марки MasterPel-793, был внедрен в ООО «Меъморқурилишлойиха», ООО «ParvizProektServis» и ООО «Qishloqqurilishloyiha» (справка Министерства Строительства Республики Узбекистан №09-06/13833 от 6 декабря 2021 года). В результате в малоэтажных жилых домах (за счет восстановления и ремонта гидроизоляционного слоя) была достигнута экономическая эффективность в размере 12% от общей стоимости здания.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследований по теме диссертации были обсуждены на 2-х международных и 3-х республиканских научных конференциях.

**Публикация результатов исследований.** Всего по теме диссертации опубликовано 17 работ, из которых 1 монография, 16 научных статей и тезисов, в том числе 8 научных статей в научных изданиях, рекомендованных к публикации основных научных результатов докторских диссертаций ВАК РУз, 3 из которых были опубликованы в зарубежных журналах. В материалах республиканских и международных научных конференций всего 8 тезисов, 2 из которых опубликован в материалах международной конференции.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений и его общий объем составляет 115 страниц.

### **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** обосновывается актуальность и необходимость исследования, описываются цель и задачи, объект и предмет исследования, его соответствие приоритетным направлениям науки и техники, показаны научная новизна и практические результаты исследования, обоснована достоверность результатов, раскрыта научная и практическая значимость результатов, приведены сведения о внедрении в практику результатов исследований, а также об опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием **«Методы защиты зданий от воздействия грунтовых вод»** анализируются современные способы защиты стен от влаги, проникающие через фундаменты строящихся и эксплуатируемых в настоящее время зданий. Вода обладает свойством растворимости по отношению к неорганическим веществам. Потому она является основным источником всех химических, механических и органических процессов, приводящих к разрушению строительных материалов. В ходе проведенных исследований было определено, что она проникает в поры материалов и растворяет кристаллические частицы. В результате нарушается или ослабывается взаимосвязь между ними и снижается прочность материалов. В ходе крупномасштабного исследования было проанализировано развитие этих явлений, зависящих от структуры грунта и физико-химических свойств проникающих вод, скорости потока, величины нагрузки, приходящейся на грунт, а также особенностей подземной конструкции.

В диссертационной работе также приведены данные об использованных объектах и методах исследований.

На основании обследования технического состояния большинства ранее построенных зданий и материалов архивных данных установлено, что техническое состояние этих зданий со временем ухудшалось. В стенах из обожженного кирпича примыкающих к фундаментам в результате влияния атмосферных осадков и грунтовых вод имелись разрушенные участки. Это обосновывается тем, что подошва фундамента непосредственно контактируется с грунтом и грунтовые воды, поднимаясь через капилляры в

теле бетона без сопротивления гидроизоляционного слоя, увлажняли кирпичи стены. Разрушение стены происходило при многократном замораживании и оттаивании влажного кирпича.

Приведены комплексные материалы по анализу работ зарубежных и отечественных ученых по исследованию водонепроницаемости и разработке конструкций и материалов, используемых для защиты зданий от влияния подземных вод.

**Во второй главе** диссертации под названием «**Моделирование влажностных процессов в фундаментных конструкциях**» описаны предлагаемые методы выбора бетонной модели в качестве капиллярно - пористого материала и влажностной характеристики для изучения строения пор, расчёта высоты капиллярного подъема воды в грунте и бетоне, определения длительной прочности и устойчивого к агрессивной среде гидроизоляционного рулонного материала марки “Техноэласт”.

Бетон можно моделировать как капиллярно-пористый строительный материал двумя различными способами, в виде набора пор или в форме пористой структуры каркаса тела<sup>2</sup>. В первом случае сложный набор пор моделируется набором пор определенной формы и размера, во втором случае модель образует вместе с воздухом пористое тело в виде нагромождения твердых частиц простейшей формы<sup>3</sup>.

При сорбции и десорбции заполнение монослоя происходит при различных соотношениях давлений и отличается размерами. Это явление объясняется наличием разницы в процессах формирования монослоя при сорбции и десорбции. Начало капиллярного испарения зависит как от количества влаги, так и от отношения давлений. Если образование монослоя происходит при меньшем отношении давлений сорбции, чем отношения давлений десорбции, то начало капиллярного испарения происходит при соотношении давлений сорбции больше отношения давлений десорбции. Это объяснение выявлено различием заполнения поверхностных слоев при сорбции и десорбции, что вызывает гистерезис сорбции.

Изотерма десорбции позволяет более полно (вплоть до  $(p/p_s)_d$ ) применить теорию капиллярной конденсации по сравнению с использованием изотермы сорбции. Однако если формирование адсорбционного поверхностного слоя при сорбции происходит только вокруг первичных адсорбционных центров<sup>4</sup>, характеризующих расширение поверхности водой, то вся поверхность пор покрывается адсорбатом от полного водонасыщения при капиллярном испарении.

Отсюда можно сделать вывод, что для исследования пористой структуры, наиболее полной характеристикой для моделирования

---

<sup>2</sup>Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость. М.: Мир, 1970.407 с.

<sup>3</sup>Воробьев В.А., Киврин В.К., Корякин В.П. Применение физико-математических методов исследования свойств бетона. М.: Высшая школа, 1977. 271 с.

<sup>4</sup>Квливидзе В.И. Изучение адсорбированной воды методом ядерного магнитного резонанса: В кн. «Связанная вода в дисперсных системах». М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. Вып. № 1. С. 41—54.

влагопроницаемых свойств строительных материалов, является изотерма капиллярного испарения, полученная от полного водонасыщения материала.

Капиллярная влага в грунте может находиться в несвязанном состоянии (на стыках грунтовых частиц), во взвешенном состоянии (удерживаемом силой натяжения мениска, не зависящей от уровня воды) и в опирающемся состоянии (непосредственно над поверхностью воды).

Было определено что, до тех пор, пока тяжесть водяного столба, поднявшегося на высоту  $h_{max}$  не уравнивается с подъемной силой  $P_{л}$ , эта сила заставляет воду подниматься:

$$\frac{2\sigma}{R} = \rho \cdot g \cdot h \quad \text{и} \quad h = \frac{2\sigma}{\rho \cdot g \cdot r} \quad (1.1)$$

где  $\Delta = \rho \cdot g$  сравнительная тяжесть (вес) воды, из чего следует

$$h_{max} = \frac{2 \cdot \sigma}{r \cdot \Delta}. \quad (1.2)$$

Рассмотренные закономерности капиллярных явлений свойственны пылеватым и глинистым грунтам. Высота максимального капиллярного подъема в мелких песках достигает до 2...3 м. Согласно вышеприведенному выражению научно доказано, если диаметр капилляров меньше 0,005 мм, высота капиллярного подъема может быть в сто раз больше.

В ходе проведенных исследований было научно доказано что, как показано в исследованиях проф. А.В.Думанского<sup>5</sup>, невозможно сформировать капиллярный мениск размером  $10^{-7}$  см и менее. Вся вода, находящаяся в порах, находится под действием очень больших сил — сил молекулярного тяготения грунтовых частиц. Поэтому капиллярные явления более характерны для пылеватых и песчаных грунтов, чем для глин.

Для двухкомпонентной системы высоту подъема жидкости по капилляру можно определить по выражению Журена с помощью простейшей теоретической модели, в которой радиус пористости в бетоне зависит от  $r$  (подъемная сила мениска выводится из выражения Лапласа):

$$H_k = \frac{2\sigma}{\rho \cdot g \cdot r} \cos \theta \quad (1.3)$$

где:  $r$  – радиус капилляра;

$\sigma$  - внешнее натяжение жидкости (когда для воды  $t = 20^\circ C$ ,  $\sigma = 72,8 \text{ дин / см}$ );

$\theta$  - краевой угол смачивания;

$g$  - ускорение свободного падения;

$\rho$  - плотность воды.

Когда все частицы капиллярного материала будут полностью намочены, т.е. когда ( $\theta = 0$ ), подставив числовые значения  $\sigma$  и  $g$  в (1.3), получим следующее выражение:

<sup>5</sup>Г.К. Клейн, П.П. Смиринкин. Основания и фундаменты. Государственное издательство «Высшая школа» - М., 1961. Стр.145

$$H_k = 0,15 / r, \quad (1.4)$$

Отсюда следует, что высота подъема жидкости по капиллярам обратно пропорциональна радиусу капилляра. Вместе с тем, необходимо также учитывать время воздействия жидкости на высоту подъема жидкости в капиллярном пористом материале. В этом случае зависимость высоты подъема жидкости от времени определяется следующим выражением:

$$H_t = \sqrt{r \cdot m \cdot \frac{\cos \theta}{2} \cdot \mu \cdot \sqrt{t}}, \quad (1.5)$$

где –  $H_t$  - высота капиллярного подъема воды в бетоне;

$\mu$  - динамическая вязкость жидкости;

$m$  - пористая среда в бетоне.

По теории Лапласа<sup>6</sup> поверхностная пленка жидкости находится в состоянии натяжения. Остальная часть жидкости не связана со стенками капилляров. Помимо электрических сил, на молекулы воды в капиллярах действуют силы гравитации. Из условия статического равновесия между электрическими и гравитационными силами высота подъема воды в капилляре равна  $h_o$ :

$$h_o = \frac{q_C \cdot q_B}{\rho \cdot \varepsilon \cdot r^2} \quad (1.6)$$

где  $h_o$  - высота столба жидкости в капиллярной трещине;

$q_C$  - общий электрический заряд, проходящий через поверхность стены с трещинами, равный  $1 \text{ см}^2$ ;

$q_B$  - общий электрический заряд молекулы воды, расположенный на средней плоскости (поверхности)  $1 \text{ см}^2$ ;

$\varepsilon$  - диэлектрическая постоянная;

$r^2$  - расстояние между плоскостями трещины;

$\rho$  - плотность воды.

В бетоне капилляры показываются не как трещина, а как тонкая трубка. В результате натяжение на стенках выше, чем в плоской трещине.

$$h_{mp} = \frac{2q_C \cdot q_B}{\rho \cdot \varepsilon \cdot r^2} \quad (1.7)$$

Время прохождения влаги через различные горизонтальные гидроизоляционные слои, используемые в стыке фундамент-стена, определено по выше приведенным выражениям (см. п. 3.5, главы III диссертации).

При расчёте условной длительной износостойкости гидроизоляционного материала «Техноэласт» в качестве основного эксплуатационного показателя принята деформация материала. Потому что устойчивость этого материала к растрескиванию и его гидроизоляционное свойство зависят именно от этого

<sup>6</sup>Бернацкий А.Ф., Целебровский Ю.В., Чунчин В.А. Электрические свойства бетона / под ред. доктора техн. наук, проф. Ю.Н. Верещагина. – М.: Энергия, 1980. – 280 с.



параметра. При уменьшении относительного удлинения (растяжения) гидроизоляционного материала от необходимой нормы на 25 % и 30 % длительная долговечность гидроизоляции согласно данного выражения будет равна:

$$D = K + K(25 - \Delta) / 25 = K \left( 1 + \frac{25 - \Delta}{25} \right) \quad (1.8)$$

где  $D$  - длительная долговечность материала;

$K$  - минимальный срок эксплуатации фундамента до капитального ремонта ( $K=60$  лет);

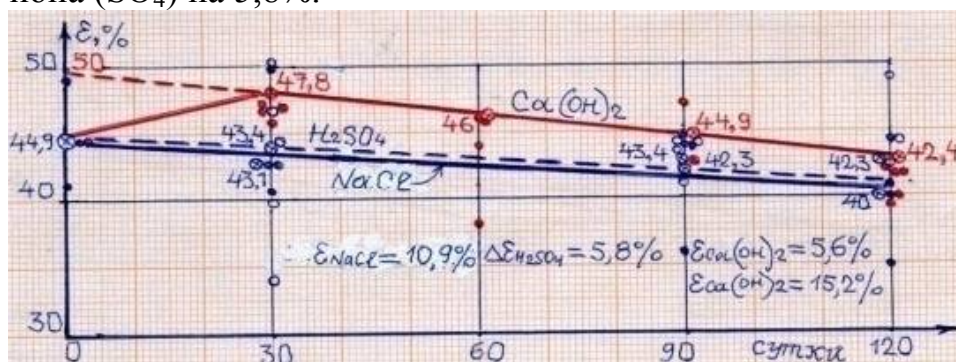
25 – разрешённое нормированное удлинение материала, %;

$\Delta$  - удлинение материала по отношению к норме, %.

$$D = K + K(25 - \Delta) / 25 = 60 + 60 \times (25 - 25) : 25 = 60 \text{ лет};$$

$$D = K + K(25 - \Delta) / 25 = 60 + 60 \times (25 - 30) : 25 = 48 \approx 50 \text{ лет}.$$

Результаты испытаний АО «ЦНИИПромзданий» на этом материале представлены на рисунке 1, где после 120 дней деформативность гидроизоляционного материала при этом уменьшились при воздействии щелочи  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  с 5,6% до 15,2%, соли ( $\text{NaCl}$ ) на 10,9% и при воздействии сульфат-иона ( $\text{SO}_4$ ) на 5,8%.



**Рис. 1. Изменение деформативности расплавляемого рулонного материала марки Техноэласт под воздействием химических реагентов**

Условная долговременная износостойкость рулонного гидроизоляционного материала «Техноэласт», используемого в целях подземной гидроизоляции равна:

$$D_{\text{Ca}(\text{OH})_2} = 60 + 60 \times (25 - 15,2) : 25 = 84 \text{ года};$$

$$D_{\text{NaCl}} = 60 + 60 \times (25 - 10,9) : 25 = 94 \text{ года};$$

$$D_{\text{SO}_4} = 60 + 60 \times (25 - 5,8) : 25 = 106 \text{ года}.$$

**В третьей главе диссертации под названием «Натурные опыты-исследования по защите стен зданий от влаги» описаны задачи, методы, состав, результаты и анализ экспериментальных исследований.**

Натурные эксперименты проведены в общей сложности на 9 экспериментальных образцах при следующих условиях:

- подошва фундамента не защищена от грунтовой влаги, между фундаментом и стеной гидроизоляция не имеется;

- подошва фундамента защищена от грунтовой влаги, между фундаментом и стеной устроена гидроизоляция из различных материалов.

Во время проведения эксперимента во всех 9 образцах наблюдалась уровень подъёма капиллярной влаги в стенах, влажность стены.

Во всех экспериментах образцах варьировался агрессивность состава воды, высота которой поддерживалась на одном уровне по отношению к плоскости подошвы фундамента. Кроме того, во всех образцах в качестве вертикальной гидроизоляции был использован рулонный материал «Техноэласт».

В качестве горизонтальной гидроизоляции в I и II образцах применялся HYDROSTOP, состоящий из цементного вяжущего, фракционированного песка, минеральных наполнителей, модифицированных полимерных добавок и добавок с гидрофобными свойствами.

В III и VIII образцах в гидроизоляционном слое толщиной 2-3 см из цементно-песчаного раствора в соотношении 1:2 добавилась жидкая гидрофобная добавка MasterPel-793.

Данные по добавкам «HYDROSTOP» и жидкой гидрофобизирующей добавки MasterPel-793 приведены в таблице 1.

Таблица-1.

| № | Наименование материала   | Изготовитель   | Официальный диллер в Узбекистане   | Использование                                  | Цена (на состоянии 2021г август) |
|---|--|--|------------------------------------|--|----------------------------------|
| 1 | <b>HYDROSTOP</b><br>Цементная гидроизоляция обмазочного типа<br>ГОСТ 31357 | ООО «Бергауф Строительные Технологии»<br>Россия      | ООО «MIR IZOLYATSONNIX MATERIALOV» | Рекомендуемая толщина слоя 1-5 мм              | 110000/20 кг                     |
| 2 | <b>MasterPel-793</b><br>Гидрофобная добавка в форме жидкости               | «БалтМонолит Строй»<br>г. Санкт-Петербург,<br>Россия | ООО «USTAMASTER»                   | Рекомендуемая доза в цементе составляет 0,5-2% | 27000/литр                       |

В IV, V- и VI образцах в качестве горизонтальной гидроизоляции использовались мраморные плиты толщиной 2 см из Газганского месторождения.

В VII образце на уровне примыкания фундамента к стене над фундаментом была изготовлена специальная железобетонная коробка, шириной равной ширине фундамента, которая была заполнена галькой. По галечному слою установлена специальная железобетонная плита. Между этой железобетонной коробом и плитой образовался воздушная прослойка в 1 см.

В IX образце в качестве горизонтальной гидроизоляции на уровне примыкания поверхности фундамента к стене применялась цементно-песчаный раствор 1:2 (цемент М400) толщиной 3 см (рис-2.).

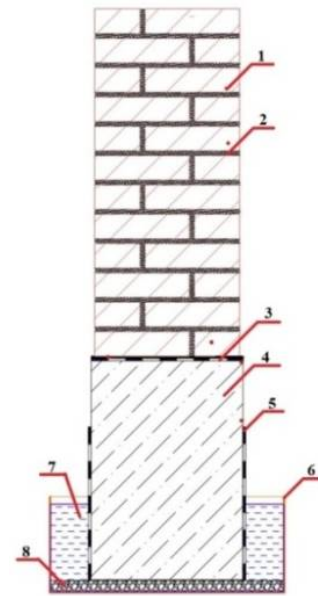


**Рис. 2. Материалы, использованные для изготовления испытательных образцов**

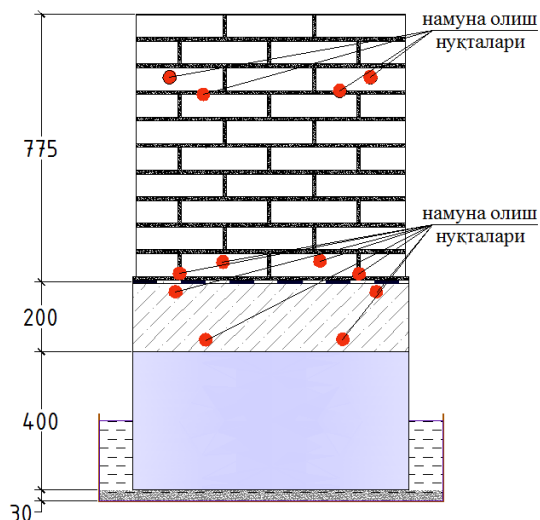
В III образце четыре вертикальные поверхности фундамента были покрыты 1-слоем термокляущимся рулонным материалом, гидроизол. В стык фундамент-стена добавлена гидрофобизирующая добавка MasterPel-793, уложен цементно-песчаный раствор толщиной 2 см, подошва фундамента не была гидроизолирована (рис. 3).



**а)**



**б)**

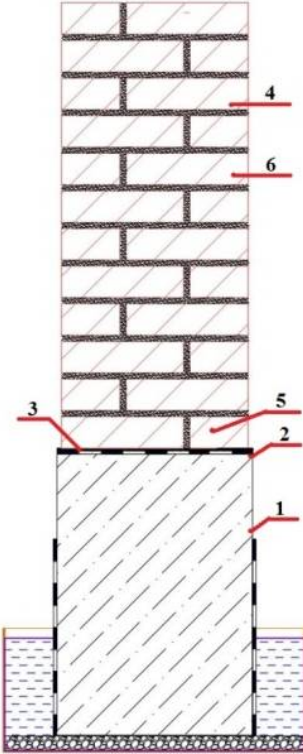


**в)**

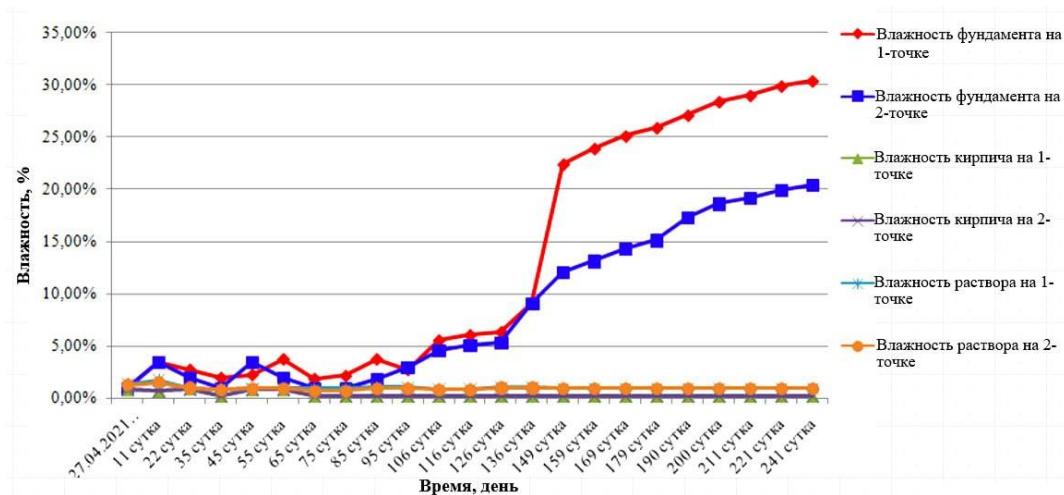
**Рис.2 Подошва фундамента без горизонтальной гидроизоляции:**  
 а) состояние по опыту, б) поперечное сечение, в) продольное сечение. 1-кирпичная кладка стены; 2-цементно-песчаный раствор; 3-цементно-песчаная горизонтальная гидроизоляция толщиной 2 см, в которую добавлена гидрофобизирующая добавка MasterPel-793; 4-монолитный фундамент; 5-термокляющийся гидроизол; 6-железная коробка из листа толщиной в 3 мм; 7-неагрессивная вода; 8-слой крупного песка толщиной в 3 см.

Результаты проведённых опытов и исследований по образцам приведены в таблице №2 и графике (рис. 4).

Таблица 2

| Схема опытов №3  | Время  | Изменение капиллярной влажности по истечению времени, % |          |          |          |          |          |
|--|--|---|----------|----------|----------|----------|----------|
|  |  | Фундамент   |          | Раствор  |          | Кирпич   |          |
|  |  | 1- точка  | 2- точка | 3- точка | 4- точка | 5- точка | 6- точка |
|  | Естественная влажность образца<br>27.04.2021 г | 0,90  | 0,90     | 1,30     | 1,30     | 0,80     | 0,80     |
|  | 07.05.2021 г                                   | 3,40  | 3,40     | 1,70     | 1,50     | 0,70     | 0,70     |
|  | 18.05.2021 г                                   | 2,70  | 1,90     | 0,90     | 1,00     | 0,90     | 0,80     |
|  | 31.05.2021 г                                   | 1,90  | 0,90     | 0,80     | 0,80     | 0,20     | 0,20     |
|  | 10.06.2021 г                                   | 2,20  | 3,40     | 0,90     | 0,90     | 0,80     | 0,80     |
|  | 20.06.2021 г                                   | 3,70  | 1,90     | 0,90     | 0,90     | 0,80     | 0,80     |
|  | 30.06.2021 г                                   | 1,80  | 0,90     | 0,90     | 0,70     | 0,20     | 0,20     |
|  | 10.07.2021 г                                   | 2,10  | 0,90     | 0,90     | 0,70     | 0,20     | 0,20     |
|  | 20.07.2021 г                                   | 3,70  | 1,80     | 1,00     | 0,90     | 0,20     | 0,20     |
|  | 30.07.2021 г                                   | 2,70  | 2,90     | 1,00     | 0,90     | 0,20     | 0,20     |
|  | 10.08.2021 г                                   | 5,50  | 4,50     | 0,80     | 0,80     | 0,20     | 0,20     |
|  | 20.08.2021 г                                   | 6,00  | 5,00     | 1,00     | 0,90     | 0,20     | 0,20     |
|  | 30.08.2021 г                                   | 6,30  | 5,30     | 1,00     | 1,00     | 0,20     | 0,20     |
|  | 09.09.2021 г                                   | 9,00  | 9,00     | 1,00     | 1,00     | 0,20     | 0,20     |
|  | 22.09.2021 г                                   | 22,40   | 12,00    | 0,90     | 0,90     | 0,20     | 0,20     |
|  | 02.10.2021 г                                   | 23,90   | 13,10    | 0,90     | 0,90     | 0,20     | 0,20     |
|  | 12.10.2021 г                                   | 25,10   | 14,30    | 0,90     | 0,90     | 0,20     | 0,20     |
|  | 22.10.2021 г                                   | 25,90   | 15,10    | 0,90     | 0,90     | 0,20     | 0,20     |
|  | 02.11.2021 г                                   | 27,10   | 17,30    | 0,90     | 0,90     | 0,20     | 0,20     |
|  | 12.11.2021 г                                   | 28,40   | 18,60    | 0,90     | 0,90     | 0,20     | 0,20     |
| 23.11.2021 г   | 29,00  | 19,20   | 0,90     | 0,90     | 0,20     | 0,20     |          |
| 03.12.2021 г   | 29,90  | 19,90   | 0,90     | 0,90     | 0,20     | 0,20     |          |
| 23.12.2021 г   | 30,40  | 20,40   | 0,90     | 0,90     | 0,20     | 0,20     |          |

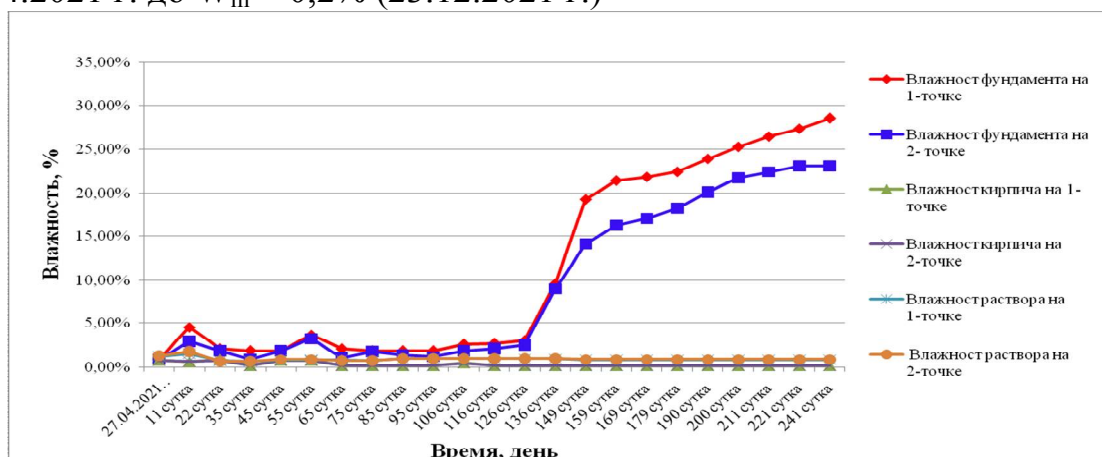
Примечание. Точка 1 расположена на 40 см выше верхней части гидроизоляционного слоя, который приклеен к вертикальной поверхности фундамента при помощи термического метода; Точка 2 расположена ниже горизонтального гидроизоляционного слоя на уровне стыка фундамента и стены; Точка 3 расположена выше горизонтального гидроизоляционного слоя на уровне стыка фундамента и стены; Точка 4 расположена на 8-м ряду кирпичной кладки (для определения высоты подъема влажности); Точки 5-6 расположены на 1-м и 8-м рядах кирпичной кладки.



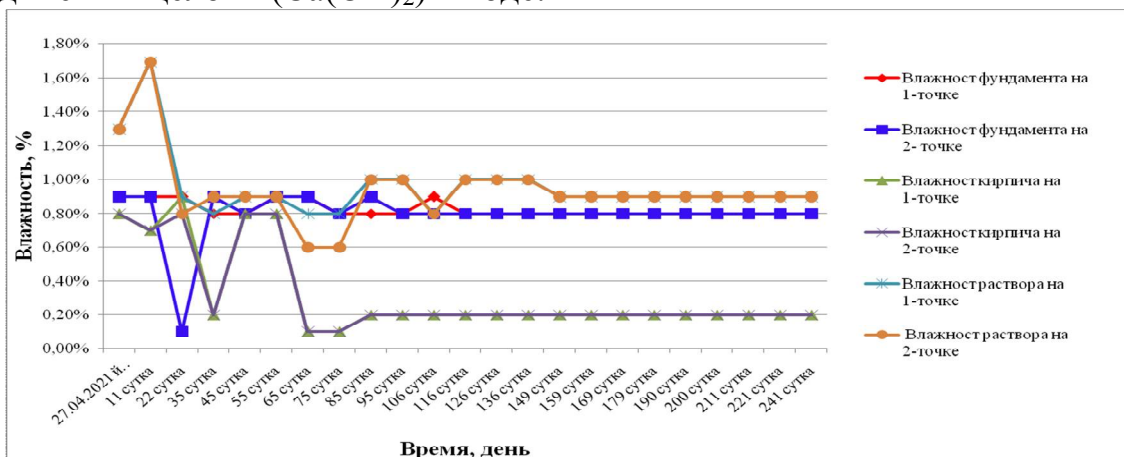
**Рис.4. График изменения влажности 3-м образце по результатам наблюдений**

На основе анализа результатов ряда экспериментальных исследований научно изучено, что можем получить следующее:

1) В I образце влажность резко увеличилась с  $W_m=0,9\%$  (27.04.2021 г.) до  $W_m = 28,6\%$  (23.12.2021 г.) Влажность стен снизилась с  $W_m = 0,8\%$  в 27.04.2021 г. до  $W_m = 0,2\%$  (23.12.2021 г.)

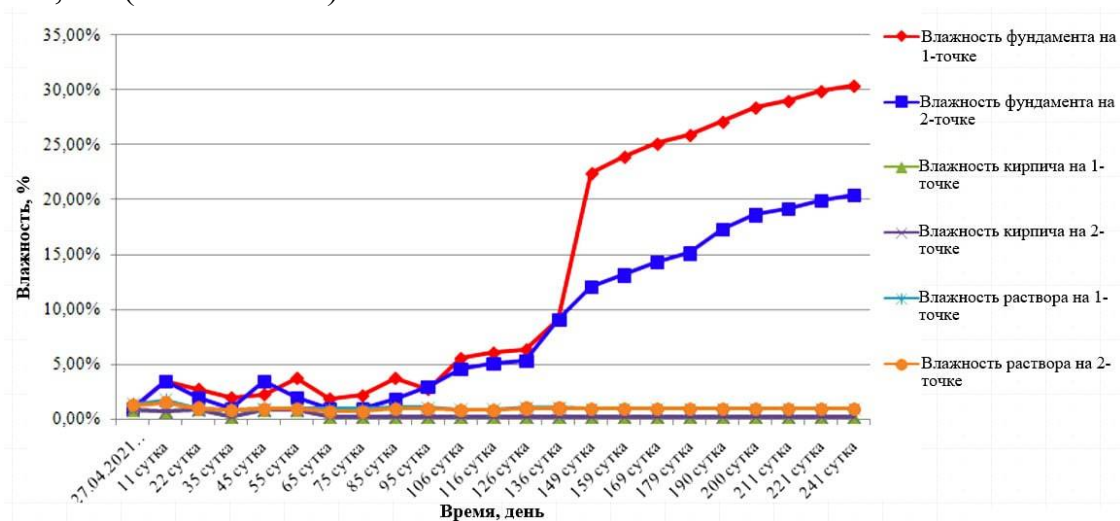


2) во II-м образце влажность фундамента не изменилась: с  $W_m = 0,9\%$  в (27.04.2021 г.) до  $W_m = 0,8\%$  (23.12.2021 г.) Влажность не изменилась даже при формировании агрессивной среды с добавлением химического соединения щелочи ( $Ca(OH)_2$ ) к воде.

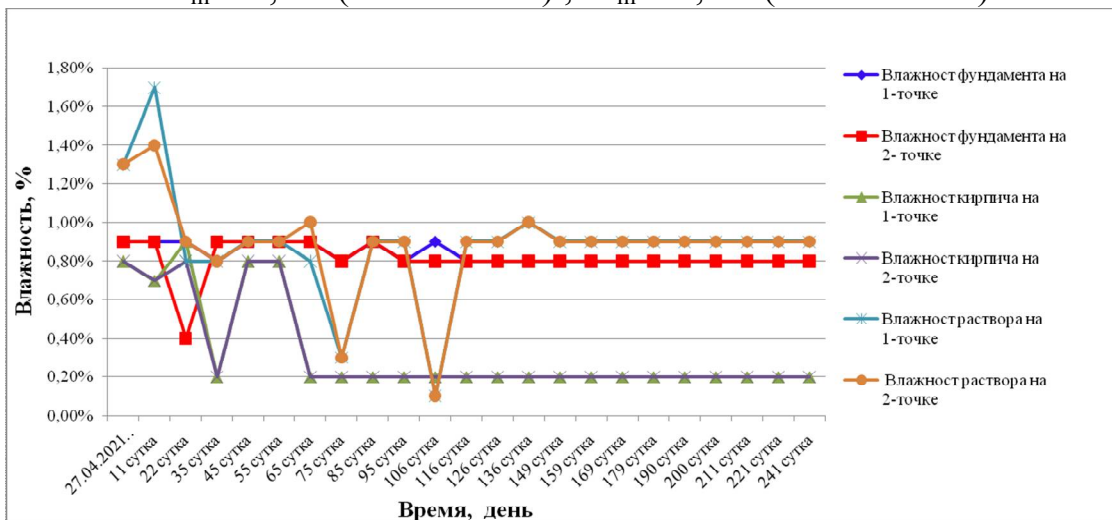


3) В III-м образце влажность резко возросла с  $W_m = 0,9\%$  (27.04.2021 г.) до  $W_m = 30,4\%$  (23.12.2021 г.) Однако, за счет применения горизонтальной

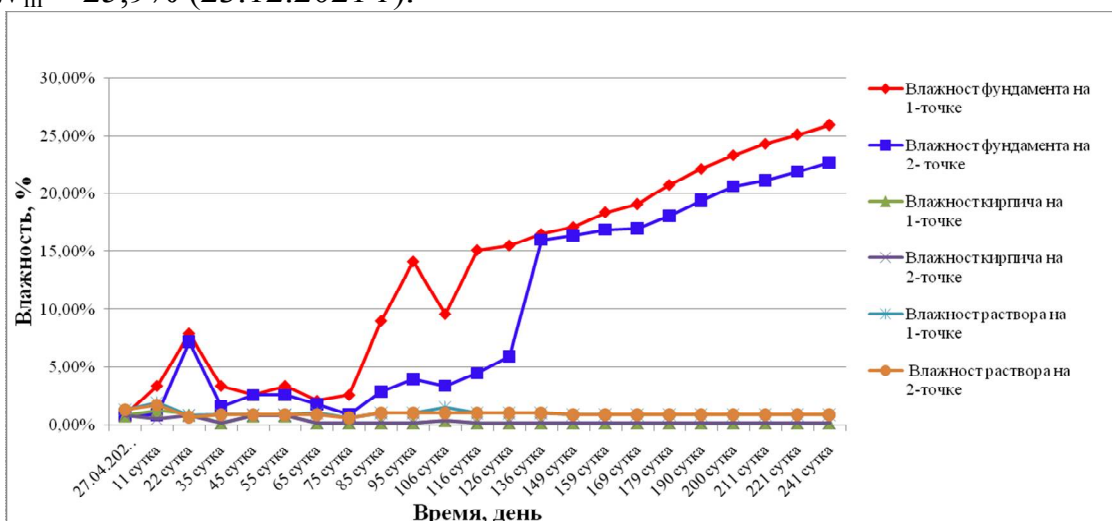
гидроизоляции влажность стен снизилась с  $W_m = 0,8\%$  (27.04.2021 г.) до  $W_m = 0,2\%$  (23.12.2021 г.).



4) В IV-м образце для создания агрессивной среды в воду было добавлено химическое соединение соли (NaCl). Начальная влажность не изменилась -  $W_m = 0,9\%$  (27.04.2021 г) ,  $W_m = 0,8\%$  ( 23.12.2021 г).

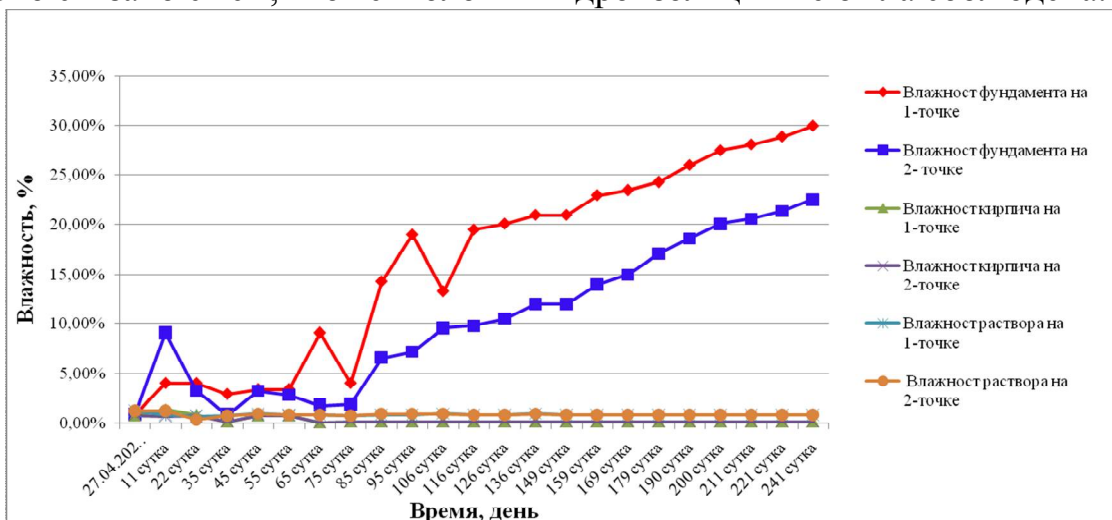


5) В V-м образце влажность резко возросла с  $W_m = 0,9\%$  (27.04.2021 г) до  $W_m = 25,9\%$  (23.12.2021 г).

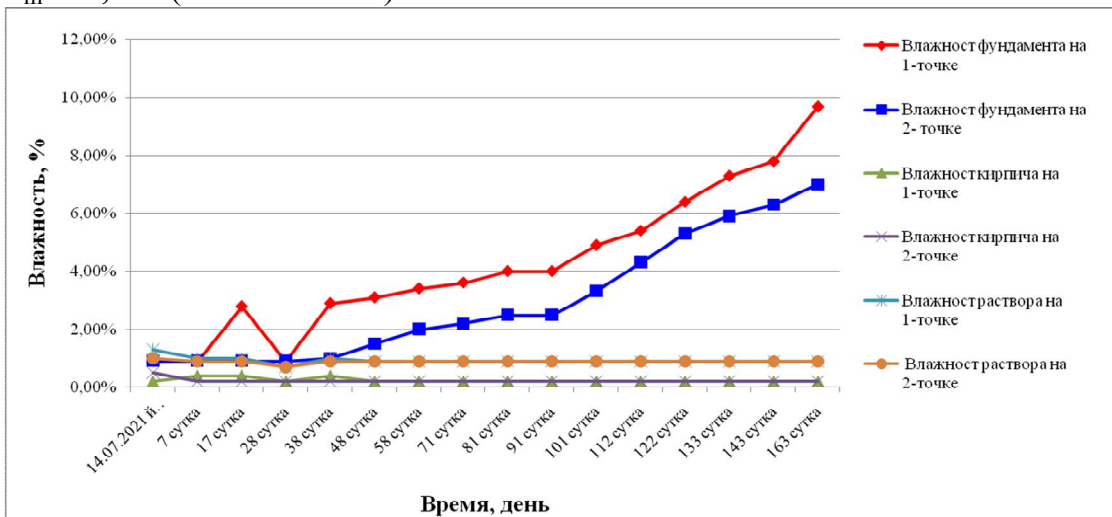


6) В VI-м образце, расположенного в воде с добавлением химического соединения сульфат-иона ( $SO_4$ ), жидкая среда вызвала коррозию бетона

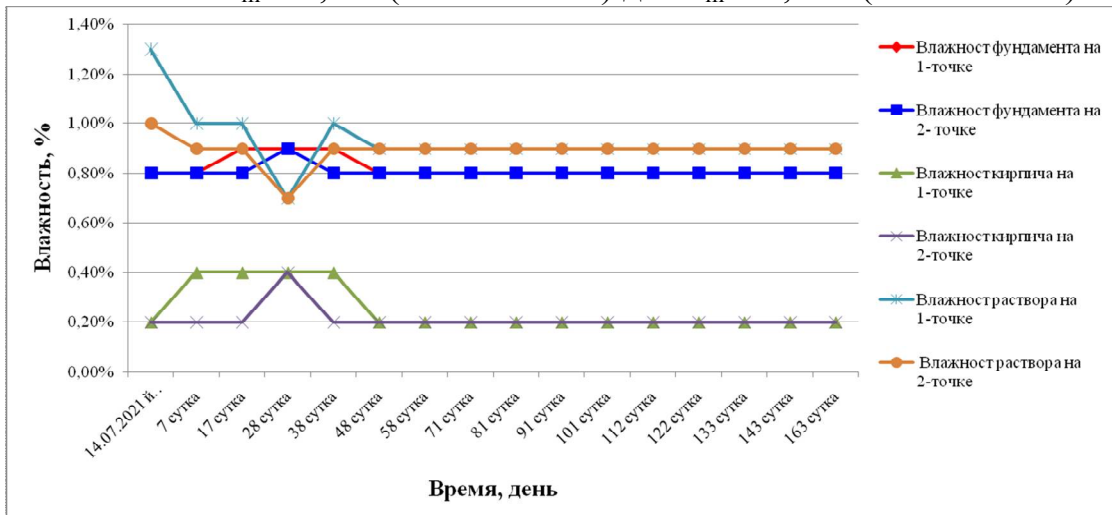
фундамента за счет капиллярного влияния. Кроме того, резко увеличилась влажность фундамента с  $W_m = 0,9\%$  (27.04.2021 г) до  $W_m = 30,0\%$  (23.12.2021 г). Это связано с тем, что технология гидроизоляции не была соблюдена.



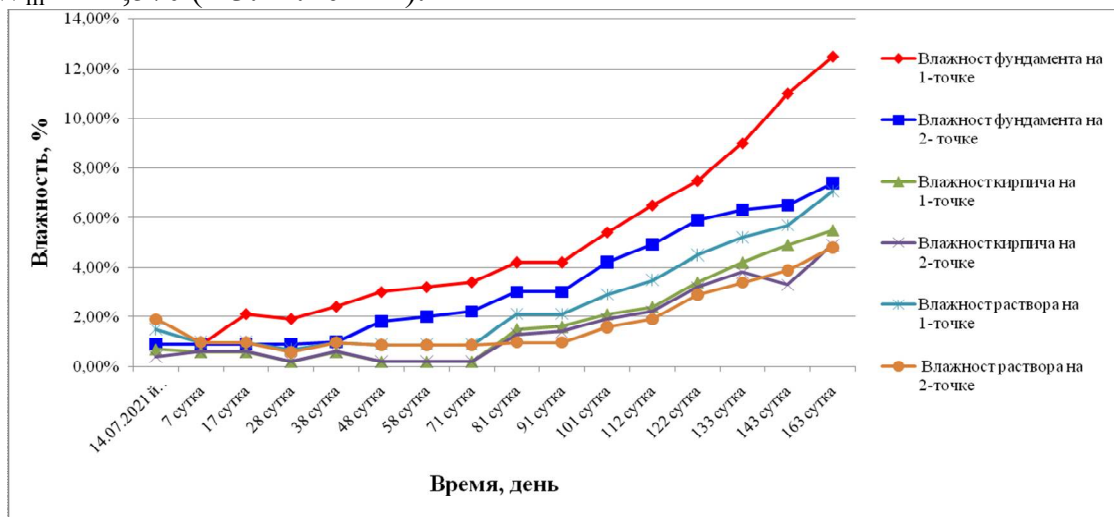
7) В VII- образце влажность резко возросла с  $W_m = 0,9\%$  (14.07.2021 г) до  $W_m = 9,7\%$  ( 23.12.2021 г).



8) В VIII-м образце при добавлении в воду химического соединения сульфат-иона ( $SO_4$ ) для создания агрессивной среды, влажность фундамента не изменилась с  $W_m = 0,8\%$  ( 14.07.2021 г) до  $W_m = 0,8 \%$  ( 23.12.2021г).



9) В IX-м образце влажности резко возрасла с  $W_m = 0,9\%$  ( 14.07.2021 г) до  $W_m = 12,5\%$  ( 23.12.2021 г).



В III-м образце в гидроизоляционном слое между фундаментом и стеной из цементно-песчаного раствора толщиной 2 см была введена гидрофобизирующая добавка MasterPel-793. В этом случае, при радиусе пористости материала  $r$ , равного 0,00074 получим долговечность гидроизоляционного слоя:

$$t = \frac{2H^2}{r \cdot m \cdot \cos \theta \cdot \mu^2} = \frac{2 \cdot 400}{0,00074 \cdot 0,0088 \cdot 1 \cdot (1004 \cdot 10^6)^2} = \frac{800}{6,564} = 121,8 \text{ год}.$$

Как видно из расчета, время непроницаемости влаги из цементно-песчаного раствора толщиной 2 см и с добавкой гидрофобизирующей добавки MasterPel-793 составляет 121,8 года.

Вместе с тем, в ходе эксперимента в затопленном фундаменте срок подъема влаги до горизонтального гидроизоляционного слоя составил 33 дня. При теоретическом подсчёте время подъема влаги через фундамент согласно выражения (1.5) составит:

$$t = \frac{2H^2}{r \cdot m \cdot \cos \theta \cdot \mu^2} = \frac{2 \cdot 0,36}{0,27 \cdot 0,0088 \cdot 1 \cdot (1004 \cdot 10^6)^2} = \frac{0,72}{0,02376} = 0,82 \text{ год} = 30 \text{ дней}$$

Как видно из результата расчета высоты подъема капиллярной влаги расчетная высота хорошо сходится с данными экспериментальных исследований. Разница 9%.

И это, в свою очередь, доказывает соответствие значений, полученных из опытов, значениям, определённым теоретическим путем.

**В четвертой главе, которая называется «Оценка возможности технико-экономической эффективности предлагаемого метода защиты фундаментов и стен зданий от влаги», рассмотрена сумма затрат на восстановление гидроизоляционных слоев зданий, построенных существующими способами, оценена эффективность, получаемая от внедрения предлагаемых методов на практике, а также обсуждены такие вопросы, как анализ воздействия, оказываемого влагой на кирпичных стенах на энергоэффективность зданий.**



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате анализа существующих способов защиты фундаментов и стен зданий от воздействия грунтовых вод научно доказана необходимость совершенствования существующих способов защиты фундаментов и стен от капиллярной влаги.

2. Предложено гидроизолировать подошву фундамента для обеспечения останковки подъема грунтовой влаги в фундаментах и стенах зданий, а также долговечной службы здания.

3. Удалось получить методику расчета длительной прочности рулонных гидроизоляционных материалов, применяемых при гидроизоляции фундаментов, в зависимости от агрессивного состава грунтовых вод.

4. Расчётным путем определено, что условная долговременная прочность рулонного гидроизоляционного материала марки “Техноэласт” в зависимости от состава вод, оказывающих на него воздействие, равна:  $D_{Ca(OH)_2}=84$  года;  $D_{NaCl}=94$  года;  $D_{SO_4}=106$  года.

5. Разработаны новые составы гидроизоляционного слоя, обеспечивающие гидрофобные свойства высокогидрофобных строительных материалов на основе MasterPel-793 из цементно-песчаной смеси в соотношении 1:2, используемому в качестве горизонтальной гидроизоляции.

6. На основании проведённых экспериментальных исследований, были предложены следующие эффективные методы защиты фундаментов и стен зданий от агрессивного воздействия грунтовых и надземных вод:

покрыть вертикальные поверхности фундамента малоэтажных бесподвальных, а также среднеэтажных подвальных зданий, вместе с подошвой однослойным термоклящимся гидроизоляционным рулонным материалом, в месте стыка фундамента и стены, в качестве горизонтальной гидроизоляции использовать цементный слой HYDROSTOP толщиной 0,5 см, или цементно-песчаный раствор в соотношении 1:2, толщиной 2-3 см с добавлением гидрофобизирующей добавки MasterPel-793;

в районах республики, где добывается мрамор и избыток речной гальки, в строящихся малоэтажных зданиях вертикальные поверхности фундамента вместе с подошвой следует покрывать термоклящимся рулонным гидроизоляционным материалом, а в местах примыкания стен и фундамента рекомендуется устроить горизонтальную гидроизоляцию из мраморных плиток толщиной 2 см на цементно-песчаном растворе в соотношении 1:2 или по фундаменту устроить короб из железобетона, заполненного речной галькой без цементно-песчаного раствора. По слою гальки установить железобетонную балку и возводить кирпичную стену.

7. Внедрение предложенного метода защиты кирпичных стен и фундаментов в практику проектирования и строительстве малоэтажных зданий приведёт к экономии средств, предусмотренных на восстановление гидроизоляционного слоя малоэтажных и требующих для ремонта жилых зданий в Самаркандской области, в размере 69 млрд. 600 млн. сум.

8. При проведении гидроизоляционных работ в малоэтажных жилых зданиях рекомендуется подошву фундамента вместе с его вертикальными поверхностями покрыть термоклящимся рулонным гидроизоляционным материалом, а в месте примыкания стены к фундаменту уложить цементно-песчаный раствор толщиной в 3 см в соотношении 1:2 с добавлением в него гидрофобизирующей добавки MasterPel-793 (за счёт восстановления и ремонта гидроизоляционного слоя). При применении рекомендуемого способа гидроизоляции была достигнута экономическая эффективность в размере 12% от общей стоимости здания.

**TASHKENT INSTITUTE OF ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION  
DOCTOR OF SCIENCE DEGREE DSc.26/30.12.2019.T.11.01  
ACADEMIC COUNCIL**

---

**SAMARKAND STATE ARCHITECTURAL AND CIVIL-ENGINEERING  
INSTITUTE**

**INOYATOV DILOVAR TOLIBOVICH**

**IMPROVEMENT OF METHODS OF PROTECTION FROM MOISTURE  
PASSING THROUGH THE BASEMENT PART OF THE WALLS OF  
ENERGY-EFFICIENT BUILDING**

**05.09.01 – Engineering constructions, buildings and structures**

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)  
ON TECHNICAL SCIENCES**

**Samarkand-2022**

**The theme of the dissertation for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences registered in the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan for №B2020.3.PhD/T1869.**

The doctoral dissertation (PhD) has been carried at Samarkand state of architectural and civil-engineering institute.

The dissertation abstract in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is available on the web page of the Scientific Council ([www.taqi.uz](http://www.taqi.uz)) and on the Information and Educational Portal ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

**Supervisor:** **Tulakov Elmurad Salamovich**  
Doctor of Technical Sciences, Professor

**Official opponents:** **Fayziev Homitkhon**  
Doctor of Technical Sciences, Professor

**Pirmatov Rakhmatullo Hamidullayevich**  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

**Leading organization:** **“O`ZOG`IRSANOATLOYIHA” AJ**

The defense of the dissertation will take place on “ 14 ” July 2022 at 10<sup>00</sup> at the Scientific Council numbered DSc.26/30.12.2019.T.11.01 meeting at Tashkent Architecture and Construction Institute as the following address: 100011, Tashkent Abdulla Qodiriy Street, 7v. Phone (99871) 241-10-84, Fax: (99871) 241-80-00, e-mail:taqi\_atm@edu.uz.

The dissertation is registered in Information-Resource Center at Tashkent Institute of Architecture and Construction (registration number № 82 ). The text of the dissertation is available at the Information Research Center at the following address: 100011, Tashkent, Abdulla Qodiriy Street, 7v. Phone: (+99871) 235-43-30, Fax: (99871) 234-15-11, e-mail: taqi\_atm@edu.uz.

The abstract of the dissertation is distributed on " 28 " 06 2022.  
(register record № 15 dated " 25 " 03 2022).



**Kh.A.Akramov**

Chairman of the Scientific Council for awarding scientific degrees,  
Doctor of technical sciences, Professor

**A.T.Hotamov**

Scientific secretary of the scientific  
Council for awarding scientific degrees,  
Doctor of technical sciences, associate Professor

**B.A.Askarov**

Chairman of the academic under the seminar Scientific  
Council for awarding scientific degrees,  
Doctor of technical sciences, Professor

## **INTRODUCTION (abstract for the dissertation of doctor of philosophy in technical sciences (PhD))**

**The relevance of the topic of dissertation.** Around the world, special attention is paid to the problem of improving the operational reliability and ensuring the viability of buildings. Currently, in areas where the groundwater level is closer to the earth's surface, about 75% of construction projects in developed countries are exposed to aggressive environmental influences. And in underground construction, this figure can reach 80-90%. In the USA, for example, in the 90s, more than \$ 20 billion was invested in the repair and restoration of buildings, and these costs subsequently grew every year. In this regard, special attention is paid, among other things, to the development of optimal solutions for waterproofing the foundations of buildings, reliable protection of structures from the effects of aggressive underground waters, thereby increasing the viability of buildings and structures.

Scientific research is being conducted all over the world aimed at obtaining effective modern materials with increased moisture-proof properties used to protect building structures from the aggressive effects of groundwater. Priority in this direction is also research to ensure the quality of waterproofing works performed to protect the walls of buildings from capillary moisture rising through the foundation, and ensuring the operational reliability of buildings. Taking into account the above, the protection of the walls of buildings from the effects of aggressive capillary moisture rising through the foundation is considered an urgent problem.

**The degree of awareness of the problem.** Currently, the protection of brick buildings from the effects of capillary moisture rising from the ground is carried out in a simple way. Waterproofing between the foundation and the brick wall is carried out with a cement-sand mortar 30 mm thick. This method of waterproofing walls, recommended in the design standards, is not fully ensured by the impermeability of capillary moisture with cement-sand mortar. Therefore, in order to create new waterproofing materials to protect the walls of buildings from capillary moisture, research by foreign and domestic researchers was directed.

**The aim of the study** is to ensure the durability of buildings by improving the methods of protecting the foundations and walls of buildings made of baked bricks from capillary moisture rising from the ground.

### **Research objectives:**

theoretically investigate the rise of capillary moisture on foundations and walls;

to study the condition of the walls of buildings that are not protected from moisture rising from the ground;

to study the condition of buildings whose walls are protected from moisture rising from the ground using traditional methods;

to experimentally study the resistance of waterproofing layers made of various materials between the foundation and the wall to moisture penetration into the wall;

to develop, based on the results of experimental studies, effective ways to protect the walls of buildings from the rise of groundwater.

**The foundations and walls** of low-rise and medium-rise buildings erected of burnt brick were taken as the object of research.

**The subject of the study** is the experimental and theoretical foundations of the protection of foundations and walls of low-rise and medium-rise buildings erected from burnt bricks.

**The scientific novelty of the study is as follows:**

based on the theory of moisture permeability of structurally porous materials, an engineering method has been developed for calculating the height of the capillary rise of moisture in a concrete foundation depending on the time of exposure to water and porosity;

increasing the service life of the foundation due to its complete waterproofing, including soles, from the aggressive influence of moisture;

increasing the impermeability of the waterproofing layer between the foundation and the brick wall by adding a hydrophobic additive to the cement-sand mortar;

analytical method for calculating the durability of waterproofing material depending on the minimum service life (K) of the foundation before major repairs, exposure to aggressive (alkaline, salt, sulfate) moisture, permissible elongation of the rolled waterproofing material ( $\Delta$ ).

**Scientific and practical significance of the research results.**

The scientific significance of the research results is explained by the results obtained on the movement of moisture in concrete as a structurally porous material, protection of building structures from the influence of moisture, which can be used in studies of the waterproofness of structures made of other materials.

The practical significance of the research results lies in minimizing the influence of moisture rising from below on the technical condition of foundations-walls of small and medium-storey buildings restored from baked bricks, and ensuring their viability.

**Implementation of the research results.** The results of improving the methods of protecting the walls of energy-efficient buildings from moisture passing through the basement are implemented in the following projects:

The analytical methodology for calculating the processes of moisture rise in the foundation of the building has been implemented in LLC “Меъморқурилишлойиҳа”, LLC “ParvizProektServis”, as well as “Qishloqqurilishloyiha” (reference of the Ministry of Construction of the Republic of Uzbekistan dated December 6, 2021 No. 09-06/13833). As a result, the simplification of the methodology of engineering calculation of the height of moisture rise on concrete has been achieved;

the waterproofing method, which is formed between the foundation of the building and its walls by adding a hydrophobic additive of the MasterPel-793 brand to the cement-sand mixture, was introduced in LLC “Меъморқурилишлойиҳа”, LLC “ParvizProektServis” and LLC “Qishloqqurilishloyiha” (reference of the Ministry of Construction of the Republic

of Uzbekistan No. 09-06/13833 dated December 6, 2021). As a result, in low-rise residential buildings (due to the restoration and repair of the waterproofing layer), an economic efficiency of 12% of the total cost of the building was achieved.

**Approbation of the results of the study.** The results of research on the topic of the dissertation were discussed at 2 international and 3 republican scientific conferences.

**Publication of research results.** In total, 17 works were published on the topic of the dissertation, of which 1 monograph, 16 scientific articles and theses, including 8 scientific articles in scientific publications recommended for publication of the main scientific results of doctoral dissertations of the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan, 3 of which were published in foreign journals. There are only 8 abstracts in the materials of republican and international scientific conferences, 2 of which are published in the materials of the international conference.

**The structure and scope of the dissertation.** The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and applications, and its total volume is 115 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (I часть; part I)**

1. Э.С.Тулаков, Д.Т.Иноятгов. Бино ва иншоотларнинг ер ости қисмини гидроизоляция қилиш. Монография. СамДЧТИ нашриёти. 2020 й. 119 б.
2. Э.С.Тулаков, Д.Т.Иноятгов, А.С.Қурбонов, С.А.Абдуллаева, Д.Туйғунов. Кам қаватли энергия тежамкор турар-жой биноларнинг гишт деворлари. Меъморчилик ва қурилиш муаммолари. 2018 йил, №3, 29-31 бетлар. СамДАҚИ. (05.00.00 №14).
3. Э.С.Тулаков, Д.Т.Иноятгов, А.С.Қурбонов. Расчет теплоизоляции стены подвала со стороны помещения. Журнал, Архитектура. Қурилиш. Дизайн. 2019 йил, №1, 56-61 б. ТАҚИ. (05.00.00 №4).
4. Э.С.Тулаков, Д.Т.Иноятгов, А.С.Қурбонов. Гидроизоляция и расчет толщины теплоизоляции стены подваламалозэтажного энергоэффективного дома в соответствии с отечественными и зарубежнмистандартами и нормами.Журнал, Архитектура. Қурилиш. Дизайн. 2019 йил, №1, 61-66 б. ТАҚИ. (05.00.00 №4).
5. E.S.Tulakov. D.T.Inoyatov. A.S.Qurbonov. Waterproofing And Calculation Of TheThickness Of The Insulation Of The Basement Wall Of A Low-Rise Energy-Efficient House In Accordance With Domestic And Foreign Standards And Norms. International Journal of Scientific &Technology Research (IJSTR). Volume 8, Issue 11, 3311-3314 Pp. November2019. ISSN 2277-8616. IF=0,2.
6. E.S.Tulakov. D.T.Inoyatov. A.S.Qurbonov. Calculation of the Height of Capillary Rise of water in Soils. International Journal ofRecent Technology and Engineering (IJRTE), ISSN: 2277-3878 (Online), Volume-8 Issue-6, March 2020. Page No.: 4832-4835. SJR=0,107
7. E.S.Tulakov. D.T.Inoyatov. A.S.Qurbonov.Methods Of Protection Of The Exterior Walls Of The Exploited Buildings From Moistening With Grunt Moisture. International Journal Of Scientific & Technology Research(IJSTR). Volume 9, Issue 09, 301-304 Pp, September 2020.ISSN 2277-8616. IF=0,2.
8. Э.С.Тулаков, Д.Т.Иноятгов, А.С.Қурбонов, С.А.Абдуллаева. Эксплуатация қилинаётган биноларнинг ташқи деворларини грунт намлиги билан намлантиришдан ҳимоя қилиш усуллари. Журнал. Архитектура. Қурилиш. Дизайн. 2020 йил, №2, 61-66 б. ТАҚИ.(05.00.00 №4).
9. Э.С.Тулаков, Д.Т.Иноятгов, А.С.Қурбонов, Б.П.Матёкубов. Биноларнинг ертўла деворларини иссиқлик изоляциялаш ва унинг қалинлигини ҳисоблаш. Меъморчилик ва қурилиш муаммолари. 2020 йил, №2 (2-қисм), 29-32 бетлар. СамДАҚИ.(05.00.00 №14).

**II бўлим (II часть; part II)**

10. Э.С.Тулаков, Д.Т.Иноятгов, А.С.Қурбонов, С.А.Абдуллаева. Пойдеворларни ва ертўла деворларини иссиқлик изоляциясини конструктив ечимлари. “Таълим, фан ва ишлаб чиқариш интеграциясида инновацион технологияларни қўллаш” мавзусидаги XV республика илмий-



амалий конференцияси. 2018 йил, 2-3 июнь. 2-қисм. СамДАҚИ.

11. Э.С.Тулаков, Д.Т.Иноятлов, А.С.Қурбонов, С.А.Абдуллаева, Т.Ахматов. Ўта чўкувчан грунтларни намлиги ўзгарганда бинолар пойдеворларини ҳисоблаш. “Таълим, фан ва ишлаб чиқариш интеграциясида инновацион технологияларни қўллаш-мамлакат тараққиётининг муҳим омили” мавзусидаги XV республика илмий-амалий конференцияси. 2018 йил, 2-3 июнь. 2-қисм. СамДАҚИ.

12. Э.С.Тулаков, Д.Т.Иноятлов, А.С.Қурбонов, Бўронов Х. Ўта чўкувчан ва заиф грунтларда кам қаватли турар-жой бинолари пойдеворларининг конструктив ечимлари. Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте. Инновационные технологии в строительстве. Материалы республиканской научно-практической конференции с участием зарубежных ученых. 19-20 мая 2020 года. Выпуск 15. 233-234 стр. ТашИИЖТ.

13. Э.С.Тулаков, Д.Т.Иноятлов, А.С.Қурбонов, Бўронов Х. Мақсадли фойдаланиладиган ертўлалар конструкцияларини бинонинг иссиқлик ҳимояси даражаси талаблари асосида теплофизик ҳисоблаш. Муҳандислик коммуникациялари соҳасида инновацион технологияларини жорий қилишнинг муаммо ва ечимлари мавзусида халқаро илмий-амалий анжуман материаллари, 2020 йил 21-22 май, 3-қисм. 203-208 бетлар. СамДАҚИ.

14. Э.С.Тулаков, Д.Т.Иноятлов, А.С.Қурбонов, С.А.Абдуллаева, Бўронов Х. Кам қаватли энергия тежамкор турар-жой биноларнинг ғишт деворлари. Рақамли иқтисодиётни шакллантиришда илм-фан ва инновацион ютуқларни амалиётга жорий этишнинг долзарб муаммолари” мавзусидаги ёш олимларнинг XVII республика илмий-амалий online конференцияси. 2020 йил 2-3 июнь, 2-қисм, 58-62 бетлар. СамДАҚИ.

15. Э.С.Тулаков, Д.Т.Иноятлов, А.С.Қурбонов. Мавжуд биноларнинг ташқи деворларини грунт намлиги билан намланишидан ҳимоя қилиш усуллари. “Замонавий қурилиш материаллари ва буюмларини тайёрлаш жараёнида фан, таълим ва ишлаб чиқариш интеграциясини такомиллаштиришнинг муаммо ва ечимлари” мавзусида республика илмий-амалий конференцияси. 2020 йил 16-17 октябрь, (1-қисм, 182-185 бет,) СамДАҚИ.

16. Э.С.Тулаков, Д.Т.Иноятлов. Disadvantages of waterproofing applied to the foundations and wall joints of energy-efficient buildings. Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Наука и образование в современном мире: вызовы XXI века». 2021 г. II том. 90-93 стр. Нур-Султан.

17. Э.С.Тулаков, Д.Т.Иноятлов. Бино ва иншоотлар деворларини намликдан сақлаш муаммолари. “Таълим, фан ва ишлаб чиқариш интеграцияси асосида илм-фан ва инновацион ютуқларни такомиллаштириш истикболлари” мавзусидаги ёш олимларнинг XVII республика илмий-амалий online конференцияси материаллари. 2021 йил. 1-тўплам. 95-101 бетлар. СамДАҚИ.

Автореферат “Архитектура. Қурилиш. Дизайн” илмий-амалий журнал тахририятидан ўтказилди ва матнлар мослиги текширилди. (27.06.2022й)

Бичими 60x84 1/16. Рақамли босма усули. Times гарнитураси.  
Шартли босма табағи 3,5. Адади:100, Буюртма №19  
“Бизнес полиграф” босмахонасида чоп этилган.  
Босмахона манзили: Тошкент ш., Чилонзор катта қозиробод 65-уй.