

**ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ,
ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ,
САМАРҚАНД ДАВЛАТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ
ВА НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.Т.11.01 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ

БАХРАМОВ ОЙБЕК БАХТИЯРОВИЧ

**ҚУРИЛИШ МАТЕРИАЛЛАРИ СТРУКТУРАСИ ВА ХОССАЛАРИ
ТАДҚИҚОТИНИНГ НУР-ОПТИКАВИЙ МЕТОДОЛОГИЯСИ**

05.09.05 – Қурилиш материаллари ва буюмлари

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент–2017

Оглавление автореферата докторской (Doctor of Science) диссертации

Докторлик (Doctor of Science) диссертацияси автореферати мундарижаси

Contents of the Doctoral (DSc) Dissertation Abstract

Бахрамов Ойбек Бахтиярович

Қурилиш материаллари структураси ва хоссалари тадқиқотининг нур-
оптикавий методологияси 3

Бахрамов Ойбек Бахтиярович

Светооптическая методология исследования структуры и свойств
строительных материалов 21

Bakhramov Oybek Bakhtiyarovich

Light-optical methodology of research of structure and parameters of
buildings materials 39

Список опубликованных работ

Эълон қилинган ишлар рўйхати
List of published works..... 45

**ТОШКЕНТ-АРХИТЕКТУРА ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ,
ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ,
САМАРҚАНД ДАВЛАТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ ВА
НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.Т.11.01 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ-АРХИТЕКТУРА ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ

БАХРАМОВ ОЙБЕК БАХТИЯРОВИЧ

**ҚУРИЛИШ МАТЕРИАЛЛАРИ СТРУКТУРАСИ ВА ХОССАЛАРИ
ТАДҚИҚОТИНИНГ НУР-ОПТИКАВИЙ МЕТОДОЛОГИЯСИ**

05.09.05 – Қурилиш материаллари ва буюмлари

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент–2017

Техника фанлари бўйича докторлик (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2017.2.DSc/Т.132 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент-архитектура қурилиш институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.taqi.uz) ва «ZiyoNet» Ахборот таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи: **Самигов Нигматджан Абдурахимович**
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар: **Ходжаев Саидаглам Аглоевич**
техника фанлари доктори, профессор
Тулаганов Абдукабул Абдунабиевич
техника фанлари доктори, профессор
Талипов Нигматулла Хамидович
техника фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот: **Тошкент темир йўл муҳандислари институти**

Диссертация ҳимояси Тошкент-архитектура қурилиш институти, Тошкент темир йўл муҳандислари институти, Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институти ва Наманган муҳандислик-қурилиш институти ҳузуридаги DSc.27.06.2017.т.11.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2017 йил «_____» декабрь соат_____⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 100011, Тошкент, Навоий кўчаси, 13-уй. Тел.:(998 71) 241-10-84; факс: (998 71) 241-80-00, e-mail: taqi_atm@edu.uz).

Диссертация билан Тошкент архитектура қурилиш институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№1 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100011, Тошкент, Навоий кўчаси, 13-уй. Тел.:(998 71) 244-63-30; факс: (998 71) 241-80-00, e-mail: taqi_atm@edu.uz.

Диссертация автореферати 2017 йил « _____ » декабр куни тарқатилди.
(2017 йил « _____ » декабр _____ рақамли реестр баённомаси.)

Х.А. Акрамов
Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

Ш.Р. Низамов
Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш илмий котиби, т.ф.н., профессор

С.А. Ходжаев
Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш қошидаги илмий семинар раиси, т.ф.д., профессор

КИРИШ (докторлик диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Ҳозирда жаҳоннинг ривожланган давлатлари қурилиш амалиётида фан ва техниканинг янги, охириги босқичидаги технология ва услубларини ишлаб чиқишга катта эътибор берилмоқда. Шу жиҳатдан, жумладан қурилиш соҳасида янги турдаги экологик материаллардан фойдаланиш, энергия тежамкор технологияларни самарали қўллаш, янги қурилиш материаллари ва уларнинг диагностикасини такомиллаштириш ва бу орқали бино ва иншоотларнинг физикавий ҳолатини ҳамда уларнинг хавфсизлигини таъминлаш масалалари етакчи ўринни эгаллайди. Бу борада, дунёнинг ривожланган мамлакатларида маълум ютуқларга эришилган бўлиб, бино ва иншоотларни қуриш, уларнинг мустаҳкамлик ва барқарорлигини таъминлаш, бинолар ҳолати диагностикаси, санацияси ва мониторинги учун конструктив ечимларни ишлаб чиқишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда қурилиш материалларининг янги хоссаларини такомиллаштириш, уларнинг вақт бўйича бардошлилиги, ҳар хил иқлим шароитига таъсирчанлигини ҳисобга олган ҳолда диагностик натижалар асосида янги турдаги экологик материалларни ишлаб чиқишга йўналтирилган илмий-тадқиқотлар муҳим вазифалардан бири бўлиб қолади. Бу йўналишда, қурилиш материаллари ҳамда бино ва иншоотларнинг, жумладан архитектура ёдгорликлари деворлари ва пойдеворларининг физик-кимёвий хоссаларини катта аниқликда тадқиқот ўтказиш учун янги диагностик усулларни ишлаб чиқиш кабилар муҳим аҳамият касб этади.

Республикамиз мустақилликка эришгач янги қурилиш материалларини яратиш ва уларнинг хоссаларини диагностикаси соҳасида кенг қамровли чоратadbирлар амалга оширилди. Бу борада композицион қурилиш материалларини оптимал таркиблар билан яратишда, уларнинг амалиётда қўлланилишида, жумладан архитектура ёдгорликларининг диагностикаси ва санациясида катта натижаларга эришилди. Шу билан бир қаторда янги қурилиш материалларини яратиш ва уларнинг физик-кимёвий диагностика услубларини янада такомиллаштириш зарурий омиллардан биридир. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «...ишлаб чиқаришга энергия тежайдиган технологияларни кенг жорий этиш,...Ўзбекистонга янги технологияларни олиб кириш... янги технологияларни яратиш...»¹ юзасидан вазифалар белгилаб берилган. Мазкур вазифаларни амалга ошириш, жумладан қурилишда янги нур-оптикавий диагностик усулларни ишлаб чиқиш ва улар ёрдамида бино ва иншоотлар, архитектура ёдгорликларининг физик-кимёвий ҳолатини аниқлаш, уларнинг диагностика мониторингини олиб бориш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» Фармони, 2016 йил 21 октябрдаги ПҚ-2639-сон «2017-2021 йилларда қишлоқ жойларда янгиланган намунавий лойиҳалар бўйича арзон уй-жойлар қуриш дастури тўғрисида»ги Қарори, Вазирлар Маҳкамасининг 2016 йил 3 августдаги 251-сон «2016-2017 йилларда жисмоний ва юридик шахсларга тегишли бўлган кўчмас мулк объектларини тўла инвентаризациядан ўтказиш тўғрисида»ги Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли барча меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг П.2.4. «Қурилиш, архитектура, сейсмик барқарорлик» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи². Янги қурилиш материалларини яратиш, қурилиш материалларининг диагностикасида намлик ва тузларни тадқиқот этиш бўйича турли усулларни ишлаб чиқишга йўналтирилган илмий изланишлар жаҳоннинг етакчи илмий-тадқиқот марказлари ва олий таълим муассасалари, жумладан Stanford University (АҚШ), Lehmzentrum, Dachverband Lehm (Германия), Universitaet Bauhaus Weimar (Германия), Technische Universitaet Wien (Австрия), University Nagoya (Япония), National technologies institut of Kumoh (Жанубий Корея), Москва давлат қурилиш университети, Новосибирск давлат архитектура-қурилиш университети (Россия), Тошкент архитектура-қурилиш институтида (ТАҚИ, Ўзбекистон) ушбу йўналишда кенг қамровли илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

Янги қурилиш материалларини яратишда ва такомиллаштиришда уларнинг янги хоссаларини ўрганиш жаҳон илмий марказларида олиб борилган тадқиқотлар натижасида, жумладан, қуйидаги илмий натижалар олинган: мустаҳкам, вақт бўйича барқарор қурилиш материаллари, уларнинг физикавий хоссаларини аниқ ўлчайдиган диагностик усуллари (Universitaet Bauhaus Weimar, Германия), бино ва иншоотларнинг санация усуллари ишлаб чиқилган (Hochschule Wismar, Германия), сенсорлар ёрдамида биноларни намланиши диагностикаси усули яратилган (Stutgarter Universitaet, Германия), юқори ҳароратда ишлайдиган керамик-катализаторлар ишлаб чиқилган (Fraunhofer Institut fuer Physik, Германия), тузли сувларга бардошли мустаҳкам полимер бетон ишлаб чиқилган (Heidelberger Zement, Германия), қурилиш материалларининг структураси ва хоссалари тадқиқотининг нур-оптикавий методологияси яратилган (Тошкент архитектура-қурилиш институти, Ўзбекистон).

² Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шарҳи Kupfer, K.: Moderne Meßverfahren und Geräte zur Materialfeuchtemessung. 10. Aquametrie 2010, September 2010, BAM, Berlin; Venzmer, H.: Praxishandbuch Mauerwerksanierung von A bis Z, 2010, Verlag Bauwesen Berlin; Stark, J., Wicht, B.: Zement und Kalk: Der Baustoff als Werkstoff, Hrsg. F.A.Finger-Institut für Baustoffkunde, Bauhaus-Universität Weimar, Basel, Berlin: 2009 ва бошқа манбалар асосида ишлаб чиқилган.

Дунёда қурилиш материаллари диагностикаси ва фундаментал илмий-изланишлар соҳасида материалларни тадқиқот қилиш усулларини такомиллаштириш бўйича қатор, жумладан, қуйидаги устувор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда: бино ва иншоотларнинг физик-кимёвий ҳолатини, жумладан юқори тебранишли резонанс сенсорлари, дистанцион керамик сиғимли намлик сенсорлари ёрдамида тадқиқот қилиш; тузлар таъсирига боғлиқ бўлмаган ҳолда намликни ўлчайдиган янги турдаги намлик сенсорларни ишлаб чиқиш; қурилиш материаллари ғовақларининг электрон микроскопик диагностикасини такомиллаштириш; қурилиш материаллари ғовақларида капиллярлар радиусининг спектрини аниқлашда юқори босимда ишловчи газ порозиметр усулларини ишлаб чиқиш; қурилиш материалларида кимёвий жараёнларни импеданс спектрометр таҳлил усулини такомиллаштириш; ЭҲМ ёрдамида қурилиш материалларининг физикавий хоссаларини ўзгаришининг мониторинг усулларини такомиллаштириш.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Қурилиш материалларининг физикавий ва кимёвий хоссалари диагностикаси, янги композицион қурилиш материалларини яратиш, экологик қурилиш материаллари билан бино ва иншоотлар санацияси каби йўналишда илмий тадқиқотлар масалалари ва муаммолари бир қатор хориж ва республикамиз олимлари: К.Капс, Й.Штарк, Х.Фишер, Л.Людвиг, Х.Шрёдер (Германия), С.Колачек, Ф.Кобосил (Чехия), В.И.Соломатов, В.М.Хрулев, А.Ф.Бурянов, Ю.М.Баженов (Россия), Э.У.Касимов, М.К. Тахиров, Н.А.Самигов, М.М.Мирахмедов, А.И.Одилходжаев, Б.Б.Хасанов, Р.Д.Тешабаев, У.Р.Жаббаров, Н.Х.Талипов, А.А.Ашрабов, Б.А.Асқаров, С.А.Ходжаев, Х.А.Ақромов, Ш.Р.Низамов, А.А.Султонов, С.С.Нигматов, М.И.Искандарова (Ўзбекистон), И.Б. Байболов, К.К.Қуатбаев, А.А.Қулебаев (Қозоғистон) ва бошқалар ишларида кўриб чиқилган ва муҳим натижаларга эришилган.

Дастлабки, қурилиш материаллари хоссалари диагностикасининг янги йўналиши бўйича Веймардаги Баухаус Университетида тадқиқотлар олиб борилган. Булар турли қурилиш материалларида ёруғлик абсорбциясини ўлчаш ва ёруғлик ўтказиш принципи асосида қурилган, намликни аниқловчи бир сегментли (бир камерали) нур-оптикавий намлик сенсори прототипи ўлчовлари бўйича фундаментал тадқиқотлардир. Бу янги усул О. Бахрамов, Н. Самигов, К.Капс томонидан яратилган ва ҳозирда ҳам улар қурилиш материаллари диагностикасида муваффақиятли қўлланилмоқда.

Дунёда оптик усуллардан фойдаланиш бўйича қуйидаги устувор йўналишларда тадқиқот олиб борилмоқда. Булар: қурилиш материали юзасининг оптик диагностикаси, оптик термография, оптик икки ўлчамли порозиметрия, газ порозиметрияси, гамма нурлар билан қурилиш материалларини диагностика усули, экспериментал тадқиқотлар асосида ёруғлик манбаи ёрдамида ТАҚИда ишлаб чиқилган нур-оптик усул янги йўналиш бўлиб, 10 йилдан бери такомиллаштирилиб келинди. Қурилиш материаллари ғовақларининг ёруғлик ўтказувчанлиги турли қурилиш материалларининг ғовақлари тадқиқоти вақтида аниқланган. Қурилиш материалларининг янги физик ёруғлик параметрлари: турли намликдаги ғовақлар ёруғлик ўтказувчанлиги, ғовақларнинг нур-оптик

узунлиги, ғовакларнинг нур-оптик ҳажми кабилар аниқланди. Қурилиш материаллари характеристикаларини нур-оптикавий усулда тадқиқ этиш дунё амалиётида кам учрайди. Бу янги усулни ва бу усул асосида ишлаб чиқилган кўп сегментли нур-оптик сенсорни ТАҚИ ходимлари ривожлантирдилар. Кўп сегментли нур-оптик сенсор, бир сегментли сенсорга нисбатан, ёруғлик сигналини юқори аниқликда ўлчаш ва натижада материаллардаги намлик таркибини сифатли диагноз қилиш имконини беради. Кўп сегментли сенсор турли ғовакли материаллар сегментларига эга бўлиб, бу турли қурилиш объектларининг характеристикаларига қарамасдан, аниқ натижалар олиниши учун имкон яратади.

Тадқиқотнинг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент архитектура-қурилиш институти илмий-тадқиқот ишлари режасининг, ИОТ-2014-8-2 «Ўзбекистон архитектура ёдгорликлари деворларида намлик ва тузлар таркиби диагностикаси ва характеристикаси, ҳамда санацион режани ишлаб чиқиш» (2014-2015), Ф-4-50 «Композицион қурилиш материалларини яратилишининг полиструктура асосларини ривожлантириш» бўйича (2012-2016) ва ОТ-Ф4-73 «Мажмуавий кимёвий кўшимчалар билан янги авлод энергия тежовчи бетонлар яратишнинг назарий асослари» (2017-2020) лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади қурилиш материалларининг физикавий хоссаларини тадқиқ этишда нур-оптикавий методологиясининг яратилиши ва янги кўп сегментли нур-оптик сенсорларини такомиллаштиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

нур-оптикавий усулларни таҳлил қилиб, янги нур оптикавий методологиясини яратиш;

қурилиш материаллари структураси ва хоссаларини ўрганишда янги кўп сегментли нур-оптик сенсорлар ишлаб чиқиш;

нур-оптикавий намликни ўлчаш усулини турли қурилиш материалларини тадқиқ қилиб такомиллаштириш;

турли қурилиш материалларида нур-оптик сенсорлар ёрдамида намлик тадқиқотини ўтказиш;

нур оптикавий намлик sensori ёрдамида Ўзбекистондаги архитектура ёдгорликлари биноларининг девори ва фундаментида намлик мониторингини ўтказиш;

нур-оптикавий усул ёрдамида сув боғлиқлиги селекциясини тадқиқот этиш (эркин сув, капилляр сув, кимёвий боғланган сув).

Тадқиқотнинг объекти сифатида Ўзбекистон архитектура ёдгорликлари девор ва пойдеворлари ва қурилиш материаллари: ғишт, қумтош, гипс эстрих, цемент қоришма олинган.

Тадқиқотнинг предмети намликни ўлчовчи кўп сегментли ёруғлик-оптик сенсорлар, қурилиш материали песчанник, мультиметр, ўзгарувчан ва ўзгармас ток манбалари ва бошқа асбоблар ташкил қилади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида қурилиш материалларида намликни ўлчашнинг гравиметрик, нур-оптикавий ва электр усуллари қўлланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

қурилиш материаллари ғовакларининг структураси ва капиллярлар радиусининг спектрини шу ғоваклардан ўтувчи нур трансмиссияси асосида тадқиқ этувчи қурилиш материаллари структурасининг янги диагностика усули ишлаб чиқилган;

қурилиш материалларининг янги нур-оптик характеристикаларини олиш учун нур-оптикавий усул ишлаб чиқилган ва бу усулда қурилиш материалларининг янги физикавий параметрлари - ёруғлик абсорбцияси коэффициенти, махсус нур-оптикавий ғовак ҳажми, қурилиш материаллари сиртидаги махсус нур-оптикавий ғовак узунлиги, капиллярлардаги сув ҳаракатининг фронтал ва тўйиниш тезликлари аниқланган;

гипс-эстрих ва цемент қоришмаси каби қурилиш материалларидаги сувнинг боғлиқлик турларини нур абсорбциясини қайд қилиш асосида аниқлаш усули яратилган;

қурилиш материалларидаги эркин сувларнинг кимёвий боғланган сувга ўзгариши вақтини нур-оптикавий намлик сенсори ёрдамида катта аниқликда қайд қилиш усули ишлаб чиқилган;

илк бор қурилиш материалларини намлигини нур трансмиссияси асосида ўлчовчи кўп сегментли нур-оптик намлик сенсори ихтиро этилган ва бу асосда қурилиш материаллар намлигини туз ва ҳароратга боғлиқ бўлмаган ҳолда гравиметрик сув миқдорида олинган корреляция боғлиқлиги аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижаси қуйидагилардан иборат:

архитектура ёдгорликлари биноларининг девор ва пойдеворида нам ва туз диагностика мониторинги ўтказилиб, ёдгорликлар деворларининг намлик ва тузлар миқдори катта аниқликда ўлчанди;

архитектура ёдгорликлари биноларининг девор ва пойдеворида нам ва туз диагностика мониторинги ўтказилиб, архитектура ёдгорликлари биноларининг санация усули ишлаб чиқилди;

гипс-эстрих ва цементли қоришманинг қотғунича ва қотганидан сўнг, улардаги намлик миқдорини нур-оптик сенсорлари ёрдамида ўлчаб, қотиш жараёнида химиявий боғлиқ сувларнинг пайдо бўлиш вақтини аниқлаш усули яратилди.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Натижаларнинг ишончлилиги тадқиқотларнинг замонавий услуб ва воситалардан фойдаланган ҳолда ўтказилганлиги, қурилиш меъёр ва қоидалари асосида амалга оширилганлиги, назарий ва экспериментал тадқиқотларнинг ўзаро мутаносиблиги, назарий ва экспериментал олинган муҳим натижаларни амалиётга жорий қилинганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқотларнинг илмий аҳамияти қурилиш материалларининг нур-оптик характеристикалари тадқиқоти бўйича янги нур-оптикавий услубият ишлаб чиқилди ва бу услубият усуллари билан янги қурилиш параметрлари топилди,

жумладан қурилиш материаллари нур абсорбцияси коэффициентлари, махсус нур-оптикавий ҳажм, қурилиш материаллари сиртидаги махсус нур-оптикавий узунлик, ғовакларда фронтал ва тўйдирилган сув ҳаракати тезликлари.

Тадқиқотларнинг амалий аҳамияти, булар намликни ўлчовчи янги кўп сегментли нур-оптик сенсорлар ёрдамида турли қурилиш материалларида тадқиқот ўтказилди, бу сенсорлар ёрдамида архитектура ёдгорликлари биноларида намлик мониторинги ўтказилди.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Қурилиш материалларини янги нур-оптикавий диагностика усули бўйича олинган натижалар асосида:

11 та Ўзбекистон архитектура ёдгорлик биноларининг (Самарқандда 3 та, Хивада 3 та, Бухорода 3 та ва Шаҳрисабзда 2 та) физик-кимёвий ҳолатини аниқлашда туз ва намлик диагностик тадқиқоти, жумладан рентген дифрактометр, ҳароратга боғлиқ бўлмаган ҳолда янги нур-оптик намлик сенсорли диагностика усуллари Маданият вазирлигининг Архитектура ёдгорликларини сақлаш илмий-ишлаб чиқариш бош бошқармаси тасарруфидаги архитектура ёдгорликларида жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Маданият вазирлигининг 2017 йил 12 декабрдаги 01-11-04-6346-сон маълумотномаси; Ўзбекистон Архитектура ёдгорликларини сақлаш илмий-ишлаб чиқариш бош бошқармасининг 2015 йил 24 июлдаги далолатномаси). Натижада архитектура биноларининг физик-кимёвий ҳолати тадқиқотлари асосида катта аниқликда девор ва пойдеворлардаги туз ва намлик миқдорини аниқлаш имконини берган;

6 та Ўзбекистон архитектура ёдгорлик биноларининг (Кўқонда 2 та, Тошкентда 3 та ва Зангиотада 1 та) физик-кимёвий ҳолатини аниқлашда туз ва намлик диагностик тадқиқоти, жумладан рентген дифрактометр, инфрақизил спектрометрли диагностика усуллари Маданият вазирлигининг Архитектура ёдгорликларини сақлаш илмий-ишлаб чиқариш бош бошқармаси тасарруфидаги архитектура ёдгорликларида жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Маданият вазирлигининг 2017 йил 12 декабрдаги 01-11-04-6347-сон маълумотномаси; Ўзбекистон Архитектура ёдгорликларини сақлаш илмий-ишлаб чиқариш бош бошқармасининг 2014 йил 6 ноябрдаги далолатномаси). Натижада биноларнинг ҳолатидан келиб чиққан ҳолда кўрилаган чора-тадбирлар асосида социал самара-архитектура ёдгорликларининг умрбоқийлигини ошириш имконияти яратилган;

қурилиш материалларининг янги физикавий параметрлари—ёруғлик абсорбцияси коэффициентлари, махсус нур-оптикавий ғовак ҳажми, қурилиш материаллари сиртидаги махсус нур-оптикавий ғовак узунлиги, капиллярлардаги сув ҳаракатининг фронтал ва тўйиниш тезликлари аниқлаш усули Маданият вазирлигининг Архитектура ёдгорликларини сақлаш илмий-ишлаб чиқариш бош бошқармаси тасарруфидаги архитектура ёдгорликларида жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Маданият Вазирлигининг 2017 йил 12 декабрдаги 01-11-04-6347-сон маълумотномаси; Ўзбекистон Архитектура ёдгорликларини сақлаш илмий-ишлаб чиқариш бош бошқармасининг 2014 йил 6 ноябрдаги далолатномаси). Натижада шу асосда қурилиш материаллари маълумотномасида янги нур-оптикавий параметрлар бўлимини киритиш имкони яратилган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари, жумладан 7 та халқаро ва 6 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича 48 та илмий иш чоп этилган, шулардан, 4 та монография, Олмонияда нашр қилинган 1 та «А дан Я гача деворлар санацияси» энциклопедияси, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий журналларда 48 та мақола, жумладан, 16 таси хорижий ва республика журналларида нашр қилинган.

Диссертациянинг ҳажми ва тузилиши. Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 197 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида бажарилган диссертация тадқиқотининг долзарблиги ва зарурияти асосланган, мақсад ва вазифалар шакллантирилиб, тадқиқотларнинг объект ва предметлари келтирилган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикасида фан ва технологияларнинг тараққиётини устувор йўналишларга мослиги, олинган натижаларнинг илмий янгилиги ва илмий-амалий аҳамияти, уларни қурилиш амалиётида қўлланилганлиги ҳамда тадқиқот натижаларининг нашри ва диссертациянинг тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Ғовакли қурилиш материаллари характеристикаси**» деб номланган биринчи бобида қурилиш материалларининг ғоваклар, капиллярлар катталиги ва уларнинг турлари каби параметрлари характеристикалари келтирилган. Шунингдек, ғовакларда юзага келувчи жараёнлар, жумладан капиллярларда намлик ҳаракати, электроосмос жараёнлари ифодаланган. Қурилиш материаллари ғовакларида фундаментал нур-оптик тадқиқотида қўлланилган қурилиш материалларининг синов намуналари характеристикаси ҳам келтирилган.

Диссертациянинг «**Илмий тадқиқотларнинг нур-оптикавий методологияси**» деб номланган иккинчи бобида ишлаб чиқилган янги нур-оптикавий услубият ифодаланган. Қурилиш материалларининг нур-оптик хоссаларини ўлчаш дастлаб қурилиш материалларининг нур-оптикавий ёруғлик абсорбциясини аниқлаш усули ишлаб чиқилган. Намликни аниқлайдиган нур-оптикавий усул билан электр усули ўртасида таққослаш таҳлили келтирилган. Кейинчалик ҳар хил услубий ёндашиш асосида топилган бошқа нур-оптикавий усуллар, жумладан қурилиш материаллари намлигини ўлчаш бўйича, ғовакларлардаги намлик транспортировкаси тезлигини ўлчаш бўйича, қурилиш материалларида очиқ ғовакларнинг махсус нур-оптик ҳажми ва махсус нур-оптик узунлигини аниқлаш бўйича ва қурилиш материалларида сув боғлиқлигининг селекциясини аниқлаш бўйича усул ишлаб чиқилгандан сўнг, нур-оптикавий услубият ишлаб чиқилган (1-расм).



1-Расм. Нур-оптикавий методология классификацияси

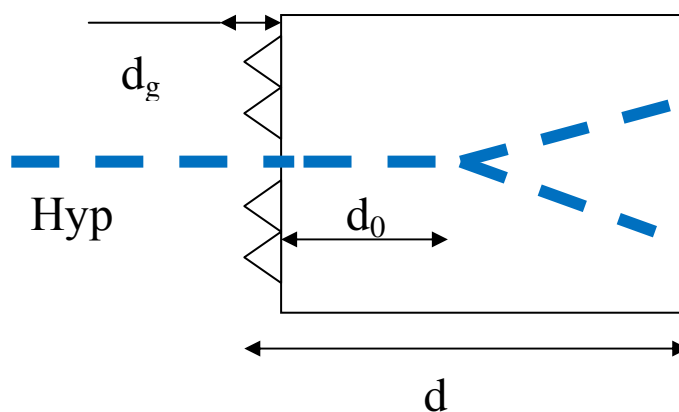
Бириинчи изланишларда ёруғлик кучининг, E , қурилиш материалда нур ютилувчанлигини (1) билан ифодаланган эди. Бу ерда α нур ютилиш

коэффициенти. Нур-оптикавий тадқиқот натижалари таҳлили шуни кўрсатдики, формуладаги d материал қалинлигини ҳар хил қалинликлар, эффектив- d_0 ва материал юзасидаги ғадирлик қалинлиги- d_g , мажмуаси сифатида кўриш керак (2) (2-расм).

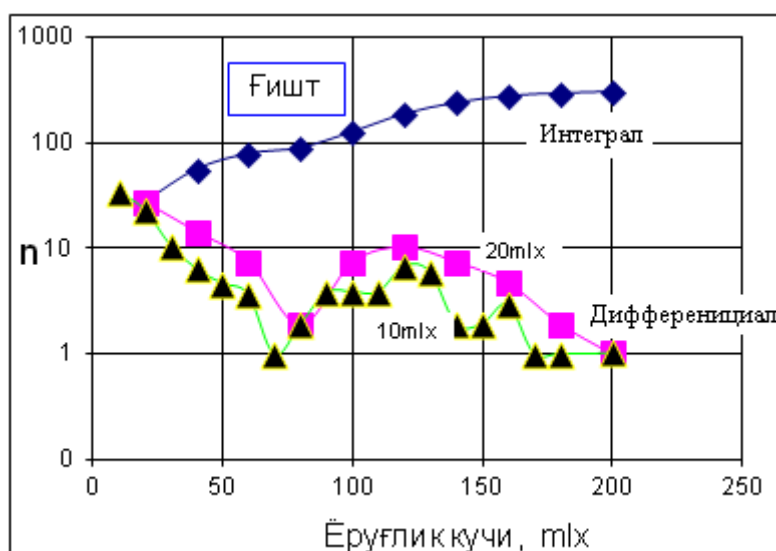
Қурилиш материалларида нурларнинг ғоваклардаги капилляр тешикларидан ўтиши, бу материалларда нур-оптикавий порозиметрия усулини яратилишига имкон беради. 3-расмда ғиштнинг нур-оптикавий порозиметрия натижаси берилган.

$$E = E_0 \cdot e^{-\alpha \cdot d} \quad (1)$$

$$d = d_0 + d_g \quad (2)$$



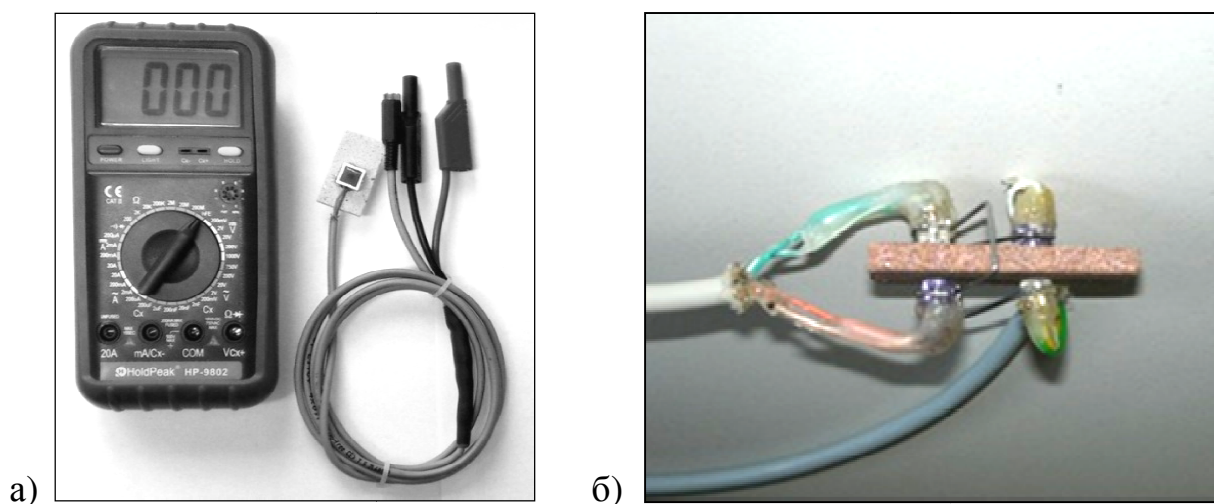
2-расм. Нур-оптикавий материал қалинлиги



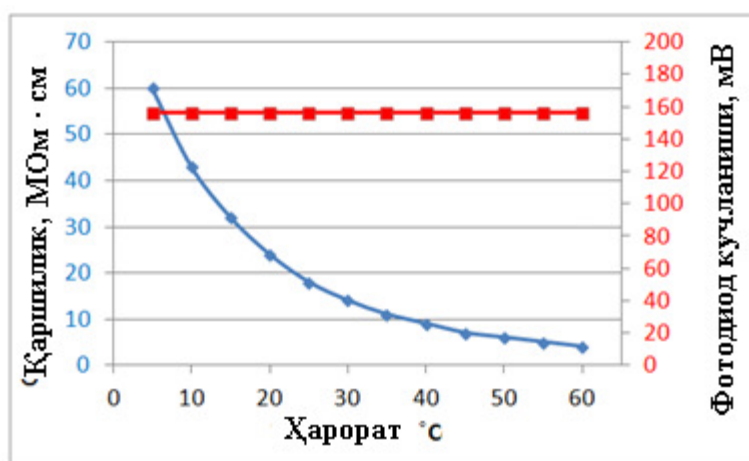
3-расм. Ғиштнинг нур-оптикавий порозиметрия натижаси

Диссертациянинг «Кўп сегментли нур-оптик намликни ўлчовчи сенсор» деб номланган учинчи боби бино деворларида ва қурилиш материалларида

намликни ўлчаш учун намликни ўлчовчи янги нур-оптик сенсорини яратиш ва такомиллаштириш ишларига бағишланган (4-расм). Германияда патентланган нур-оптик сенсор ТАҚИда мажмуавий кўп сегментли намликни ўлчовчи сенсор сифатида мукамаллаштирилган бўлиб, унинг мажмуавийлиги намликни бир неча усул билан ўлчашидадир. Бошқа сенсорлар билан таққослаганда, унинг асосий афзалликлари – бу туз таркибига ва ғоваклардаги ҳароратга боғлиқ эмаслиги, сенсорларнинг кимёвий нейтрал хусусияти ва узоқ муддатли мониторингга мўлжалланганлиги, ихчам ва барқарорлигидадир. 5-расмда сувнинг электр қаршилиги билан унинг нур-трансмиссиясининг ҳароратга нисбатан олинган натижалари келтирилган. Бу диаграммада нур-оптик усулда олинган натижаларнинг, яъни нур трансмиссиясининг ҳароратга боғлиқ эмаслиги яққол кўриниб турибди.



4-расм. Нур-оптикавий намликни ўлчовчи сенсор (ННВ) ва мультиметр (а), кўп сегментли намлик ННВ сенсорининг бош қисми



5-расм. Сувнинг электр қаршилиги билан унинг нур-трансмиссиясини солиштириш

Диссертациянинг «Ўзбекистондаги архитектура ёдгорликлари тадқиқоти» деб номланган тўртинчи бобда физик-кимёвий усуллардан фойдаланилган

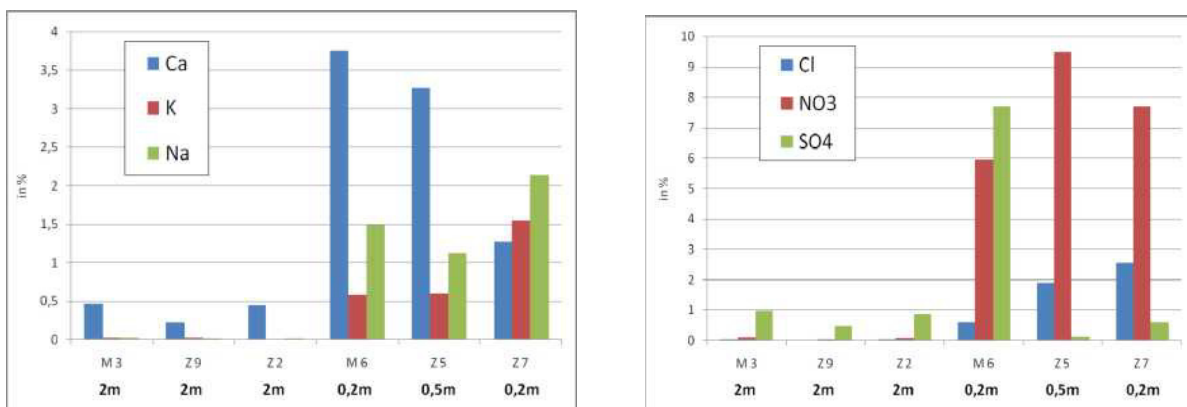
ҳолда Ўзбекистон архитектура ёдгорликлар деворларидаги намликни ва туз диагностикаси тадқиқоти натижалари келтирилган. Ушбу диссертацияда физикавий (ультратовуш, нур-оптикавий, адгезиметрик) ва физик-кимёвий (дифференциал термоанализ, рентгенфазавий анализ, электрон микроскопия) изланиш усуллари қўллаб, девор ва пойдеворлар қурилиш материаллари, жумладан ғишт, гипс-эстрих ва цементли қоришмалар диагностикаси олиб борилди. 6-расмда «Абулқосим» мадрасасининг деворидан намуна олиниши ва 7-расмда «Абулқосим» мадрасасининг деворлардаги тузлар ва намлик таҳлили келтирилган. 8-расмда объектлардаги нур-оптикавий сенсор сигнали (а) ва намлик М% (б) келтирилган.

17 та Ўзбекистон архитектура ёдгорлик биноларининг (Самарқандда 3 та, Хивада 3 та, Бухорода 3 та, Шаҳрисабзда 2 та, Қўқонда 2 та, Тошкентда 3 та ва Занги-Отада 1та) физик-кимёвий ҳолатини аниқлашда туз ва намлик диагностика тадқиқоти, жумладан рентген дифрактометри, ҳароратга боғлиқ бўлмаган ҳолда янги нур-оптик намлик sensori ва инфрақизил спектрометри ёрдамида ўтказилган (Ўзбекистон Республикаси Маданият Вазирлигининг 2017 йил 12 декабрдаги 01-11-04-6346 ва 01-11-04-6347 сонли маълумотномалари ва Ўзбекистон архитектура ёдгорликларини сақлаш илмий ишлаб чиқариш Бош бошқармасининг 06.10.2014 ва 24.07.2015 йиллардаги далолатномалари). Натижада архитектура ёдгорликлари биноларининг физик-кимёвий ҳолати тадқиқотлари асосида катта аниқликда девор ва пойдеворлардаги туз ва намлик миқдори аниқланган. Биноларнинг бу ҳолатидан келиб чиққан ҳолда кўрилган чора-тадбирлар асосида социал самара - архитектура ёдгорликларининг умрбоқийлиги ошишига имкон беради.

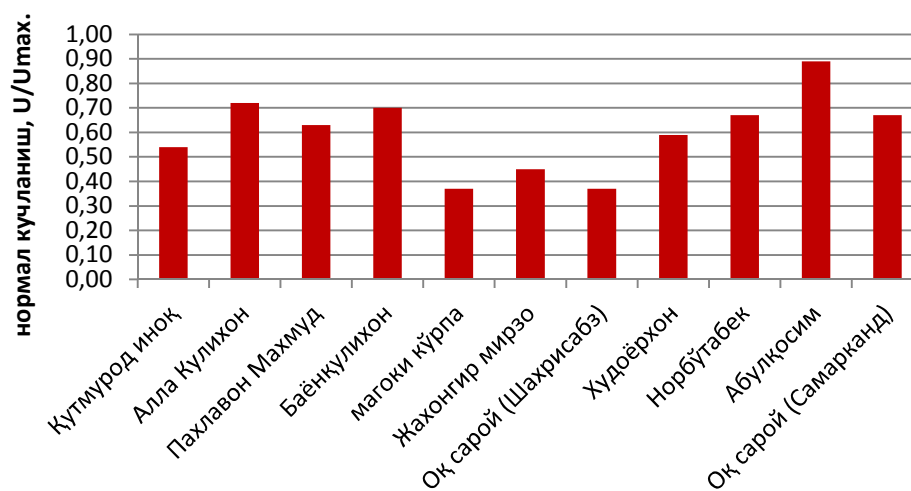


6-расм. «Абулқосим» мадрасасининг деворидан намуна олиниши

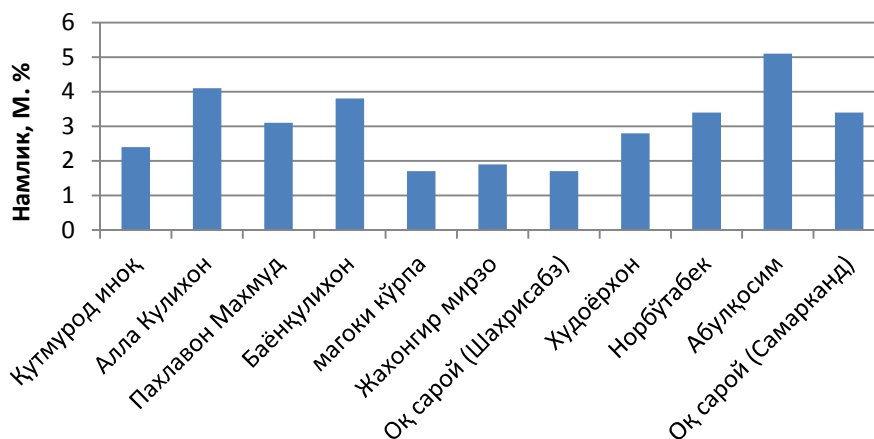
Диссертациянинг «**Нур-оптикавий сенсорлари билан лаборатория тадқиқотлари**» деб номланган бешинчи бобида қурилиш материалларида, жумладан «Девор» модели, гипс-эстрих, цемент қоришма устидан нур-оптик тадқиқотлар, Гера шаҳаридаги (Германия) ўқув марказидаги амалиётга яқин шароитда илмий тадқиқотларнинг натижалари келтирилган.



7-расм. Олинган тузлар таҳлили



а)



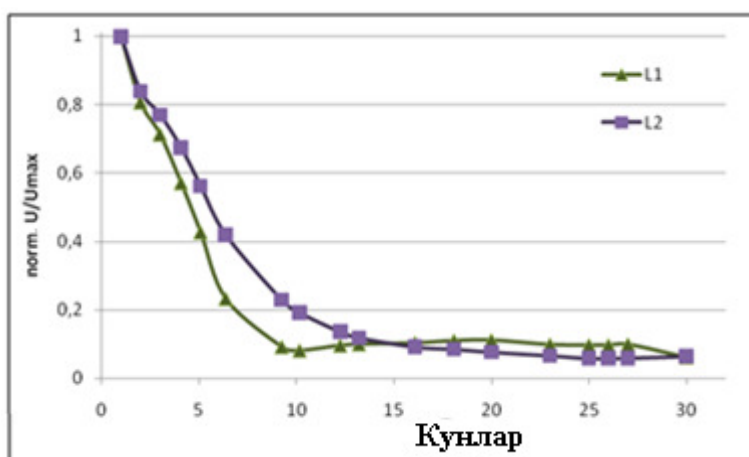
б)

8-расм. Объектлардаги нур-оптикавий сенсор сигнали (а) ва объектлардаги намлик М% (б)

Гипс-эстрих устидаги тадқиқотларда янги нур-оптик усул ёрдамида, гипс-эстрихдаги сув миқдори ўрганилганлиги баён қилинган. Шунингдек, материал намлиги ва ёруғлик абсорбцияси орасидаги боғлиқлик ҳамда намликни йўқотишнинг вақтга боғлиқлиги тадқиқ қилинган. Бу нур-оптик усул намликни ўлчашнинг бошқа усуллари билан таққослаганда афзалликларга эга. Бу усул

асосида ишлаб чиқилган намликни ўлчовчи нур-оптик сенсор ғоваклардаги туз таркиби ва намлик ҳароратига боғлиқ бўлмаган ҳолда қурилиш материалларидаги намлик мониторингини амалга оширишга имкон беради.

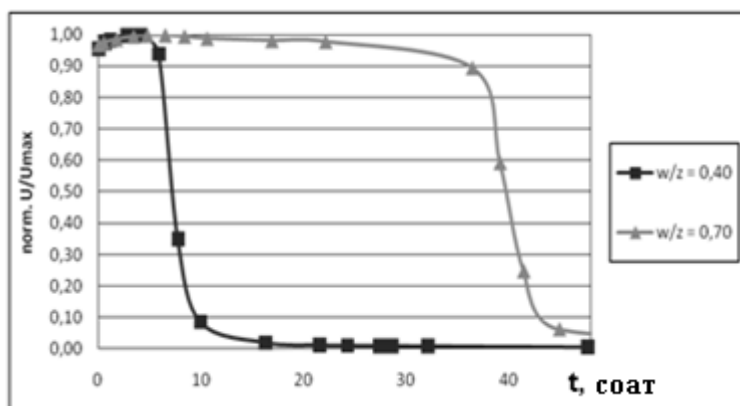
9-расмда гипс-эстрихда нур-оптик сенсорларининг фотодиоди кучланишининг вақтга боғлиқ диаграммаси кўрсатилган. Диаграмма шуни кўрсатадики, нур-оптик сенсорлар сув миқдорининг ҳар хил баландликда ҳар хил ўзгаришини кўрсатди. Юқорида жойлашган сенсор қуйида жойлашган сенсорга нисбатан кўпроқ сув йўқотишини кўрамыз. Қотиш жараёнида содир бўладиган реакция қуйидагича (3).



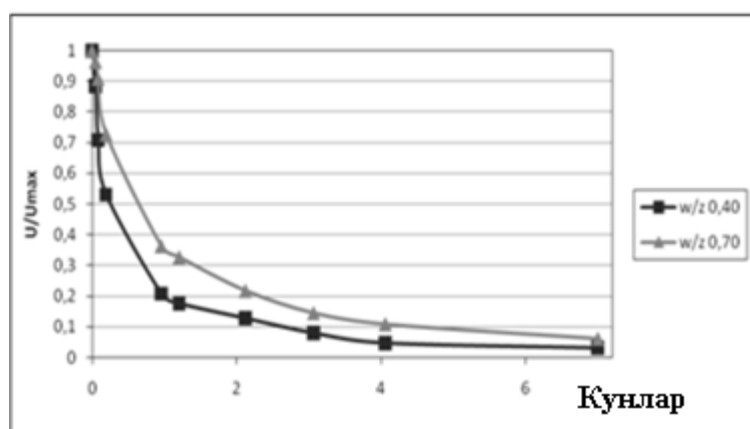
9-расм. Гипс-эстрихда нур-оптик сенсорларининг фотодиоди кучланишининг вақтга боғлиқ диаграммаси

Нур-оптикавий намлик сенсорлари ёрдамида цемент қоришмасининг гидратацияси ва қотиши вақтидаги материал намлиги ва ёруғлик абсорбцияси орасидаги боғлиқлик, сув боғлиқлик турларининг ўзгариши ва уларнинг селекцияси ўрганилди. Янги усул ёрдамида, шунингдек намликни йўқотишнинг вақтга боғлиқлик тадқиқоти ўтказилди. 10-расмда ҳар хил сув/цемент нисбатли цемент қоришма қотишининг вақт давомида нур-оптик сенсор фотодиодининг нормалаштирилган кучланишининг ўзгариши кўрсатилган.

11-расмда ҳар хил сув/цемент нисбатли цемент қоришмаларининг қайта қотгандан кейин вақт давомида нур-оптик сенсор фотодиодининг нормалаштирилган кучланишининг ўзгариши кўрсатилган. 12-расмда нур-оптик сенсорининг калибровка диаграммаси (сув/цемент = 0,7) кўрсатилган.



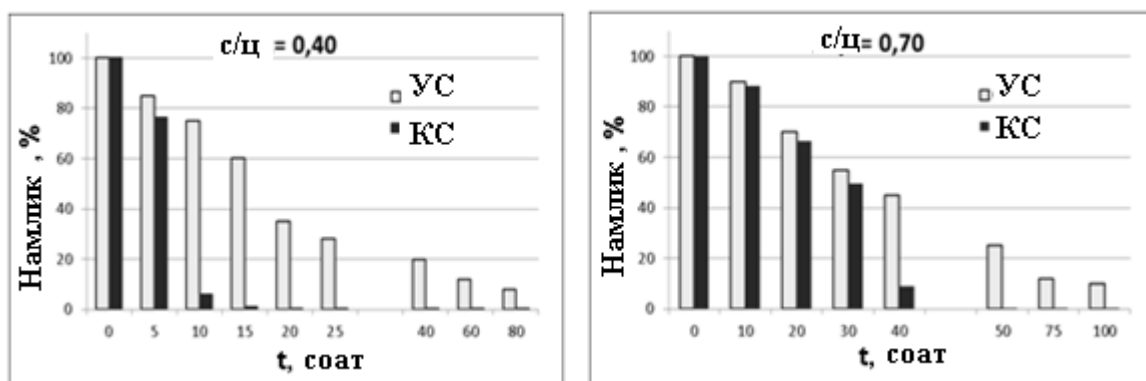
10-расм. Ҳар хил сув/цемент нисбатли цемент қоришма қотишининг вақт давомида нур-оптик сенсор фотодиодининг нормалаштирилган кучланишининг ўзгариши



11-расм. Намлик ҳар хил С/Ц турдаги цемент қоришманинг қайта қотгандан кейин вақт давомида нур-оптик сенсор фотодиодининг нормалаштирилган кучланишининг ўзгариши

Шунингдек, цемент қоришмасидаги сув боғлиқлиги турлари (кимёвий, эркин, капилляр) селекцияси тадқиқоти ҳам ўтказилди. Тадқиқотлар илк бор цемент қоришмасининг қотиши ва бу қоришманинг қотгандан сўнг қайта намлантирилиб, намлигини йўқотиш вақтида олинган натижалар сувнинг боғлиқлигини селекциялаш имконини кўрсатди (12-расм).

Гидратация вақтида кимёвий реакциялар турли тезликда ва турли давомийликда содир бўлади. Бундай тадқиқотларда намлик сенсорларидан фойдаланиш кимёвий реакцияларнинг ўтиш жараёналарига янги интерпретациясини яратилишига асос бўлиб қолади. 12-расмда цемент қоришмасининг гидратация ва қотиш жараёнида қоришмадаги умумий сув миқдори (УС) билан эркин, капилляр сув миқдори (КС) таққосланиши кўрсатилган.



12-расм. Цемент қоришмасининг қотиш жараёнида намунадаги умумий сув миқдори (УС) билан эркин, капилляр сув миқдори (КС)

ХУЛОСА

«Қурилиш материаллари структураси ва хоссалари тадқиқотининг нур-оптикавий методологияси» мавзусидаги докторлик диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар асосида қуйидаги хулосалар келтирилган:

1. Қурилиш материалларининг физикавий хоссаларини тадқиқоти учун нур-оптикавий методология ишлаб чиқилди. Бу методология ёруғлик абсорбциясини аниқлаш бўйича тадқиқотларнинг нур-оптикавий усулни, қурилиш материаллари намлигини ўлчаш бўйича нур-оптикавий усулни, ғовак капиллярлардаги намлик ҳаракати тезлигини ўлчаш бўйича усулни, қурилиш материалларида очик ғовакларнинг махсус нур-оптик ҳажми ва махсус нур-оптик узунлигини аниқлаш бўйича усулни ва қурилиш материалларида сув боғлиқлиги турларининг селекциясини ўрганиш усули каби усулларни ўз ичига қамрайди.
2. Қурилиш материалларининг янги физикавий хоссалари тадқиқ этилди ва янги параметр сифатида материал маълумотномасига киритилди. Булар қуйидагилар:
 - ёруғлик абсорбцияси коэффиценти;
 - махсус нур-оптик ғовак ҳажми;
 - махсус нур-оптик ғовак узунлиги;
 - капиллярлардаги сув ҳаракатининг фронтал ва тўйиниш тезликлари.
3. Нур-оптикавий порозиметрия яратилди. Ушбу усул билан ғовакларнинг структураси ва уларнинг бир-бирига боғлиқлигини ёруғлик қайд этувчи камерада, жумладан сонли фотокамера, сонли видеокамера билан регистратсия қилинган. Натижада катта аниқликда ғовакларнинг бир-бирига боғлиқлигини ва ғовакнинг радиуси тақсимоти таҳлил усули яратилган.
4. Янги кўп сегментли нур-оптик намликни ўлчовчи сенсорлар ишлаб чиқилди. Бу бир сегментли нур-оптик сенсорининг такомиллаштирилган прототип тури бўлиб, қурилиш материалларидаги намликни янада аниқ

ўлчаши ва бу билан материалларнинг физикавий хоссалари диагностикаси усулида аниқ натижалар олинишига хизмат қилади.

5. 17 та Ўзбекистон архитектура ёдгорлик биноларининг (Самарқандда 3 та, Хивада 3 та, Бухорода 3 та, Шахрисабзда 2 та, Қўқонда 2 та, Тошкентда 3 та ва Занги-Отада 1та) физик-кимёвий ҳолатини аниқлашда туз ва намлик диагностик тадқиқоти, жумладан рентген дифрактометри, ҳароратга боғлиқ бўлмаган ҳолда янги нур-оптик намлик sensori ва инфрақизил спектрометри ёрдамида ўтказилган (Ўзбекистон Республикаси Маданият Вазирлигининг 2017 йил 12 декабрдаги 01-11-04-6346 ва 01-11-04-6347 сон маълумотномалари ва Ўзбекистон архитектура ёдгорликларини сақлаш илмий ишлаб чиқариш бош бошқармасининг 06.10.2014 ва 24.07.2015 йиллардаги далолатномалари). Натижада архитектура ёдгорликлари биноларининг физик-кимёвий ҳолати тадқиқотлари асосида катта аниқликда девор ва пойдеворлардаги туз ва намлик миқдори аниқланган. Биноларнинг бу ҳолатидан келиб чиққан ҳолда кўрилаган чора тадбирлар асосида социал самара - архитектура ёдгорликларининг умрбоқийлиги ошиши кузатилади.
6. Гипс-эстрих ва цементли қоришма қурилиш материалларида нур-оптик сенсор ёрдамида намликни ўлчашнинг лаборатория тадқиқотлари ўтказилди. Гипс-эстрих ва цементли қоришма қурилиш материалларининг қотгунича ва қотганидан сўнг, намликни йўқотиши жараёнини аниқланди.
7. Илк бор, қурилиш материаллари ғовақларидаги сувнинг боғлиқлик турлари нур-оптик сенсорлар ёрдамида қайд қилинди. Нур-оптикавий усул билан кимёвий боғланган сувнинг эркин, капилляр боғланган сув селекцияси аниқланди.
8. Қурилиш материалларида намликни ўлчовчи янги нур-оптикавий кўп сегментли нур-оптик намлик сенсорига Германия Федератив Республикаси патент идорасининг ихтирога патенти олинган бўлиб («Lichtoptischer Feuchte-Sensor zur Bestimmung der Mauerwerksfeuchte» № 102007049285, 2017), бу сенсор билан тадқиқотларда қурилиш материалларидаги намликни туз ва ҳароратга боғлиқ бўлмаган ҳолда гравиметрик корреляция асосида юқори аниқликда олинган.
9. Интеллектуал мулк кўмитасига янги комбинацияли кўпсегментли қурилиш материалларида намликни ўлчайдиган сенсор регистрацияга берилди. № IAP 20150371, 06.10.2015.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.27.06.2017.Т.11.01
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОМ ИНСТИТУТЕ, ТАШКЕНТСКОМ
ИНСТИТУТЕ ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА,
САМАРКАНДСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНОМ ИНСТИТУТЕ И НАМАНГАНСКОМ
ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНОМ ИНСТИТУТЕ**

ТАШКЕНТСКИЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

БАХРАМОВ ОЙБЕК БАХТИЯРОВИЧ

**СВЕТООПТИЧЕСКАЯ МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ
СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

05.09.05 – Строительные материалы и изделия

**АВТОРЕФЕРАТ ДОКТОРСКОЙ (DSc)
ДИССЕРТАЦИИ ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент – 2017

Тема диссертации доктора по техническим наукам (DSc) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за №B2017.2.DSc/Т.132

Диссертация выполнена в Ташкентском архитектурно-строительном институте.

Автореферат диссертации на трех языках (русский, узбекский, английский (резюме)) размещен на веб-странице (www.taqi.uz) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet».

Научный консультант: **Самигов Нигматджан Абдурахимович**
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Ходжаев Саидаглам Аглоевич**
доктор технических наук, профессор
Тулаганов Абдукабул Абдунабиевич
доктор технических наук, профессор
Талипов Нигматулла Хамидович
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация: **Ташкентский институт инженеров
железнодорожного транспорта**

Защита диссертации состоится «_____» декабря 2017 года в _____⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.27.06.2017.т.11.01 при Ташкентском архитектурно-строительном институте, Ташкентском институте инженеров железнодорожного транспорта, Самаркандском архитектурно-строительном институте и Наманганском инженерно-строительном институте. (Адрес: 100011, г. Ташкент, улица Навои, дом № 13 Тел.: 241-10-84; факс: (998 71) 241-80-00, e-mail: taqi_atm@edu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского архитектурно-строительного института (зарегистрирована за №2). Адрес: 100011, г. Ташкент улица Навои, дом №13. Тел.: (998 71) 244-63-30; факс: (998 71) 241-80-00, e-mail: taqi_atm@edu.uz.

Автореферат диссертации разослан « ____ » декабря 2017 года.
(реестр протокола рассылки № ____ от « ____ » декабря 2017 года.)

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

Низамов Ш.Р.
Ученый секретарь научного совета по присуждению ученых степеней, к.т.н., профессор

Ходжаев С.А.
Председатель научного семинара при научном
совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация докторской диссертации)

Актуальность и востребованность темы диссертации. Развитые страны на сегодняшний день уделяют большое внимание внедрению последних, новых достижений науки и техники, технологий и научных методов, в области строительства. В этом отношении, в частности использование в области строительства новых видов экологических материалов, эффективное использование энергосберегающих технологий, использование новых строительных материалов и усовершенствование их диагностики, и посредством этого физическое состояние зданий и сооружений, а также вопросы обеспечения их безопасности занимают ведущее место. В этой области, в развитых странах мира достигнуты определённые успехи, по выработке конструктивных решений для мониторинга и санации, диагностики состояния зданий, обеспечения их прочности и устойчивости, строительства зданий и сооружений уделяется особое внимание.

В мире одной из важных задач остаются научные исследования, направленные на производство новых видов экологических материалов учитывая усовершенствование новых свойств строительных материалов, их устойчивость во времени, влияние на них разных климатических условий на основе диагностических результатов. В этом направлении, важное значение имеет разработка новых методов диагностики для проведения с большой точностью физических и химических диагностических исследований физических свойств строительных материалов, а также зданий и сооружений, в том числе архитектурных памятников.

После приобретения независимости нашей Республикой в области создания новых строительных материалов и их диагностики осуществлены широкомасштабные мероприятия. В этом отношении, достигнуты большие результаты, в частности, в создании композиционных строительных материалов с оптимальным составом, использовании их на практике, в том числе в диагностике и санации архитектурных памятников. Следует отметить, что одним из необходимых факторов является создание новых строительных материалов и ещё большее усовершенствование научных методов проведения их физико-химической диагностики или разработка её новых методов. В стратегии Действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы, в частности определены задачи по «... внедрению в производство энергосберегающих технологий,... созданию в Узбекистане современных технологий ...»¹. Осуществление данной задачи, в частности разработка новых свето-оптических диагностических методов в строительстве и с их помощью определение физико-химических состояний зданий и сооружений, проведение их мониторинга считается одной из важнейших задач.

¹Указ Президента Республики Узбекистан «О стратегии Действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» от 7 февраля 2017 года №ПФ-4947.

Данное диссертационное исследование в определённой степени служит для осуществления задач, намеченных Указом Президента Республики Узбекистан «О стратегии Действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» от 7 февраля 2017 года №ПФ-4947, Постановление Президента РУз «О программе строительства дешёвого жилья по обновлённым типовым проектам в сельской местности на 2017-2021 годы» от 21 октября 2016 года №ПК-2639, Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан «О проведении полной инвентаризации объектов недвижимого имущества, принадлежащих юридическим и физическим лицам в 2016-2017 годах» от 3 августа 2016 года №251, а также во всех нормативно-юридических документах, касающихся этого вида деятельности.

Соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики.

Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий Республики Узбекистан (II.2.4.«Строительство, архитектура, сейсмическая устойчивость»).

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации². В создании новых строительных материалов, разработке различных методов, направленных на исследование диагностики солей и влажности строительных материалов, ведутся широкомасштабные научно-исследовательские работы ведущими мировыми научно-исследовательскими центрами и высшими учебными заведениями, в том числе Stanford University (США), Lehmzentrum, Dachverband Lehm (Германия), Universitaet Bauhaus Weimar (Германия), Technische Universitaet Wien (Австрия), University Nagoya (Япония), National technologies institut of Kumoh (Корея), Московский государственный строительный университет (Россия), Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Россия), Ташкентский архитектурно-строительный институт.

В результате исследований, проведённых в мировых научных центрах по созданию новых строительных материалов и их усовершенствованию, изучению их новых свойств получены ряд научных результатов, в том числе: прочные, устойчивые во времени строительные материалы, диагностические методы измерения физических свойств строительных материалов (Universitaet Bauhaus Weimar, Германия), разработаны санационные методы зданий и сооружений (Hochschule Wismar, Германия), разработан метод влажной диагностики зданий с помощью сенсоров (Stutgarter Universitaet, Германия), разработаны устойчивые керамики для катализаторов (Fraunhofer Institut fuer Physik, Германия), созданы методы свето-оптического исследования структуры и свойств строительных материалов (Ташкентский архитектурно-строительный институт, Узбекистан).

²Kupfer, K.: Moderne Meßverfahren und Geräte zur Materialfeuchtemessung. 10. Aquametrie 2010, September 2010, BAM, Berlin; Venzmer, H.: Praxishandbuch Mauerwerksanierung von A bis Z, 2010, Verlag Bauwesen Berlin, и другие источники.

В мире в сфере диагностики строительных материалов и фундаментальных научных изысканий по усовершенствованию исследований материалов ведутся ряд исследований, в частности, в следующих приоритетных направлениях: исследование физико-химического состояния зданий, сенсоры точно измеряющие новые виды влаги и солей, диагностика пористости строительных материалов, методы порозиметрии, определяющие распределение радиус пор, в том числе: капилляров, развитие методов мониторинга изменения физических свойств строительных материалов с помощью ЭВМ.

Степень изученности проблемы. Научные исследования и проблемы в таких направлениях как диагностика физических и химических свойств строительных материалов, создание новых композиционных строительных материалов, санация зданий и сооружений при помощи экологических строительных материалов рассмотрены в работах зарубежных учёных и в трудах учёных нашей Республики, в частности К.Капс, Й.Штарк, Х.Фишер, Л.Людвиг, Х.Шрёдер (Германия), С.Колачек, Ф.Кобосил (Чехия), В.И.Соломатов, В.М.Хрулев, А.Ф.Бурянов, Ю.М.Баженов (Россия), Э.У.Касимов, М.К. Тахиров, Н.А.Самигов, М.М.Мирахмедов, А.И.Одилходжаев, Б.Б.Хасанов, Р.Д.Тешабаев, У.Р.Жаббаров, Н.Х. Талипов, А.А.Ашрабов, Б.А.Асқаров, С.А.Ходжаев, Х.А.Ақромов, Ш.Р.Низамов, А.А.Султонов, С.С.Нигматов, М.И.Искандарова (Узбекистан), И.Б. Байболов, К.К.Куатбаев, А.А.Кулебаев (Казахстан), достигнуты важные результаты.

Первые работы по новому направлению диагностики строительных материалов были проведены в Баухаус университете в Веймаре. Это были фундаментальные исследования по измерению световой абсорбции в разных строительных материалах с помощью измерения прототипом односегментного (однокамерного) светового сенсора влаги, который был построен на основе принципа светопропускания. Этот новый метод, созданный О.Бахрамовым, Н.Самиговым, К.Капсом и в настоящее время также успешно используется в диагностике строительных материалов.

В мире при пользовании оптическими методами в следующих направлениях ведутся исследования: диагностика поверхности оптического строительного материала, оптическая термография, оптическая двухмерная порозиметрия, газовая порозиметрия, метод диагностики строительных материалов с помощью гамма-лучей. На основе экспериментальных исследований в ТАСИ разработан новый свето-оптический метод определения влаги в пористостях строительных материалов. Этот метод вот уже в течении 10 лет усовершенствуется. Светопроницаемость пористости строительных материалов была открыта во время исследования пористости различных строительных материалов. Были открыты такие параметры, как новые физические световые параметры строительных материалов: светопроницаемость пористостей различной влаги, светооптическая длина пористостей, свето-оптический объём пористостей. Исследование характеристик строительных материалов свето-оптическим методом в мире ещё не использовалось. Многосегментные свето-оптические сенсоры по отношению к односегментным сенсорам, дают возможность измерить более точную величину светового сигнала и в результате сделать

качественный диагноз состава влаги в материалах. Многоsegmentный сенсор обладает различными сегментами пористых материалов, что несмотря на характеристики различных строительных объектов, даёт возможность использование его в разных объектах с разной пористостью для получения точных результатов.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационная работа выполнена в рамках плана научно-исследовательского проекта ИОТ-2014-8-2 Ташкентского архитектурно-строительного института по теме «Диагностика и характеристика составов влаги и солей в стенах исторических памятников Узбекистана и разработка санационной программы» (2014-2015), Ф-4-50 «Развитие основ полиструктурной теории создания композиционных строительных материалов» (2012-2016) и по проекту ОТ-Ф4-73 «Теоретические основы создания энергосберегаемых бетонов нового поколения с комплексными химическими добавками» (2017-2020).

Целью исследования является создание светооптической методологии и внедрение многоsegmentного светооптического сенсора для диагностики, и мониторинга структуры и свойств строительных материалов.

Задачи исследования заключаются в следующем:

проанализировать светооптические методы и создать светооптическую методологию по исследованию строительных материалов;

создать многоsegmentный светооптический сенсор влаги для исследования структуры и свойств строительных материалов;

усовершенствовать светооптический метод измерения влаги путем исследования разных строительных материалов;

провести исследования влаги в разных строительных материалах с помощью светооптического сенсора влаги;

провести мониторинг влаги в стенах и фундаментах зданий архитектурных памятников Узбекистана с помощью светооптического сенсора влаги;

развить светооптический метод по селекции видов связи воды в строительных материалах (мобильная вода, капиллярная вода, химически связанная вода).

Объектом исследования являются стены и фундаменты зданий исторических памятников Узбекистана, строительные материалы (кирпич, гипс-эстрих, цементный раствор).

Предмет исследования составляет многоsegmentный светооптический сенсор влаги, строительный материал - песчаник, мультиметр, источник переменного и постоянного напряжения и другие приборы.

Методы исследований. Для измерения влаги в строительных материалах применены три метода исследований: гравиметрический, светооптический и электрический.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработан новый метод диагностики по исследованию структур и распределение радиуса пор строительного материала, измерения которого лежит на основе световой трансмиссии через пор материала;

разработан новый светооптический метод по определению светооптических характеристик строительного материала и были определены новые светооптические параметры такие как, коэффициент световой абсорбции, специфический светооптический объём, специфическая светооптическая длина, фронтальная и насыщенная скорость движения воды в капиллярах;

создан светооптический метод для селекции видов связи воды в строительных материалах, таких как гипс-эстрих и цементный раствор. Метод основан на основе световой трансмиссии через поры материала, что позволяет впервые селектировать виды связи воды;

определено время перехода мобильной капиллярной воды к химически связанной воде в строительных материалах, таких как гипс-эстрих и цементный раствор. В итоге с помощью светооптического сенсора был определён с высокой точностью, до минуты, ход химического процесса во время гидратации;

изобретён и создан многосегментный светооптический сенсор для измерения влаги в строительных материалах. На основе светооптического принципа работы, исследование влаги измеряется вне зависимости от температуры и солей воды в порах и коррелирует с гравиметрическим методом измерения влаги.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

созданный новый многосегментный светооптический сенсор для измерения влаги в порах в строительных материалах применен в исследованиях по диагностике влаги и солей в стенах архитектурных памятниках РУз;

разработан светооптический порозиметр для исследования распределений радиус пор в строительных материалах;

Разработан светооптический метод определения времени появления химически связанных вод во время гидратации, с помощью светооптическими сенсорами во время измерений до и после затвердения строительных материалов таких как цементный раствор и гипс-эстрих.

Достоверность результатов исследований. Достоверность результатов определяется проведением исследований с использованием современных средств и методов, основывающихся на строительных нормах и правилах, соответствии полученных теоретических и экспериментальных выводов, а также внедрением в практику результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Научная и практическая значимость результатов исследований. Научная значимость результатов исследований заключается в создании новой светооптической методологии по исследованию светооптических свойств строительных материалов. Были открыты и введены новые светооптические параметры такие как, коэффициент световой абсорбции, специфический светооптический объём, специфическая светооптическая длина, скорость впитывается фронтальной и насыщенной водой в порах.

Практическая значимость заключается во внедрении запатентованного светооптического сенсора влаги в фундаментальных исследованиях и на практике, в том числе в проведении мониторинга влаги в зданиях архитектурных памятников с помощью ССВ, в измерении содержания влаги до и после затвердения строительных материалов, таких как цементный и гипс-эстрих.

Внедрение результатов исследования. На основе проведенных светооптических диагностических исследований на строительных материалах получили внедрение следующие результаты:

проведены в 11-и зданиях архитектурных памятников Узбекистана (в Самарканде -3, в Хиве -3, в Бухаре -3 и в Шахрисабзе -2) физико-химические исследования, в частности инфракрасным спектрометром, рентгено-дифрактометром, новым светооптическим сенсором влаги, регистрирующий без влияния температуры и в итоге измерено с высокой точностью количество соли и влаги в стенах и фундаментах зданий (справка Министерства культуры РУз от «12» декабря 2017 года за номером 01-11-04-6346 г., акт главного научно-производственного управления по охране и использованию объектов культурного наследия Республики Узбекистан от 24.07.2015). При внедрении результатов диссертационной работы для практического использования при мониторинге и реставрации памятников архитектуры РУз создаётся условие для положительного социального эффекта, которое выражается в увеличении долговечности этих памятников по истечении времени;

проведены в 6-и зданиях архитектурных памятников Узбекистана (в Коканде -2, в Ташкенте -3 и в Занги-Ота -1) физико-химические исследования, в частности инфракрасным спектрометром, рентгено-дифрактометром, новым светооптическим сенсором влаги, регистрирующий без влияния температуры и в итоге измерено с высокой точностью количество соли и влаги в стенах и фундаментах зданий (справка Министерства Культуры РУз от «12» декабря 2017 года за номером 01-11-04-6347 г., акт главного научно-производственного управления по охране и использованию объектов культурного наследия Республики Узбекистан от .06.10.2014). При внедрении результатов диссертационной работы для практического использования при мониторинге и реставрации памятников архитектуры РУз создаёт условие для положительного социального эффекта, который выражается в увеличении долговечности этих памятников по истечении времени;

светооптические методы по определению новых светооптических параметров строительных материалов, таких как, коэффициент световой абсорбции, специфический светооптический объём, специфическая светооптическая длина, фронтальная и насыщенная скорость движения воды в капиллярах применён в материалах из архитектурных памятников при управлении по охране и использованию объектов культурного наследия Республики Узбекистан (справка Министерства Культуры РУз от «12» декабря 2017 года за номером 01-11-04-6347 г., акт главного научно-производственного управления по охране и использованию объектов культурного наследия Республики Узбекистан от 06.10.2014). В итоге для справочника по

строительным материалам была открыта новая глава - светооптические параметры строительных материалов.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования подробно обсуждались на 7-ми международных и 6-ти республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликованы всего 47 научных работ, из них 4 монографии, 1 энциклопедия, выпущенная в Германии - «Санация стен от А до Я», 17 научных статей, опубликованных в зарубежных и в республиканских журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

Структура и объём диссертации. Структура диссертации состоит из: введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объём диссертации составляет 197 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во **введении** диссертации обосновываются актуальность и востребованность выполненного исследования, формируются цели и задачи, приводятся объект и предмет исследования, устанавливается соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, указываются научная новизна и научно-практическая значимость полученных результатов, внедрение их в практику строительства, а также сведения по публикациям результатов исследования и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Характеристика пористых строительных материалов»** приведена характеристика параметров строительных материалов, таких как величины и виды пор, капилляры. Также представлены процессы, происходящие в порах такие как, капиллярная, электроосмотическая транспортировка влаги в капиллярах. Приведены характеристики измерительных пробных образцов, которые были использованы в фундаментальных светооптических исследованиях в порах строительных материалов.

Во второй главе диссертации **«Светооптическая методология научных исследований»** изложена разработанная новая светооптическая методология. После первых исследований по измерению светооптических свойств строительных материалов был разработан светооптический метод исследований по определению световой абсорбции и рассеяния строительных материалов. Также произведен анализ сравнения светооптического метода с электрическим измерительным методом. После выявления новых светооптических методов, таких как светооптический метод по измерению влаги в строительных материалах, метод по измерению скорости транспортировки влаги в порах, светооптический метод по определению специфического светооптического объёма открытых пор и специфической длины и светооптический метод исследований селекции связи воды в строительных материалах, была разработана светооптической методологией (Рис.1).



Рис.1. Классификация светооптической методологии

Первые исследования показали, что световая сила, E , поглощается экспоненциально (Рис. 2), где α -коэффициент поглощения (1). Исследования показали, что d , толщина материала, надо рассматривать как сумму эффективной толщины $-d_0$ и d_g -толщина неровной поверхности (2) (Рис. 2).

Световая трансмиссия через пор строительных материалов дала возможность разработке нового метода - светооптической порозиметрии. На рис. 3 показана диаграмма кирпича светооптической порозиметрии.

$$E = E_0 \cdot e^{-\alpha \cdot d} \tag{1}$$

$$d = d_0 + d_g \tag{2}$$

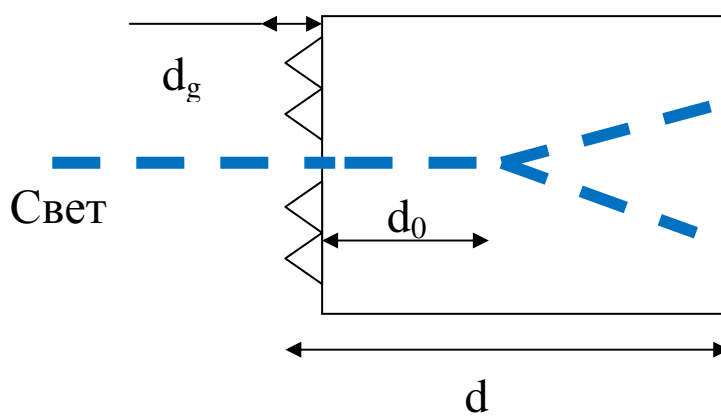


Рис. 2. Светооптическая толщина материала

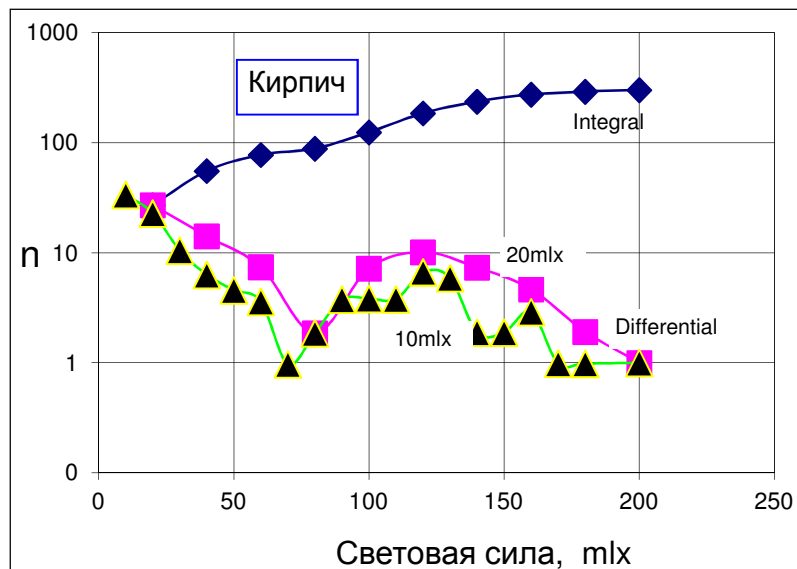


Рис. 3. Кривая светооптической порозиметрии кирпича

Третья глава диссертации «**Многосегментный светооптический влагоизмерительный сенсор**» посвящена разработке создания и оптимизации нового светооптического влагоизмерительного сенсора (ССВ) для измерения влаги в стенах и строительных материалах (Рис. 4).

Односегментный светооптический сенсор запатентованный в Германии, был усовершенствован в ТАСИ как комплексный, комбинированный влагоизмерительный сенсор, работающий одновременно с несколькими влагоизмерительными методами. Главные достоинства светооптического влагоизмерительного сенсора по сравнению с другими сенсорами, это независимость от содержания соли, независимость от температуры раствора пор, химически нейтральные свойства сенсоров, долговременный мониторинг, компактность и устойчивость (Рис. 5).

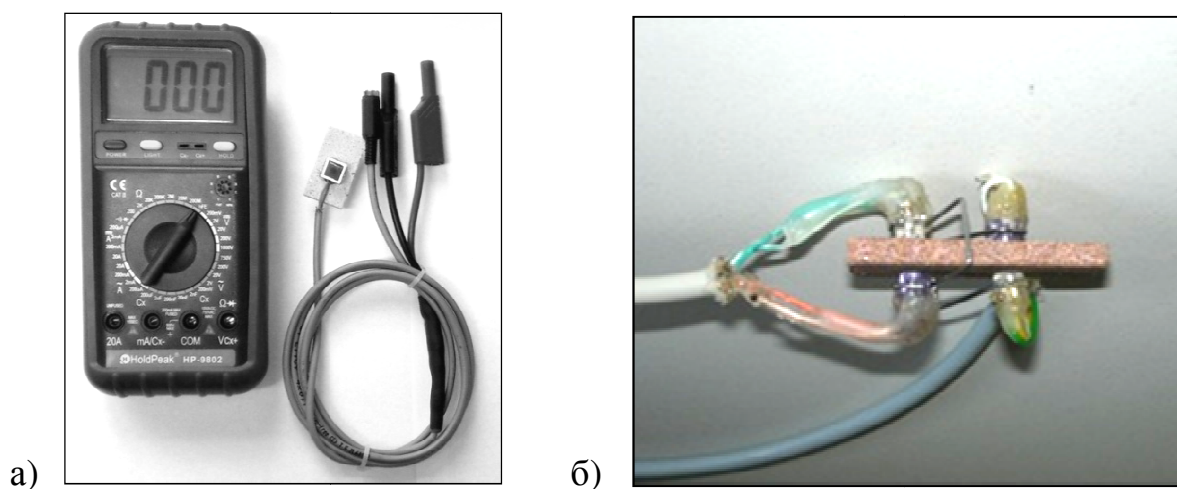


Рис. 4. Светооптический сенсор влаги с мультиметром (а) и головка многосегментного сенсора с пористым строительным материалом (б)

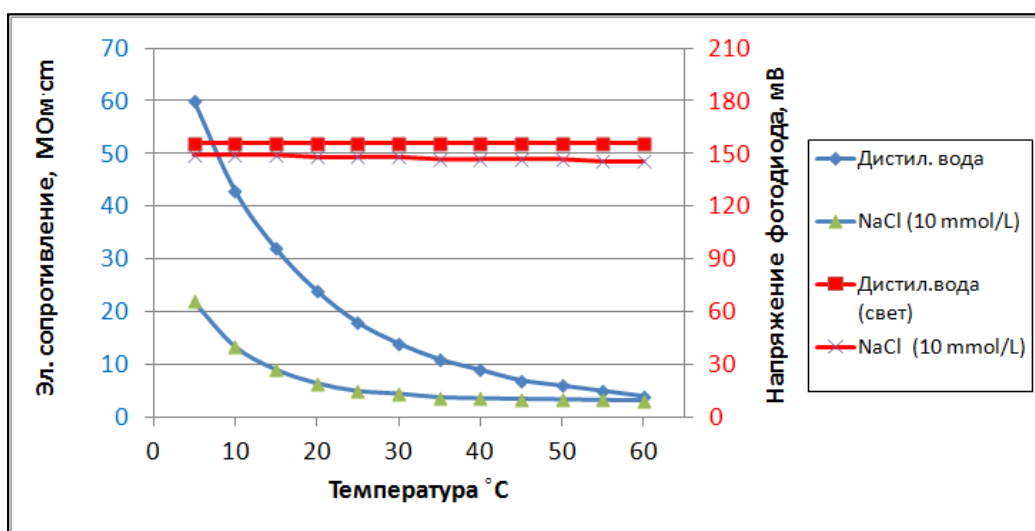


Рис. 5. Сравнение электрического сопротивления со световой трансмиссией воды

В четвёртой главе диссертации «Исследования исторических объектов в Узбекистане» приведены результаты измерений влаги в стенах архитектурных памятников Узбекистана. В данной диссертационной работе были использованы физические (ультразвук, светооптический влагоизмерительный сенсор, адгезиямер) и физико-химические (дифференциальный термоанализ, рентгенофазовый анализ, электронная микроскопия и др.) методы исследований для изучения свойств стен и фундамент зданий: керамического кирпича и растворов. На рис. 6 видно взятие пробы со стены медресе «Абулкасым» и установка светооптического сенсора. На рис. 7 показан анализ растворимых солей стен медресе «Абулкасым». На рис. 8 показана данные сигнала ССВ (а) и влаги в М% (б) на объектах.



Рис. 6. Взятие проб со стен медресе «Абулкасым»

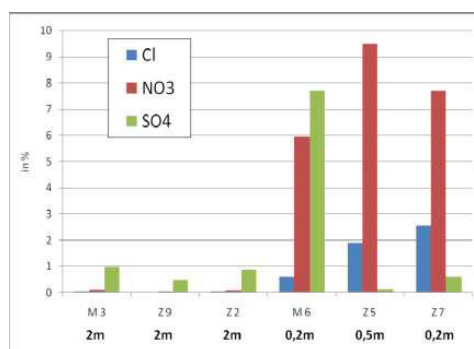
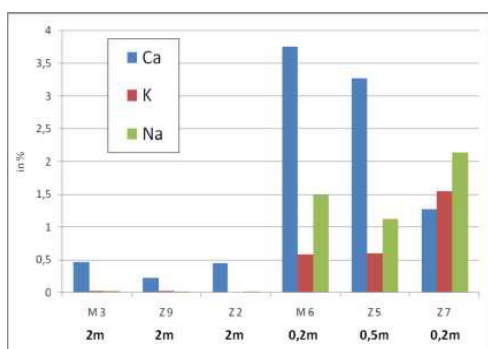


Рис. 7. Анализ растворимых солей

В пятой главе диссертации «Лабораторные исследования со светооптическими сенсорами» приводятся результаты исследований таких как, светооптические исследования в моделях «Стена», исследования в гипс-эстрих, исследования в цементном растворе, исследования строительных материалов в учебном центре в городе Гера (Германия).

В исследованиях с гипс-эстрих изложено, что с помощью нового светооптического метода было исследовано количество воды во время гидротации в гипс-эстрих. Была также исследована зависимость между влажностью материала и световой абсорбцией, а также временная зависимость потери влаги. Этот светооптический метод дает в сравнении с другими методами

измерения влаги некоторые преимущества. Недавно разработанный светооптический сенсор влаги на основе этого метода позволяет осуществлять мониторинг влагосодержания в стенах зданий независимо от содержания соли и температуры влаги в порах. Целью данного исследования было изучение содержания влаги в эстрих во время твердения с помощью светооптических сенсоров влаги на протяжении длительного времени.

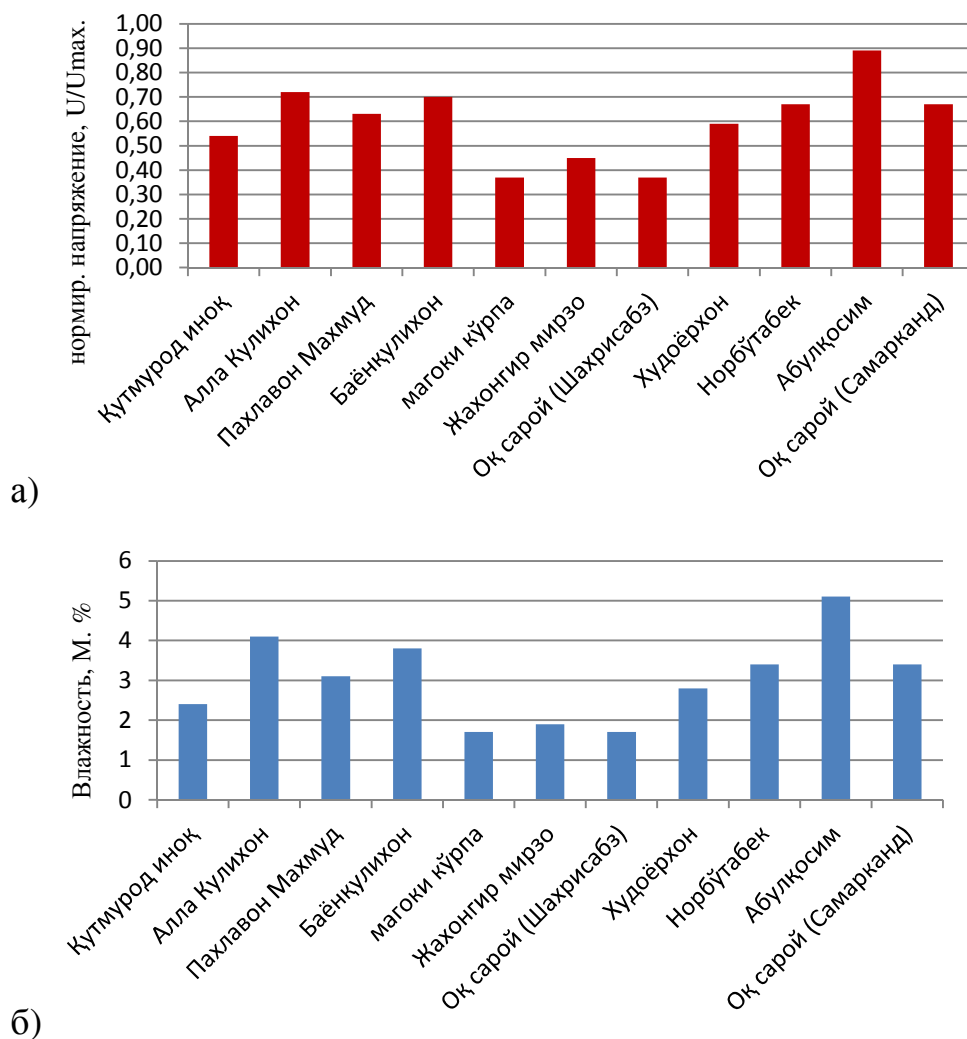
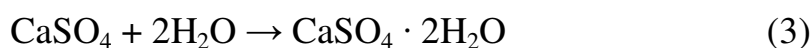


Рис. 8. Данные сигнала ССВ (а) и влаги в М% (б) на объектах

На рис. 9 фотодиодное напряжение как функция времени твердения и кристаллизаций CaSO₄-эстрих. Диаграммы показывают различную кривую при твердении. С помощью калибровочной кривой была определена влага в эстрих. Обе кривые измерения снижаются после обусловленных сенсором равновесием и временем схватывания (несколько часов) за счет потребления воды путем реакции затвердевания (3).



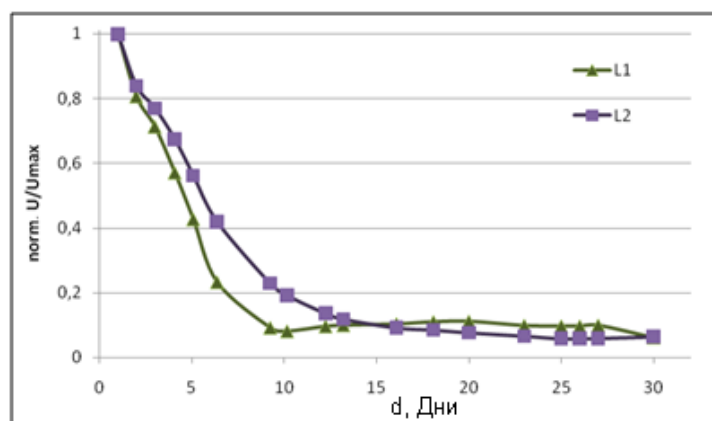


Рис. 9. Напряжение сенсоров ССВ как функция от времени в эстрих

Были проведены исследования с цементным раствором. Целью данного исследования было изучение содержания влаги, в частности связи воды в цементном растворе во время гидратации и твердения с помощью светооптических сенсоров влаги. С помощью нового метода была исследована зависимость между влажностью материала и световой абсорбцией светооптического сенсора, а также временная зависимость потери массы влаги. На рис. 10 показано временное изменение нормированного фотодиодного напряжения ССВ (U/U_{max}) во время твердения цементного раствора с различным соотношением вода/цемент. На рис. 11 показано временное изменение нормированного фотодиодного напряжения в цементном камне во время сушки, после повторного насыщения водой. Видна разница хода протекание потери воды во время гидратации цементного раствора и влаги во вновь увлажнённом цементном камне. Потеря воды во вновь увлажнённом цементном камне происходит похожим на ход потери воды в случае гравиметрического измерения пробы.

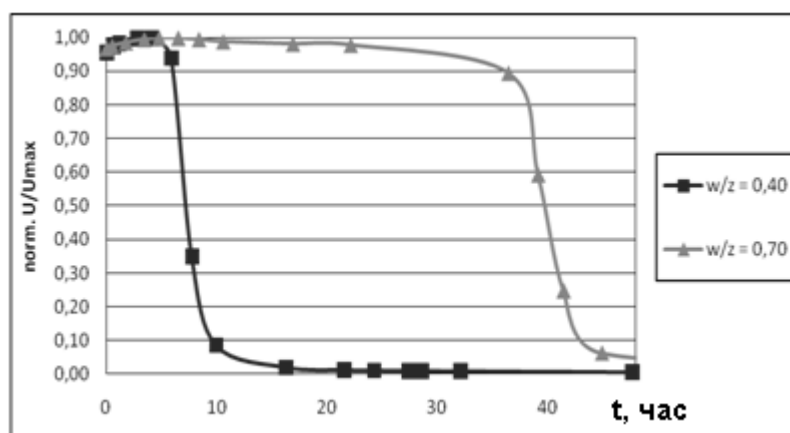


Рис. 10. Временное изменение нормированного фотодиодного напряжения ССВ (U/U_{max}) во время твердения цементного раствора с различным соотношением вода/цемент

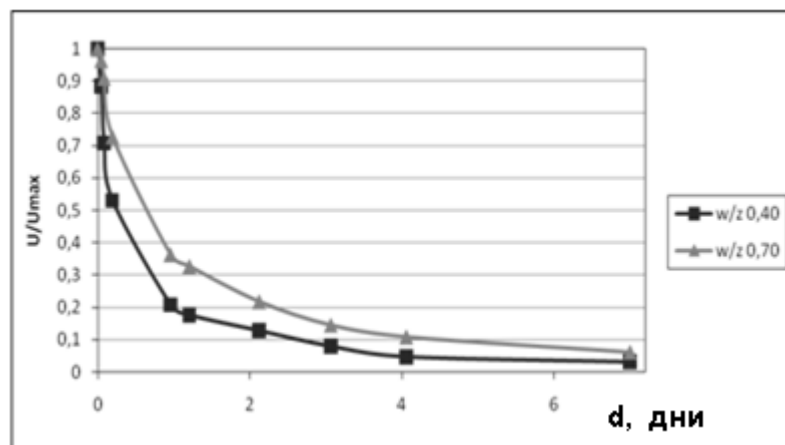


Рис. 11. Временное изменение нормированного фотодиодного напряжения в растворном образце во время сушки после повторного насыщения водой

Также была исследована селекция видов связи воды (химически связанная вода, мобильная капиллярная вода) в цементном растворе. Исследования впервые показали возможность селектирования связи воды во время твердевания цементного раствора и сушки уже увлажненного твердого того же растворного образца (Рис. 12). Химические реакции играют большую роль при распределении влаги, сушки или гидратации в строительных материалах. Продукты гидратации образуются не одновременно, а соответственно реакции происходят с различной скоростью и согласно различной продолжительности.

Исследования показали, что капиллярная вода в порах пористого материала светооптического сенсора может служить показателем процесса развития химически связанной воды. В таких измерениях использование сенсоров влаги предоставляет новые интерпретации о химических реакциях и микроструктурах строительных систем, и главное мониторинг хода реакций.

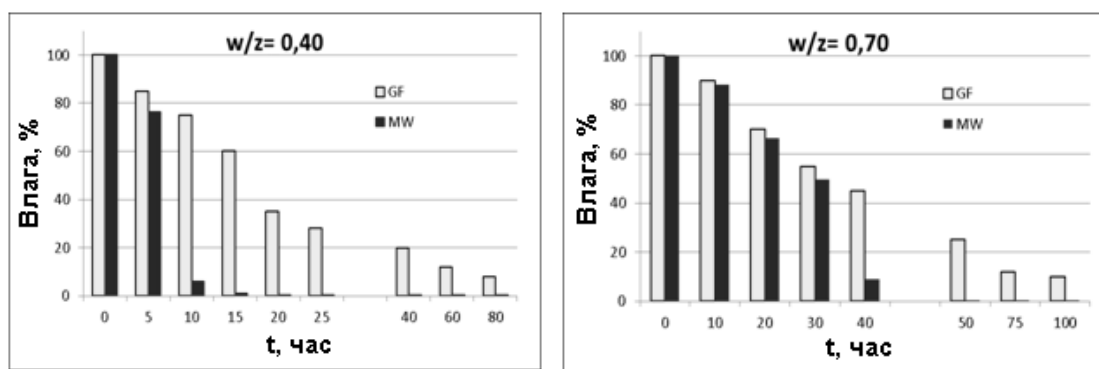


Рис. 12. Общее содержание влаги (GF) и свободная, мобильная вода (MW) цементного раствора при твердении образцов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведённых исследований по докторской диссертации на тему «Светооптическая методология исследования структуры и свойств строительных материалов» представлены следующие выводы:

1. Создана новая светооптическая методология по исследованию светооптических характеристик строительных материалов. Методология включает в себя такие методы как: светооптический метод исследований по определению световой абсорбции строительных материалов, светооптический метод по измерению влаги в строительных материалах, светооптический метод по измерению скорости транспортировки влаги в порах, как фронтальную скорость, так и насыщенную скорость транспортировки воды в порах, светооптический метод по определению специфического светооптического объёма открытых пор и специфической длины. Также был открыт светооптический метод исследований селекции связи воды в строительных материалах.

2. Были открыты и введены новые светооптические параметры такие как:

- Коэффициент световой абсорбции.
- Специфичный светооптический объём.
- Специфичная светооптическая длина.
- Скорость транспортировки фронтальной и насыщенной воды в порах.

3. Создана светооптическая порозиметрия, которая не количественно, но качественно может определить распределение радиуса пор. При этом качество определения сильно зависит от чувствительности и разрешения светочувствительной матричной видеокамеры.

4. Создан многосегментный светооптический сенсор для измерения влаги в строительных материалах. На основе светооптического принципа работы, исследование влаги измеряется вне зависимости от температуры и солей воды в порах и коррелирует с гравиметрическим методом измерения влаги

5. Проведены в 17-и зданиях архитектурных памятников Узбекистана (в Самарканде-3, в Хиве-3, в Бухаре- 3, в Шахрисабзе-2, в Коканде-2, в Ташкенте-3 и в Занги-Ота-1) физико-химические исследования, в частности инфракрасным спектрометром, рентгено-дифрактометром, новым светооптическим сенсором влаги, регистрирующий без влияния температуры и в итоге измерено с высокой точностью количество соли и влаги в стенах и фундаментах зданий (справка Министерства Культуры РУз от «12» декабря 2017 года за номером 01-11-04-6346 г. и 01-11-04-6347 г., письмо Акт главного научно-производственного управления по охране и использованию объектов культурного наследия Республики Узбекистан от 24.07.2015 и от 06.10.2014).

6. Во время проведения лабораторных исследований влаги с помощью светооптического сенсора в разных строительных материалах, таких как цементный раствор и гипс-эстрих, выявлен ход процесса потери влаги до и после затвердения в этих строительных материалах.
7. Было измерено преобразование связи воды в порах строительных материалов. Выявлено, что светооптического сенсора могут селективировать такие виды связи воды как, химически связанные от мобильно свободной воды.
8. Патентным ведомством Федеративной Республики Германии выдан патент на изобретённого нового многосегментного светооптического сенсора для измерения влаги в строительных материалах, который измеряет влагу без влияния температуры и солей влажных пор строительного материала. («Lichtoptischer Feuchte-Sensor zur Bestimmung der Mauerwerksfeuchte» № 102007049285, 2017).
9. Подана заявка для получения патента РУз на «Многосегментный комбинированный сенсор для измерения влаги в строительных материалах» в Агентство интеллектуальной собственности РУз (№ IAP 20150371, 06.10.2015).

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.27.06.2017.T.11.01 AT TASHKENT
ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION INSTITUTE, TASHKENT
RAILWAY TRANSPORT ENGINEERING INSTITUTE, SAMARKAND
STATE ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING INSTITUTE AND
NAMANGAN ENGINEERING-CONSTRUCTION INSTITUTE ON
GRADUATION OF DOCTOR OF SCIENCE**

TASHKENT ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION INSTITUTE

BAKHRAMOV OYBEK BAKHTIYAROVICH

**LIGHT-OPTICAL METHODOLOGY OF RESEARCH OF STRUCTURE AND
PARAMETERS OF BUILDINGS MATERIALS**

05.09.05 - Buildings materials and produkts

**ABSTRACT OF THE DOCTORAL (DSc)
DISSERTATION ON TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent-2017

The theme of doctoral dissertation (DSc) is registered with №B2017.2.DSc/T.132 at Higher Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan.

The dissertation was conducted at Tashkent architecture and construction institute.

The abstract of the dissertation is in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) it is web paged at (www.taqi.uz) and informational and educational portal «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Academic consultant: **Samigov Nigmatdjan Abdurakhimovich**
Doctor of technical sciences, Professor

Official opponents: **Hodjaev Saidaglam Agloevich**
Doctor of technical sciences, Professor

Tulaganov Abdukobil Abdunabievich
Doctor of technical sciences, Professor

Talipov Nigmatulla Hamidovich
Doctor of technical sciences, Professor

Leading organization: **Tashkent railway transport engineering institute**

Defensing of the dissertation will take place on « ____ » December 2017 at ____⁰⁰ at the Scientific Council numbered DSc.27.06.2017.r.11.01 meeting at Tashkent Architecture and Construction Institute, Tashkent Railway Transport Engineering Institute, Samarkand State Architecture and Civil - Engineering Institute and Namangan Engineering-Construction Institute at the following address: 100011, Tashkent, Navoi Street, 13. 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 Architecture and Construction Institute (registration number №1). The text of the dissertation is available at the Information Research Center at the following address: 100011, Tashkent, Navoi Street, 13. Phone: (99871) 244-63-30, Fax: (99871) 241-80-00, e-mail: taqi_atm@edu.uz.

The abstract of the dissertation was circulated on « ____ » December 2017 year.
(mailing report № ____ on « ____ » December 2017 year).

Kh.A. Akramov

Chairman of the Scientific Council for the award
the degree of Doctor of Science, Doctor of technical Sciences, Professor

Sh.R. Nizamov

Scientific Secretary of the Scientific Council for the award
doctoral degree, Candidate of technical Sciences, Professor

S. A. Hodjaev

Chairman of scientific seminar at the attachment to the Scientific Council
for award the degree of Doctor of technical Sciences,
Doctor of technical Science, Professor

INTRODUCTION (abstract of DSc thesis)

The aim of the research is to create a light-optical methodology and the introduction of a multi-segmented light-optical sensor for diagnostics of monitoring the properties of building materials.

The object of the research is the construction materials, walls and foundations of buildings and structures of historical monuments of Uzbekistan.

Scientific novelty of the research:

a new method was developed of diagnostics for the study of structures and the distribution of the pore radius of the building material, the measurement of which lies on the basis of the light transmission through the pores of the material;

a new light-optical method for determining the optical-optical characteristics of the building material was developed and new light-optical parameters such as the light absorption coefficient, specific light-optical volume, specific light-optical length, frontal and saturated water velocity in the capillaries were determined;

a light-optical method was created for the selection of the types of water binding in building materials such as gypsum-estrich and cement mortar. The method is based on the basis of a second transmission through the pores of the material, which allows for the first time to select the types of water binding;

the time of transition of mobile capillary water to chemically bound water in building materials such as gypsum-estrich and cement slurry is determined. As a result, with the help of a light-optical sensor, the course of the chemical process was determined with high accuracy, up to a minute, during hydration;

a multi-segment light-optical sensor for moisture measurement in building materials was invented and created. On the basis of the light-optical principle of operation, the moisture test is measured regardless of the temperature and salt water in the pores and correlates with the gravimetric method of measuring moisture.

Introduction of the research results. Based on the conducted light-optical studies on building materials, the following results were introduced:

they were held in 11 buildings of architectural monuments of Uzbekistan (in Samarkand 3, in Khiva 3, in Bukhara 3 and in Shahrisabz 2), physical and chemical studies, in particular an infrared spectrometer, X-ray diffractometer, a new light-optical moisture sensor, recording without the influence of temperature and the amount of salt and moisture in the walls and foundations of buildings was measured with high precision (reference from the Ministry of Culture of the Republic of Uzbekistan from December 12, 2017, No. 01-11-04-6346, letter of the Act of the Main Research and Production Directorate for Protection and Use th objects of cultural heritage of the Republic of Uzbekistan dated July 24, 2015). When implementing the results of the thesis for practical use in the monitoring and restoration of architectural monuments of Uzbekistan, a condition is created for a positive social effect, which is expressed in increasing the longevity of these monuments after the expiration of the time;

they were held in 6 buildings of architectural monuments of Uzbekistan (in Kokand 2, in Tashkent 3 and in Zangi-Ota 1) physical and chemical studies, in

particular an infrared spectrometer, an X-ray diffractometer, a new light-optical humidity sensor, recording without the influence of temperature and in the results. The amount of salt and moisture in the walls and foundations of buildings has been measured with high accuracy (reference from the Ministry of Culture of the Republic of Uzbekistan dated December 12, 2017, No. 01-11-04-6347, letter of the Act of the Main Research and Production Directorate for the Protection and Use of Objects of Cultural Heritage of the Republic of Uzbekistan of 06.10.2014). When implementing the results of the thesis for practical use in the monitoring and restoration of architectural monuments, the Republic of Uzbekistan creates a condition for a positive social effect, which is expressed in increasing the longevity of these monuments after the expiration of the time;

light-optical methods for determining new light-optical parameters of building materials such as light absorption coefficient, specific light-optical volume, specific light-optical length, frontal and saturated speed of water movement in capillaries are used in materials from architectural monuments in the management of protection and use of objects of cultural heritage of the Republic of Uzbekistan (certificate of the Ministry of Culture of the Republic of Uzbekistan dated December 12, 2017, under the number 01-11-04-6347, the letter of the Act of the main scientific and production Department for the Protection and Use of Objects of Cultural Heritage of the Republic of Uzbekistan of 06.10.2014). As a result, a new chapter was opened for a guide to building materials - light-optical parameters of building materials.

The structure and volume of the thesis. The structure of the dissertation consists of an introduction, five chapters, conclusion, a list of used literature and applications. The volume of the thesis is 197 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть, I part)

- 1 Bakhramov O., Samigov N., Kaps Ch. Lichtoptische Messmethode zur Feuchtebestimmung in der Bauwerkstoffen. [Текст] // Monographie. 2017(10). Weimar. Verlag Druckerei Blueprint. Weimar. Deutschland. S.206.
- 2 Bakhramov O., Lichtoptische und Impedanzspektroskopische Charakterisierung von offenporigen, feuchte - und salzhaltigen Bauwerkstoffen. [Текст] // Monographie. Weimar. 2009 (6) Eigeneverlag. ISBN: 978-3000-335778. S.168.
- 3 Bakhramov O., Kaps Ch. Патент - (Германия) - № 102007049285 «Lichtoptischer Feuchte-Sensor zur Bestimmung der Mauerwerksfeuchte».
- 4 Бахрамов О.Б. Исследование влаги в кальций сульфат эстрих с влагоизмерительным светооптическим сенсором. [Текст] // «Архитектура. Строительство. Дизайн». 2017, 1-2 Июль. С. 41-43
- 5 Бахрамов О.Б., Самигов Н.А., Фишер Х.Б. Светооптическая методология исследования композиционных строительных материалов влагоизмерительным сенсором. [Текст] // Монография. - Ташкент, 2016 (12), 135 б.
- 6 Бахрамов О.Б., Самигов Н.А., Рахманов А.Р., Сатторов З.М., Самигов У.Н. Внедрение санационной программы и диагностика составов влаги и солей в стенах архитектурных памятников Узбекистана.[Текст] // Монография. 2016 (5), 143 б.
- 7 Бахрамов О.Б., Самигов Н.А., Рахманов А.Р. и др. Внедрение физических и физико-химических методов для диагностики увлажнения и засоления стеновых материалов мавзолея Рухабад в г. Самарканде. [Текст] // «Архитектура. Строительство. Дизайн» - Ташкент, 2015 (1), S. 25-32.
- 8 Бахрамов О.Б., Самигов Н.А., Рахманов А.Р. и др. Внедрение физических и физико-химических методов для диагностики увлажнения и засоления стеновых материалов медресе Тилля Кари в г. Самарканде [Текст]. «Архитектура. Строительство. Дизайн» - Ташкент, 2014 (4), S. 17-22.
- 9 Бахрамов О.Б., Самигов Н.А., Рахманов А.Р. и др. Внедрение физических и физико-химических методов для диагностики увлажнения и засоления стеновых материалов мавзолея Буян Кули Хан в г. Бухаре. [Текст] // «Архитектура. Строительство. Дизайн» - Тошкент, 2014 (3), S. 14-18.
- 10 Бахрамов О.Б., Капс Х., Самигов Н.А. Новая методология исследований проницаемости композиционных материалов светооптически-влагоизмерительных сенсоров. Композиционные материалы. [Текст] // 2014 (3), S. 39-42.
- 11 Бахрамов О.Б., Самигов Н.А., Рахманов А.Р. Внедрение физических и физико-химических методов при исследовании свойств и структуры

- стеновых материалов мавзолея Пахлаван Махмуд архитектурного ансамбля Ичан Кала г. Хивы. [Текст] // «Архитектура. Строительство. Дизайн». – Тошкент, 2014 (2), S. 19-24.
- 12 Бахрамов О.Б., Самигов Н., Капс Х. Диагностика и характеристика составов влаги и солей в стенах из керамических материалов Медресе Абулкасим. [Текст] // «Архитектура. Строительство. Дизайн». -Ташкент, 2014 (1), S. 24-31.
- 13 Бахрамов О.Б., Капс Х., Самигов Н.А. Практическое применение светооптического сенсора. [Текст] // «Архитектура. Строительство. Дизайн». -Тошкент, 2009 (1-2), S. 11-14.
- 14 Бахрамов О.Б., Капс Х., Самигов Н.А. Светооптические исследования капиллярной транспортировки влаги в пористых строительных материалах. [Текст] // «Архитектура. Строительство. Дизайн». 1-2, Март.-Тошкент, 2008 (3) , S. 26-30.
- 15 Бахрамов О.Б., Капс Х., Самигов Н.А. Исследование феномена транспортировки воды в пористых строительных материалах методом измерения светопроводности. [Текст] // «Архитектура. Строительство. Дизайн».- Taschkent, 2007 (1) , S. 26-31.
- 16 Bakhramov O., Kaps Ch., Samigov N.A. Untersuchungen der Lichtdurchlässigkeit von poröser Baumaterialien mit verschiedenen Lichtwellenlängen. [Текст] // «Архитектура. Строительство. Дизайн».. Heft 2-4.-Taschkent, 2006 (4) , S. 33-35.

II бўлим (II часть, II part)

- 17 Bakhramov O., Kaps Ch. Neues Verfahren zur Feuchtemessung in Baustoffen. [Текст] // WTA Journal. 2007 (2) , S.121-135.
- 18 Bakhramov O., Kaps Ch., Samigov N.A. Feuchtebestimmung mit lichtoptischen Feuchtesensoren.[Текст] // В+В - Bauen im Bestand. 2015 (12), S. 22-26.
- 19 Bakhramov O., Kaps Ch. Theorie und Praxis der lichtoptischen Porenfeuchtemessung. [Текст] // Europäischer Sanierungskalender. 2009, November, , S.. 247-258.
- 20 Bakhramov O., Kaps Ch., Samigov N.A. Stäblein St. Untersuchung des Mauerwerkszustandes der Medrese Abulqosim in Taschkent/Usbekistan, Int. Journ. Restoration of Buildings and Monuments. [Текст] // Vol. 19, 2013 (5), S. 309-320.
- 21 Bakhramov O., Kaps X., Höhn P., Hohle I. Prototypische Anwendung von lichtoptischen Feuchte-Sensoren. BFT International. [Текст] // Bauverlag BV GmbH. 2011 (10), S. 16-25.
- 22 Bakhramov O. , Kaps X. Impedanzspektroskopische Untersuchungen von Porenlösungen an (Modell)-Porenlösungen von Bauwerkstoffen. [Текст] // Chemie Ingenieur Technik. Wiley-VCH Verlag. 2011 (11), 1290-1294.

- 23 Bakhramov O. Untersuchungen des Porenvolumens von Bauwerkstoffen mittels lichtoptischer Methode. [Текст] // Europäischer Sanierungskalender. 2010. Februar. S. 153-165. ISBN:978-3410-175216.
- 24 Bakhramov O., Kaps Ch. Unkonventionelle Charakterisierung des Porensystems von feuchtebelasteten Bauwerkstoffen durch Lichtstreuung. Optische Porosimetrie. [Текст] // Bauphysik, Heft 2. S. ISSN 0171-5445. 2005 (10), S. 95-101.
- 25 Bakhramov O., Samigov N.A. Research of electroosmotic pressure in the porosity construction materials. [Текст] // Journal «Composite Materials». - Tashkent, 2004 (1), S. 6-9.
- 26 Bakhramov O., Moewe, C., Dettmann, A., Venzmer H. Untersuchungen zum elektroosmotischen Wassertransport in kapillarporösen Mauerwerkbaustoffen. [Текст] // Bauphysik. Heft 2., 2002, S. 81-86.
- 27 Bakhramov O., Dettmann A., Venzmer H., Moewe C. Feuchteschutz –Die technische Gretchenfrage. [Текст] // In: B+B Bauen im Bestand. Nr. 7. 2002, S. 55-57.
- 28 Bakhramov O., Dettmann A., Lesnyx N., Venzmer H. Die technische Gretchenfrage. [Текст] // In: B+B - Bauen im Bestand. Nr. 6, 2002, S. 55-57.
- 29 Bakhramov O., Venzmer H., Dettmann A. Praxishandbuch Mauerwerksanierung von A bis Z. [Текст] // Verlag Bauwesen Berlin. 2002 (10).
- 30 Бахрамов О.Б., Самигов Н.А. Светооптические исследования с гипс-эстрих. 2017-6. Сборник трудов. Конференция «Строительные материалы». - Алматы. С. 234-237.
- 31 Бахрамов О.Б., Самигов Н.А. Селекция связи воды в цементном растворе с влагоизмерительным сенсором. [Текст] // 2017-6. Сборник трудов. Конференция «Строительные материалы». - Алматы. С. 231-234.
- 32 Бахрамов О.Б., Самигов Н.А. Инновационная методология селекции связки воды в строительных материалах с помощью светооптического влагоизмерительного сенсора. [Текст] // Труды меж. конфер. Innovation-2016 (11). -Ташкент. С. 37-41.
- 33 Бахрамов О.Б., Самигов Н.А. Investigations of the moisture content in a calcium sulfate screed and cement mortar by means of optical moisture sensors. [Текст] // Труды меж. конфер. - Samarqand, 2016 (5), S. 187-191.
- 34 Бахрамов О.Б., Капс Х., Самигов Н.А. Feuchteuntersuchungen in einem Calciumsulfat-Estrich und einem Zement-Mörtel mittels lichtoptischer Feuchtesensoren. Int. Konferenz. IBAUSIL 2015, S. 2115-2119.
- 35 Бахрамов О.Б., Капс Х., Самигов Н.А. Республиканская научная конференция. [Текст] // Photo-optical moisture sensor. 2015-Ноябрь.-Ташкент. Сборник. 2015 (11), S. 7-11.
- 36 Бахрамов О.Б., Фишер .-В., Капс, Х., Samigov, N. Untersuchungen zur Feuchtebestimmung in Calciumsulfat-Estrichen mittels lichtoptischer Feuchtesensoren. [Текст] // Gipstagung, Weimar. 2014 (3), S. 821-827.

- 37 Бахрамов О.Б., Капс Х., Самигов Н.А. Prototype application of photo-optical moisture sensors. [Текст] // Modern Architecture and Innovation. Conference Letter. – Tashkent. S. 86-94.
- 38 Bakhramov O., Kaps Ch., Hohle I., Höhn P., Samigov N.A. Anwendung von lichtoptischen Feuchte-Sensoren in der Baupraxis. [Текст] // IBAUSIL-18.Internationale Baustoftagung. . Weimar. September. 2012. 2- Band, S. 1142-1146.
- 39 Kaps Ch., Bakhramov O., Samigov N.A. Anwendung von lichtoptischen Feuchtesensoren zur Feuchtemessung in der Baudiagnostik und Bausanierung. [Текст] // Int. Wiss. Workshop, Sept. 2012. TASI.-Taschkent (Usbekistan), 2012. S. 11-24.
- 40 Bakhramov O., Kaps Ch., Samigov N.A. Lichtoptischer Feuchte-Sensor und seine Anwendung. [Текст] // IBAUSIL-17.Internationale Baustoftagung, Weimar. September. 2009. 2- Band, S. 1121-1126.
- 41 Бахрамов О.Б., Капс Х., Самигов Н.А. Теория и практика композиционных строительных материалов. [Текст] // Материалы республиканской научно-технической конференции. - Ташкент, 2009. 1. С. 46-53.
- 42 Bakhramov O., Kaps Ch., Samigov N.A. Optische Messungen zur salz- und temperatur- unabhängigen Bestimmung der Feuchte in Bauwerkstoffen. [Текст] // Bautec.2008. Tagungsbuch . Februar. S. 114-116.
- 43 Bakhramov O., Kaps Ch., Samigov N.A. Lichtoptischer Feuchtemessmethode im Bauwesen. [Текст] // Bautec.2007. Tagungsbuch . Februar. S. 65-68.
- 44 Kaps Ch., Bakhramov O., Samigov N. A. Eine neue Methode zur Untersuchung des Porensystems von Materialien mit Hilfe der Lichtstreuung – optische Porosimetrie, Usbekisch-deutsches Workshop. [Текст] // «Neue Methoden der Restaurierung von Architektur-Denkmalen».Taschkent. Usbekistan. 22.-23.09.2005.
- 45 Bakhramov, O., Venzmer H., et al. Aufsteigende Feuchtigkeit in Ziegelmauerwerken: Programmierte Fehlschläge, Lösungsansätze und Perspektiven für die Baupraxis. [Текст] // Kühlungsborn Konferenz 2001. Vrlg. Bauwesen Berlin. S.32-37.
- 46 Bakhramov O., Dettmann A., et al. Neue Möglichkeiten zur Bestimmung der elektroosmotischen Permeabilität. [Текст] // Sonderheft Dahlberg-Kolloquium. Wismar 2000. Verlag Bauwesen Berlin. S.71-78.
- 47 Bakhramov O., Venzmer H., et al. Untersuchungen des elektroosmotischen Wassertransports in Abhängigkeit von den Eigenschaften poröser Baustoffe. [Текст] // Sonderheft Dahlberg-Kolloquium Wismar 2000, Verlag Bauwesen Berlin, S. 55-70
- 48 Bakhramov O., Dettmann, A., Venzmer, H. Untersuchungen der elektroosmotischen Permeabilität von Mauerwerksbaustoffen. [Текст] // Feuchtetag 99 Umwelt · Messverfahren · Anwendungen 7-8. Oktober. BAM. Berlin,1999 (10). S. 124-128.

Разрешено в печать: 14.12.2017.
Формат 60x84 ¹/₁₆. Гарнитура «Times New Roman».
Офсетная печать. Усл. печ.л. 2,75. Изд. печ.л. 3,0.
Тираж 100. Заказ №241.

Отпечатано в типографии
«Fan va texnologiyalar Markazining bosmaxonasi».
100066, г. Ташкент, ул. Алмазар, 171.

