

**СУРТИЛАДИГАН ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ МАТЕРИАЛЛАРИНИНГ БЕТОН
КОНСТРУКЦИЯЛАР БИЛАН АДГЕЗИЯСИНИ ТЕСКАРИ СУВ БОСИМИ
ШАРОИТИДА ТАДҚИҚ ҚИЛИШ**

Тулаков Элмурад Саломович

Зокирова Дилноза Гофуржон қизи

¹Мирзо Улугъбек номидаги Самарқанд давлат архитектура-қурилиш университети, “Қурилиш муҳандислиги” кафедраси профессори, техника фанлари доктори,

²Мирзо Улугъбек номидаги Самарқанд давлат архитектура-қурилиш университети, магистратура талабаси.

Аннотация: *Мазкур мақолада ер ости иншоотлари ва ертўла конструкцияларини ер ости сувлари ҳамда намлик таъсиридан муҳофаза қилишда қўлланиладиган суртиладиган гидроизоляция материалларининг адгезия хусусиятлари таҳлил қилинган. Айниқса, тескари сув босими шароитида гидроизоляция қопламаларининг бетон ва темир-бетон конструкциялар билан ишончли бирикишини таъминлаш масалалари ўрганилган. Тадқиқот давомида полимер ва полимер-цемент асосидаги гидроизоляция материалларининг бетон асос билан адгезия мустаҳкамлиги лаборатория шароитида тортиш усули орқали баҳоланди. Синов натижалари турли гидроизоляция материалларининг адгезия кўрсаткичлари бир-биридан фарқ қилишини кўрсатди. Айрим полимер-цемент композицияларида адгезия мустаҳкамлиги юқори эканлиги аниқланди. Олинган натижалар суртиладиган гидроизоляция материалларининг юқори адгезия хусусиятлари тескари сув босими шароитида ҳам гидроизоляция қатламнинг ишончилигини таъминлашини кўрсатди. Тадқиқот натижалари ер ости конструкцияларининг намликдан муҳофазасини такомиллаштириш ва гидроизоляция тизимларининг эксплуатацион ишончилигини оширишда амалий аҳамиятга эга.*

Калит сўзлар: *гидроизоляция, суртиладиган гидроизоляция, тескари сув босими, адгезия, бетон конструкциялар, ертўла деворлари, полимер-цемент материаллар, намликдан ҳимоя.*

КИРИШ

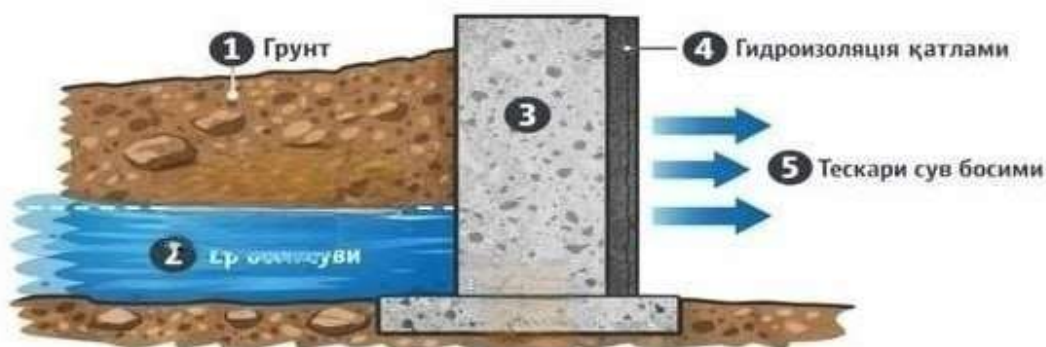
Қурилиш амалиётида бинолар ва иншоотларни ер ости сувлари ҳамда намлик таъсиридан муҳофаза қилиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади. Айниқса, ертўла конструкциялари, пойдеворлар ва бошқа ер ости иншоотларида гидроизоляция тизимларининг ишончилиги катта аҳамиятга эга. Бундай иншоотларда кўп ҳолларда сув таъсири **тескари босим** (яъни сувнинг конструкциянинг ички томонига қараб босим ўтказиши) шароитида намоён бўлади. Шу сабабли ер ости конструкцияларини муҳофаза қилишда суртиладиган гидроизоляция материаллари кенг қўлланилмоқда.

Тескари босим шароитида гидроизоляция қатламига қўйиладиган талаблар янада юқори бўлади. Бундай ҳолатда сув босими гидроизоляция қатламини конструкция юзасидан ажратишга интилади. Шунинг учун гидроизоляция материалларининг самарадорлиги кўп жиҳатдан уларнинг бетон ёки темир-бетон асоси билан ишончли бирикишига, яъни **адгезия хусусиятига** боғлиқ. Агар гидроизоляция қопламаси конструкция юзаси билан етарлича мустаҳкам бирикмаса, тескари сув босими таъсирида гидроизоляция қоплама ажралиб кетиши, ёриқлар ҳосил бўлиши ва сувнинг ертўла хонаси ичига кириб бориши мумкин.

Шу сабабли суртиладиган гидроизоляция материалларининг бетон ва темир-бетон юзалар билан бирикиш хусусиятларини ҳамда уларнинг тескари сув босими шароитидаги адгезия кўрсаткичларини тадқиқ қилиш муҳим илмий ва амалий аҳамиятга эга ҳисобланади. Бундай тадқиқотлар ер ости иншоотлари ва ертўла хоналарининг ишончилигини ошириш, уларнинг эксплуатация муддатини узайтириш ҳамда гидроизоляция тизимларининг самарадорлигини таъминлашга хизмат қилади.

Асосий қисм

Ер ости иншоотлари ва ертўла конструкцияларини намлик ҳамда ер ости сувлари таъсиридан муҳофаза қилиш қурилиш амалиётида муҳим вазифалардан бири ҳисобланади. Айниқса, гидроизоляция ишлари конструкциянинг ички томонидан бажарилганда ва ер ости сувлари босими ташқи томондан таъсир этганда тескари сув босими ҳолати юзага келади (1-расм). 1-расмда ер ости сувлари таъсирида бетон деворга таъсир этувчи тескари гидростатик босим схемаси кўрсатилган. Грунт қатламида тўпланган ер ости сувлари бетон деворга ташқи томондан босим билан таъсир қилади. Ушбу гидростатик босим бетон конструкция орқали узатилиб, деворнинг ички томонида жойлашган гидроизоляция қатламига таъсир кўрсатади. Натижада гидроизоляция қатламига уни бетон асосдан ажратишга интиладиган тескари босим таъсир этади. Агар гидроизоляция қатламининг бетон юзаси билан адгезия мустаҳкамлиги етарлича юқори бўлмаса, гидростатик босим таъсирида гидроизоляция қопламаси бетон юзасидан ажралиб кетиши мумкин. Ушбу 1-расм ер ости иншоотларида гидроизоляциянинг аҳамиятини кўрсатади.



1-

расм. Тескари сув босими таъсири схемаси: 1 - грунт (девор атрофида жойлашган тупроқ қатлами); 2 - ер ости суви (грунт ичида жойлашган сув қатлами); 3 - бетон

девор (ер ости иншоотининг асосий конструкцияси); 4 - гидроизоляция қатлами (бетон девордаги намликдан ертўла хонасини муҳофаза қилувчи ҳимоя қопламаси); 5 - тескари сув босими (ер ости сувла-ри томонидан гидроизоляция қатламига таъсир этувчи гидростатик босим).

Агар гидроизоляция қатлами бетон асос билан мустаҳкам адгезия ҳосил қилса, у тескари сув босими таъсирида ҳам ажралиб кетмайди ва конструкцияни намликдан ишончли муҳофаза қилади. Бундай шароитларда гидроизоляция қатламининг бетон ёки темир-бетон конструкция юзасидан ажралиб кетмаслиги ва сув босими таъсирига бардош бера олиши конструкциянинг ишончли эксплуатациясини таъминлайди.

Тескари сув босими шароитида ер ости конструкцияларининг ички томонига қўлланиладиган гидроизоляция қатламига таъсир этувчи асосий кучлардан бири гидростатик босим ҳисобланади. Ер ости сувлари грунт қатламларида тўпланганда ва конструкция ташқи томонига босим билан таъсир этганда, ушбу босим бетон ёки темир-бетон девор орқали ички гидроизоляция қатламига узатилади. Натижада гидроизоляция қатлами конструкция юзасидан ажралиб кетмаслиги учун у муайян даражадаги гидростатик босимга чидамли бўлиши талаб этилади (2-расм).

Гидростатик босимнинг қиймати сув устуни баландлигига боғлиқ бўлиб, у қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$p = \rho gh \quad (1)$$

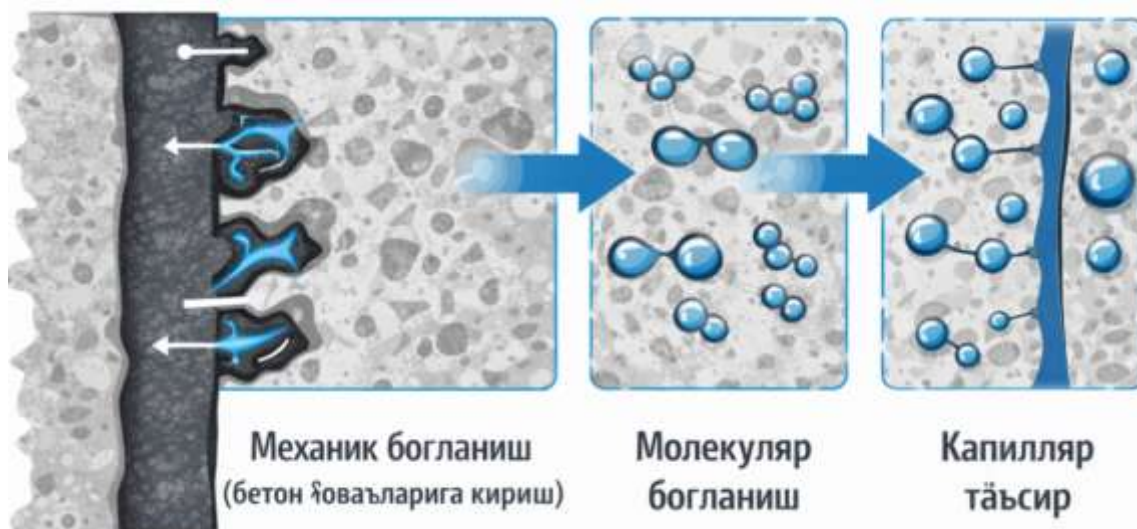
бу ерда p - сувнинг гидростатик босими (Па);

ρ - сувнинг зичлиги ($\text{кг}/\text{м}^3$);

g - ернинг эркин тушиш тезланиши ($9.81 \text{ м}/\text{с}^2$);

h — сув устуни баландлиги (м).

Ушбу формуладан кўришиб турибдики, гидростатик босим сув устуни баландлиги ортиши билан пропорционал равишда ортиб боради. Масалан, ер ости суви сатҳи 3–4 м баландликкача кўтарилган ҳолларда бетон деворга таъсир этувчи босим сезиларли даражада ортиб, гидроизоляция қатламига катта юклама тушиши мумкин. Агар гидроизоляция қопламасининг бетон юзаси билан адгезия мустаҳкамлиги етарли бўлмаса ёки материал етарлича эластикликка эга бўлмаса, гидростатик босим таъсирида қоплама бетон юзасидан ажралиб кетиши эҳтимоли мавжуд.



2-расм. Гидроизоляция қатламининг бетонга адгезия механизми

2-расмда суртиладиган гидроизоляция қопламасининг бетон юзаси билан бирикиши бир неча физик-кимёвий механизмлар орқали амалга ошиши схемавий тарзда кўрсатилган. 2-расмда адгезия жараёнининг асосий босқичлари сифатида механик боғланиш, молекуляр боғланиш ва капилляр таъсир механизмлари тасвирланган.

Биринчи босқичда механик боғланиш юз беради. Бетон юзаси табиатан ғовак ва ноҳамис бўлгани сабабли гидроизоляция материалининг суяқ ёки паст ковшоқликдаги қисми бетоннинг капилляр ва микроғовакларига кириб боради. Натижада материал қотгандан сўнг бетон юзасида механик “қулфланиш” (anchoring) ҳосил бўлади.

Иккинчи босқичда молекуляр боғланиш амалга ошади. Бу босқичда гидроизоляция материали таркибидаги полимер ёки цемент асосли компонентлар бетон юзасидаги минерал заррачалар билан физик-кимёвий ўзаро таъсирга киришади. Бундай ўзаро таъсир адсорбция ва молекулалараро кучлар таъсирида юз бериб, адгезия мустаҳкамлигини оширади.

Учинчи босқичда капилляр таъсир муҳим роль ўйнайди. Гидроизоляция материалининг суяқ фазаси бетон капиллярларига чуқурроқ сингиб бориши натижасида материал бетон тузилмаси билан янада мустаҳкам боғланади. Капилляр кучлар таъсирида гидроизоляция қатлами бетон ғовакларини қисман тўлдириб, сув ўтишига қарши қўшимча тўсиқ ҳосил қилади.

Шундай қилиб, суртиладиган гидроизоляция материалларининг бетон асос билан адгезияси механик қулфланиш, молекуляр ўзаро таъсир ва капилляр сингиш жараёнларининг биргаликда таъсири натижасида шаклланади. Бу омиллар гидроизоляция қатламининг бетон юзасидан ажралиб кетиш эҳтимолини камайтиради ва конструкцияларни намлик таъсиридан ишончли муҳофаза қилишни таъминлайди.

Шу сабабли ер ости иншоотларини лойиҳалаш ва таъмирлаш жараёнида гидроизоляция материалларининг сув босимида чидамлилиги, бетон юзаси билан адгезия мустаҳкамлиги ва эластиклик хусусиятлари алоҳида аҳамият касб этади. Бу

кўрсаткичлар гидроизоляция қатламининг тескари сув босими шароитида ҳам узлуксиз ҳимоя тўсиғини ҳосил қилишига ва конструкцияни намлик таъсиридан ишончли муҳофаза қилишига хизмат қилади.

Ушбу босим гидроизоляция қатламини бетон асосдан ажратишга интилувчи куч ҳосил қилади. Шу сабабли гидроизоляция материалларининг бетон асос билан адгезия хусусиятлари бундай шароитларда ҳал қилувчи аҳамиятга эга ҳисобланади.

Суртиладиган гидроизоляция материаллари (полимер-цемент ёки битум-полимер композициялар) бетон ва темир-бетон конструкциялар юзасига суртилиб, узлуксиз монолит қоплама ҳосил қилади. Уларнинг самарадорлиги кўп жиҳатдан бетон асос билан адгезия кўрсаткичига боғлиқ. Адгезия деганда гидроизоляция қатлами билан бетон асос ўртасидаги механик ва молекуляр боғланиш орқали ҳосил бўладиган ёпишиш қобилияти тушунилади (2-расм).

Гидроизоляция қопламасининг бетон асос билан адгезия мустаҳкамлиги куйидаги формула орқали аниқланади:

$$\sigma = F/A \quad (2)$$

бу ерда σ - адгезия мустаҳкамлиги (кН/м^2), F - қопламани ажратиш учун керак бўлган максимал куч (Н), A - ёпишиш юзасининг майдони (м^2).

Тадқиқотларда суртиладиган гидроизоляция материалларининг бетон асос билан адгезия хусусиятларини баҳолаш мақсадида лаборатория шароитида махсус намуналар тайёрланди. Намуна сифатида цемент-қум қоришмасидан тайёрланган цилиндр шаклидаги элементлар қўлланилди. Ушбу цилиндрларнинг кўндаланг кесим майдони $3,60 \text{ см}^2$ ва баландлиги 5 см ни ташкил этди. Бундай геометрик ўлчамларни танлашдан мақсад синов жараёнида гидроизоляция қопламаси билан асос ўртасидаги ёпишиш кучини аниқ ва қиёсий баҳолаш ҳамда механик кучланишларнинг бир текис тақсимланишини таъминлашдан иборат.

Тадқиқот жараёнида гидроизоляция композициялари ишлаб чиқарувчи томонидан тавсия этилган технологик талаблар асосида тайёрланди. Тайёрланган гидроизоляция аралашмаси цемент-қумли цилиндр юзасига чўтка ёрдамида бир текис суртилди ва унинг устига иккинчи цилиндр намунаси маҳкам босиб бириктирилди (3-расм).

Синов натижаларининг ишончлилигини таъминлаш мақсадида ҳар бир гидроизоляция материали учун камида олгита намуна тайёрланди. Намуналар 14 кун давомида табиий муҳит шароитида ёки намликни капилляр йўл билан сўрувчи эксикатор ичида сақланди. Бу давр мобайнида гидроизоляция композицияларида физик-кимёвий жараёнлар тўлиқ кечиши ва адгезия хусусиятларининг шаклланиши таъминланди.

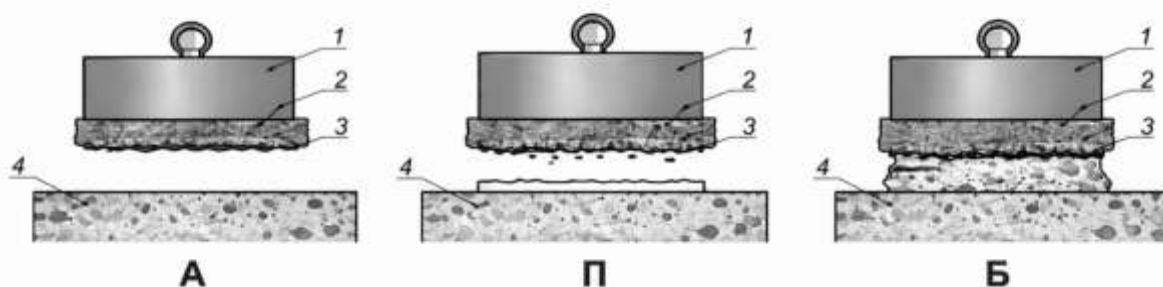
Қаттиқлашиш жараёни яқунлангандан кейин гидроизоляция материалларининг бетон асос билан адгезия кўрсаткичлари махсус лаборатория ускунаси ёрдамида тортиш усули орқали аниқланди.

3-расмда суртиладиган гидроизоляция қопламаларининг бетон асос билан адгезиясини баҳолаш жараёнида кузатиладиган асосий ажралиш турлари схемавий

тарзда тасвирланган. Адгезия синовлари натижасида қоплама ва асос ўртасидаги бирикиш мустаҳкамлигига қараб ажралиш турлари турлича бўлиши мумкин.

А ҳолатда ажралиш гидроизоляция қопламаси билан бетон асоси чегараси бўйлаб содир бўлади. Бу ҳолат адгезион ажралиш деб аталади ва у қопламанинг бетон юзасига ёпишиш мустаҳкамлигини тавсифлайди. Агар ажралиш айнан шу чегара бўйлаб юз берса, синов натижасида олинган қиймат қоплама ва асос ўртасидаги ҳақиқий адгезия мустаҳкамлигига тенг бўлади.

П ҳолатда ажралиш қоплама материалининг ўзи ичида, яъни унинг танаси бўйлаб содир бўлади. Бу ҳолат когезион ажралиш деб юритилади. Бунда қоплама материалининг ички мустаҳкамлиги адгезия мустаҳкамлигидан паст бўлади, шунинг учун материал қоплама ичида узилади.



3-расм. Гидроизоляция қопламаларининг адгезия синовидида кузатилади-ган ажралиш турлари: 1-металл штамп; 2-клей (ёпиштирувчи модда); 3-қоплама (гидроизоляция композицияси); 4-асос.

Б ҳолатда эса ажралиш бетон асосининг ўзи бўйлаб юз беради. Бу ҳолатда бетоннинг мустаҳкамлиги қоплама билан бетон ўртасидаги адгезия мустаҳкамлигидан паст бўлади. Шу сабабли ажралиш бетон тузилмаси ичида содир бўлади.

Адгезия синовларида бетон танаси бўйлаб ажралиш кузатилиши (Б ҳолатда) гидроизоляция қопламасининг бетон асос билан юқори даражада бирикканлигини кўрсатади ва бундай ҳолат қоплама тизимининг энг самарали ишлашини тасдиқлайди.

Шундай қилиб, адгезия синови натижасида кузатиладиган ажралиш характери гидроизоляция қопламасининг бетон асос билан бирикиш сифати ва материалларнинг мустаҳкамлик нисбатини баҳолаш имконини беради. Бу эса ерости конструкцияларини намлик ва ер ости сувларидан ишончли муҳофаза қилишда қоплама материалларини тўғри танлашда муҳим аҳамиятга эга.

Синов жараёнида цилиндр намуналарни ажратиш учун талаб этилган куч қиймати аниқланди ва шу асосда гидроизоляция қопламасининг бетон асос билан адгезия мустаҳкамлиги ҳисоблаб чиқилди.

Лаборатория тадқиқотлари натижалари турли хил суртилдиган гидроизоляция материалларининг бетон асос билан адгезия кўрсаткичлари турлича эканлигини

кўрсатди. Айрим полимер-цемент композицияларида адгезия мустаҳкамлиги юқори даражада эканлиги аниқланди. Масалан, Барраластик ва ВодоStop материалларида адгезия кўрсаткичлари 48,6–53,6 кН/м² атрофида қайд этилди. Айрим материалларда эса ушбу кўрсаткич 15–20 кН/м² атрофида бўлиб, нисбатан паст адгезия хусусиятлари кузатилди.

Синов натижаларини таҳлил қилиш шуни кўрсатдики, айрим ҳолатларда узилиш гидроизоляция қатламининг ўзида эмас, балки цемент-қумли асос қатламида содир бўлган. Бу ҳолат полимер-цемент гидроизоляция материалларининг бетон асос билан адгезияси юқори даражада эканлигини кўрсатади.

Шундай қилиб, олиб борилган тадқиқотлар суртиладиган полимер-цемент гидроизоляция материаллари бетон ва темир-бетон конструкцияларини тескари сув босими шароитида намликдан ишончли муҳофаза қилиш имкониятига эга эканлигини кўрсатди. Юқори адгезияга эга гидроизоляция материалларини қўллаш конструкция юзасида мустаҳкам ва узлуксиз гидроизоляция қатламини шакллантириб, ер ости сувларининг конструкция ичига кириб боришини самарали равишда чеклайди.

Хулоса

Олиб борилган тадқиқотлар натижасида суртиладиган гидроизоляция материалларининг бетон ва темир-бетон конструкциялар билан адгезия хусусиятлари ҳамда уларнинг тескари сув босими шароитидаги барқарорлиги таҳлил қилинди. Ер ости иншоотлари ва ертўла конструкцияларида сув таъсири кўп ҳолларда конструкциянинг ташқи томонидан таъсир этувчи гидростатик босим кўринишида намоён бўлади. Мазкур босим ертўла деворининг ички томонида ўрнатилган гидроизоляция қатламини бетон асосдан ажратишга интилади. Шу сабабли гидроизоляция материалларининг бетон юзаси билан мустаҳкам бирикиши ертўла хоналарини намликдан ишончли муҳофаза қилишда ҳал қилувчи аҳамиятга эга ҳисобланади.

Тадқиқот жараёнида суртиладиган гидроизоляция материалларининг бетон асос билан адгезия мустаҳкамлиги лаборатория шароитида махсус тайёрланган цилиндрик намуналар ёрдамида тортиш усули орқали аниқланди. Синов натижалари турли хил гидроизоляция материалларида адгезия кўрсаткичлари сезиларли даражада фарқ қилишини кўрсатди. Айрим полимер-цемент композицияларида адгезия мустаҳкамлиги 48,6–53,6 кН/м² атрофида бўлиб, юқори кўрсаткичларга эга эканлиги аниқланди, айрим материалларда эса ушбу кўрсаткич нисбатан паст бўлган.

Адгезия синовлари натижаларини таҳлил қилиш шуни кўрсатдики, баъзи ҳолатларда узилиш гидроизоляция қопламаси билан бетон асоси чегарасида эмас, балки цемент-қумли асос қатламининг ўзида содир бўлган. Бу эса айрим полимер-цемент гидроизоляция материалларининг бетон билан бирикиш мустаҳкамлиги жуда юқори эканлигини ва уларнинг эксплуатация шароитида ишончли ишлашини кўрсатади.

Шунингдек, тадқиқотлар суртиладиган гидроизоляция материалларининг бетон юзаси билан адгезияси механик боғланиш, молекуляр ўзаро таъсир ва капилляр

сингиш жараёнларининг биргаликда таъсири натижасида шаклланишини кўрсатди. Бу омиллар гидроизоляция қатламининг бетон юзасидан ажралиб кетиш эҳтимолини камайтиради ҳамда конструкцияларда узлуксиз ҳимоя тўсиғини ҳосил қилади.

Умуман олганда, олиб борилган тадқиқотлар полимер ва полимер-цемент асосидаги суртиладиган гидроизоляция материаллари ер ости иншоотлари ҳамда ертўла конструкцияларини тескари сув босими шароитида намлик таъсиридан ишончли муҳофаза қилиш имкониятига эга эканлигини кўрсатди. Юқори адгезияга эга гидроизоляция материалларидан фойдаланиш конструкция юзасида мустаҳкам ва узлуксиз гидроизоляция қатламини шакллантириб, ер ости сувларининг ертўла хоналари ичига кириб боришини самарали чеклайди ҳамда биноларнинг эксплуатацион ишончлилиги ва хизмат муддатини оширишга хизмат қилади.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати (REFERENCES):

1. Кулагин В.А., Гидроизоляционные материалы и технологии: Учебное пособие. – Москва: Стройиздат, 2019. – 256 с.
2. ҚМҚ-2.01.01-22. Лойихалаш учун иқлимий ва физикавий-геологик маълумотлар. Ўзбекистон Республикаси Давлат Архитектура ва Қурилиш Қўмитаси. Тошкент. 2022 й.
3. Миронов А.Н., Туннельное строительство и гидроизоляция. – Санкт-Петербург: Питер, 2021. – 312 с.
4. Basheer P.A.M., Long A.E. Bond strength of protective coatings to concrete substrates // Construction and Building Materials, 2001.
5. Э.С. Тулаков, М. Махмудов, Д.Т. Иноятлов, А.С. Курбонов. Қурилиш физикаси I. Дарслик. – Самарқанд: СамДЧТИ нашриёти, 2026.- 390 б.
6. Турсунов И.И., Ер ости иншоотлари гидроизоляциясининг ишончлилигига таъсир этувчи омиллар. // "Қурилиш материаллари ва технологиялари" журнали. – Тошкент, 2021. – №4. – Б. 55–63.
7. **Kaprielov S.S., Sheinfeld A.V.** Modern polymer-cement compositions for waterproofing concrete structures // Construction Materials Journal, 2012.
8. Tulakov, E. S., Inoyatov, D. T., & Kurbonov, A. S. (2019). Waterproofing and calculation of the thickness 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 and Technology Research, 8(11), 3311-3314.