

**ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМий ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.26/30.12.2019.Т.11.01 РАҚАМЛИ
ИЛМий КЕНГАШ**

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

АБОБАКИРОВА ЗЕБУНИСО АСРОРОВА

**ЕР ОСТИ КОНСТРУКЦИЯЛАРИ УЧУН ИОНОГЕН ТАБИАТЛИ
ҚЎШИМЧАЛИ САМАРАЛИ КОРРОЗИЯГА ЧИДАМЛИ БЕТОН
ТАРКИБИНИ ЛОЙИҲАЛАШ ВА ХОССАЛАРИНИ
ОПТИМАЛЛАШТИРИШ**

05.09.05 - Қурилиш материаллари ва буюмлари

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси

АВТОРЕФЕРАТИ

Фарғона – 2020

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертация
автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по
техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)
on technical sciences**

Абобакирова Зебунисо Асроровна

Ер ости конструкциялари учун ионоген табиатли қўшимчали самарали
коррозияга чидамли бетон таркибини лойихалаш ва хоссаларини
оптималлаштириш.....5

Абобакирова Зебунисо Асроровна

Проектирование состава и оптимизация свойств эффективного
коррозиестойкого бетона с добавкой ионогенной природы для
подземных
конструкций.....22

Abobakirova Zebuniso Asrorovna

Planning of composition and optimization of properties of effective non-
corrodible concrete with addition of ionogenic nature for underground
constructions41

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works45

**ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.26/30.12.2019.Т.11.01 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

АБОБАКИРОВА ЗЕБУНИСО АСРОРОВА

**ЕР ОСТИ КОНСТРУКЦИЯЛАРИ УЧУН ИОНОГЕН ТАБИАТЛИ
ҚЎШИМЧАЛИ САМАРАЛИ КОРРОЗИЯГА ЧИДАМЛИ БЕТОН
ТАРКИБИНИ ЛОЙИҲАЛАШ ВА ХОССАЛАРИНИ
ОПТИМАЛЛАШТИРИШ**

05.09.05 - Қурилиш материаллари ва буюмлари

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси

АВТОРЕФЕРАТИ

Фарғона – 2020

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2017.1.PhD/T127 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертация Фарғона политехника институтида бажарилган.

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

Илмий раҳбар:

Гончарова Наталья Ивановна
техника фанлари номзоди, доцент

Расмий оппонентлар:

Касимов Иркин
техника фанлари доктори, профессор

Сиддиқов Икромжон Иминович
техника фанлари номзоди, доцент

Етакчи ташкилот:

Наманган муҳандислик-қурилиш институти

Диссертация химояси Тошкент архитектура-қурилиш институти ҳузуридаги DSc.26/30.12.2019.T.11.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2020 йил «12» август соат 13⁰⁰ да архитектура факультетининг мажлислар залида бўлиб ўтади (Манзил: 100011, Тошкент ш., Абдулла Қодирий кўчаси, 7в-уй. Тел.:(99871) 241-10-84; факс: (99871) 241-80-00, e-mail: devon@taqi.uz, taqi_atm@edu.uz).

Диссертация билан Тошкент архитектура-қурилиш институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№ 44 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100084, Тошкент ш., Кичик Халқа йўли кўчаси, 7-уй. Тел.:(+99871) 235-43-30; факс:(+99871) 234-15-11, e-mail: taqi_atm@edu.uz). факс: (99871) 241-80-00, e-mail: taqi_atm@edu.uz).

Диссертация автореферати 2020 йил «01» август куни тарқатилди.
(2020 йил «30» июн даги 8 - рақамли реестр баённомаси).

А.А.Тулаганов

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

Х.Х. Камиллов

Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш илмий котиби, т.ф.д., профессор

С.А. Ходжаев

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда қурилиш саноатининг жадал ривожланиши туфайли портландцементдан фойдаланиб тайёрланадиган бетон ва темирбетон конструкцияларига бўлган талаб ортиб бормоқда. Шу жиҳатдан қурилиш материаллари ишлаб чиқариш саноатининг устувор вазифаларидан бири бетон ва темирбетон конструкцияларини ишлаб чиқаришда, уларнинг мустаҳкамлигини пасайтирмаган ҳолда, мавжуд маҳаллий хом ашё ва саноат чиқиндиларидан фойдаланиш, ишлаб чиқариш технологияларини модернизация қилиш, ишлаб чиқариладиган маҳсулот сифатини яхшилаш, унинг таннархини арзонлаштиришга катта эътибор қаратилмоқда.

Жаҳон миқёсида бетон ва темирбетон конструкцияларини ишлаб чиқариш учун фойдаланиладиган бетон қоришмалари таркибларини оптималлаштириш билан бир қаторда, уларни тайёрлашда саноат чиқиндилари, кимёвий ва минерал қўшимчалардан фойдаланиш, қотаётган цемент тошида структура ҳосил бўлишини мақсадли бошқаришга йўналтирилган кўплаб илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада бетон ва темирбетон конструкцияларининг атроф-муҳит, айниқса ерости сувларининг зарарли таъсирига чидамлилигини ошириш мақсадида кимёвий ва минерал қўшимчалардан фойдаланиш, бетон қоришманинг қулай жойлашувчанлигини таъминлаш, цемент гидратациясини интенсивлаш орқали бетоннинг дастлабки мустаҳкамлигини тезлаштириш ҳамда юқори мустаҳкамликка эришишини таъминлаш ва шу билан бирга конструкция бетонининг мустаҳкамлигини ошириш, совуққа бардошлигини, зичлигини ва бошқа хоссаларини яхшилаш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Республикамизда қурилиш материаллари саноатини ривожлантириш, табиий хомашё материалларини иқтисод қилиш ва саноат чиқиндиларидан ишлаб чиқаришда фойдаланиш имконини берувчи ресурс ва энергия тежамкор технологияларни жорий этишга ва коррозияга чидамли бетон турларини яратишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантириш стратегиясида, хусусан “«ишлаб чиқариш соҳаларини ривожлантириш, саноатни модернизация ва диверсификация қилиш,... иқтисодиётда энергия ва ресурслар сарфини пасайтириш, энергия тежамкор технологияларни ишлаб чиқаришга кенг тадбиқ этиш...”¹ вазифалари алоҳида таъкидлаб ўтилган. Мазкур вазифаларни бажаришда қурилиш жараёнини сифатли материал ва конструкциялар билан таъминлаш, айниқса ерости сувларининг агрессив таъсирига чидамли бетон ва темирбетон конструкцияларни маҳаллий хом ашё ва саноат чиқиндиларидан фойдаланиб, бетон қоришмаларининг таркибларини ва сифатли конструкция ва буюмларини ишлаб чиқариш технологияларини яратиш долзарб вазифалардан ҳисобланади.

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сонли “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Харакатлар стратегияси тўғрисида”ги Фармони.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сонли “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги Фармони, 2016 йил 28 сентябрдаги ПҚ-2615-сонли “2016-2020 йилларда қурилиш индустриясини янада ривожлантириш бўйича тадбирлар дастури тўғрисида”ги, 2019 йил 23 майдаги ПҚ-4335-сонли «Қурилиш материаллари саноатини жадал ривожлантиришга оид қўшимча чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарорлари ва шунингдек, бу соҳада қабул қилинган бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда кўзда тутилган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республикада фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг II.«Энергетика, энергия ва ресурстежамкорлик» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Турли бино ва иншоотлардаги цемент асосидаги қурилиш материаллари ва конструкцияларини атроф-муҳитнинг агрессив таъсири остида кечадиган коррозия жараёнларига зарур чидамлилигини таъминлаш борасида чет эл олимлари жумладан: Москвин В.М., Алексеев С.Н., Иванов Ф.М., Кинд В.В., Бутт Ю.М., Латипов В.М., Лохер Ф., Торвальдсон Т., Батраков В.Г., Мчедлов-Петросян О.П., Минас А.И., Мощанский Ҳ.А., Ратинов В.Б., Розенталь Н.К., Рубецкой Т.В., Степанова В.Ф., Соломатов В.И., Шейкин А.Э., Рояк Г.С., Баженов Ю.М., Кансеполский И.С. ва бошқа олимлар шуғулланиб, ушбу масалаларни ҳал қилишга катта ҳисса қўшганлар.

Юртимиз олимлари Отақўзиев Т.А., Пулатов З.П., Тохиров М.Қ., Тешабоев Р.Д., Қосимов Э.У., Самигов Н.А., Тўлаганов А.А., Адилхаджаев А.И., Ходжаев С.А., Махаматалиев И.М. ва бошқалар цемент тошини коррозияга чидамлилигини ошириш, турли кимёвий ва минерал қўшимчалардан фойдаланиб бетонларнинг физик-механик ва физик-кимёвий хоссалари яхшилаш бўйича турли йилларда ўз тадқиқотлари асосида муҳим натижаларга эришганлар.

Аввал ўтказилган тадқиқотлар таҳлили агрессив муҳит таъсири юқори бўлган ҳудудларда ер ости конструкциялари учун қўлланиладиган коррозияга чидамли бетонлар таркибларини ишлаб чиқиш, чидамлилигини ошириш учун ионоген табиатли кимёвий қўшимчалардан фойдаланиш орқали бетон хоссаларини оптималлаштириш, конструкцияни тайёрлашга кетадиган сарф-харажатларни камайтиришга қаратилган масалалар етарли даражада ўрганилмаганлигини ва янада кенгроқ тадқиқ қилишни талаб этаётганлигини кўрсатмоқда.

Тадқиқотнинг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Фарғона политехника институтида А-14-15 “Қишлоқ жойларида намунавий турар жой биноларини қуришда маҳаллий ҳом-ашёлардан фойдаланган ҳолда, уларнинг таннархини оширмасдан, энергия

тежайдиган технологияларни жорий этиш” (2015-2018 йй.) мавзуси бўйича олиб борилган амалий лойиҳа доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади ер ости конструкциялари учун ионоген табиатли қўшимчалардан фойдаланиб коррозияга чидамли самарали бетон таркибини ишлаб чиқиш ва хоссаларини оптималлаштиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

коррозияга чидамли бетоннинг физик-кимёвий структураси ва хоссаларига таъсирини тадқиқ этиш;

коррозияга чидамли бетоннинг физик-механик хоссаларига таъсирини тадқиқ этиш;

коррозияга чидамли бетон таркибини кимёвий қўшимчалар билан оптималлаштириш ва бетоннинг тузилиш хусусиятларини шакллантиришга таъсир этишининг асосий қонуниятларини ишлаб чиқиш;

ер ости конструкциялари учун кимёвий қўшимчалардан фойдаланиб бетон ишлаб чиқариш технологиясини ишлаб чиқиш;

Тадқиқот объекти сифатида ер ости конструкциялари учун ионоген кимёвий қўшимча қўшилган самарали коррозияга чидамли бетон олинган.

Тадқиқот предметини ионоген табиатли кимёвий қўшимча қўшилган коррозияга чидамли бетоннинг физик-механик, физик-кимёвий ва техник-иктисодий кўрсаткичлари танлаб олинган.

Тадқиқот усуллари. Тадқиқот жараёнида замонавий физик-кимёвий таҳлил усулларида, структура шаклланишининг рентген-фаза, дифференциал-термик ва электрон микроскоп таҳлили, бетоннинг сифат кўрсаткичлари ва хоссаларини ўрганишнинг стандартлаштирилган усулларида ҳамда қоришма таркибини оптималлаштиришни математик усулларида ва экспериментлар натижаларини статистик таҳлил қилиш усулларида фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

ионоген табиатли кимёвий қўшимча, иссиқлик электр маркази (ИЭМ) кули ва фаоллаштирилган сувнинг миқдорий таъсирини ҳисобга олган ҳолда коррозияга чидамли бетонда структура ҳосил бўлиш механизми аниқланган;

коррозияга чидамли бетоннинг физик-механик хусусиятлари ионоген табиатли кимёвий қўшимча ва кукукли тўлдиргич таъсири ҳисобига оширилган ва узоқ муддатга чидамлилиги таъминланган;

коррозияга чидамли бетоннинг мустаҳкамлигини унинг ташкил этувчилари миқдорига боғлиқлигини ифодаловчи математик модель ишлаб чиқилган;

коррозияга чидамли бетоннинг ҳажмий гидрофобланиш ва зичлигининг ортиши, унинг сув ўтказмаслиги, ички ва хусусий таркибий кучланишларнинг релаксацияси натижасида коррозияга чидамлилигининг ортиши аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

ер ости конструкциялари учун ионоген табиатли кимёвий қўшимча ва ИЭМ кулидан фойдаланиб коррозияга чидамли бетон таркиби ишлаб чиқилган;

бетон структурасини ҳосил бўлиш жараёнида тизимдаги барча компонентлар орасидаги физик-кимёвий ўзаро таъсирини намоён этиш орқали зич ва мустаҳкам бетон олиш мумкинлиги кўрсатиб берилган;

экспериментларни режалаштиришнинг математик моделлаштириш усули орқали коррозияга чидамли бетоннинг мустаҳкамлиги фойдаланилган компонентларнинг миқдорига боғлиқлиги кўрсатиб берувчи математик модели ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиг тадқиқотларни замонавий усул ва воситаларни ҳамда тажрибани математик режалаштириш усуллари қўллаган ҳолда бажарилганлиги, тажриба йўли билан олинган хулосаларнинг назарий асос бўлувчи қонунлар билан мослиги, шунингдек, ишланмаларни ишлаб чиқариш шароитларида апробация қилинганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти шундаки, ер ости конструкциялари учун турли хил кимёвий қўшимчалар ёрдамида коррозияга чидамли бетоннинг тузилиши ва структураси аниқланди, шубилан бирга унинг физик-механик хоссалари, уларнинг ўзгариши ва сифат кўрсаткичларга таъсинини илмий асослари яратилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқотнинг натижаларининг амалий аҳамияти маҳаллий хомашёлар асосида сифатли, импорт ўрнини босадиган ва рақобатбардош ишлаб чиқаришни таъминлайдиган коррозияга чидамли бетоннингянги самарадор таркиблари асосида кимёвий қўшимчалар ёрдамида олиш ва уни ишлаб чиқаришга жорий этишдан иборат.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Ер ости конструкциялари учун ионоген табиатли қўшимчали самарали коррозияга чидамли бетон таркибини лойиҳалаш ва хоссаларини оптималлаштириш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

ионоген табиатли қўшимчадан фойдаланиб ишлаб чиқариладиган бетон таркиблари “Фарғона нефтни қайта ишлаш заводи” ОАЖда жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Қурилиш вазирлигининг 2019 йил 6 декабрдаги 9646/09-07-сон ва «Ўзсаноатқурилишматериаллари» уюшмасининг 2019 йил 29 ноябрдаги 05/15-3075 – сон маълумотномалари). Натижада тозалаш қурилмаларининг ер ости иншоотларида 6000 м³ ҳажмдаги бетон партиясини ишлаб чиқарилган ва цемент сарфини 25-30% га камайтириш имконини берган;

маҳаллий хом-ашёдан фойдаланиб бетон ишлаб чиқаришнинг инновацион технологияси “Зилха темир бетон маҳсулотлари” МЧЖда жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Қурилиш вазирлигининг 2019 йил 6 декабрдаги 9646/09-07-сон ва «Ўзсаноатқурилишматериаллари» уюшмасининг 2019 йил 29 ноябрдаги 05/15-3075-сон маълумотномалари). Натижада 3000 м³ ҳажмда фойдаланиш учун плита ишлаб чиқарилган ва бу амалдаги стандарт талабларига жавоб берувчи маҳсулот олиш имконини берган.

коррозияга чидамли бетоннинг оптимал таркибдаги намуналари “Зилха

темир бетон маҳсулотлари” МЧЖда жорий қилинган. (Ўзбекистон Республикаси Қурилиш вазирлигининг 2019 йил 6 декабрдаги 9646/09-07-сон ва «Ўзсаноатқурилиш-материаллари» уюшмасининг 2019 йил 29 ноябрдаги 05/15-3075-сон маълумотномалари). Натижада иқтисодий самарадорлиги 1,2 бараварга ва мустаҳкамлиги 1,3 мартагача ошириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Диссертациянинг асосий натижалари 5 та халқаро ва 9 та республика миқёсидаги илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 32 та илмий иш чоп этилган. Улардан 7 та мақола, шу жумладан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси томонидан тавсия этилган 2та хорижий ва 5 таси республика журналларида нашр этилган.

Диссертация таркиби ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат бўлиб, диссертациянинг ҳажми 120 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқот мақсади ва вазифалари, объект ҳамда предметлари тавсифланган, Ўзбекистон Республикасини фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишлариги мос эканлиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган. Олинган натижаларининг ишончлилиги асосланган ва уларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертациятининг тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Турли таъсир шароитида цемент тоши ва ер ости конструкциялари бетонларини коррозияга чидамлилигини таъминлашнинг замонавий илмий асослари”** деб номланган биринчи бобида илмий-техник адабиётларда ушбу мавзу бўйича олиб борилаётган илмий-тадқиқот ишларининг таҳлилий шарҳи берилган.

Реал шароитда, бетон қурилмалар одатда икки ёки ундан кўп ишлайдиган тажовузкор омиллар мажмуасидан таъсирланади. Тажовузкор шароит ва механик кучланишнинг биргаликдаги таъсири вайрон бўлишнинг кучайишига ва айниқса, емирилиш жараёнларини тезлашишига олиб келади.

Бетон емирилиши – бу унинг таркибий яхлитлигини бузилиш ва мустаҳкамлигини сусайишидир.

Бетоннинг емирилиши гидратланган клинкер минералларининг цемент тошидаги парчаланиши натижасида, шунингдек, цемент тошининг ғовакларидаги емирилиш маҳсулотларининг кристалланиши натижасида бетонда ички кучланиши пайдо бўлиши туфайли юзага келиши мумкин.

Гидратланган неоплазмаларнинг парчаланиши натижасида бетоннинг вайрон бўлиши уларнинг эритилган таркибий қисмларини ғовак

суоқлигидан чиқариб ташлаш билан боғлиқ бўлиб, цемент тоши ва унинг суоқ фазаси ўртасидаги номутаносибликни келтириб чиқаради.

Цемент тошининг ғовакларида емирилиш маҳсулотларининг кристалланиши натижасида юзага келадиган емирилиш жараёни ушбу маҳсулотларнинг пайдо бўлиш кинетикаси ва улар томонидан яратилган тузилиш хусусиятлари билан боғлиқ.

Бетоннинг сульфат эритмаси билан тўйинганлиги сабабли унинг қолдиқларида калций гидросульфoалюминат (ГСАК) юқори сульфат шаклланиши унинг бўшлиқларида ҳосил бўлади: $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot3\text{CaSO}_4\cdot31\text{H}_2\text{O}$ ва кам сульфат $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot3\text{CaSO}_4\cdot12\text{H}_2\text{O}$. Биринчи шакл энг хавfli бўлиб, эттрингит унинг табиий аналогидир.

Цемент аралаштирилганидан кейин дастлабки соатларда, цемент тошининг таркибий асослари ҳали шаклланмаган бўлса, ГСАК чўзилувчанлик таъсирига эга эмас.

Сульфатлар қотиб қолган бетоннинг танасига кириб борганда, улар иккала таъсирланмаган C_3A ёки гидроалюминатлар ва калций гидроксиди билан бир хил ГСАК билан ўзаро таъсирланганда, ғовакли деворларда ўсаётган ГСАК кристаллари юзларининг юқори кристалланиш босимига олиб келадиган бошқача манзара кузатилади.

Қурилиш материалларининг замонавий назарий тушунчаларини инобатга олган ҳолда, шундай хулосага келишимиз мумкинки, бетоннинг таркибий-механик тавсифини мўътадиллаштириш ва емирилишга чидамлилигини ошириш учун унга кўп тармоқли йўналишга эга (сувда эрийдиган полимерлар) кимёвий қўшимчалар, гидравлик жиҳатдан фаол, аралашуш мустаҳкамлиги юқори гидрациянинг иккиламчи ҳом ашёлари ҳосил бўлишига сабабчи тўлдирилувчилар қўшилиши ҳисобига ошириш мумкин.

Ионоген (анион ёки катион) сирт фаол моддаларнинг (СФМ) сувли эритмаларда ионлашиш натижасида юзаки фаолликни белгиловчи манфий ёки мусбат қувватланган органик ионлар ҳосил қилади. Ушбу қўшимчалар орасида энг муҳим қўшимчалар гeльполимерлари бўлиб, улар бетоннинг микроструктурасида намликни сақлайди ва тузилиш жараёнида иштирок этади, гидратланишнинг охириги босқичини юқори даражадаги кристалланиш билан таъминлайди.

Магнит фаоллаштирилган сув, сув-цемент нисбатини камайтириш орқали тузилмани яхшилашга ёрдам беради ва натижада сиқилиш ва майда ғоваклар ҳажмини камайтиради, бу сув ўтказувчанлигининг пасайишига ва бетоннинг совуққа чидамлилигини оширади.

Тўлдирувчилар уларнинг таркибига киритилганда боғловчилар кучининг ошиши нафақат гидравлик фаоллик билан, балки цементнинг ёпишиш жойларидаги моддаларининг энг кичик доналари (коллоид ўлчамлари) орасидаги цементнинг алоқа зонасида кристалланиш марказларининг шаклланиши билан ҳам боғлиқ. Тўйинтирилган бетоннинг асосий афзаллиги шундаки, микро пломба моддаларининг киритилиши уларнинг мустаҳкамлиги ва деформация хусусиятларини кенг назорат қилиш,

шунингдек, материалларнинг кимёвий қаршилиги ва мустаҳкамлигини оширишга имкон беради.

Шундай қилиб, юқорида санаб ўтилган афзалликларга асосланган ҳолда, мустаҳкамлиги ҳар тарафлама оширилган, яъни бир-бири билан боғлиқ ҳар уч даврий элементлар, айниқса таркиби мўтаъдиллашган ва пишиқлиги оширилган, бундан келиб чиққан ҳолда бузилиш жараёнини самарали равишда секинлаштирувчи, емирилишга чидамли бетон лойиҳалаштириш масаласи қўйилади. Бетоннинг чидамлилигини таъминлашда эса унга оптимал таркиб, кўп функцияли қўшимчалар ва фаоллаштирилган сув, микроқўшимчалар аралаштириш натижасида бетон чўкишидаги нуқсонларни камайтириш билан эришиш мумкин.

Диссертациянинг **“Тадқиқот усуллари ва материаллари”** деб номланган иккинчи бобида лаборатория синовлари ва ишлаб чиқариш синовлари учун етарли миқдорда мавжуд бўлган маҳаллий хом-ашёни дастлабки тадқиқотлар натижалари изоҳланган.

Тадқиқотнинг объекти сифатида Қувасой цемент заводида ишлаб чиқарилувчи портландцемент, ҳамда минерал таркиби Қувасой портландцементига яқин бўлган Оҳангарон портландцементи; тўлдирувчилар (йирик ва майда); тўйинтирувчилар (демпфир компоненти) – Фарғона ИЭС нинг қуритилган ИЭМ нордон куллари; тажовузкор муҳит – тузли ер ости сувлари олинди.

Ионоген СФМ гуруҳида кимёвий тарафдан энг барқарорлари – катион фаолларидир, уларнинг молекулаларини таркибий қисмларга ажратилганда узун углеводлар занжирига эга кичик анион ва катионлар вужудга келади. Катион фаол ПАВ лар мўтаъдиллаштирувчи бўлиб, эритмада ва адсорбицион қатламларда гелсифат тўр ҳосил қилади. Полимер қўшимча сифатида – модификаторлар ва бириктирувчи агентлар (полимеризаторлар) воситаси ишқорли муҳитда гидролизлаш усулида олинган полимер реагент POLY–ANS (гидролизланган барқарор полиакрилонитрил) фойдаланилган.

Таркибларнинг кимёвий, минералогик ва гранулометрик (зарралар ҳажми) таҳлили амалга оширилди, ҳамда хом-ашё маҳсулотларининг асосий хусусиятлари аниқланди.

Цемент қуйилтирувчининг таркиб топиши ва гидратация жараёнлари ДТА, рентгенография, электрон микроскоп усуллари қўллаган ҳолда ўрганиб чиқилди.

Цемент қуйилтирувчилар ва улар асосидаги бетонлар тадқиқоти стандарт ва ностандарт усулларни қўллаш натижасида амалга оширилди.

Диссертациянинг **“Минерал ва кимёвий модификаторлардан фойдаланган ҳолда аралаш цемент бириктирувчиларини тузилиш хусусиятларини яратиш ва такомиллаштириш”** деб номланган учинчи бобида минерал ва кимёвий модификаторлардан фойдаланган ҳолда аралаш цемент бириктирувчилари тузилиши ва хусусиятларини такомиллаштириш бўйича экспериментал тадқиқотлар натижаларига бағишланган.

Ионоген турдаги қўшимча ва тўлдирувчиларнинг цемент тоши таркибини ташкил топиши ва хоссларига таъсири аниқланди. Гидрогель

гуруҳига мансуб сувда эрийдиган POLY-ANS полимер қўшимчасидан фойдаланилди. Гель таркибий қисмларининг нам тортиш даражаси ва бошқа хусусиятларига кўплаб унсурлар – кимёвий таркиб, ионланиш даражаси, ўзаро боғлиқлик зичлиги, pH, ионнинг кучи ва ҳароратлар таъсир кўрсатади.

Клинкер минераллар ва цемент неоплазмаларининг юзасида қўшимча молекулаларнинг кимёвий емирилиши цемент тошининг шаклланишининг бошланғич босқичида гидратация жараёнларининг пасайишига ва кристалл ўсишининг тезлашишига олиб келади, бу нормал шароитда қўшилган қўшимчанинг мақбул таркиби билан цемент тошининг рентгенограммасида тасдиқланади. Алит гидратланишининг секинлашиши, калций оксиди ва эттрингитнинг кристалланиш тезлигининг пасайишига таъсир қилиш даражасига кўра, ўрганилган қўшимчаларнинг концентрацияси қуйидаги пасайиш қаторида жойлашади: 0,01% > 0,04% > 0,02%.

Портланд цемент ва аралаш қуйилтирувчиларнинг мустаҳкамлигини дисперсияга боғлиқлигини аниқлаш учун лаборатория шароитида турли хил дисперсияга эга бўлган бир қатор қуйилтирувчилар олинган. Энг юқори фаоллик 120' хажмидаги портландцемент учун қуйилтирувчи сифатида ($R_{сж}^* = 82,5$ МПа оптимал сув-цемент нисбати $V^*/Ц = 0,26$) аниқланди.

Аралаш қуйилтирувчини, шу жумладан 68 ... 73% портланд цемент клинкерини ва ўзига хос юзаси 3200 ... 4000 см²/г бўлган жигарранг кўмир кули ИЭС қўшилишининг экспериментал тадқиқотлари натижасида ушбу қуйилтирувчининг сувга бўлган эҳтиёжини 0,36 дан 0,34 гача пасайишини кўрсатмоқда.

Цемент қуйилтирувчининг фаоллигини ошириш мақсадида унинг хусусиятларини тартибга солиш учун қуйилтирувчининг моддий таркибини ўзгартириб, шу жумладан қўшимча (модификацияловчи) моддалар – тўлдирувчилар (ИЭМ кули) ва кимёвий қўшимчалар (POLY-ANS) қўшиши, аралаштирадиган сувни фаоллаштириш зарурлиги маълум бўлди. POLY-ANS қўшимчаларининг эгилувчанлик хусусиятлари қанчалик юқори бўлса цемент тошининг умумий ва майда ғоваклари шунчалик камаяди, барқарорлаштирувчи таъсирига кўра микроғоваклилиги ошади. Хусусан, POLY-ANS қўшимчалари қўшилган цемент тошининг умумий ва копиляр ғоваклилиги асосий мезон билан солиштирилганда қарийб 1.5 баравар камаяди. Бу ҳолда микро ғоваклар ҳажми тўлдирилишининг ўсиши 18% гача ортади.

Диссертациянинг **“Ишлаб чиқилган бетон таркибини мувофиқлаштириш ва унинг хусусиятларини ўрганиш”** деб номланган тўртинчи бобида полимер қўшимча қўшилган мукамал бетон таркибини мукамаллаштириш бўйича, уларни бетоннинг деформацион, эксплуатацион, технологик, мустаҳкамланган хусусиятларига таъсири борасидаги наъмунавий тажрибалар натижалари келтирилган. В15, В25, В30 бетон синфларига мутаносиб 290-430 кг/м³ сарфга эга портландцемент бетон аралашмалари тадқиқот объекти сифатида олинди.

Бошланғич параметр тариқасида: Y_1 – 28 кунлик ($R_{\text{СИК}}^{28}$) МПа бетон мустаҳкамлиги; Y_2 – (В) бетон аралашмасининг сув тортувчанлиги қабул қилинди.

Қўшимча моддаларнинг оптимал таркибига кўп сонли рецепт – техник унсурлар таъсир ўтказиши мумкин. Аввалги олиб борилган изланишлар натижаларига асосланган ҳолда ўзгариб турувчи унсур сифатида: X_1 – цемент (Ц) нинг сарфи, кг/м³, X_2 – майда ва йирик заррали тўлдирувчиларнинг ўзаро нисбати П/Щ; X_3 – цемент ҳажмидан келиб чиқиб % қўшимча миқдори (Д) каби омиллар ҳисобга олинди.

POLY–ANS полимер қўшимчаларининг концентрацияси тажриба матрицасида дастлабки тадқиқотлар амалга оширилган фаол экспериментлардаги тажрибалар натижаларига кўра аниқланади.

t-мезони бўйича кўп таркиблар коэффицентини ҳисоблаш ва уларнинг аҳамиятини баҳолаш натижасида ортга қайтиш мезонлари олинди, Фишернинг t-мезонига кўра ўтказилган статистик таҳлил эса иккинчи даража полином бетон хусусиятлари тўғри тавсифланганлиги кўрсатди.

Бетон хусусиятларининг математик моделларининг технологик таҳлили графоаналитик усулда ўтказилди ва бетоннинг мустаҳкамлигига ҳам, бетон аралашманинг сувга бўлган эҳтиёжига таъсир ўтказувчи асосий омил цемент сарфи эканлиги аниқланди.

Бетон мустаҳкамлиги ва бетон қоришманинг сувга бўлган талабига таъсир кўрсатадиган иккинчи муҳим омил POLY–ANS (X_3) қўшимчасининг миқдори; олинган тенгламаларни фарқлаш орқали аниқланадиган POLY–ANS қўшимчаларининг энг мақбул дозалари қуйидагича: POLY–ANS 1-0,01 %; POLY–ANS 2-0,02 %; POLY–ANS 4-0,04 %.

Кўриб чиқилган қўшимчалар учун олинган тенгламаларни фарқлаш орқали аниқланадиган кичик ва йирик дифференциялаш ўртасидаги нисбатнинг мақбул қийматлари қуйидагини ташкил этди: POLY–ANS 1-0,52; POLY–ANS 2-0,50; POLY–ANS 4-0,48.

Мўътадил ҳароратда POLY–ANS қўшимчалари бетоннинг дастлабки таркиб топишини биров секинлаштиради, бу темир бетон буюмларни ишлаб чиқаришда ҳисобга олиниши керак. Бетон заводларда POLY–ANS дан самарали фойдаланиш учун бетон қоришмасига иссиқлик ва намлик ҳолатида ишлов бериш режимларини тўғри йўлга қўйиш лозим.

Белгиловчи кўрсаткич сифатида бир суткалик бетоннинг $R_{\text{СИК}}^{\text{ИХИ}}$ ёки Y буғланишидан кейинги ва қуйидаги ўзгарувчан омиллардаги мустаҳкамлиги: X_1 – дастлабки сақлаш давомийлиги, с; X_2 – изотермик қиздириш муддати, с; X_3 – изотермик қиздириш харорати, °С қабул қилинди.

Фаол тажриба натижасида аниқланган ва лаборатор кўрсаткичларни статистик равишда ишлаб чиққан ҳолда ТНТ дан кейин бетон мустаҳкамлигини математик моделларининг айнан POLY–ANS-0,01%, POLY–ANS-0,01%, POLY–ANS-0,02% қўшимчалари учун олинган, уларнинг технологик таҳлили нормал шароитдаги, иссиқлик ва намлик билан ишлов бериш шароитида бетон мустаҳкамлигига POLY–ANS қўшимчалари оптимал ҳажми ижобий таъсир кўрсатишидан далолат беради.

Қўшимчаларни оптимал миқдорда қўшиш бетонда сувни сирқиши ва қатламларга ажралишни 1,8-3 ва 1,6-2,7 мартага камайтиришга ёрдам беради. POLY–ANS-0,01% қўшимчаси қуруқ бетон қоришмаларга, POLY–ANS-0,02% ва POLY–ANS -0,04% “ёғли” бетон қоришмаларига яхшироқ таъсир кўрсатиши маълум бўлди, бу уларнинг турлича таъсир механизмига эгаллиги билан белгиланади.

Цемент ҳажмидан келиб чиққан ҳолда сув талабини камайтириш шуни кўрсатадики, қўшимчалар қўшилган бетон қоришмалари қатламларга ажралиш ва сувни ажратишга камроқ мойил эканлигини кўрсатади.

Қўшимчалар қўшилиши билан бетон қоришманинг технологик хусусиятларини яхшилаш ва унинг сувга бўлган эҳтиёжини пасайтириш бетоннинг мустаҳкамлик хусусиятларига ижобий таъсир кўрсатади (1,2-расм).

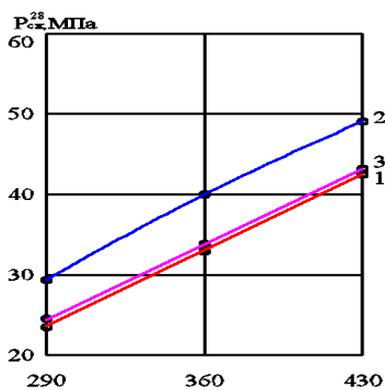
Оптимал миқдорда танланган бетоннинг куб мустаҳкамлиги цемент миқдоридан келиб чиққан ҳолда POLY–ANS 1 билан 9-10% га; POLY–ANS 2 билан 20-28% га; POLY–ANS 3 билан 28-36% га ўсишига, букилишдаги чўзилувчанлик эса 11-12; 26-39; 40-54 га ошишига олиб келади.

Тажриба кўрсаткичлари қўшимчаларнинг бетоннинг нуқсонларини камайтиришга, цемент кристалл гидратларининг ёйилиб кетишини ўсиши ва боғланиш мустаҳкамлигини оширишга ижобий таъсирини кўрсатади. Бунинг натижаси призматик қувват коэффициентининг табиий ўсиши вужудга келиб, унинг кўрсаткичлари қўшимчалар билан бетон учун мос равишда: 0.72-0.73; 0.74-0.79; 0.78-0.82 ни ташкил этади. Шу билан бирга, $R_{сж}/R_p$ нисбатининг пасайиши кузатилади.

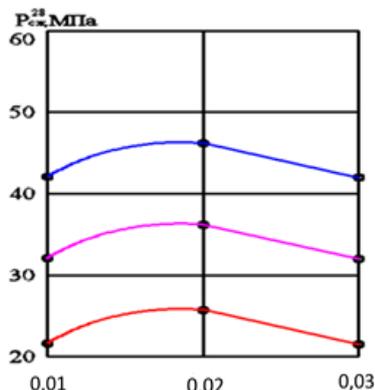
Бошланғич вақтда (3-7 кун) қўшимча қўшилган бетоннинг букилиш ва босилишига қарши мустаҳкамлигининг ошиши эталон наъмуналарига нисбатан секинлашиши кузатилади. Кейинчалик 28 суткадан бир йилгача бўлган вақт оралиғида қўшимчалар қўшилган бетон пишиқлик даражаси POLY–ANS 1 учун 9-16% ($R_{сик}$) ва 11-18% ($R_{эгил}$); POLY–ANS 2 учун 20-42% ($R_{сик}$) ва 26-48% ($R_{эгил}$); POLY–ANS 3 учун эса 29-49% ($R_{сик}$) ва 40-62% ($R_{эгил}$) га ортади.

Мазкур омиллар уларнинг сув талаби пастлиги, таркибнинг бир маромдалиги ва нуқсонларнинг камлиги билан белгиланади. Бундан ташқари қўшимчалар қўшилган цемент тоши кам миқдорда капилляр ва умумий ғоваклари шартли равишда – берк характердаги кўп ҳажмли майда ғовакларга эга.

Қўшимчаларнинг бетондаги сувга тўйинганлиги, шундан келиб чиққан ҳолда совуққа чидамлилиги ва сув ўтказмаслик хусусиятларига таъсири ўрганиб чиқилди. Қўшимчалар қўшилган бетоннинг сув синдирувчанлик хусусияти эталон бетонга нисбатан 22-39% камроқ. Қўшимчалар бетоннинг сув билан тўйинганлигини 1,2-1,7 мартага камайтиради.

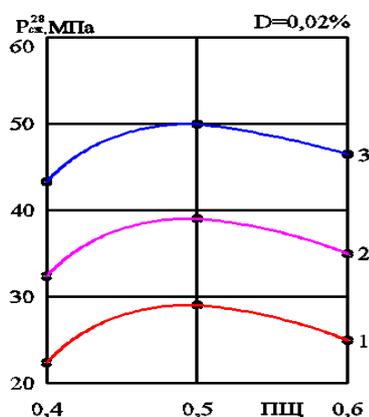
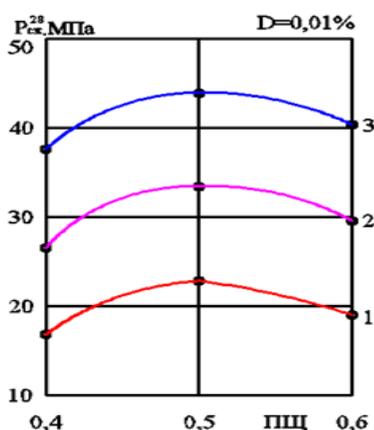


цемент, кг/м³



қўшимчалар, %

1-расм. POLY-ANS 2 қўшимчали бетоннинг мустаҳкамлиги. А. цемент харажатини таъсири 1,2,3- мос равишда 290,360,420 кг/м³; Б. қўшимчалар дозаси таъсири



1.1-расм. POLY-ANS 2 қўшимчали бетоннинг мустаҳкамлиги.

POLY-ANS 1, POLY-ANS 2, POLY-ANS 3 қўшимчалари қўшилган бетоннинг совуққа чидамлилиги эталон бетонга нисбатан 1,7-2,7 мартаба юқори, яъни 250, 300 ва 400 ни ташкил этади.

Қўшимчалар билан бетоннинг сувга чидамлилиги назорат таркибига нисбатан 1-3 барабар юқори, бу қўшимчалар билан бетоннинг бошланғич сув миқдори пастлиги ва ғовак тузилиши хусусиятларининг сезиларли даражада яхшиланиши билан изоҳланади.

POLY-ANS қўшимчалари билан бетоннинг совуққа чидамлилиги стандартдан 1,7-2,7 барабар юқори; сувга талаби 22-39% паст; сувга тўйинганлиги – 1,2-1,7 марта кам, сув сингдирмаслик хусусияти 4 дан 6-12 АТИ гача ёки 1,5-4 барабар ортади.

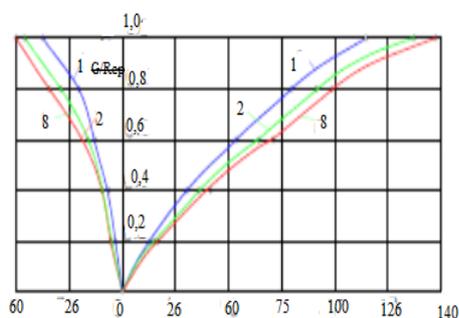
Диссертацияда POLY-ANS қўшимчаларининг бетондаги ички кучланишга бўлган таъсирини билвосита тажриба тадқиқотларига катта эътибор берилди. Худди шу мақсадда емирилиш хусусиятларининг (кисқариш, таранглик модули, нисбий емирилиш) тажрибавий тадқиқотлари ўтказилди.

Қоришмаларнинг В 25 синфидаги бетоннинг сувга чидамлилик даражаси

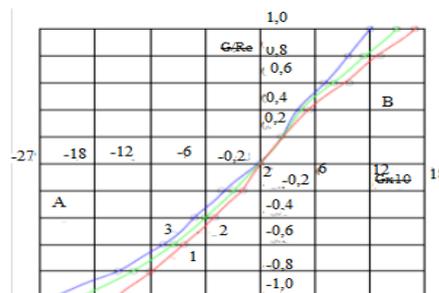
Қўшимчалар тури	Сув сизиб чиқишигача бўлган максимал босим, АТИ	Сув сизиб чиққунгача бўлган даврда максимал босимни ушлаб туриш вақти, с-дақ
	В 25 синфи	
1	2	3
Эталон	4	3-52
POLY–ANS 1	6	4-40
POLY–ANS2	8	5-36
POLY–ANS3	12	6-45

POLY–ANS қўшимчалари таркибни эгилувчанлигини оширган ҳолда бетоннинг қаттиқлигини камайтиради ва деформацион хусусиятларини яхшилади. Шу ўринда қўшимчалар қўшилган бетоннинг таранглик модули 18-24% га камади ва Пуассоннинг нисбати 0,208-0.232 дан 0.212-0.249 гача кўтарилади.

POLY–ANS қоришмаси аралашган бетоннинг нисбий деформация чегаралари қўшимча қўшилмаган бетонларга нисбатан чўзинчоқ юзада 13-18 ва 22-28% га кўпроқ. Қўшилган қўшимчалар билан сиқилган бетон зонадаги деформациялар оддий бетондан мос равишда 3-10 ва 15–22% га юқори.



2-расм. 1-қўшимчасиз бетон; 2-POLY–ANS 1 қўшимчали бетон; 3-POLY–ANS 2 қўшимчали бетонетон сиқилишининг кўндаланг (чапда) ва бўйлама томонидан нисбий деформацияси



3-расм. А-чўзилган зона; В-сиқилган зона; 1-қўшимчасиз бетон; 2-POLY–ANS 1 қўшимчали бетон; 3-POLY–ANS 2 қўшимчали бетон. Бетон эгилувчанлигининг нисбий деформацияси

POLY–ANS полимер қўшимча қўшилган бетоннинг емирилувчанлигини камайтириш цемент тошининг кристалли гидратлари орасидаги ёпиштирувчи қават, адсорбицион қаватларнинг кенгайиши ҳисобига ҳосил бўладиган депфир хоссаси, бетон структурасининг бир ҳиллигини юқори даражадалиги ва майда ғовақларни, аралашма ва тўлдирувчи орасидаги мустаҳкамликни ошириш билан белгиланади.

Цемент бетонни тажовузкор мухитда фойдаланишда полимер кўшимча бетоннинг ёрилиш қаршилигига таъсирини аниқлаш керак. Бетоннинг бошланғич кучига таъсир қилмасдан цемент истеъмоли 5-20 фоизга камайганда, ёриққа чидамлилиқ кўрсаткичлари табиий равишда 1,3-1,52 барабар кўпаяди.

Диссертациянинг “**Тузли мухитда бетоннинг капилляр ўтказувчанлиги ва цементни куйилтирувчи аралашманинг тузларга чидамлилигини тадқиқ этиш**” деб номланган бешинчи бобида аралаш куйилтирувчиларнинг тузларга чидамлилиқ, цемент бетондаги капилляр ўтказувчанлик бўйича олиб борилган тадқиқотлар, шунингдек цемент бетоннинг кўшимчалар таъсири, тузларга чидамлилиги, унинг капилляр синдирувчанлик билан боғлиқлиги бўйича изланишлар натижаси келтирилган, емирилишга чидамли бетонни ер ости қурилмаларида иншоотларнинг техник-иқтисодий натижаси кўрсатилган.

Цементларнинг тузга чидамлилигини баҳолаш В.В.Кинд услуги билан аниқланган қаршилиқ коэффиценти бўйича амалга оширилди. Шу билан бирга 6 ойдан кейин қаршилиқ коэффиценти 0,8 дан кам бўлмаган цемент тузга чидамли деб ҳисобланади.

POLY–ANS кўшимчалари кўшилган намуналар мустаҳкамлиги куйидагилардан иборат: 1% $MgSO_4$ эритмасида кунига 3х дан 180 гача - 43-106 МПа; 5% Na_2SO_4 эритмасида 41 МПа дан 110 МПа гача ўзгаради, яъни 1% $MgSO_4$ эритмаларидаги қувват 92% га, 5% Na_2SO_4 да 130% га ошади.

3-180 суткали ИЭС майда тупроқли кул кўшилган цемент намуналари мустаҳкамлиги куйидаги натижаларга олиб келади: 1% эритмасида $MgSO_4$ - 33-96 МПа; 5% Na_2SO_4 3 5-102 МПа эритмасида, яъни 180 суткада 1% $MgSO_4$ эритмасида 88% ни, 5% Na_2SO_4 эритмасида эса 122% ни ташкил этади.

Кўшимча кўшилмаган портландцемент қотишининг 28 суткасида сувдаги турғунлик коэффиценти 1,00; в 1% $MgSO_4$ да -1,43, 5 % Na_2SO_4 ли-0,95 га эга.

POLY–ANS кўшимчалари ва ИЕС майда тупроқли куллари кўшилган намуналарнинг турғунлик коэффиценти сувда ҳам, тузли эритмаларда ҳам ошади, шу билан бирга сув 1% $MgSO_4$, ҳамда 5 % Na_2SO_4 эритмаларида ҳам юқори кўрсаткичларга эга бўлади (2-жадвал).

2- жадвал

Полимер кўшимча кўшилган аралашманинг мустаҳкамлиги

№	Аралаштирилган кўшимчалар	Агрессив мухит	Намуналарнинг сиқилишдаги мустаҳкамлиги, МПа, кун						
			3	7	14	28	90	180	360
1	POLY–ANS	1% $MgSO_4$	43	48	54	63	79	98	106
2	ИЕС кули	1% $MgSO_4$	33	36	40	54	78	96	102
3	-	1% $MgSO_4$	33	41	50	53	50	51	48
4	POLY–ANS	5% Na_2SO_4	41	50	54	62	85	106	110
5	ИЭС кули	5% Na_2SO_4	35	40	48	66	84	102	109
6	-	5% Na_2SO_4	26	28	35	41	45	46	47

Кўшимчалар кўшилган цементларнинг турғунлик коэффициентлари

№	Аралаштирилган кўшимчалар	Қаршилик коэффициент, Кс, кун								
		H ₂ O			1% MgSO ₄			5% Na ₂ SO ₄		
		90	180	360	90	180	360	90	180	360
Портландцемент (Кувасой алити)										
1	POLY–ANS	1,73	2,13	2,20	1,52	1,53	1,58	1,63	1,66	1,67
2	ИЭС кули	1,00	1,14	1,07	1,35	1,33	1,33	1,45	1,42	1,42
3	-	1,05	1,00	1,02	1,17	1,14	1,04	1,05	1,05	1,02

POLY–ANS кўшимчалари ва ИЭС майда заррали кулини кўшиш тузларга нисбатан қаршиликни ошиши, гидратация жараёнида ажралиб чиқадиган кальций гидрооксид билан боғлиқ.

POLY–ANS кўшимчалари (0,01;0,02;0,04%) тури ва ҳажмининг юқори концентрацияга эга тузли эритмаларининг: 5,5% Na₂SO₄; 2,5% Na₂SO₄ + 5,5% NaCl; 5,5% Na₂SO₄ + 5,5% NaCl бетондаги капилляр сингдирилиши тадқиқ этилди. Бетоннинг капилляр сув сингдириш хусусияти суяқ тажовузкор муҳит билан бевосита алоқага кириш жараёнида бетон тузли эритмани сингдириш хусусиятини баҳолаш орқали ўрганилади. Капилляр сингдириш кўрсаткичи сифатида маълум вақт ичида бетон намунаси сингдириб олган тажовузкор эритма ҳажми ($W_{сч}$, %) олинди.

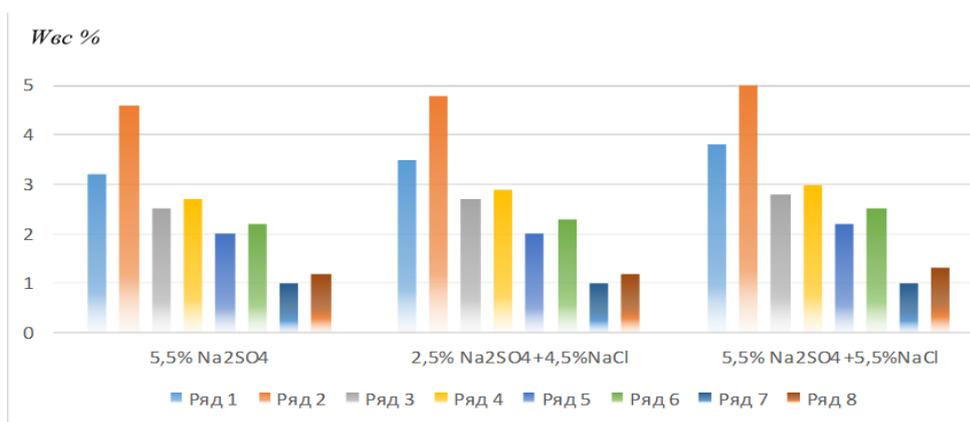
Тузли эритма таркибининг мураккаблиги билан бетоннинг капилляр сингиши табиий равишда кўпайиши аниқланди.

POLY–ANS кўшимчаси бетон аралашмаси сув талабанинг камайиши, ғоваклик структураси параметрлари ва бетоннинг сув сингдирмаслик хусусиятига қай даражада таъсир кўрсатса, худди шу даражада $W_{сч}$ ни ҳам пасайтиради. Бетонда $W_{вс}$ нинг пасайиши POLY–ANS кўшимчалари кўшилган бетонда сув сингдирмаслик, қалинлик ошиши, бу орқали ғоваклар ва капилляр деворларида сув итариш хоссаси таъминланиши, яъни бетоннинг хўл бўлиши камайиши билан боғлиқ.

Маълумки, намланиш мезонлари (M_c) сифатида бўлак юзалари намланиш периметри бўйича брикадиган уч бўлак чегарасидаги юзаки тортилиш билан боғлиқ бўлган $\cos \theta$ (бурчак намланиш) ҳажми қабул қилинади. Мазкур мезон бетон юзасининг гидрофобик (сув итариш) хоссаларини баҳолаш учун тўғри келмайди, чунки гидрофобик хоссаси айрим ҳолларда $\theta > 90^\circ$ бўлгандагина баҳолаш мумкин.

Бундан келиб чиққан ҳолда гидрофобик мезонлар тушунчаси (M_g) қабул қилинган, у эса бетон юзасининг гидрофобик хоссаларини тавсифлайди.

Бетон юзасига нисбатан сув итариш мезонларини формулага асосланиб аниқлаш мушкул, чунки унинг таркибини классик усулда аниқлаш маҳсулотнинг ғоваксимон структураси туфайли деярли мумкин эмас.



**3-расм . Қўшимчаларнинг капилляр сўрилишига таъсири диаграммаси
1, 2 - стандарт бетон; 3,4,5,6,7,8 - POLY–ANS 1; POLY–ANS 2; POLY–ANS
3 мос равишда қўшимчалар қўшилган бетон; - нормал қотиши; -
дастлабки циклдан кейинги ҳароратнинг таъсири**

Бетоннинг сув итариш мезонини капилляр ғоваклар ҳажмига асосланиб ҳисоблашнинг аналитик услуби таклиф қилинди, чунки бу POLY–ANS қўшимчалари ва бошқа шакллантириш ва технологик омилларнинг нисбий сув итариш ўлчовининг ўзгаришига таъсирини қиёсий баҳолашга имкон беради.

Мазкур услуб билан POLY–ANS қўшимчалари ва тўлдирувчиларни (ИЕС кули) ёрдамида бетоннинг сув итариш нисбий ўлчовига таъсири аниқланди.

Бетоннинг тузга чидамлилиги, цемент тошининг кимёвий тажовузкор сувлар билан ўзаро таъсири жараёнида ҳосил бўлган маҳсулотларнинг ҳажмли кристалланиш босими билан боғлиқ. Бу кристалланиш фазасининг массасига тўғридан-тўғри мутаносибдир. Бетон ғовакларида ҳосил бўладиган тузлар ҳажмини оддий усуллар билан аниқлаш ҳозирча мумкин эмас. Капилляр сингиш ва бетоннинг тузга чидамлилиги билан алоқаси қиёсий усул билан: бетон наъмуналарининг бурилишидаги чўзилиши, бетон кенгайишида нисбий емирилиш катталиги ва йиғилиши, SO_4^{2-} ва Cl^- ионлари, шунингдек турғунлик коэффиценти ўзгаришига кўра аниқланди.

Капилляр сингиш ва туз эритмаларининг буғланиши натижасида бетоннинг емирилиш жараёни бир неча босқичда кечади. Бошланғич босқичда (3 ой) тузларнинг йиғилиши цемент тошининг қалинлашишига ва бетон мустаҳкамлигининг ошишига олиб келади. Кейинги босқичда (6-12 ой) юзаки қатлам ғоваклари кольматизацияси шундай даражага етадики, унга кўра бетон таркибидаги сув муҳитининг босими тузларнинг кристаллашиши емирилиш маҳсулотлари қатламларида тиклана олмайди; бу жараёнда вужудга келадиган кучланишлар бетоннинг кенгайиши деформациясини келтириб чиқаради, бу эса бетондаги пишиқликни маълум даражада сусайишига, кейинчалик эса таназулга учрашига олиб келади.

Тузли эритмаларда синовдан ўтказилганда букилиш кучининг ўзгариши, нисбий кенгайиш деформацияси ва намуналарнинг коррозия емирилиш кенглиги ва чуқурлиги ўзгариши бетоннинг сув итариш ўлчови билан

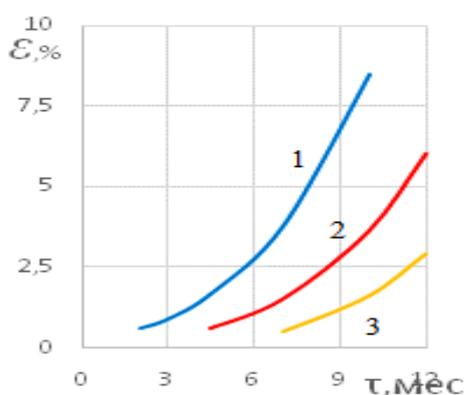
карама-қарши равишда боғлиқ. Бетоннинг ОМг қиймати қанчалик юкори бўлса, $R_{\text{этил}}$ нинг пасайиши, ε паст ва коррозия шикастланиш чуқурлиги камаяди. Шу билан бир қаторда, POLY–ANS 2 қўшимчасини ва ИЕС кули қўшимчаларини биргаликда фойдаланишда капилляр сингдириш ва маъданли ер ости сувларининг буғланиш шароитида оддий Портланд цементининг тузларга чидамлилигини таъминланиши мумкин.

Бир йиллик синовдан сўнг тузга чидамлик коэффициенти одатда белгиланган 0,85 талабларига жавоб беради.

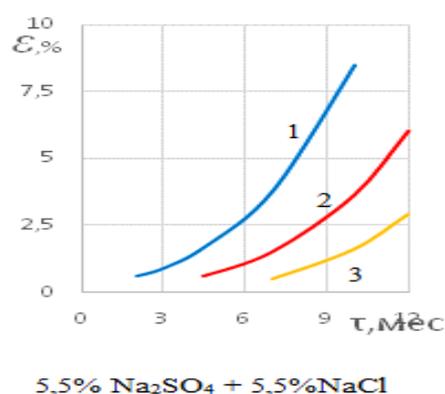
4- жадвал

POLY–ANS қўшимчалари қўшилган бетоннинг сув итаришидаги нисбий мезонларининг намуналардаги тузли эритмаларни капилляр сингдиришга нисбатан ўтказилган тадқиқотларнинг ахамияти

Қўшимчалар тури	Говакларнинг ўртача радиуси ва бетон учун цемент сарфи, кг/м ³			Туз эритмаларида синовдан ўтказилганда бетоннинг сув итариш мезонининг нисбий кўрсаткичи, кг/м ³ (ҳисоблаш – сульфат еритма, боғлиқлик – сульфат-хлорид)		
	290	360	430	290	360	430
Қўшимчасиз	96,5	92,4	90,8	-	-	-
POLY–ANS 1	83,4	80,2	78,6	$\frac{0,46}{0,61}$	$\frac{0,50}{0,62}$	$\frac{0,61}{0,65}$
POLY–ANS 2	78,3	76,1	74,2	$\frac{0,60}{0,70}$	$\frac{0,67}{0,73}$	$\frac{0,76}{0,78}$
POLY–ANS 3	69,1	66,2	64,0	$\frac{0,82}{0,89}$	$\frac{0,87}{0,90}$	$\frac{0,91}{0,93}$



5,5% Na₂SO₄



5,5% Na₂SO₄ + 5,5% NaCl

4-расм. Капиллярнинг сўрилиши ва тузли эритмаларнинг буғланиши давомийлигига қараб бетоннинг бузилиш чуқурлиги 1,2,3 – цемент сарфи 290,360,430 кг/м³ бўлган мос равишдаги бетон

Умуман олганда яхлит, ҳамда йиғма бетон ва темир бетон ер ости курилмалари ва иншоотларини ишлаб чиқаришда янги POLY–ANS полимер кўшимчаси ва кулларни цемент бетонга кўшилиши техник ва иқтисодий тарафдан ўз самарасини беради.

Кўшимчалардан амалиётда фойдаланиш тажрибалари қуйидаги имкониятларни намоён этди:

бетон қоришмани тайёрлаш жараёнини 1,25 марта, териш ва сиқиш тезлигини 35-45% га; - цемент сарфини 10-18% га камайтириш; - бетон қоришманинг қолипга қуйилиши қулайлиги ҳисобига хизмат муддатини 25% га узайтириш; капитал таъмирлаш харажатларини 30-35% миқдорда камайтириш; - бетон қоришманинг тебранишини такомиллаштириш туфайли тебранишнинг хизмат қилиш муддатини 2 барабар ошиши ва энергия сарфини 6-7 кВт.с.га камайтириш.

Мукамал емирилишга чидамли бетонни ишлаб чиқариш технологиясини жорий этиш натижасида эришилган иқтисодий эффект туфайли “Фарғона нефтни қайта ишлаш заводи” МЧЖ корхонаси учун 239,8 млн. сўм, “Зилха темир бетон маҳсулотлари” МЧЖ корхонаси учун 103,7 млн. сўм (2019 йилги нархларига кўра) фойда келтирди.

ХУЛОСА

“Ер ости конструкциялари учун ионоген табиатли кўшимчали самарали коррозияга чидамли бетон таркибини лойиҳалаш ва хоссаларини оптималлаштириш” мавзусидаги диссертациянинг назарий ва амалий изланишлари натижаларига кўра қуйидаги хулосалар чиқарилди:

1. Ер-ости иншоотлари учун аралаш қуйилтирувчи ва ионоген кимёвий кўшимчалари асосида самарали, емирилишга чидамли цемент бетоннинг мукамал таркибини ишлаб чиқиш имконияти исботланди.

2. Илк бор цемент бетон таркибида ионоген хусусиятга эга (POLY–ANS) кўшимчасида полимер реагент барқарорлаштирувчи гидролизланган (гидролизланган турғун полиакрилонитрил) бирлаштирувчи агентлар (полимеризаторлар) ва модификаторлардан фойдаланиб, ишқорли муҳитда гидролиз усулда олинган кўшимчалар қўлланилди.

3. Такومиллаштирилган физикавий ва техник хусусиятларга эга ва ғовакли тузилиши мукамаллаштирилган ИЭС кули ва ионоген кимёвий кўшимчалар (POLY–ANS) билан аралаштирилган қуйилтирувчилар ишлаб чиқилган бўлиб, бу уларнинг тажовузкор муҳитга нисбатан чидамлилиги ошганлигидан далолат беради.

4. Тажрибада математик режалаштириш усулидан фойдаланиб, янги ионоген кимёвий кўшимчаси (POLY–ANS) билан самарали цемент бетон таркиби мукамаллаштирилди. Бетон қоришманинг технологик хусусиятлари, бетоннинг мустаҳкамлиги ва деформация хусусиятлари ўрганилади. Турли хил концентрациялардаги POLY–ANS кўшимчаларининг структурасини шакллантириш индукцион даврига турғун таъсири аниқланди.

Бетоннинг мустаҳкамлиги ва деформация хусусиятларининг ортиши кўрсатилди.

5. POLY-ANS кимёвий қўшимчалари ғоваклик таркиби такомиллаштирилган параметрлари, цемент тизимининг сувга бўлган эҳтиёжини ва катта ҳажмдаги сувни итариш туфайли бетоннинг зичлигини, сувга чидамлилигини, совуққа чидамлилигини ошириб, унинг сув сингиши ва сувга бўлган талабини пасайтиради, бу эса цемент бетоннинг тажовузкор муҳитда мустаҳкамлик даражаси юқорилигини белгилайди.

6. POLY-ANS кимёвий қўшимчаси ва ИЭС кулининг тажовузкор муҳитда аралаш қуйилтирувчининг қаршилиқ коэффициентига ижобий таъсири аниқланди. Тузли эритмалар, 1% $MgSO_4$ и 5 % Na_2SO_4 эритмаларидаги барқарорлик омиллари вақти ўтиши билан табиий равишда ошиб боради.

7. Бетон мустаҳкамлигининг коэффициентини 28 кунлик даврда мўтадил шароитда қотирилган бетоннинг бурчакдаги чўзилиши мустаҳкамлигидаги капилляр сўрилиш ва наъмуналар устида олиб борилган тажрибалардан сўнгги мустаҳкамлигининг нисбатига кўра ҳисоблашга келишилди. Қабул қилинган POLY-ANS кимёвий қўшимчаси бетоннинг тузларга чидамлилигини таъминлайди. Тузларга чидамлилик коэффициенти бир йиллик тажрибалардан сўнг ҳам қабул қилинган талаблар чегарасида 0,85 эканлиги аниқланди.

8. Ишлаб чиқилган, емирилишга чидамли бетонни намунавий ишлаб чиқариш технологияларини “Фарғона нефтни қайта ишлаш заводи” МЧЖ ва “Зилха темир бетон маҳсулотлари” МЧЖ корхоналарининг ер ости иншоотларида фойдаланиш юқори иқтисодий самарадорликни намойиш этди. Мазкур технологияларни тадбиқ этишдаги бир йиллик иқтисодий фойда “Фарғона нефтни қайта ишлаш заводи” МЧЖ корхонаси учун 239,8 млн. сўмни, “Зилха темир бетон маҳсулотлари” МЧЖ корхонаси учун 103,7 млн. сўмни (2019 йил нархларига кўра) ташкил этди.

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

ФЕРГАНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

АБОБАКИРОВА ЗЕБУНИСО АСРОРОВНА

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОСТАВА И ОПТИМИЗАЦИЯ СВОЙСТВ
ЭФФЕКТИВНОГО КОРРОЗИЕСТОЙКОГО БЕТОНА С ДОБАВКОЙ
ИОНОГЕННОЙ ПРИРОДЫ ДЛЯ ПОДЗЕМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Специальность 05.09.05-«Строительные материалы и изделия»

**АВТОРЕФЕРАТ
диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам**

Фергана – 2020

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за B2017.1.PhD/T127.

Диссертация выполнена в Ферганском политехническом институте.

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

Научный руководитель: **Гончарова Наталья Ивановна**
кандидат технических наук, доцент

Официальные оппоненты: **Косимов Иркин**
доктор технических наук, профессор

Сиддиқов Иқромжон Иминович
кандидат технических наук, доцент

Ведущая организация: **Наманганский инженерно-строительный институт**

Защита диссертации состоится «12» август 2020 года в 13⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.26/30.12.2019.T.11.01 при Ташкентском архитектурно-строительном институте. Адрес: 100011, г. Ташкент, улица Абдулла Қодирий, дом-7в. Тел.: (99871) 241-10-84; факс: (99871) 241-80-00, e-mail: devon@taqi.uz, taqi_atm@edu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского архитектурно-строительного института (зарегистрирован за № 44). (Адрес: 100084, г.Ташкент, улица Малая кольцевая дорога, дом №7. Тел.: (71)235-43-40, факс: (71)234-15-11), e-mail: taqi_atm@edu.uz).

Автореферат диссертации разослан «01» август 2020 года.
(Реестр протокола рассылки № 8 от «30» июн 2020 года).

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

Х.Х. Камиллов
Ученый секретарь научного совета по
присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В связи с быстрым развитием строительной индустрии в мире растет спрос на бетонные и железобетонные конструкции, изготовленные с использованием портландцемента. На основании этого одним из приоритетов промышленности строительных материалов является производство бетонных и железобетонных конструкций без снижения их прочности с уделением большого внимания использованию существующего местного сырья и промышленных отходов, модернизации технологий производства, повышению качества продукции, снижению ее стоимости, без снижения её долговечности.

Помимо оптимизации состава бетонных смесей, используемых для производства бетонных и железобетонных конструкций, по всему миру проведена большая исследовательская работа по их разработке, использованию промышленных отходов, химических и минеральных добавок, целенаправленному управлению формированием структур при затвердевании цементного камня. Поэтому при использовании химических и минеральных добавок с целью повышения стойкости бетонных и железобетонных конструкций к вредному воздействию окружающей среды, особенно грунтовых вод, важно обеспечить удобоукладываемость бетонной смеси, ускорить первоначальную прочность бетона за счет усиления гидратации цемента и достижения высокой прочности, а также повысить прочность, морозостойкость, плотность и другие свойства конструкционного бетона.

Особое внимание в стране уделяется развитию промышленности строительных материалов, внедрению ресурсных и энергосберегающих технологий, позволяющих использовать природное сырье и промышленные отходы, а также созданию коррозиестойкого бетона. В стратегии развития Республики Узбекистан на 2017–2021 годы подчеркиваются следующие задачи: «развитие производственных отрасли, модернизация и диверсификации промышленности, снижении энерго потребности и энергоёмкости в экономике энергосберегающих технологии шире внедряют в производство...»¹. Для выполнения этих задач важно обеспечить процесс строительства качественными материалами и конструкциями, особенно бетонными и железобетонными конструкциями, устойчивыми к агрессивному воздействию грунтовых вод, использованию местного сырья и промышленных отходов.

Данная диссертационная работа способствует в некоторой степени выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан №УП-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» от 7 февраля 2017 года, Постановлением Президента Республики Узбекистан №ПП-2615 «О программе мероприятий по дальнейшему развитию строительной отрасли на 2016-2020 годы» от 28 сентября 2016 года, Постановлением Президента Республики Узбекистан

№ПП-4335 «О дополнительных мерах по ускоренному развитию промышленности строительных материалов» от 23 мая 2019 года, а также другим нормативно-правовым актам в этой области.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий Республики Узбекистан II «Энергетика, энерго - и ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы. Одной из важнейших проблем в области химических добавок для строительных материалов является изучение зарубежными учеными взаимодействия органических добавок с цементом для повышения прочности и долговечности бетона и железобетона в климатических условиях и агрессивных средах, этой проблеме посвящены работы: Москвин В.М., Алексеев С.Н., Иванов Ф.М., Кинд В.В., Бутт Ю.М., Латипов В.М., Лохер Ф., Торвальдсон Т., Батраков В.Г., Мчедлов-Петросян О.П., Минас А.И., Мощанский Х.А, Ратинов В.Б., Розенталь Н.К., Рубецкой Т.В., Степанова В.Ф., Соломатов В.И., Шейкин А.Э., Рояк Г.С., Баженов Ю.М., Кансеполский И.С. и других, которые занимались этим вопросом и внесли значительный вклад в решение данных задач.

Такие учёные республики как Т.А.Атақўзиев, З.П.Пулатов, М.Қ.Тахиров, Р.Д.Тешабоев, И.У.Касимов, Н.А.Самигов, А.А.Тўлаганов, И.М.Махаматалиев, А.И.Адилхужаев, С.А.Ходжаев и другие в различные годы достигли в направлении разработки составов, повышении стойкости коррозии цементного камня улучшении структуры и свойств бетонов, повышении их стойкости важных научных результатов.

Анализ в ранее проведённых исследование на территориях с повышенной агрессивностью среды вопросы разработки составов применяемых коррозиестойких бетонов для повышение их стойкости применяют химические добавки ионогенной природы и этим оптимизировать свойства бетона, снижению затрат на изготовлению конструкции недостаточноизученной и требует более широкого исследование.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационные исследования проводились в Ферганском политехническом институте в рамках практического проекта А-14-15 «Внедрение энергосберегающих технологий с использованием местного сырья при строительстве типового жилья в сельской местности без увеличения их стоимости» (2015-2018)г.

Целью исследования является разработка эффективного состава бетона и оптимизация свойств коррозионностойкого бетона с использованием ионогенных добавок для подземных сооружений.

Задачи исследования:

изучение влияния физико-химической структуры на свойства коррозиестойкого бетона;

изучение влияния на физико- механического свойства коррозиестойкого бетона;

оптимизация состава коррозионностойкого бетона с химическими добавками и разработка основных закономерностей влияния на формирование структурных свойств бетона;

разработка технологии производства бетона с использованием химических добавок для подземных сооружений;

Объектом исследования является эффективный коррозиестойкий бетон с использованием химических добавок ионогенного типа для подземных сооружений.

Предметом исследования являются физико-механические, физико-химические и технико-экономические параметры коррозиестойкого бетона а с химической добавкой ионогенной природы.

Методы исследования. В процессе исследований использовались современные методы физико-химического анализа, рентгено - структурный и дифференциально-термический анализ структурообразования, стандартизированные методы изучения свойств и показателей качества цементного бетона, а также математические методы проектирования составов и оптимизации технологических переделов изготовления цементного бетона, статистические методы анализа результатов эксперимента.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

обоснован механизм структурообразования в коррозиестойких бетонах с учетом количественного воздействия химических добавок ионной природы, золы ТЭС и активированной воды;

доказано повышение физико-механические свойств и коррозиестойкость бетона за счёт химической добавки ионогенной природы и микронаполнителя и обеспечена долговечность;

разработана математическая модель, которая показывает, что прочность коррозионно -стойкого бетона зависит от количества его составляющих;

установлено увеличение объемной гидрофобизации и плотности коррозиестойкого бетона, его водонепроницаемости, повышение коррозионной стойкости в результате ослабления внутренних и собственных структурных напряжений.

Практические результаты исследования:

разработан коррозиестойкий бетон с использованием химической добавки ионогенного типа и золы ТЭС для подземных сооружений;

показано возможность получение плотного и прочного бетона в процессе структурообразование бетона за счёт проявление взаимовлияния физико-химических взаимосвязи всех компонентов в системе;

разработана математическая модель с использованием метода математического моделирования планирования экспериментов, которая показывает, что прочность коррозиестойкого бетона зависит от количества используемых компонентов.

Достоверность результатов исследования. Достоверность полученных результатов подтверждается комплексными исследованиями с

использованием современных приборов и стандартных методов проведения экспериментов, сравнительным анализом данных исследований с нормируемыми и предлагаемыми методиками, полученными теоретическими и экспериментальными результатами высокой сходимости, а также апробацией в производства предлагаемых разработок.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в том, что определена структура для подземной конструкции с различными химическими добавками коррозиестойкого бетона, вместе с этим создана научные основы его физика механических свойств, их изменения и качественные показатели.

Практическая значимость результатов исследования заключается в получении на основе химических добавок из местного сырья новых эффективных составов качественных импорт заменяющих и конкурента способных коррозиестойких бетонов внедрение его в производства.

Внедрение результатов исследования. На основании проектирование состава и оптимизации свойств эффективного коррозиестойкого бетона с добавкой ионогенной природы для подземных конструкций:

проведены опытно-производственные работы по технологии разработанного бетона в подземных конструкциях очистных сооружений “Фаргона нефтни қайта ишлаш заводи” (Справка Министерства строительства Республики Узбекистан №9646/09-07 от 06 декабря 2019 года и справка №05/15-3075 от 29 ноября 2019 года). В подземных сооружениях очистного сооружения была разработана партия бетона объёмом 6000 м³, в результате получена возможность снизить расход цемента на 25-30%;

инновационная технология производства бетона с использованием химических добавок и местного сырья была внедрена в ООО “Зилха темир бетон маҳсулотлари”.(Справка Министерства строительства Республики Узбекистан №9646/09-07 от 06 декабря 2019 года и справка №05/15-3075 от 29 ноября 2019 года). В результате была изготовлена плита объёмом 3000 м³, была получена продукты, отвечающие требованиям действующего стандарта;

образцы оптимальной структуры коррозиестойкого бетона внедрены в ООО “Зилха темир бетон маҳсулотлари”.(Справка Министерства строительства Республики Узбекистан №9646/09-07 от 06 декабря 2019 года и справка №05/15-3075 от 29 ноября 2019 года). В результате экономическая эффективность повышена в 1,2 раза и получена возможность повысить прочность в 1,3 раза.

Апробация результатов исследования. Основные результаты диссертации на 5 международных и 9 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации работы опубликованы 32 научных работ. Из них опубликованы 7 статей, в том числе 2 в зарубежных и 5 республиканских журналах.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объём диссертации составляет 120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и востребованность выполненных диссертационных исследований, приводятся цели и задачи исследований, объект и предмет исследований, показано соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, излагается научная новизна исследований и научно-практическая значимость полученных результатов, внедрение результатов исследований в производство, приводятся сведения об апробации результатов исследований и опубликованных научных трудах по теме диссертационной работы, а также сведения о структуре и объёме диссертации.

В первой главе диссертации **«Современные научные основы обеспечения коррозиестойкости цементного камня и бетона подземных конструкций в условиях комплексной агрессии»** приведён аналитический обзор научных исследований по рассматриваемой теме в научно-технической литературе.

В реальных условиях на бетонные конструкции обычно воздействует комплекс из двух или большего количества эксплуатационных агрессивных факторов. Совместное воздействие активных сред и механических напряжений приводит к интенсификации деструкции и, в частности, коррозионных процессов.

Коррозия бетона – это ослабление прочности и нарушение целостности его структуры.

Коррозия бетона может происходить за счет разложения в цементном камне гидратированных клинкерных минералов, а также вследствие возникновения в бетоне внутренних напряжений, вызываемых кристаллизацией продуктов коррозии в порах цементного камня.

Разрушение бетона вследствие разложения гидратных новообразований обусловлено удалением их растворенных компонентов из поровой жидкости, вызывающим нарушение равновесия между цементным камнем и его жидкой фазой.

Коррозионный процесс, возникающий в результате кристаллизации продуктов коррозии в порах цементного камня, связан с кинетикой образования этих продуктов и свойствами создаваемой ими структурой.

Наиболее достоверно установленной причиной разрушения бетона при насыщении его раствором сульфатов считается образование в его порах высокосульфатной формы гидросульфатоалюмината кальция (ГСАК): $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 3\text{CaSO}_4\cdot 31\text{H}_2\text{O}$ и низкосульфатной формы $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 3\text{CaSO}_4\cdot 12\text{H}_2\text{O}$. Наиболее опасна первая форма, природным аналогом ее является этtringит.

Образуясь в первые часы после затворения цемента, когда еще не сформировался структурный каркас цементного камня, ГСАК не вызывает растягивающих напряжений.

Принципиально другая картина наблюдается при проникновении сульфатов в тело затвердевшего бетона, где они могут взаимодействовать как с непрореагировавшим C_3A , так и гидроалюминатами и с гидроксидом кальция, тот же ГСАК, вызывая высокое кристаллизационное давление граней растущих кристаллов ГСАК на стенки пор.

С учетом современных теоретических концепций строительного материаловедения следует, что регулирование структурно-механических характеристик бетона и его коррозиестойкости возможно обеспечить за счет применения химических добавок полифункционального действия (водорастворимых полимеров), гидравлически активных наполнителей, способствующих образованию вторичных продуктов гидратации и высокой контактной прочности.

Ионогенные (анионные или катионные) ПАВ в результате ионизации в водных растворах образуют соответственно отрицательные, либо положительно заряженные органические ионы, обуславливающие поверхностную активность. Из числа таких добавок наиболее актуальны добавки гелеполимеров, которые удерживают влагу в микроструктуре бетона и участвуют в процессе структурообразования, обеспечивая последнюю стадию гидратации высокой степенью кристаллизации гидратных составляющих.

Магнитно-активированная вода способствует улучшению структуры за счет уменьшения водоцементного отношения, и как следствие, снижения объема контракционных и капиллярных пор, что приводит к уменьшению водопроницаемости, повышению морозостойкости бетона.

Повышение прочности вяжущих при введении в их состав наполнителей связано не только с гидравлической активностью, но и образованием между наиболее мелкими зернами наполнителей (коллоидных размеров) центров кристаллизации в контактной зоне цемента. Главным достоинством наполненных бетонов является то, что введение микронаполнителей позволяет в широких пределах регулировать их прочностные и деформативные свойства, а также повысить химическое сопротивление и долговечность материалов.

Таким образом на основании вышеизложенного обоснована задача проектирования коррозиестойкого бетона, которая заключается в том, чтобы всемерно увеличивать долговечность, т.е. продолжительность каждого из трех взаимосвязанных временных элементов, особенно этапов упрочнения и стабильности структуры, добиваясь вместе с тем эффективного торможения деструкционных процессов. Обеспечение же долговечности бетонов возможно приданием бетону оптимальной структуры; снижением концентрации дефектов в бетоне усадочного характера с помощью микронаполнителей, применением полифункциональных добавок и активированной воды.

Во второй главе диссертации **“Материалы и методика исследований”** изложены результаты предварительных исследований местных сырьевых материалов, имеющих в достаточном количестве как для лабораторных испытаний, так и производственного опробования.

Объектами исследований были приняты портландцемент Кувасайского цементного завода и наиболее близкий по минералогическому составу к Кувасайскому портландцементу – Ахангаранский; заполнители (крупный и мелкий); наполнители (демпфирующий компонент) - кислые золы ТЭС сухого отбора Ферганской ТЭЦ; агрессивные среды – засоленные грунтовые воды.

Из группы ионогенных ПАВ химически весьма устойчивы – катионактивные, при диссоциации которых образуется небольшой анион и катион с длинной углеводородной цепью. Катионактивные ПАВ, являясь стабилизаторами образуют в растворе и адсорбционных слоях сетчатые гелеобразные структуры. Применена полимерная добавка – реагент полимерный POLY-ANS (полиакрилонитрил гидролизированный стабилизирующий) полученный методом гидролиза в щелочной среде с применением сшивающих агентов (полимеризаторов) и модификаторов;

Выполнен анализ химического, минералогического и гранулометрического составов и определены основные свойства сырьевых компонентов.

Исследование процессов гидратации и структурообразования цементного вяжущего исследовали с применением методов ДТА, рентгенографии, электронного микроскопа.

Исследования цементных вяжущих и бетонов на их основе проводили с использованием стандартных и нестандартных методов.

Третья глава диссертации **“Разработка и оптимизация структуры и свойств смешанных цементных вяжущих с использованием минеральных и химических модификаторов”** посвящена результатам выполненных экспериментальных исследований по разработке, оптимизация структуры и свойств смешанных цементных вяжущих с использованием минеральных и химических модификаторов.

Выявлена роль наполнителя и добавки ионогенного типа на структурообразование и свойства цементного камня. Использована водорастворимая полимерная добавка POLY–ANS принадлежащая к группе гидрогелей. На степень набухания и другие свойства гелевых композиций влияет большое количество факторов - химический состав, степень ионизации, плотность сшивки, pH, ионная сила и температура.

Хемосорбция молекул добавки на поверхности клинкерных минералов и новообразований цемента, приводит к замедлению гидратационных процессов и рост кристаллов в начальной стадии структурообразования цементного камня, что подтверждено рентгенограммами цементного камня с оптимальным содержанием добавки, твердевшего в нормальных условиях. По степени влияния на замедление гидратации алита и снижения скорости

кристаллизации оксида кальция и этtringита исследуемые концентрации добавок располагаются в следующий убывающий ряд: 0,01%>0,04%>0,02%.

Для установления зависимости прочности портландцемента и смешанных вяжущих от дисперсности, выражаемой через удельную поверхность, в лабораторных условиях получен ряд вяжущих с различной дисперсностью. Наибольшая активность определена для портландцементного вяжущего при помоле 120' ($R_{сж}^* = 82,5$ МПа при оптимальном водоцементном отношении $V^*/Ц = 0,26$).

Экспериментальные исследования смешанного вяжущего, включающего 68...73% портландцементного клинкера и 27...32% добавки буроугольной золы ТЭС с удельной поверхностью 3200...4000 см²/г свидетельствуют о снижении водопотребности данного вяжущего с 0,36 до 0,34 при увеличении прочностных показателей.

Установлено что регулирование свойств цементного вяжущего с целью повышения его активности возможно изменением вещественного состава, в том числе введением добавочных (модифицирующих) веществ – наполнителей (зола ТЭС) и химических добавок (POLY– ANS), а также активирования воды затворения. Показано, что общая и капиллярная пористость цементного камня снижается тем в большей мере, чем выше пластифицирующая способность добавок POLY– ANS, а микропористость увеличивается соответственно их стабилизирующему эффекту. В частности, общая и капиллярная пористость цементного камня с добавками POLY– ANS в сравнении с эталоном снижаются примерно в 1,5 раза. Приросты объемов микропор при этом составляют до 18%.

В четвертой главе диссертации **“Оптимизация разработанных составов бетона и изучение его свойств”** приведены результаты экспериментальных исследований по оптимизации состава эффективного бетона с полимерной добавкой, ее влиянию на технологические, прочностные, эксплуатационные, деформативные свойства бетона. Объектами исследований были приняты бетонные смеси с расходом портландцемента 290-430 кг/м³, соответствующие классам бетона В15, В25, В30.

В качестве выходных параметров были приняты: Y_1 - прочность бетона в 28-суточном возрасте ($R_{сж}^{28}$) МПа; Y_2 - водопотребность бетонной смеси (В), л.

На оптимальное содержание добавки может оказывать влияние множество рецептурно-технологических факторов. Исходя из результатов ранее выполненных исследований, в качестве варьируемых факторов были приняты: X_1 - расход цемента (Ц), кг/м³; X_2 - отношение мелкого заполнителя к крупному П/Щ; X_3 - количество добавки (Д), % от массы цемента.

Концентрации полимерной добавки POLY– ANS определены в матрице эксперимента по результатам опытов по реализованным активным экспериментам предварительных исследований.

В результате подсчёта коэффициентов полиномов и оценки их значимости по t -критерию были получены уравнения регрессии, а проведённый статистический анализ по t – критерию Фишера показал адекватность описания свойств бетона полиномом второй степени.

Технологический анализ математических моделей свойств бетона производили графоаналитическим методом и установлено, что наиболее значимым фактором, влияющим как на прочность бетона, так и на водопотребность бетонной смеси является фактор расхода цемента.

Вторым по значимости фактором, влияющим на прочность бетона и водопотребность бетонной смеси, является количество вводимой добавки POLY– ANS (X3); оптимальные значения дозировки добавок POLY– ANS, определённые путём дифференцирования полученных уравнений, следующие: для POLY– ANS 1-0,01 %; POLY– ANS 2-0,02 %; POLY– ANS 4-0,04 %.

Оптимальные значения соотношения между мелким и крупным заполнителем, определённые путём дифференцирования полученных уравнений, для рассматриваемых добавок составили: POLY– ANS 1-0,52 ; POLY– ANS 2-0,50 ; POLY– ANS 4-0,48.

Добавки POLY– ANS при нормальной температуре несколько замедляют начальное структурообразование бетона, что необходимо учитывать при производстве сборных железобетонных изделий. Для эффективного использования POLY– ANS на заводах ЖБИ необходимо оптимизировать режимы тепловлажностной обработки бетона с добавкой.

Определяющим показателем принята прочность бетона в суточном возрасте после пропаривания- $R_{сж}^{ТВО}$ или Y при следующих переменных факторах: X_1 -продолжительность предварительной выдержки, ч; X_2 – продолжительность изотермического прогрева, ч; X_3 –температура изотермического прогрева, °C.

В результате реализации активного эксперимента и статистической обработки лабораторных данных получены математические модели прочности бетона после ТВО соответственно для добавок POLY– ANS - 0,01%, POLY– ANS -0,01%, POLY– ANS -0,02%, технологический анализ которых свидетельствует, что добавки POLY– ANS в оптимальных количествах положительно влияют на прочность бетона в нормальных условиях и условиях тепловлажностной обработки.

Введение оптимальной дозировки добавки способствуют снижению водоотделения и расслаиваемости в 1,8-3 и 1,6-2,7 раза. Показано, что добавка POLY– ANS -0,01% лучше действует на «тощие» бетонные смеси, а POLY– ANS -0,02% и POLY– ANS -0,04% на «жирные», что объясняется различием их механизма действия.

Количественное снижение водопотребности в зависимости от расхода цемента составляет свидетельствует, что бетонные смеси с добавками меньше подвержены расслоению и водоотделению.

Улучшение технологических свойств бетонной смеси и снижение ее водопотребности при введении добавок оказывает положительное их влияние на прочностные показатели бетона (рис.1, рис.1.2).

Установлено, что при оптимальных дозировках кубиковая прочность бетона в зависимости от расхода цемента увеличивается с POLY– ANS 1 на 9-10%; с POLY– ANS 2 на 20-28%; с POLY– ANS 3 на 28-36%, а растяжение при изгибе на 11-12; 26-39; 40-54% соответственно.

Данные экспериментов свидетельствуют о положительном влиянии добавок на снижение дефектности бетона, повышении дисперсности кристаллогидратов цемента и повышении контактной прочности. Следствием этого является закономерное увеличение коэффициента призмной прочности, показатели которого для бетона с добавками соответственно составили: 0,72-0,73; 0,74-0,79; 0,78-0,82. Одновременно наблюдается снижение показателя отношения $R_{сж}/R_p$.

В раннем возрасте (3-7 сут) отмечается замедление нарастания прочности на сжатие и изгиб бетона с добавками по сравнению с эталонными образцами. В дальнейшем, начиная с 28 сут возраста до одного года, прочность бетона с добавками увеличивается на 9-16% ($R_{сж}$) и 11-18 % ($R_{изг}$) для POLY– ANS 1 ; 20-42 % ($R_{сж}$) и 26-48% ($R_{изг}$) для POLY– ANS 2 ; 29-49% ($R_{сж}$) и 40-62 % ($R_{изг}$) для POLY– ANS 3.

Данный факт объясняется их пониженной водопотребностью, большей однородностью структуры и меньшей дефектностью. Кроме того, цементный камень с добавками имеет меньшую капиллярную и общую пористость при большом объеме микропор с условно-замкнутым характером.

Изучено влияние добавок на водонасыщение бетона и связанные с ним морозостойкость и водонепроницаемость. Водопоглощение бетонов с добавками на 22-39 % меньше, чем эталонного бетона. Добавки уменьшают водонасыщение бетона в 1,2-1,7 раза.

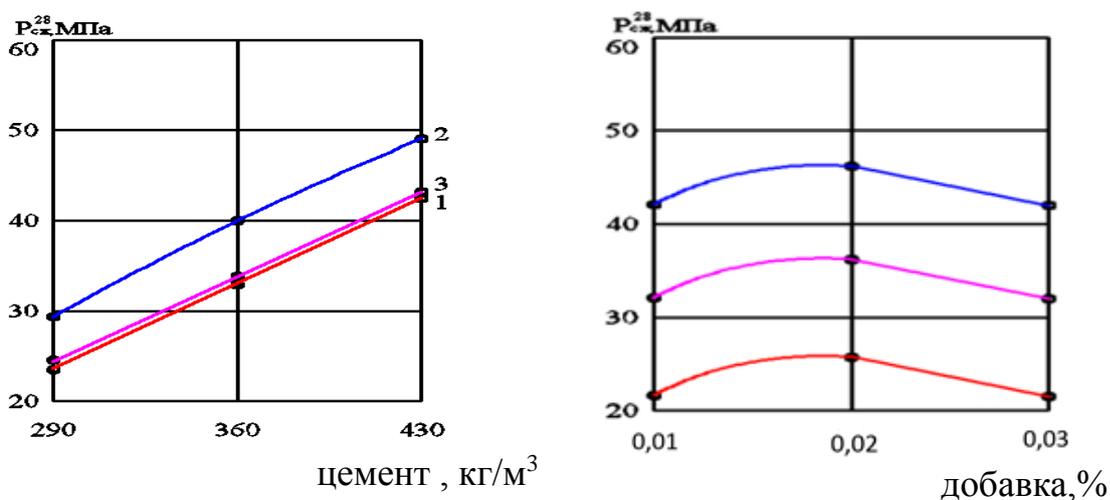


Рис.1. Прочность бетона с добавкой POLY– ANS 2: А. влияние расхода цемента 1,2,3-соответственно 290,360,420 кг/м^3 Б. влияние дозировки добавки

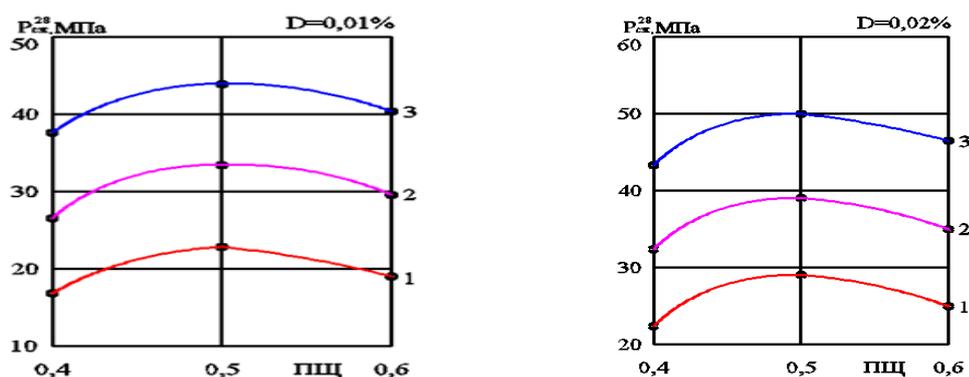


Рис.1.2. Прочность бетона с добавкой POLY– ANS 2

Морозостойкость бетона с добавками POLY– ANS 1, POLY– ANS 2, POLY– ANS 3 составила соответственно 250, 300 и 400, что в 1,7-2,7 раза выше, чем эталона.

Водонепроницаемость бетона с добавками на 1-3 степени выше в сравнении с контрольным составом, что объясняется меньшим начальным водосодержанием бетона с добавками и значительно лучшими характеристиками поровой структуры.

Таблица-1.

Влияние добавок на водонепроницаемость бетона класса В 25

Вид добавки	Максимальное давление до просачивания воды, АТИ	Время выдерживания при максимальном давлении до просачивания, ч-мин
	класса В-25	
1	2	3
Эталон	4	3-52
POLY– ANS 1	6	4-40
POLY– ANS2	8	5-36
POLY– ANS3	12	6-45

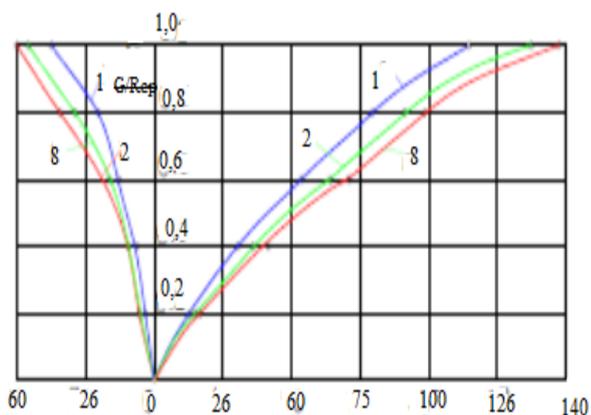
Морозостойкость бетона с добавками POLY– ANS в 1,7-2,7 раза выше, чем эталона; водопоглощение ниже на 22-39%; водонасыщение – в 1,2-1,7 раза, а водонепроницаемость увеличивается с 4 до 6-12 АТИ или в 1,5-4 раза.

В диссертации значительное внимание уделено косвенным экспериментальным исследованиям влияния добавок POLY– ANS на внутренние напряжения в бетоне. С этой целью выполнены экспериментальные исследования деформативных свойств (усадка, модуль упругости, относительные деформации).

Экспериментально установлено, что добавки POLY– ANS за счет пластификации структуры уменьшают жесткость и улучшают деформативные свойства бетона. При этом модуль упругости бетона с добавками снижается на 18-24%, а коэффициент Пуассона увеличивается с 0,208-0,232 до 0,212-0,249.

Предельные относительные деформации бетона с добавкой POLY– ANS в растянутой зоне больше на 13-18 и 22-28%, а на растяжение при изгибе –

11-22 и 20-31%, чем у бетонов без добавок. Деформации в сжатой зоне бетонов с добавками соответственно на 3-10 и 15-22% выше по сравнению с обычным бетоном.



$E_p \times 10^{-6} E_c \times 10^{-6}$

Рис.2- 1 – бетон без добавки; 2-бетон с доб. POLY– ANS 1; 3 – бетон с доб.POLY– ANS2 Поперечные (слева) и продольные относительные деформации бетонов при сжатии

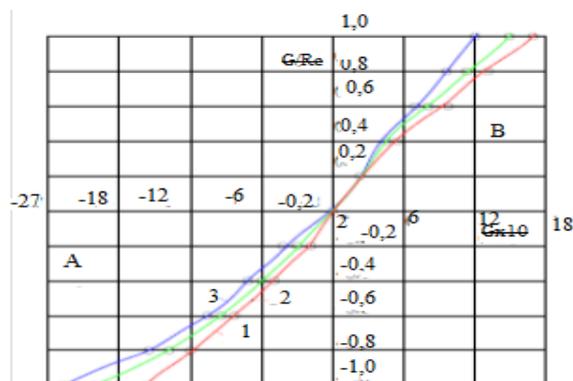


Рис.2.1.А- растянутая зона; В – сжатая зона; 1 – бетон без добавки; 2 - сдоб. POLY– ANS1; 3 - POLY– ANS 2. Относительные деформации растяжения бетона при изгибе

Пониженная деформативность бетона с полимерной добавкой POLY–ANS объясняется её демпфирующим свойством за счет утолщенных адсорбционных слоев, являющихся клеевыми прослойками между кристаллогидратами цементного камня, более высокой степенью однородности структуры бетона и его мелкопористости, увеличением прочности между растворной частью и заполнителем.

При эксплуатации цементного бетона в агрессивных средах важно определить влияние полимерной добавки на его трещиностойкость. При снижении расхода цемента на 5-20% без ущерба для исходной прочности бетона показатели трещиностойкости закономерно увеличиваются в 1,3-1,52 раза.

В пятой главе диссертации **“Исследование сульфатостойкости цементного вяжущего и капиллярной проницаемости бетона в солевых средах”** приведены результаты исследования сульфатостойкости смешанного цементного вяжущего, капиллярной проницаемости цементного бетона и её связь с действием добавок, солестойкости бетона и её связи с капиллярным всасыванием, показана технико-экономическая эффективность применения коррозиестойкого бетона в подземных конструкциях.

Оценку сульфатостойкости цементов производили по коэффициенту стойкости, определяемому по методике В.В.Кинда. При этом

сульфатостойким считается такой цемент, у которого коэффициент стойкости через 6 месяцев составляет не менее 0,8.

Прочность образцов с добавками POLY– ANS составляет: от 3х до 180 суточного твердения в растворе 1% $MgSO_4$ - 43-106 МПа; в растворе 5% Na_2SO_4 изменяется от 41 МПа до 110 МПа, т.е. прочность в растворах 1% $MgSO_4$ растет на 92%, в 5% Na_2SO_4 на 130%.

Прочность образцов цемента с добавкой тонкомолотой золы ТЭС в 3-180 суточном возрасте имеет следующие результаты: в растворе 1% $MgSO_4$ - 33-96 МПа; в растворе 5% Na_2SO_4 3 5-102 МПа, т.е. прирост прочности к 180 суткам в 1% $MgSO_4$ составляет 88%, в растворе 5% Na_2SO_4 -122%.

Бездобавочный портландцемент к 28 суткам твердения имеет коэффициент стойкости в воде 1,00; в 1% $MgSO_4$ -1,43, в 5 % Na_2SO_4 -0,95. При введении добавок POLY– ANS и тонкомолотой золы ТЭС коэффициенты стойкости образцов как в воде, так и в солевых растворах повышаются и имеют максимальные значения в воде, растворах 1% $MgSO_4$ и 5 % Na_2SO_4 (табл.2).

Таблица-2.

Прочность смешанного вяжущего с полимерной добавкой

№	Вводимая добавка	Агрессивная среда	Предел прочности образцов при сжатии, МПа, сутки						
			3	7	14	28	90	180	360
1	POLY– ANS	1% $MgSO_4$	43	48	54	63	79	98	106
2	Зола ТЭС	1% $MgSO_4$	33	36	40	54	78	96	102
3	-	1% $MgSO_4$	33	41	50	53	50	51	48
4	POLY– ANS	5% Na_2SO_4	41	50	54	62	85	106	110
5	Зола ТЭС	5% Na_2SO_4	35	40	48	66	84	102	109
6	-	5% Na_2SO_4	26	28	35	41	45	46	47

Таблица-3.

Коэффициенты стойкости цементов с добавками

№	Вводимая добавка	Коэффициент стойкости, Кс, сутки								
		H_2O			1% $MgSO_4$			5% Na_2SO_4		
		90	180	360	90	180	360	90	180	360
Портландцемент (алитовый Кувасайский)										
1	POLY– ANS	1,73	2,13	2,20	1,52	1,53	1,58	1,63	1,66	1,67
2	Зола ТЭС	1,00	1,14	1,07	1,35	1,33	1,33	1,45	1,42	1,42
3	-	1,05	1,00	1,02	1,17	1,14	1,04	1,05	1,05	1,02

Повышение сульфатостойкости цементов за счет ввода добавок POLY– ANS и тонкомолотой золы ТЭС объясняется связыванием гидроксида кальция, выделяющегося при гидратации.

Исследовано влияние вида и дозировки добавок POLY– ANS (0,01,0,02,0,04 %) на капиллярное всасывание бетона в рабочих солевых высоко концентрированных растворах: 5,5 % Na₂SO₄ ;2,5% Na₂SO₄ + 5,5% NaCl; 5,5 % Na₂SO₄ + 5,5% NaCl. Капиллярное всасывание бетона изучено по оценке способности бетона впитывать солевой раствор при непосредственном контакте с поверхностью жидкой агрессивной среды. За показатель капиллярного всасывания принято количество агрессивного раствора, впитанного образцом бетона за определённый промежуток времени ($W_{вс}$, %).

Установлено, что капиллярное всасывание бетона закономерно увеличивается по мере усложнения состава солевого раствора.

Добавки POLY– ANS снижают $W_{вс}$ в той мере, в какой они влияют на уменьшение водопотребности бетонной смеси, параметры поровой структуры и водонепроницаемость бетона. Снижение $W_{вс}$ бетона связано с тем, что под влиянием добавок POLY– ANS повышается плотность, водонепроницаемость бетона и обеспечивается гидрофобизация стенок пор и капилляров, то есть уменьшается смачиваемость бетона.

Как известно, за меру смачиваемости (M_c) принимается величина $\cos \theta$ (краевого угла смачивания), связанная с поверхностным натяжением на границе трёх соприкасающихся по периметру смачивания поверхностей раздела. Для оценки гидрофобных свойств поверхности бетона данный критерий является не приемлемым, так как оценку гидрофобности можно производить лишь в ограниченных случаях, когда $\theta > 90^\circ$.

В связи с этим введено понятие – меры гидрофобности (M_g), которое характеризует гидрофобные свойства поверхности бетона

Применительно к бетонным поверхностям определение меры гидрофобности по формуле затруднительно, так как установить её составляющие известными классическими методами практически невозможно из-за пористой структуры материала.

Предложен аналитический метод расчёта меры гидрофобности бетона по величине капиллярного подсоса, позволяющий производить сравнительную оценку влияния добавок POLY– ANS и других рецептурно-технологических факторов на изменение относительной меры гидрофобности.

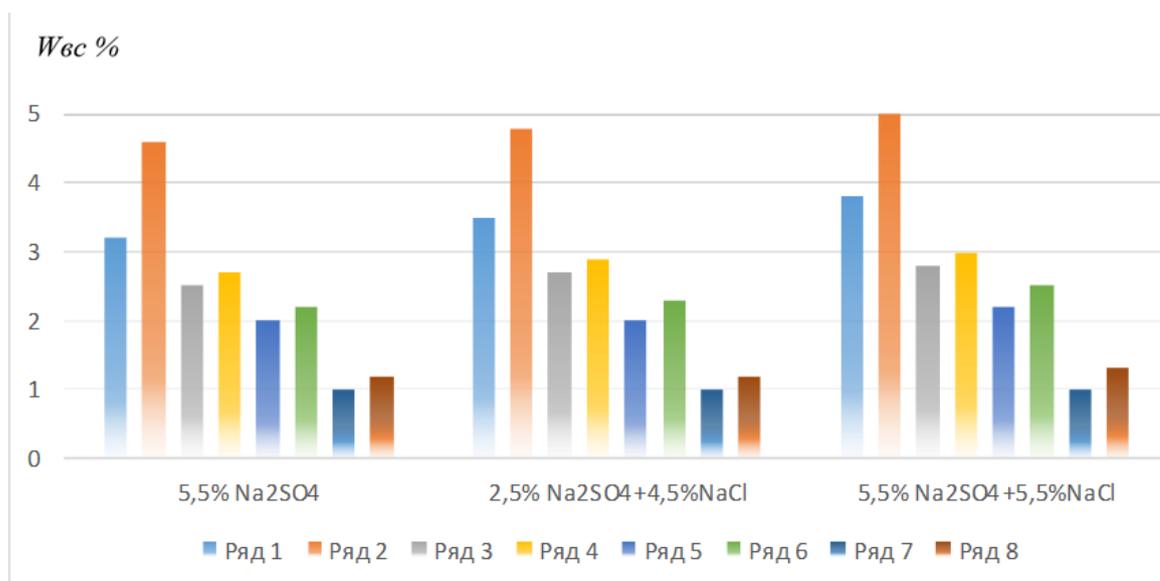


Рис.-3. Диаграмма влияния добавок на капиллярное всасывание. 1,2 –эталонный бетон; 3,4,5,6,7,8 – бетон с добавками соответственно POLY– ANS 1; POLY– ANS 2; POLY– ANS 3; -нормальное твердения; - после предварительного цикл. температурного воздействие

По данной методике выявлено влияние добавок POLY– ANS и наполнителя (зола ТЭС) на относительную меру гидрофобности бетона.

Солестойкость бетона обусловлена объёмным кристаллизационным давлением продуктов, образующихся в поровой структуре цементного камня при его взаимодействии с химически агрессивными водами. Оно прямо пропорционально массе кристаллизующейся фазы. Определить количественно массу кристаллизующейся в порах бетона соли прямыми методами пока не представляется возможным. Взаимосвязь капиллярной проницаемости с солестойкостью бетона определяли косвенным методом: по изменению предела прочности образцов бетона на растяжение при изгибе, величины относительных деформаций расширения бетона и накоплению ионов SO_4^{2-} и Cl^- , а также коэффициента стойкости (солестойкости) K_c .

Процесс разрушения бетона при капиллярном всасывании и испарении солевого раствора происходит в несколько стадий. На начальной стадии (3 мес.) накопление соли приводит к уплотнению цементного камня и увеличению прочности бетона. На следующем этапе (6-12 мес.) кольматация пор в поверхностном слое достигает такой степени, при которой давление воды-среды в структуре бетона при кристаллизации солей не релаксирует через образовавшийся слой продуктов коррозии; возникающее при этом напряжения вызывают его деформацию расширения, что приводит к значительному падению прочности с последующим разрушением.

Таблица-4.

Значения относительной меры гидрофобности бетона с добавками POLY– ANS при испытании образцов на капиллярное всасывание солевых растворов

Вид добавки	Средний радиус пор, а для бетона с расходом цемента, кг/м ³			Значения относительной меры гидрофобности бетона с расходом цемента, кг/м ³ при испытании в солевых растворах (числитель – сульфатный, знаменатель – сульфатно -хлоридный)		
	290	360	430	290	360	430
Без добавки	96,5	92,4	90,8	-	-	-
POLY– ANS1	83,4	80,2	78,6	$\frac{0,46}{0,61}$	$\frac{0,50}{0,62}$	$\frac{0,61}{0,65}$
POLY– ANS2	78,3	76,1	74,2	$\frac{0,60}{0,70}$	$\frac{0,67}{0,73}$	$\frac{0,76}{0,78}$
POLY– ANS3	69,1	66,2	64,0	$\frac{0,82}{0,89}$	$\frac{0,87}{0,90}$	$\frac{0,91}{0,93}$

Степень изменения прочности при изгибе, относительных деформаций расширения и глубины коррозионного разрушения образцов при испытании в солевых растворах обратно пропорционально зависят от меры гидрофобности бетона. Чем выше величина $OM_{г}$ бетона, тем меньше падение $R_{изг}$, ниже ε и глубина коррозионного разрушения. При этом сульфатостойкость на рядовом портландцементе в условиях капиллярного всасывания и испарения минерализованных грунтовых вод может быть обеспечена при совместном использовании добавки POLY– ANS 2 и золы ТЭС.

Коэффициент солестойкости после одного года испытаний в целом находится в пределах установленного требования – 0,85.

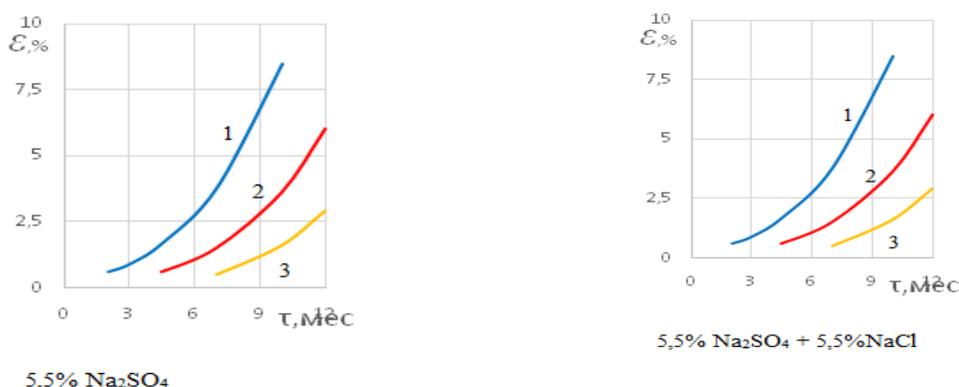


Рис. 4. Глубина разрушения бетона в зависимости от длительности капиллярного всасывания и испарения солевых растворов 1,2,3 – эталонный бетон с расходом цемента 290,360,430 кг/м³

В целом использование в цементном бетоне новой полимерной добавки POLY– ANS и золы-уноса в производстве монолитных и сборных бетонных и железобетонных подземных изделий и конструкций обеспечивает получение технического и экономического эффекта.

Опыт практического использования добавок показал возможность:

- интенсификация процесса приготовления бетонной смеси в 1,25 раза, усадки и уплотнения на 35-45%; - сокращение расхода цемента на 10-18%; - удлинение срока службы форм без ремонта на 25% за счет улучшения удобоукладываемости бетонной смеси; снижения затрат на капитальный ремонт в размере 30-35%; - увеличение срока службы вибраторов в 2 раза и снижение расхода электроэнергии на 6-7 кВт.ч за счет улучшения виброформируемости бетонной смеси.

В результате внедрения в производство технологии производства эффективного коррозиестойкого бетона ожидаемая экономическая эффективность составила для предприятия ООО «Фаргона нефтни кайта ишлаш заводи» – 239,8 млн. сум, для предприятия ООО «Зилха темир бетон махсулотлари» - 103,7 млн. сум (в ценах 2019 года).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании результатов проведенных экспериментально-теоретических исследований диссертации на тему: «Проектирование состава и оптимизация свойств эффективного коррозиестойкого бетона с добавкой ионогенной природы для подземных конструкций» были сформулированы следующие выводы:

1. Доказана возможность разработки оптимального состава эффективного коррозиестойкого цементного бетона на основе смешанного вяжущего и химической добавки ионогенной природы для подземных конструкций.
2. Впервые в составе цементного бетона использована химическая добавка ионногенной природы (POLY– ANS) - реагент полимерный (полиакрилонитрил гидролизованный стабилизирующий) полученный методом гидролиза в щелочной среде с применением сшивающих агентов (полимеризаторов) и модификаторов.
3. Разработаны смешанные вяжущие с золой-уноса ТЭЦ и химической добавкой ионногенной природы (POLY– ANS) с улучшенным комплексом физико-технических свойств и улучшенной поровой структурой, что свидетельствует о повышении их стойкости к воздействию агрессивных сред.
4. С применением метода математического планирования эксперимента оптимизирован состав эффективного цементного бетона с новой химической добавкой ионногенной природы (POLY– ANS). Изучены технологические свойства бетонной смеси, прочностные и деформативные свойства бетона. Установлено стабилизирующее действие добавки POLY-ANS разной концентрации на индукционный период структурообразования. Показано повышение прочностных и деформативных свойств бетона.

5. Установлено, что химические добавки POLY-ANS за счет улучшения параметров поровой структуры, снижения водопотребности и объемной гидрофобизации цементной системы повышают плотность, водонепроницаемость, морозостойкость бетона и уменьшают его водопоглощение и водонасыщение, что обуславливает высокую стойкость цементных бетонов в агрессивных средах.

6. Установлено положительное действие химической добавки POLY-ANS и золы ТЭЦ на коэффициент стойкости смешанного вяжущего в агрессивных средах. Коэффициенты стойкости в солевых растворах в растворах 1% $MgSO_4$ и 5 % Na_2SO_4 закономерно возрастают со временем хранения.

7. Принято вычислять коэффициент стойкости бетона из соотношения прочности бетона на растяжение при изгибе после испытания образцов на капиллярное всасывание к прочности бетона на растяжение при изгибе после выдерживания образцов в нормальных условиях в 28 сут возрасте. Принятая химическая добавка POLY-ANS обеспечивают солестойкость бетона. Установлено, что коэффициент солестойкости после одного года испытаний в целом находится в пределах установленного требования – 0,85;

8. Опытно-производственное внедрение разработанной технологии получения коррозиестойкого бетона для подземных конструкций на «Фарғона нефтни қайта ишлаш заводи» и «Зилха темир бетон махсулотлари» показало высокую экономическую эффективность данной разработки. Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения составил для предприятия ООО «Фарғона нефтни қайта ишлаш заводи» – 239,8 млн. сум, для предприятия ООО «Зилха темир бетон махсулотлари» - 103,7 млн. сум. (в ценах 2019 года).

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.26/30.12.2019.T.11.01 AT TASHKENT
ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION INSTITUTE ON
GRADUATION OF DOCTOR OF SCIENCE**

**TASHKENT ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION INSTITUTE
FERGANA POLYTECHNICAL INSTITUTE**

ABOBAKIROVA ZEBUNISO ASROROVNA

**PLANNING OF COMPOSITION AND OPTIMIZATION OF PROPERTIES
OF EFFECTIVE NON-CORRODIBLE CONCRETE WITH ADDITION OF
IONOGENIC NATURE FOR UNDERGROUND CONSTRUCTIONS**

05.09.05- Building materials and products

DISSERTATION ABSTRACT

of the doctor of philosophi (PhD) on technical sciences

Ferghana -2020

The theme of doctor of philosophy dissertation is registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan №B2017.1.PhD/T127

The dissertation was conducted at the Fergana Polytechnical Institute.

The abstract of the dissertation is in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) it is web pages at (www.taqi.uz) and information and educational portal_«ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

Scientific advisor:

Goncharova Natalya Ivanovna

Candidate of Technical Sciences, dotsent

Official opponents:

Kasimov Irkin

Doctor of Technical Sciences, Professor

Siddiqov Ikromjon Iminovich

Candidate of Technical Sciences, dotsent

Leading organization:

Namangan Engineering-Construction Institute

The defence of the dissertation will take place on «12» august 2020 at 13⁰⁰ at the Scientific Council numbered DSc.26/30.12.2019.T.11.01 meeting at Tashkent Architecture and Construction Institute as the following address: 100011, Tashkent, Abdulla Qodiriy Street, 7v. Phone: (99871) 241-10-84; Fax: (99871) 241-80-00, e-mail: devon@taqi.uz, taqi_atm@edu.uz).

The dissertation is registered in Information-Resource Center at Tashkent Architecture and Construction Institute (registration number №44). The text of the dissertation is available at the Information Research Center at the following address: 100011, Tashkent, Abdulla Qodiriy Street, 7v. Phone: (99871) 244-63-30; Fax: (99871) 241-80-00, e-mail: taqi_atm@edu.uz).

The abstract of the dissertation was circulated on «01» august 2020 year.
(mailing report № on «30» june 2020).

A.A.Tulaganov

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

Kh.Kh. Kamilov

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

S.A. Khodjaev

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

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of research is the development of an effective concrete composition and the optimization of the properties of corrosion-resistant concrete using ionic additives for underground structures.

The tasks of research are:

study the effect of physical and chemical structure on the properties of corrosion-resistant concrete;

study of the effect on the physicochemical properties of corrosion-resistant concrete;

optimization of the composition of corrosion-resistant concrete with chemical additives and the development of the basic laws of influence on the formation of the structural properties of concrete;

development of concrete production technology using chemical additives for underground structures.

The object of research was an effective corrosion-resistant concrete using chemical additives of ionic type for underground structures.

The scientific novelty of the dissertation research is as follows:

the mechanism of structure formation in corrosion-resistant concrete is justified, taking into account the quantitative effect of chemical additives of ionic nature, TPP ash and activated water;

the increase of physicochemical properties and corrosion resistance of concrete due to chemical additives of ionic nature and micro-filler is proved and durability is provided;

a mathematical model has been developed that shows that the strength of corrosion-resistant concrete depends on the number of its components;

an increase in volumetric hydrophobization and density of corrosion-resistant concrete, its water resistance, and an increase in corrosion resistance as a result of weakening internal and intrinsic structural stresses were found.

The outline of the dissertation.

1. The possibility of developing an optimal composition of an effective corrosion-resistant cement concrete based on a mixed binder and an ionogenic chemical additive for underground structures has been proved.

2. For the first time in the composition of cement concrete, a chemical additive of an ionogenic nature (POLYANS) was used - a polymer reagent (polyacrylonitrile hydrolyzed stabilizing) obtained by hydrolysis in a silkcurrent using cross-linking agents (polymerizers) and modifiers.

3. Mixed binders with fly ash from CHP plants and chemical additives of ionic nature (POLY-ANS) with an improved complex of physical and technical properties and an improved pore structure have been developed, which indicates an increase in their resistance to aggressive media.

4. The composition of effective cement concrete with a new chemical additive of ionic nature (POLY-ANS) was optimized using the method of mathematical planning of the experiment. Technological properties of concrete

mix, strength and deformative properties of concrete are studied. The stabilizing effect of POLY-ANS additives of different concentrations on the induction period of structure formation was established. The increase in strength and deformative properties is shown.

5. It is established that POLY-ANS chemical additives improve the parameters of the pore structure, reduce water consumption and bulk hydrophobization of the cement system, increase the density, water resistance, frost resistance of concrete and reduce its water absorption and water saturation, which causes high resistance of cement concretes in aggressive environments.

6. The positive effect of the chemical additive POLY-ANS and TPP ash on the coefficient of resistance of the mixed binder in aggressive environments was established. Resistance coefficients in salt solutions in solutions of 1% $Mdso_4$ and 5% Na_2SO_4 naturally increase with storage time.

7. It is customary to calculate the coefficient of concrete resistance from the ratio of the concrete tensile strength in bending after testing samples for capillary absorption to the concrete tensile strength in bending after holding samples under normal conditions at 28 days of age. The adopted poly-ANS chemical additive ensures the salt resistance of concrete. It was found that the coefficient of salt resistance after one year of testing is generally within the established requirements-0.85;

8. Pilot-production implementation of the developed technology for obtaining corrosion-resistant concrete for underground structures at "Fargona neftni kaita ishlash zavodi" and "Zilha Temir concrete mahsulotlari" has shown high economic efficiency of this development. The expected annual economic effect of the implementation was 239.8 million soums for the company OOO "Fargona neftni kaita ishlash zavodi", and 103.7 million soums for the company OOO "Zilha Temir Beton mahsulotlari" (in 2019 prices).

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I-бўлим (I часть; I part)

1. Гончарова Н.И., Абобакирова З.А. Проектирование оптимальных составов цементных вяжущих для коррозиестойких бетонов. // ФарПИ Илмий техник журнал. – Фарғона, – 2013. – №1. С. 60–64. (05.00.00; № 20).
2. Гончарова Н.И., Абобакирова З.А. Определение условий эксплуатации и улучшение качества коррозиестойкого цементного бетона для подземных конструкций. // ФарПИ Илмий техник журнал. – Фарғона, – 2013. – №2. С. 91–96. (05.00.00; №20).
3. Абобакирова З.А. “Свойства цементного камня оптимального состава с добавками в условиях сухого жаркого климата.”// ФарПИ Илмий техник журнал. – Фарғона, – 2013. – №3. С. 91–96. (05.00.00; №20).
4. Гончарова Н.И., Абобакирова З.А. “Научные принципы повышения коррозиестойкости эффективных бетонов.” // ФарПИ Илмий техник журнал. – Фарғона, – 2013. – № 4. С. 38–40. (05.00.00; № 20).
5. Гончарова Н.И., Абобакирова З.А.Получение смешанных вяжущих с микронаполнителем и гелполимерной добавкой // ФарПИ Илмий техник журнал. – Фарғона, – 2014. – № 1. С. 152–154. (05.00.00; № 20).
6. Гончарова Н.И., Абобакирова З.А., Кимсанов З.О. Technological Features of Magnetic Activation of Cement Paste.// ISSN: 2350-0328 International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, volume 6, April 2019. India. P. 9513-9516. (05.00.00. №8).
7. Goncharova N.I., Abobakirova Z.A. Engineering of appropriate composition of cement binding materials for corrosion resistant concrete. //ISSN: 2456-6683 International Journal of Research Culture Society. Monthly, Peer-Reviewed, Refereed, Indexed Journal (№23) Scientific Journal Impact Factor: 4.526, Volume - 3, Issue - 11, Nov – 2019. Received on : 04/11/2019 Accepted on : 15/11/2019 Publication Date: 30/11/2019. Available online on - www.ijrcs.ORG India. P. 37-40.

II-бўлим (II часть; II part)

8. Гончарова Н.И., Абобакирова З.А. Проектирование коррозиестойких бетонных конструкций с защитными слоями // “Ўзбекистон республикаси мустақиллигининг 21 йиллигига “бағишланган профессор-ўқитувчилар илмий-амалий анжумани. 15-16 май, Фарғона.- 2012. - С.55-57.
9. Гончарова Н.И., Юнусалиев Э.М., Абобакирова З.А., Корректирование состава бетона по влажности заполнителей // “Иқтидорли талабалар, магистрантлар, стажёр-тадқиқотчи-изланувчи, мустақил тадқиқотчилар” илмий-амалий анжумани 24-25 апрель, Фарғона.- 2012. - С.114.

10. Гончарова Н.И., Абобакирова З.А., Бордошенко К.Г. Оптимальный состав цементных вяжущих и его проектирование // “Иқтидорли талабалар, магистрантлар, стажёр-тадқиқотчи-изланувчи, мустақил тадқиқотчилар” илмий-амалий анжумани 24-25 апрель, Фарғона.- 2012.С.115-116.
11. Гончарова Н.И., Абобакирова З.А., Субханкулова А. Рациональные методы проектирования состава местных вяжущих. // Фарғона вилояти архитектура-қурилиш бошқармаси ТАҚИ “Мухандислик коммуникациялари қурилишининг замонавий ривожланиш йўллари ва янги қурилиш материалларидан фойдаланиш” илмий-амалий анжумани 20-21 сентябрь, Фарғона.- 2012.С.44-45.
12. Гончарова Н.И., Абобакирова З.А., О рациональной дисперсности цементного вяжущего.// «Композицион қурилиш материаллари назарияси ва инновацион технологиялар» Республика миқёсидаги илмий-амалий конференция материаллари, Тошкент,- 2012.С.32-33.
13. Гончарова Н.И., Абобакирова З.А., Оптимизация составов и взаимосвязь структурных параметров бетона и показателей свойств.// «Композицион қурилиш материаллари назарияси ва инновацион технологиялар» Республика миқёсидаги илмий-амалий конференция материаллари, Тошкент,- 2012.С.81-83.
14. Абобакирова З.А. Определение условий эксплуатации и основных требований к подземным конструкциям, проектируемых из коррозиестойких бетонов // Ўзбекистон республикаси мустақиллигининг йигирма икки йиллигига бағишланган профессор-ўқитувчилар илмий-амалий анжумани 15 май, Фарғона – 2013.С.76-77.
15. Юнусалиев Э.М., Гончарова Н.И., Абобакирова З.А., Направленное структурообразование строительных композитов с применением нанотехнологий // «Ярим ўтказгичли микро ва наноструктураларни оптик ва фотоэлектрик ҳодисалар» халқаро илмий-конференцияси 14 ноябрь, Фарғона.- 2014.С.52-55.
16. Абобакирова З.А. Определение условий эксплуатации к подземным бетонным конструкциям // Ўзбекистон Республикаси фанлар академияси ёш олимлар кенгаши, Ўзбекистон Республикаси олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги, Ўзбекистон Республикаси ”Камолот” ёшлар ижтимоий ҳаракати марказий кенгаши, Ўзбекистон Республикаси фанлар академияси бирлашган қасаба уюшмаси, Республика ёш олимлар илмий-амалий конференцияси маъруза тезислари тўплами 18 декабрь, Тошкент.-2014.С.-11.
17. Абобакирова З.А. Повышение надёжности подземных конструкций, проектируемых из коррозиестойких бетонов // Ўзбекистон Республикаси фанлар академияси ёш олимлар кенгаши Ўзбекистон Республикаси олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги Ўзбекистон Республикаси ”Камолот” ёшлар ижтимоий ҳаракати марказий кенгаши Ўзбекистон Республикаси фанлар академияси бирлашган қасаба уюшмаси Республика ёш олимлар илмий-амалий конференцияси маъруза тезислари тўплами 18 декабрь, Тошкент.-2014.С.-12.

18. Абобакирова З.А. Изучение задач оптимизации структуры цементного бетона // Ўзбекистон Республикаси фанлар академияси ёш олимлар кенгаши Ўзбекистон Республикаси олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги Ўзбекистон Республикаси "Камолот" ёшлар ижтимоий ҳаракати марказий кенгаши Ўзбекистон Республикаси фанлар академияси бирлашган қасаба уюшмаси Республика ёш олимлар илмий-амалий конференцияси маъруза тезислари тўплами 18 декабрь, Тошкент.-2014.С.-13.
19. Гончарова Н.И., Абобакирова З.А. Использование альтернативных энергоресурсов в производстве бетона // "Иқтисодий ресурслардан фойдаланиш самарадорлигини ошириш йўналишлари" Республика миқёсида илмий ва илмийтехникавий анжуман, 26-27 март, Фарғона.-2015.С.-413-414.
20. Гончарова Н.И., Абобакирова З.А., Мирзакаримов А., Холмуродова Д. Ускоренный способ оценки коррозионной стойкости цементного бетона // "Замонавий бино ва иншоотларни лойиҳалаш, барпо этиш, техник эксплуатация қилиш, реконструкциялаш ва модернизациялашнинг долзарб муаммолари" Республика илмий – техник анжумани материаллари. – Фарғона, –2015. С. 109-111.
21. Гончарова Н.И., Абобакирова З.А. Эффективный метод проектирования состава многокомпонентного вяжущего // "Замонавий бино ва иншоотларни лойиҳалаш, барпо этиш, техник эксплуатация қилиш, реконструкциялаш ва модернизациялашнинг долзарб муаммолари" Республика илмий –техник анжумани материаллари. – Фарғона, –2015. С. 271.
22. Гончарова Н.И., Абобакирова З.А. Один из возможных способов получения однородных многокомпонентных вяжущих // "Замонавий бино ва иншоотларни лойиҳалаш, барпо этиш, техник эксплуатация қилиш, реконструкциялаш ва модернизациялашнинг долзарб муаммолари" Республика миқёсида илмий ва илмийтехникавий анжуман, 27-28 апрель, Фарғона.-2015.С. 270.
23. Абобакирова З.А., Умаров Ш.А., Ашуралиев Ф Саноат чиқиндиси ва бархан қуми асосида олинган янги енгил тўлдирувчини бетон тайёрлашда синаш // "Замонавий бино ва иншоотларни лойиҳалаш, барпо этиш, техник эксплуатация қилиш, реконструкциялаш ва модернизациялашнинг долзарб муаммолари" Республика миқёсида илмий ва илмий техникавий анжуман, 27-28 апрель, Фарғона, 2015.С.124-152.
24. Гончарова Н.И., Абобакирова З.А., Абдурахманов Д., Хазраткулов У. Разработка солестойкого бетона для конструкций с большим модулем открытой поверхности // «Молодой ученый» Международный журнал №7 (III), Москва, 2016. С.
25. Гончарова Н.И., Абобакирова З.А., Кимсанов З.О., Изучение технологических факторов магнитной активации цементного теста // "Международный научный журнал Молодой учёный" №23 (261), Москва, 2019. С.105–106.
26. Абобакирова З.А. Методика определения относительных деформаций бетона с добавками полиакрилатов // "Евразийский Союз Ученых" (ЕСУ) №11(56), 9-

- часть (РФ). Москва, 2018. С. 4-7.
27. Н.И.Гончарова, Абобакирова З.А. Проектирование эффективных добавок для коррозиестойких бетонов // Тошкент архитектура қурилиш институти Ўзбекистонда геотехниканинг долзарб муаммолари ва уларнинг амалий ечимлари” Республика илмий – амалий анжуман материаллари II – қисм 12-13 апрел, Тошкент -2016 - .С. 156-158.
 28. Гончарова Н.И., Абобакирова З.А. Исследование цементного теста, с твердеющего в магнитном поле // “Энергия тежамкор ва маҳаллий хом-ашёлар асосида қурилиш материаллари, буюмлари ва конструкцияларини ишлаб чиқаришни ривожлантириш муаммолари” Республика илмий – техникавий конференцияси, 14-15 декабрь, Тошкент, 2018. С.123.
 29. Гончарова Н.И., Абобакирова З.А. Улучшение структуры и свойств цементных композиций минеральными наполнителями.//“Актуальные проблемы внедрения инновационной техники и технологий на предприятиях по производству строительных материалов, химической промышленности и в смежных отраслях ” 1 Международная научно-практическая конференция. 24—25май, Фергана, 2019.- С.-62.
 30. Гончарова Н.И., Абобакирова З.А. Температурные напряжения бетона, эксплуатируемого в сухом жарком климате. //“Актуальные проблемы внедрения инновационной техники и технологий на предприятиях по производству строительных материалов, химической промышленности и в смежных отраслях ” 1 Международная научно- практическая конференция. 24—25 май, Фергана, 2019.- С.-64.
 31. Гончарова Н.И., Абобакирова З.А. Регулирование стойкости цементного бетона полимерной добавкой и активированной жидкой средой. //«Тенденции и перспективы развития науки и образования в условиях глобализации» Международной научно-практической интернет-конференции 31 октября Вып. 52.Переяслав, 2019-С.428-430.
 32. Гончарова Н.И., Абобакирова З.А. Свойства бетона с полимерными добавками –отходами производств. //«Тенденции и перспективы развития науки и образования в условиях глобализации» Международной научно-практической интернет-конференции 31 октября Вып.52.Переяслав, 2019-С.430-432.

Автореферат Фарғона политехника институти “Илмий-техник журнал”
тахририятидан ўтказилди ва матнларининг мослиги текширилди

Бичими 60x84 ¹/₁₆. Рақамли босма усули. «Times New Roman» гарнитураси.
Шартли босма табағи 3,5. Адади 50 нусха.
“ФарПИ” нашриётида чоп этилган.
Босмахона манзили: Фарғона ш., Фарғона кўчаси 86-уй.

