

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

---

**ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ**

**РАХИМОВ ШАВКАТ ТУРДИМУРОТОВИЧ**

**САНОАТ ЧИҚИНДИЛАРИ АСОСИДАГИ ТЎЛҒАЗУВЧИ  
ҚОРИШМАЛАРНИНГ ОПТИМАЛ ТАРКИБИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ,  
ФИЗИК-ТЕХНИК ХУСУСИЯТЛАРИ, УЗОҚ МУДДАТГА  
ЧИДАМЛИЛИГИ ВА САМАРАДОРЛИГИНИ ТАДҚИҚ ЭТИШ**

**05.09.05 – Қурилиш материаллари ва буюмлари**

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

**Тошкент - 2019**

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

**Рахимов Шавкат Турдимуротович**

Саноат чиқиндилари асосидаги тўлғазувчи қоришмаларнинг оптимал таркибини ишлаб чиқиш, физик-техник хусусиятлари, узок муддатга чидамлилиги ва самарадорлигини тадқиқ этиш.....5

**Рахимов Шавкат Турдимуротович**

Разработка оптимальных составов, исследование физико-технических свойств, долговечности и эффективности закладочных смесей на основе отходов промышленности.....21

**Rakhimov Shavkat Turdimurotovich**

Development of optimum compositions research of physical of technical properties of longevity and efficiency of book-mark mixtures on the basic of wastes of industry.....39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ

List of published works.....44

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

---

**ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ**

**РАХИМОВ ШАВКАТ ТУРДИМУРОТОВИЧ**

**САНОАТ ЧИҚИНДИЛАРИ АСОСИДАГИ ТЎЛҒАЗУВЧИ  
ҚОРИШМАЛАРНИНГ ОПТИМАЛ ТАРКИБИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ,  
ФИЗИК-ТЕХНИК ХУСУСИЯТЛАРИ, УЗОҚ МУДДАТГА  
ЧИДАМЛИЛИГИ ВА САМАРАДОРЛИГИНИ ТАДҚИҚ ЭТИШ**

**05.09.05 – Қурилиш материаллари ва буюмлари**

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

**Тошкент - 2019**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2017.4.PhD/T534 рақам билан рўйхатга олинган.**

Докторлик диссертацияси Тошкент архитектура-қурилиш институтида бажарилган.  
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида(www.taqi.uz) ва «ZiyoNet» Ахборот-таълим порталида (www.ziyo.net.uz) жойлаштирилган.

<b>Илмий раҳбар:</b>	<b>Газиёв Учқун Абдуллаевич</b> техника фанлари номзоди, профессор
<b>Расмий оппонентлар:</b>	<b>Хасанов Баҳриддин Баратович</b> техника фанлари доктори, профессор <b>Тургунбаев Урунбек Жамолович</b> техника фанлари номзоди, доцент
<b>Етакчи ташкилот:</b>	<b>Фарғона политехника институти</b>

Диссертация ҳимояси Тошкент архитектура-қурилиш институти, Тошкент темир йўл муҳандислари институти, Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институти ва Наманган муҳандислик-қурилиш институти ҳузуридаги DSc.27.06.2017.T.11.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2019 йил «2» ноябрь соат 13<sup>00</sup> да архитектура факультетининг мажлислар залида бўлиб ўтади (Манзил: 100011, Тошкент ш., Абдулла Қодирий кўчаси, 7в-уй. Тел.:(99871) 241-10-84; факс: (99871) 241-80-00, e-mail: devon@taqi.uz, taqi\_atm@edu.uz).

Диссертация билан Тошкент архитектура-қурилиш институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№ 23 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100011, Тошкент ш., Навоий кўчаси, 13-уй. Тел.:(99871) 244-63-30; факс: (99871) 241-80-00, e-mail: taqi\_atm@edu.uz).

Диссертация автореферати 2019 йил «16» октябрь куни тарқатилди.  
(2019 йил «24» сентябрдаги 5-рақамли реестр баённомаси).

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

**Х.Х. Камиллов**  
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш илмий котиби, т.ф.н., профессор

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

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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳонда конларда ёпиқ қазиш ишларининг ортиб бориши билан бирга ҳосил бўладиган бўшлиқларни тўлғазиш учун қоришмаларни ишлаб чиқаришда ресурс тежамкор технологияларни самарали қўллашнинг салмоғи тобора ортиб бормоқда. Ривожланган мамлакатларда, жумладан АҚШ, Германия, Япония, Хитой, Россия каби мамлакатларда руда қазиб олинган тоғ бўшлиқларини тўлдиришда ишлатиладиган тўлғазувчи қоришмалар ишлаб чиқаришда тоғ-кон қазиб олиш, ёқилғи-энергетика, кимё ва металлургия саноати чиқиндилари ва иккиламчи маҳсулотларидан кенг фойдаланиш, тоғ конларининг мустаҳкамлик ва устиворлигини таъминлаш муҳим аҳамият касб этмоқда. Шу жиҳатдан уларнинг таркибини ва хусусиятларини аниқлаш, жумладан саноат чиқиндилари ва маҳаллий хомашёлар асосида тўлғазувчи қоришмалар ишлаб чиқаришнинг энергия тежамкор технологияларини яратишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда тўлғазувчи қоришмалар таркибини конларнинг ўзида чиқадиган саноат чиқиндилари, кимёвий ва минерал қўшимчалардан фойдаланиб оптималлаштириш, қоришмаларда структура ҳосил бўлишини мақсадли бошқаришга йўналтирилган кўплаб илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Шунга боғлиқ равишда, тўлғазувчи қоришмаларнинг физик-техник хоссаларини тадқиқ этиш, тоғ бўшлиқларига ётқизилган тўлғазувчи массивларнинг мустаҳкамлигини, вақт бўйича бардошлилигини ва узок муддатга чидамлилигини ошириш, уларни тайёрлаш ва жойлаш технологиясини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Республикамизда қурилиш материаллари саноатида иқтисодий ислохотларни янада чуқурлаштириш, ишлаб чиқаришни такомиллаштириш ва ривожлантириш, уларнинг замонавий босқичда иқтисодий самарадорлиги маҳаллий хомашё манбааларидан комплекс ва рационал фойдаланиш ҳамда турли саноат соҳаларида юзага келадиган чиқиндиларни тўлиқ ишлатишга боғлиқ ҳолда кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. 2017–2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясининг бешта устувор йўналиши белгиланди, жумладан «...қурилиш, йўл-транспорт, муҳандислик коммуникация ва ижтимоий инфратузилмаларни ривожлантириш ҳамда модернизация қилиш бўйича мақсадли дастурларни амалга ошириш,...иқтисодиётда энергия ва ресурслар сарфини камайтириш, ишлаб чиқаришда энергия тежайдиган технологияларни кенг жорий этиш,...»<sup>1</sup> каби муҳим вазифалар белгилаб берилган. Мазкур вазифаларни амалга ошириш, жумладан, тоғларда руда конларини қайта ишлашда тўлғазиш тизимини кенг қўламли қўллаш, маҳаллий хомашё ва саноат чиқиндиларидан фойдаланиб, белгиланган хосса ва кўрсаткичларга эга бўлган тўлғазувчи қоришмалар таркибини яратиш, тоғ бўшлиқларини мустаҳкамлашда меҳнат унумдорлигини

---

<sup>1</sup>Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сонли «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони.

оширувчи энергия тежамкор технологияларни ишлаб чиқиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

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 чора-тадбирлари дастури тўғрисида»ги, 2017 йил 8 августдаги ПҚ-3182-сонли «Худудларнинг жадал ижтимоий-иқтисодий ривожланишини таъминлашга доир устивор чора-тадбирлар тўғрисида»ги, 2019 йил 23 майдаги ПҚ-4335-сонли «Қурилиш материаллари саноатини жадал ривожлантиришга оид кўшимча чора-тадбирлар тўғрисида»ги Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли барча меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологияларни ривожланишининг устивор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг II. «Энергетика, энергия ва ресурс-тежамкорлик» устивор йўналиши доирасида бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Саноат чиқиндилари ва иккиламчи маҳсулотлардан қурилиш материаллари ишлаб чиқаришда кенг фойдаланиш, самарали тўлғазувчи қоришмаларнинг таркибини ишлаб чиқиш, физик-техник хусусиятларини яхшилаш ва узоқ муддатга чидамлилигини ошириш муаммолари билан жаҳондаги йирик тадқиқотчилар жумладан: Neydorf L.V., Kouling R., Mik D.L., Цай Сыцзин, Кокубу М., Ямада Д., Федьнин Н.П., Баженов Ю.М., Волженский А.В., Пашков И.А., Дворкин Л.И., Элинзон М.П., Гудим Ю.А., Ермолова Е.А., Требухов А.П., Корнеева Е.В., Хомяков В.И., Цыгалов М.Н., Шварц Ю.Д., Алдамбергенов У.А., Байқонуров О.А., Крупник Л.А. ва бошқалар шуғулланиб, ушбу масалаларни ҳал қилишга катта ҳисса қўшганлар.

Юртимиз олимлари саноат чиқиндилари асосида қурилиш материаллари таркибини ишлаб чиқиш, структура ва хоссаларини яхшилаш ва самарадорлигини ошириш масалаларини ўрганишда бир қатор тадқиқотлар олиб борганлар. Асқаров Б.А., Қосимов Э.У., Газиев У.А., Тохиров М.Қ., Самиғов Н.А., Одилхўжаев А.И., Акрамов Х.А., Ходжаев С.А., Мирахмедов М.М., Махаматалиев И.М., Хасанов Б.Б., Тешабоев Р.Д., Ашрабов А.А., Тўлаганов А.А., Искандарова М.И., Ботвина Л.М., Туропов М.Т., Комилов Х.Х. ва бошқалар бу соҳада турли йилларда ўз тадқиқотлари асосида муҳим натижаларга эришганлар.

Аввал ўтказилган тадқиқотлар таҳлили рудаларни казиб олишдан ҳосил бўлган бўшлиқларни тўлдиришда ишлатиладиган тўлғазувчи қоришмалар ишлаб чиқаришда энергия самарадорликни ошириш ва ресурстежамкор технологияларини яратиш соҳасида муҳим ижобий натижалар олинганлигини кўрсатди. Бироқ, Республикамизда тоғ-кон саноати олдида фойдали қазилмаларни казиб олишнинг икки баравар ошириш бўйича қўйилган вазифага кўра саноат чиқиндилари асосида энергия ва ресурстежамкор технологиялардан фойдаланишни кўзда тутувчи қоришмаларнинг самарали таркибларини ишлаб чиқишга қаратилган илмий тадқиқотларда, жумладан иккиламчи маҳсулотлар

ва кимёвий кўшимчалар асосида тўлғазувчи қоришмалар олиш масалалари етарли даражада ўрганилмаганлигини ва янада кенгроқ тадқиқ қилишни талаб этаётганлигини кўрсатмоқда.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Тошкент архитектура қурилиш институтининг № И-2015-8-3 «Саноат чиқиндилари асосида тўлғазувчи қоришмалар ишлаб чиқаришнинг ресурс тежамкор технологиялари ва уларни тоғ-металлургия тармоғига тадбиқ этиш» (2015-2016) лойихаси доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** саноат чиқиндилари, портландцемент ва суперпластификатордан фойдаланиб олинган тўлғазувчи қоришмаларнинг таркибини оптималлаштириш, структурасининг шаклланишини, хусусиятларини ва самарадорлигини тадқиқ этишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

тўлғазувчи қоришмаларнинг таркибини, тайёрлаш ва жойлаш технологик параметрларини ишлаб чиқиш;

компонентлар миқдори ўзгаришининг ва суперпластификаторни қўллашнинг тўлғазувчи қоришма хусусиятларини ўзгариши ва структура ҳосил бўлиш кинетикасига таъсирини тадқиқ этиш;

экспериментларни режалаштиришнинг математик усули билан тўлғазувчи қоришмалар таркибини оптималлаштириш;

тўлғазувчи қоришмалар таркибини ишлаб чиқариш апробациясидан ўтказиш, узок муддатга чидамлилиги ва иқтисодий самарадорлигини аниқлаш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида тоғ қазил саноати, энергетика ва мис эритиш саноати чиқиндилари, портландцемент ва суперпластификатор асосидаги тўлғазувчи қоришмалар олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** саноат чиқиндилари, портландцемент ва суперпластификатор асосида олинган тўлғазувчи қоришмаларнинг физик-механик, физик-кимёвий ва техник-иқтисодий параметрлари ташкил қилади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқотлар жараёнида физик-кимёвий таҳлилнинг замонавий усулларида, структура ҳосил бўлишини рентген-фаза, дифференциал-термик, инфрақизил-спектроскопия ва электрон-микроскоп таҳлили, саноат чиқиндилари ва ундан олинган тўлғазувчи қоришмаларнинг 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:

«портландцемент, учувчан кул, бўш тоғ жинслари асосидаги кум, суперпластификатор ва сув» тизимида суперпластификаторнинг таъсирини ҳисобга олган ҳолда структура ҳосил бўлиш механизми аниқланган;

тўлғазувчи қоришмаларнинг физик-механик хусусиятлари суперпластификаторнинг таъсири ҳисобига оширилган ва узок муддатга чидамлилиги таъминланган;

тўлғазувчи қоришмаларнинг мустаҳкамлигини унинг ташкил этувчилари миқдорига боғлиқлигини ифодаловчи математик модель ишлаб чиқилган;

илк бор тўлғазувчи қоришмаларнинг мис эритиш тошқоли ва бўш тоғ жинси қумларидан фойдаланилган янги таркиблари ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

саноат чиқиндиларини қўллаш орқали хусусиятлари бўйича меъёрий талабларга жавоб берувчи тўлғазувчи қоришмаларни ишлаб чиқариш мумкинлиги кўрсатиб берилган;

қоришма структурасини ҳосил бўлиш жараёни тизимдаги барча компонентларнинг хусусиятларини ҳамда физик-кимёвий ўзаро таъсирини намоён этиш орқали зич ва мустаҳкам алоқанинг юзага келтириши кўрсатиб берилган;

экспериментларни режалаштиришнинг математик усули орқали тўлғазувчи қоришманинг мустаҳкамлиги унинг компонентлари миқдорига боғлиқлиги кўрсатиб берилган. Корреляцион-регрессив таҳлил асосида қоришма хусусиятлари ва таркиби орасидаги боғлиқлик ва боғловчилар сарфини камайтириш бўйича оптималлаштириш модели ишлаб чиқилган;

тоғ бўшлиқларида тўлғазувчи қоришмалар асосида турли мустаҳкамликдаги ва комбинацияланган сунъий массивларни барпо этиш технологияси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги тадқиқотларнинг замонавий воситалар ва стандарт усуллардан фойдаланган ҳолда ўтказилганлиги, тажрибаларнинг қурилиш меъёр ва қоидалари асосида амалга оширилганлиги, тажриба ва назарий тадқиқот натижаларининг ўзаро мутаносиблигини, ҳамда ишланманинг амалиётга жорий қилинганлиги билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти саноат чиқиндилари ва суперпластификаторнинг тўлғазувчи қоришмадаги фаза ҳосил бўлиш жараёни ва структурасини шаклланишига, шу билан бирга қотиш шароитида унинг физик-техник хоссаларига, сифат кўрсаткичларига ва узоқ муддатга чидамлилигига таъсирини ўрганиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти тоғ ишлари сатҳининг пасайишида махсус қоришма билан тўлдириш ишларининг қия тўкилувчи катта конларни қайта ишлашда ортиши, чунки у тоғ босимларини бошқаришнинг асосий усулларидан бири ва тоғ жинси қатлами оғирлигини таъминловчи ишончли восита бўлиб хизмат қилиши ва бу борада, маҳаллий хомашё ва саноат чиқиндиларидан фойдаланиб самарали тўлғазувчи қоришмалар таркибларини ишлаб чиқишга хизмат қилишидан иборат.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Саноат чиқиндилари асосидаги тўлғазувчи қоришмаларнинг оптимал таркибини ишлаб чиқиш, физик-техник хусусиятлари, узоқ муддатга чидамлилиги ва самарадорлигини тадқиқ этиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

портландцемент, мис эритиш тошқоли, учувчан кул, бўш тоғ жинси қуми, мрамар чиқиндиси ва суперпластификатор асосидаги тўлғазувчи қоришмаларнинг ишлаб чиқилган таркиби, уни тайёрлаш ва жойлаш технологияси «Каульди» қонида жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Қурилиш вазирлигининг 2019 йил 31 майдаги 3931/09-07-сонли



маълумотномаси). Натижада тўлғазувчи қоришманинг механик мустаҳкамлигини 1,5-5,9 МПа дан 3,17-8,94 МПа гача ошириш, қоришманинг ҳаракатчанлигини П1 дан П5 гача ошириш, сувга талабчанлигини 10-12 % гача камайтириш, қоришмаларни қувурларда жўнатишни тезлаштириш, цемент сарфини 20 % гача қисқартириш имконини берган;

бўш тоғ жинслари асосидаги қум, портландцемент ва суперпластификатордан иборат тўлғазувчи қоришмаларнинг таркиби «ТО'PALANG HPD PLATINUM» МЧЖ корхонасида жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Қурилиш вазирлигининг 2019 йил 31 майдаги 3931/09-07-сонли маълумотномаси). Натижада тўлғазувчи қоришманинг сувга талабчанлигини 10-12 % гача камайтиришга, қотган қоришма мустаҳкамлигини 20-25 % оширишга, қоришманинг ҳаракатчанлигини П1 дан П5 гача оширишга, цемент сарфини 15-20 % га қисқартиришга эришилган;

«Берилган хусусиятга эга бўлган тўлғазувчи қоришма таркибини ҳисоблаш» компьютер дастури АЖ «ГИДРОПРОЕКТ» лойиҳалаш институтида жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Қурилиш вазирлигининг 2019 йил 31 майдаги 3931/09-07-сонли маълумотномаси). Натижада тўлғазувчи қоришманинг сувга талабчанлигини 15% га камайтиришга, қотган қоришманинг мустаҳкамлигини 20-25 % га оширишга ва цемент сарфини 20 % гача қисқартиришга эришилган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Диссертация ишининг асосий натижалари 4 та халқаро ва 7 та республика миқёсидаги илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 36 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 6 та мақола: жумладан, 4 таси республика ва 2 таси хорижий журналларда нашр этилган. Бундан ташқари 1 та ихтирога патент бериш тўғрисида қарор (№ IAP 20160080, 09.08.2019) ва 1 та ҳисоблаш дастури учун (№ DGU 06409, 15.05.2019) гувоҳнома олинган.

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

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида ўтказилган тадқиқотнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқот мақсади ва вазифалари, объекти ва предмети тавсифланган, республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган. Олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган ва уларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, тадқиқот натижаларининг апробацияси, нашр этилган илмий ишлар ва диссертация тузилиши ва ҳажми бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «Тадқиқот мақсадининг қўйилиши ва ўрганилиш ҳолати» деб номланган биринчи бобда илмий муаммонинг замонавий ҳолатини аналитик шарҳлари келтирилган. Бунда турли саноат тармоқларида юзага келадиган чиқиндиларни қўллаб олинган тўлғазувчи қоришмаларнинг таркиби ва хоссалари таҳлил қилинган, қоришмаларни олишда хомашё базасини кенгайтириш ва тоғ қазил саноати (бўш тоғ жинслари асосидаги қум, мрамрни қайта ишлаш чиқиндиси), ёқилғи-энергетика саноати (иссиқлик электростанцияси учувчан кули), мис эритиш саноати (мис эритиш тошқоли) чиқиндиларини қайта ишлатиш муаммоларини ҳал қилиш, ҳамда тўлғазувчи қоришмалар самарадорлиги ва пластиклигини ошириш усуллари келтирилган.

Тўлғазувчи қоришмаларни ишлаб чиқариш ҳолатининг таҳлили шуни кўрсатдики, анъанавий кальцийли боғловчиларни, шу билан бирга портландцементни ишлатиш, зарурий талабларга тўлиқ жавоб берувчи тўлғазувчи қоришмаларни ишлаб чиқариш имконини бермайди. Қоришмаларни физик-механик хусусиятларини ошириш бўйича тавсия этилган усуллар, боғловчиларни кўп миқдорда сарфлаш, табиий ресурсларни ва технологик усулларни ишлатиш билан боғлиқ бўлиб, кўшимча меҳнат харажати ва энергия сарфини талаб этади. Шунинг учун материалшунос олимлар ва мутахассислар томонидан тоғ бўшлиқларини тўлдириш учун ишлатиладиган тўлғазувчи қоришмаларни ишлаб чиқариш соҳасида харажатларни қисқартириш ва маҳсулот сифатини ошириш мақсадида маҳаллий хомашёлар ва турли саноат чиқиндиларини ишлатишга қаратилган илмий тадқиқотлар кўлами тобора ортиб бормоқда.

Диссертация ишининг мавзуси бўйича келтирилган адабий манбаъларнинг шарҳи асосида тадқиқотларнинг ишчи гипотезаси, мақсади ва вазифалари белгилаб олинди.

*Ишчи гипотеза.* Ишлаб чиқилган тўлғазувчи қоришмалар истиқболли қурилиш материали ҳисобланади, бунда уларнинг таркибига учувчан кул, мрамрни қайта ишлаш чиқиндиси, мис эритиш саноати тошқоли ва суперпластификаторни киритиш, қоришмаларнинг активлигини, физик-механик хоссаларини ва техник-иқтисодий самарадорлигини ошириш имконини беради.

Диссертациянинг иккинчи «**Қўлланиладиган материалларнинг тавсифи ва тадқиқот усуллари**» бобда кўп компонентли тўлғазувчи қоришма бошланғич хомашё материалларининг тавсифлари, танлаб олинган экспериментал тадқиқотларнинг усуллари ва суперпластификатор қўллаб тўлғазувчи қоришмаларнинг хоссаларини ва технологиясини такомиллаштириш бўйича маълумотлар келтирилган. Бошланғич хомашё материаллари сифатида тадқиқотларда бўш тоғ жинслари ва мрамрни қайта ишлаш чиқиндиси асосидаги қум, мис эритиш тошқоли, учувчан-кул, портландцемент ва суперпластификатор «FREM C-3» ишлатилди.

Бошланғич хомашё материалларининг хоссаларини ўрганиш натижасида шулар аниқландики: Янги Ангрен ИЭС электрофильтр куллари майин дисперс материал бўлиб, солиштира юзаси  $4500 \text{ см}^2/\text{г}$  ни ташкил этди. Мис эритиш тошқоли минералогик жиҳатдан турли активликка эга бўлган кварц, кальцит, гидрослюда, кварцитдан ташкил топган. Мрамрни қайта ишлаш чиқиндиси

қум сифатида ишлатилиб, минералогик жиҳатдан кварц, кальцит, пирит, хлорит, альбит, гидрослюда ва доломитдан ташкил топган. Бўш тоғ жинсларини майдалаб олинган қумнинг йириклик модули  $M_{\text{й}}=3,3-3,5$  ни ташкил этди. Тадқиқот ишларида Бекобод цемент заводида ишлаб чиқарилган 400 маркали портландцемент ишлатилди. Кимёвий қўшимча суперпластификатор – «FREM C-3» тўлғазувчи қоришманинг пластиклигини ва мустаҳкамлигини ошириш, сув-цемент нисбатини камайтириш хоссаларини берди. «FREM C-3» суперпластификаторининг сувда эрувчанлиги, бу қўшимча макромолекулаларининг портландцемент, кул ва тошқол зарраларига адсорбцияланишини яхшилади.

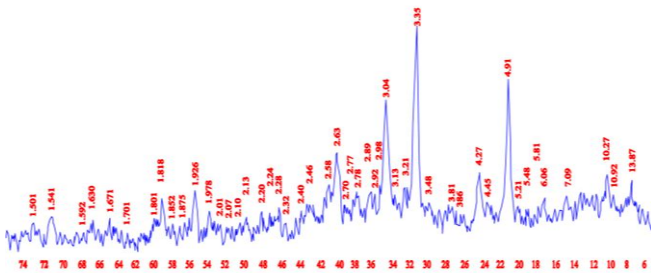
Диссертация ишининг мақсад ва вазифаларидан келиб чиқиб тадқиқотларнинг усуллари асосланган равишда танлаб олинди. Экспериментал тадқиқотларда стандартлаштирилган усуллар билан бир қаторда замонавий физик-кимёвий таҳлил қилиш усулларида ҳам фойдаланилди. Хусусан, тўлғазувчи қоришманинг структурасини ўрганишда инфрақизил-спектроскопия ва электрон-микроскоп таҳлилидан фойдаланилди. Бунда янги авлод ускуналари қаторига кирувчи SHIMADZU фирмасининг IRAffinity-1 русумли спектрофотометри ва OXFORD INSTRUMENTS фирмасининг EVO MA10 Carl Zeiss русумли электрон сканирловчи микроскопи қўлланилди. Бундан ташқари тадқиқотларда тўлғазувчи қоришманинг таркибини оптималлаштириш учун экспериментларни режалаштиришнинг математик усулидан ҳам фойдаланилди.

Диссертациянинг учинчи **«Саноат чикиндилари асосидаги тўлғазувчи қоришмалар таркибини ишлаб чиқиш ва оптималлаштириш»** бобида контрол ва оптимал таркибли тўлғазувчи қоришмаларда структурани шаклланишини тадқиқ этиш, экспериментларни режалаштиришнинг математик усули билан қоришма таркибини оптималлаштириш, тўлғазувчи қоришмаларнинг оптимал таркибини ва мустаҳкамлик чегарасини аниқлаш бўйича бажарилган экспериментал тадқиқотларнинг натижалари келтирилган.

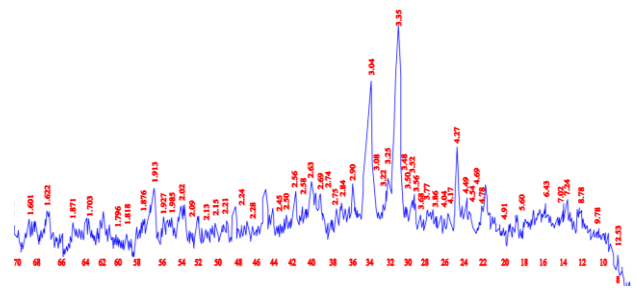
Цемент асосидаги тўлғазувчи қоришмаларнинг камчиликларини бартараф этишда «цемент-кулли» ва «цемент-тошқолли» боғловчиларнинг имкониятлари очилади. Бу боғловчиларнинг гидратация маҳсулотлари портландцементнинг гидратация маҳсулотларидан фарқланади.

Портландцемент ва учувчан кулнинг (фаол минерал қўшимча), мис эритиш тошқоли, бўш тоғ жинслари ва мрамарни қайта ишлаш чикиндиси асосидаги қумнинг ҳамда кимёвий қўшимчанинг қоришма таркибида ўзаро таъсири натижасида юзага келувчи структуранинг шаклланишини тадқиқ этиш юқорида келтирилган тадқиқот усуллари ёрдамида амалга оширилди.

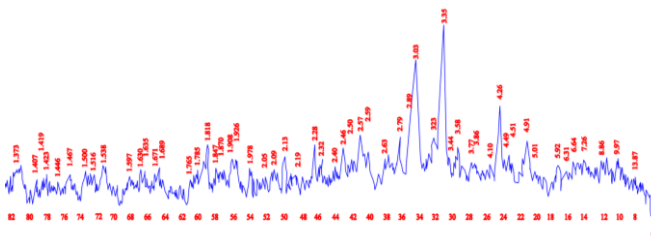
Цемент, «цемент-кул-суперпластификатор» ва «цемент-тошқол-суперпластификатор» боғловчи композициялар асосидаги тўлғазувчи қоришмаларда структуранинг шаклланиш жараёнини аниқлаш учун, ҳавонинг нисбий намлиги 95% бўлган 20<sup>0</sup>С ҳароратда 28 сутка давомида нормал қотиш шароитида сақланган намуналар тадқиқ этилди ҳамда рентген-фазали таҳлил ўтказилди (1, 2, 3-расмларга қаранг).



1-расм. Контрол, портландцементдан иборат бўлган (28 сут.) қотган тўлғазувчи қоришманинг рентгенограммаси



2-расм. Оптимал таркибли, «цемент-кул-суперпластификатор»дан иборат бўлган (28 сут.) қотган тўлғазувчи қоришманинг рентгенограммаси



3-расм. Оптимал таркибли, «цемент-тошқол-суперпластификатор»дан иборат бўлган (28 сут.) қотган тўлғазувчи қоришманинг рентгенограммаси

Контрол, портландцементдан иборат бўлган (28 суткали) қотган тўлғазувчи қоришмадан олинган намунанинг рентгенограмма таҳлили асосида (3.1.2-расмга қаранг) кварц ( $d=4.27$ ;  $3,35$ ;  $2.46$ ;  $1.818$  Å), кальцит ( $d=3.86$ ;  $3.04$ ;  $2.28$  ва  $1.875$  Å), плагиоклаз ( $d=3,71$  Å), портландит ( $d=4.91$ ;  $2.63$ ;  $1.926$  Å), бассанит ( $d=6.06$ ;  $2.98$ ;  $2.77$  Å), гидрослюда ( $d=10.27$ ;  $4.45$  Å),  $\beta$ - $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$  ( $d=2.78$ ;  $2.63$ ;  $2.20$  ва  $1.978$  Å), пломбьерит ( $d=5.48$ ;  $2.07$ ;  $1.67$  Å), кальций гидросиликат ( $d=2.89$  Å) минералларидан ташкил топганлиги аниқланди.

Оптимал таркибли, «цемент-кул-суперпластификатор»дан иборат бўлган (28 сут.) қотган тўлғазувчи қоришманинг рентгенограмма таҳлили асосида (2-расмга қаранг) кварц ( $d=4.27$ ;  $3,35$ ;  $1.818$ ;  $1.543$  Å), кальцит ( $d=3.86$ ;  $3.04$ ;  $2.28$ ;  $1.913$ ;  $1.876$  Å), доломит ( $d=2.90$ ;  $2.02$  Å), плагиоклаз (анортит) ( $d=4.04$ ;  $3.68$ ;  $3.22$  Å), кальцийли дала шпати ( $d=3.77$ ;  $3.25$ ;  $2.15$  Å), гидрослюда ( $d=9.78$ ;  $4.49$  Å) минералларининг мавжудлиги, ҳамда портландит ( $d=4.91$ ;  $2.63$ ;  $1.927$  Å), тўрт кальцийли алюмоферрит ( $d=7.24$ ;  $2.78$ ;  $2.63$  ва  $1.93$  Å), кальций гидросиликат ( $d=7.02$ ;  $2.56$  Å), гиллебрандит- $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$  ( $d=12.53$ ;  $4.78$ ;  $2.90$  Å) каби кичик асосли гидросиликатларнинг юзага келганлиги аниқланди.

Оптимал таркибли, «цемент-тошқол-суперпластификатор»дан иборат бўлган (28 сут.) қотган тўлғазувчи қоришманинг рентгенограмма таҳлили асосида (3-расмга қаранг) кварц ( $d=4.26$ ;  $3,35$ ;  $1.818$ ;  $1.538$  Å), кальцит ( $d=3.86$ ;  $3.03$ ;  $2.28$  ва  $1.870$  Å), кальцийли дала шпати ( $d=3,77$ ;  $3.23$  Å), доломит ( $d=2.89$  Å) минералларининг мавжудлиги, портландит ( $d=4.91$ ;  $2.63$ ;  $1.926$  Å), гидросиликат ( $d=9.97$ ;  $5.01$  ва  $4.50$  Å),  $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$  ( $d=2.79$ ;  $2.62$ ;  $2.19$  ва  $1.978$  Å), бассанит ( $d=5.92$ ;  $2.98$ ;  $2.79$  Å), гиллебрандит ( $d=6.64$ ;  $5.92$ ;  $4.43$ ;  $2.89$  Å), кальций гидросиликат алюминат- $\text{CaAl}_2\cdot\text{Si}_2\text{O}_{10}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$  ( $d=10.89$ ;  $2.63$  Å) каби гидросиликатлар янги минералларининг юзага келганлиги аниқланди.

Контрол ва оптимал таркибли 28 сутка давомида қотган тўлғазувчи қоришма намуналарнинг инфрақизил-спектроскопия таҳлиллари ўтказилди ва уларнинг асосий минерал ташкил этувчилари аниқланди. Қотган тўлғазувчи қоришма намуналари гидратация жараёнининг тугалланмаганлиги ва

сарфланган кул ва гидратланмаган цемент клинкерининг цементланувчи модда ташкил этувчи бўлган қотиш маҳсулотларининг ўзгармайдиган компонентлари билан фарқланади. Контрол ва оптимал таркибли қотган (28 сут.) тўлғазувчи қоришма намуналарнинг дифференциал-термик таҳлиллари ўтказилди, 60-900 °С ҳарорат кўламида эндотермик ва экзотермик эффектлар таъсирида қоришма таркибидаги минералларнинг ўзини тутиши ва янги минералларнинг юзага келиши аниқланди.

Контрол ва оптимал таркибли намуналарнинг қиздириш таъсирида ўзини тутиши уларнинг таркиби, маҳсулотларнинг олиниш усули, киритилган компонентларнинг табиатига ва намуналарнинг тайёрланиш шароитига боғлиқ деган хулосага келинди. Термик турғунликнинг ортиб бориши қуйидагини ташкил этди: контрол (17,16 %), «цемент-кул-суперпластификатор»дан иборат бўлган намуна (16,52 %), «цемент-тошқол-суперпластификатор»дан иборат бўлган намуна (11,44 %). Цемент-кулли тўлғазувчи қоришмаларнинг қотиши кальций оксиди, ангидритнинг гидратацияси ва кўрсатиб ўтилган маҳсулотларнинг ишқорий муҳитда гидролизланувчи кул шишалари ҳамда аморфланган гилли моддалар билан ўзаро таъсири асосида тушунтирилади.

Контрол ва оптимал таркибли қотган тўлғазувчи қоришма намуналарнинг рентген-фазали, инфрақизил-спектроскопия ва дифференциал-термик таҳлиллари натижаларидан шу нарса аниқландики, оптимал таркибдаги олинган намуналар контрол намуналарга нисбатан афзалроқ, чунки оптимал таркибда кўпроқ миқдорда кварц, кальцит минераллари мавжуд бўлиб, бошланғич қотиш вақтида эттрингит минерали, ҳамда портландит, кальцийли гидросиликат ва тўрт кальцийли монокарбонат гидроалюминат каби гидратация маҳсулотлари юзага келди. Бу янги юзага келган минераллар тўлғазувчи қоришманинг мустаҳкамлигини ошишини ва умрбоқийлигини таъминлади.

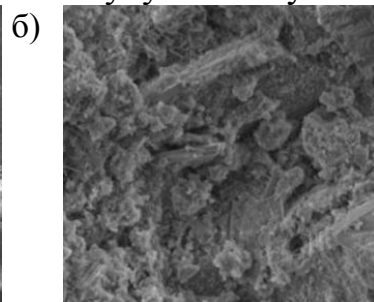
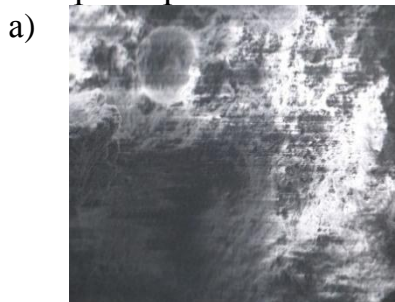
«Цемент-кул-суперпластификатор» таркибли қоришмада боғланган сувнинг миқдори 28 суткалик қотиш даврида 16,5% ни ташкил этди. Натижада кул қоришмада гидратация жараёнини секинлаштирди, ҳамда «клинкер фонди»ни юзага келишига олиб келди, қоришманинг кейинги қотиш даврида гидратация жараёнини давом этишини таъминлади. Вақт бўйича боғловчиларни гидратациясида асосий компонентларнинг ўзаро таъсири сабабли, тўлғазувчи қоришманинг мустаҳкамлиги ортиб бориши аниқланди. Қоришма таркибига кул ва тошқолни киритиш натижасида, гидратация жараёнида янги юзага келган минералларнинг сони ортди, натижада қотган тўлғазувчи қоришманинг мустаҳкамлигини вақт бўйича ортиши кузатилди.

Шундай қилиб, тўлғазувчи қоришмаларнинг нормал шароитда қотиш даврида кулнинг кальций оксиди (СаО) гидратацияси, портландцемент минераллари гидратацияси, кулнинг аморфланган гилли моддасининг кальций гидрооксиди билан ўзаро таъсири ва цементловчи таркибнинг карбонизацияси содир бўлди. Ишлатилган қуруқ ҳолатдаги кул намунаси таркибида кўп миқдорда кальций оксиди (СаО)нинг мавжудлиги, қоришманинг қотиш даврида тўлиқ Са(ОН)<sub>2</sub> га айлана олмайди, бу эса тўлғазувчи қоришманинг вақт бўйича мустаҳкамлигини ошиши учун заҳира бўлиб хизмат қилади. Тўлғазувчи қоришмадан олинган намуналар устида олиб борилган синов ишларида,

мустаҳкамликнинг 7, 28, 60, 90 ва 180 сутка давомида ўзгариши бу фаразни тасдиқлади.

«Цемент-кул-суперпластификатор» асосидаги оптимал таркибли тўлғазувчи қоришмада шаклланган қотган боғловчи матрицаси бир жинсли бўлиб (4-расмга қаранг), структуранинг зичлашишини ва мустаҳкамлигини, кристалл фазанинг ортиши ва янги юзага келган минераллар орасидаги алоҳида кристаллларнинг сувли контактлари таъминлайди. Боғловчи намуналардаги мустаҳкам каркас цемент ва кул зарралари, ҳамда мрамар чиқиндисини турли даражадаги зарралари ва янги юзага келган минералларнинг ўзаро таъсири орқали вужудга келди.

Тасвирни юқори катталаштирилганда бу зарралар деярли тўлиқ гидратация маҳсулотлари билан қопланганлиги, кул ва цемент зарралари янги минералларнинг юзага келиши учун асос бўлиб хизмат қилиши аниқланди.



4-расм. Оптимал таркибли тўлғазувчи қоришма намунасининг микроструктураси:  
а)  $\times 50\mu\text{m}$ ; б)  $\times 200\mu\text{m}$

Шу сабабли, кулнинг майда зарралари ва гидратланмаган цемент зарралари кристаллизация маркази бўлиб хизмат қилади, натижада қотган тўлғазувчи қоришманинг структурасини оптималашувини таъминлайди. Қоришма таркибидаги узунлиги 3-4 мкм бўлган эттрингит иплари боғловчи кўприк вазифасини ўтайди. Шундай қилиб тўлғазувчи қоришмаларнинг структура шаклланиш жараёни «цемент минераллари-мрамар чиқиндисини-кул (тошқол)-суперпластификатор-сув» тизимининг қотишида янги юзага келган минераллар сонининг кетма-кет ортиши ҳисобига вужудга келди.

Корреляцион-регрессив таҳлил асосида белгиланган хоссага эга тўлғазувчи қоришмаларни олиниши учун математик моделлар ишланди. Ўзгариб турадиган омиллар қуйидагилар:  $x_1$ -портландцементнинг тўлғазувчи қоришма таркибидаги сарфи, кг;  $x_2$ -кулнинг тўлғазувчи қоришма таркибидаги сарфи, кг;  $x_3$ - суперпластификатор «FREM C-3» сарфи, кг

Оптималлаштириш жараёни иккинчи тартибдаги полином билан тавсифланади, бунинг учун тўлиқ факторли экспериментнинг ортоганал режаси танлаб олинди (1-жадвалга қаранг).

1-жадвал

Тўлиқ факторли экспериментнинг ортоганал режаси

Режалаштирилган экспериментнинг дастлабки маълумотлари	$x_1$	$x_2$	$x_3$
Экспериментнинг маркази	120	30	3
Ўзгариш оралиғи	40	10	1
Юқори босқич ( $x_i=+1$ )	160	40	4
Қуйи босқич ( $x_i=-1$ )	80	20	2

Оптималлаштириш жараёнини тавсифлаш учун қўлланилган тенглама куйидаги кўринишга эга бўлди:

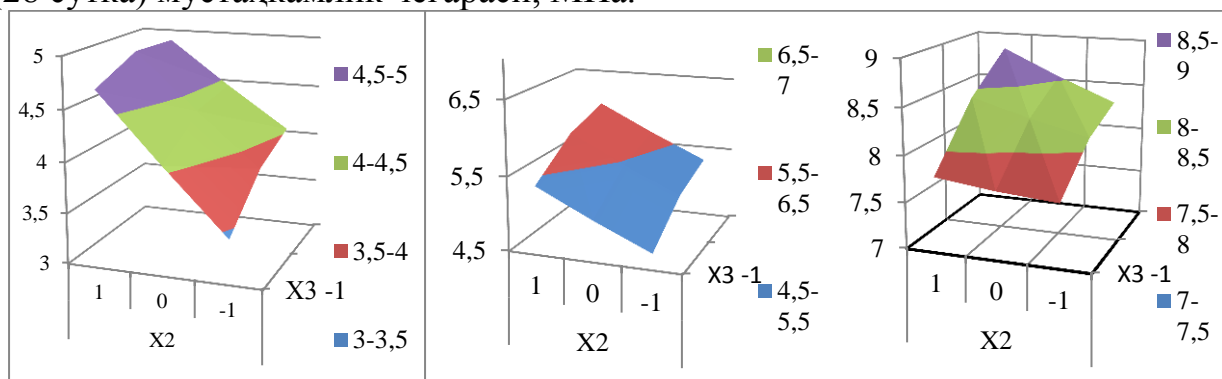
$$Y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 - a_{1,2}x_1x_2 + a_{1,3}x_1x_3 + a_{2,3}x_2x_3 + a_{1,2,3}x_1x_2x_3 + a_{1,1}x_1^2 + a_{2,2}x_2^2 - a_{3,3}x_3^2 \quad (1)$$

Оптималлаштириш тўлиқ факторли экспериментнинг ортогонал режаси бўйича ўтказилди, шунинг учун таҳлил қилинаётган таркибларнинг тўлғазувчи қоришманинг мустаҳкамлигига таъсирини иккинчи тартибдаги полином кўринишида тақдим этиш мумкин.

Тўлғазувчи қоришма мустаҳкамлигининг статистик модели куйидаги кўринишга эга бўлди:

$$Y = 5,467 + 1,94x_1 + 0,353x_2 + 0,297x_3 - 0,183x_1x_2 + 0,105x_1x_3 + 0,002x_2x_3 + 0,104x_1x_2x_3 + 0,842x_1^2 + 0,015x_2^2 - 0,116x_3^2 \quad (2)$$

Бу ерда,  $Y = R_{28 \text{ сут}}$  – тўлғазувчи қоришманинг сиқилишга бўлган (28 сутка) мустаҳкамлик чегараси, МПа.

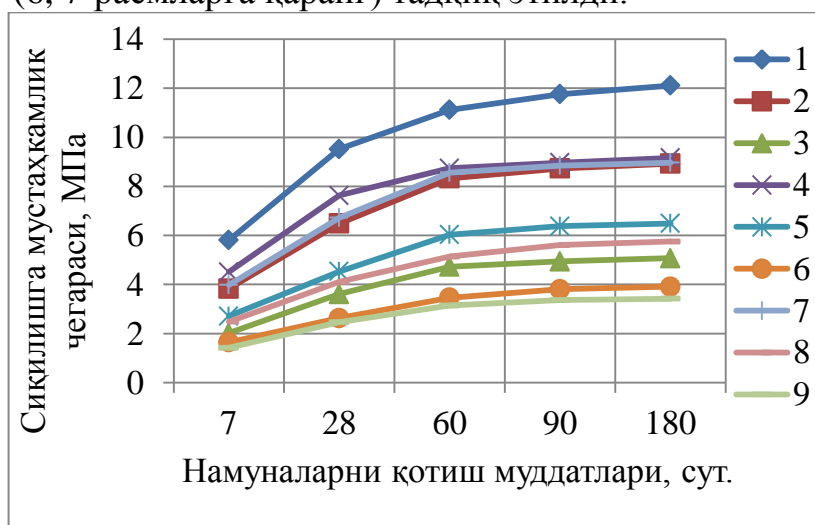


5-расм. Тўлғазувчи қоришма мустаҳкамлигининг портландцемент ( $x_1$ ), кул ( $x_2$ ) ва қўшимча ( $x_3$ ) миқдорига нисбатан боғланиш графиги: а)  $x_1 = -1$ ; б)  $x_1 = 0$ ; в)  $x_1 = 1$

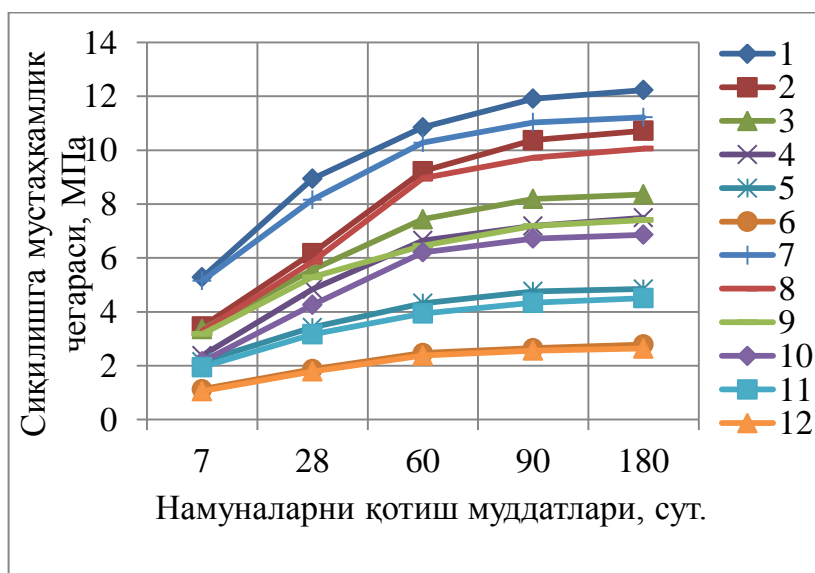
Экспериментларни режалаштиришнинг математик усули орқали тўлғазувчи қоришманинг мустаҳкамлиги ундаги компонентларнинг миқдорига боғлиқлиги аниқланди. Белгиланган қонуният асосида боғловчи сарфини камайтиришни ва қоришма таркиби ва хоссаси орасидаги боғлиқликни таъминлашни назарда тутган оптималлаштириш модели ишлаб чиқилди (5-расмга қаранг). Кўриб чиқилган хулосалар орасида портландцементнинг 160 кг, кулнинг 40 кг ва қўшимчанинг 4 кг сарфида тўлғазувчи қоришманинг мустаҳкамлиги энг катта эканлиги исботланди.

Тўлғазувчи қоришмаларнинг оптимал таркиби ҳисобий-экспериментал усули билан, экспериментларни режалаштиришнинг математик усули маълумотлари асосида ишлаб чиқилди, тажриба шароитида тўлғазувчи қоришмалардан намуналар тайёрланди, қоришмалар ва қотган намуналарнинг ҳақиқий-реологик ва физик-механик хоссалари аниқланди. Тўлғазувчи қоришманинг оптимал таркиблари сифатида жами 18 та намуна ва таркибида

минерал ва кимёвий қўшимчалар бўлмаган цемент асосидаги 3 та контрол намуналар келтирилди, ҳамда бу намуналарнинг физик-механик хоссалари (6, 7-расмларга қаранг) тадқиқ этилди.



6-расм. Оптимал таркибдаги тўлғазувчи қоришманинг мустаҳкамлик тавсифи: 1-контрол, цемент-200 кг; 2-контрол, цемент-150 кг; 3-контрол, цемент-100 кг; 4-цемент-160 кг, кул-40 кг; 5- цемент-120 кг, кул-30 кг; 6- цемент-80 кг, кул-20 кг; 7- цемент-160 кг, тошқол-40 кг; 8- цемент-120 кг, тошқол-30 кг; 9- цемент-80 кг, тошқол 20 кг



7-расм. Оптимал таркибдаги тўлғазувчи қоришманинг мустаҳкамлик тавсифи: 1-6- «цемент-кул-суперпластификатор» асосидаги қоришма таркиблар; 7-12- «цемент-тошқол-суперпластификатор» асосидаги қоришма таркиблар

Тўлғазувчи қоришманинг хоссаларига «FREM C-3» суперпластификатори миқдорининг таъсири ўрганилди ва боғловчи массасига нисбатан қўшимчанинг рационал миқдори (2%) аниқланди. Натижада бундай миқдордаги қўшимчанинг суперпластифицирловчи таъсири орқали оптимал таркибли тўлғазувчи қоришманинг сувга талабчанлиги ўртача 10-12 % га камайди, мустаҳкамлик кимёвий қўшимчасиз контрол намуналарга нисбатан 20-25 % га ортди, натижада цемент сарфини 20 % гача иқтисод қилишга эришилди.

Диссертациянинг тўртинчи «Ишлаб чиқилган тўлғазувчи қоришмаларни физик-техник хусусиятлари ва умрбоқийлигини тадқиқ этиш» бобида тўлғазувчи қоришмаларнинг асосий физик-техник хусусиятлари, киришиши, иссиқлик ажратиш хусусияти, сувга ва намлик таъсирига бардошлилиги ва қоришмаларнинг умрбоқийлигига агрессив муҳитнинг таъсирини аниқлаш бўйича бажарилган экспериментал-ҳисобий тадқиқот ишларининг натижалари келтирилган.

Тўлғазувчи қоришманинг ўртача ғоваклиги 8-10 % ни ташкил этди. Қотаётган қоришманинг зичлигини, ўлчамлари 7x7x7 см бўлган куб шаклидаги



ва 4x4x16 см бўлган призма тўсинча шаклидаги стандарт намуналарнинг массасини унинг ҳажмига нисбати орқали аниқланди, ҳамда 1710 кг/ м<sup>3</sup> дан 1845 кг/м<sup>3</sup> гача миқдорни ташкил этди. Қотган тўлғазувчи қоришманинг (28 сутка) ўртача намлиги 7-11 % ни ташкил этди.

Қоришманинг киришиши цемент тошининг нам ҳолатига боғлиқ бўлиб, тўлғазувчи қоришмадан олинган 40x40x160 мм ўлчамдаги намунанинг киришиш хусусияти Германияда ишлаб чиқарилган FORM+TEST prüfsysteme (POB 1154. D-88491 Riedlingen) ускунасида аниқланди. Бажарилган тажриба-синов ишлари натижалари таҳлили шуни кўрсатадики, тўлғазувчи қоришма асосидаги намунанинг дастлабки 7 суткалик қотиш даврида киришиш жадал кечди, кейинги 14 ва 28 суткалик қотиш даврида эса киришиш секинлашди ва стабиллашишига эришилди.

Портландцементга қўшилган учувчан-кулнинг миқдори ва гидравлик фаоллиги, унинг иссиқлик ажратиш кўрсаткичига сезиларли таъсир кўрсатди. Тажриба ишларида портландцементнинг 20 % қисми учувчан-кул билан алмаштирилганда иссиқлик ажратиши етарлича камайди. Бироқ 5 суткалик муддатда учувчан-кулнинг гидравлик активлиги портландцементнинг иссиқлик ажратиш кўрсаткичларига етарлича таъсир этмади. Қоришма қотишининг кейинги муддатларида бу таъсир янада сезиларли бўлди.

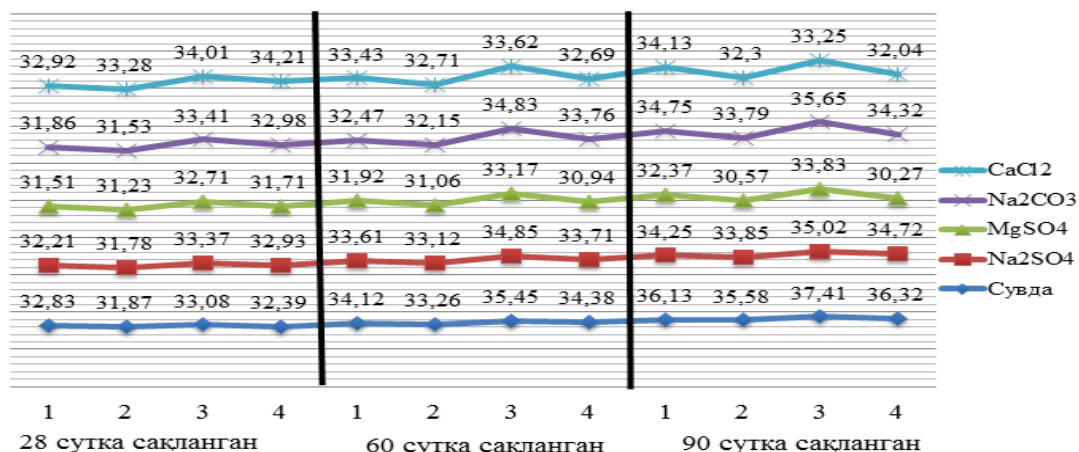
Портландцементга 20 % учувчан кулни қўллаб олинган намуналарни сувда ва намликда қотишида мустаҳкамлиги узлуксиз ортди, бу эса кулнинг Са(ОН)<sub>2</sub> билан фаол таъсирлашуви натижасида юзага келди. Портландцементга 20 % учувчан кулни ва 2 % кимёвий қўшимчани қўллаб олинган намуналарнинг намликда қотишида мустаҳкамлиги (28 сутка) контрол намунага нисбатан 12 %, мис эритиш тошқоли асосидаги намуналарда эса 8 % га ортди. Учувчан кул ва кимёвий қўшимча асосидани қоришма намуналарнинг сувда қотишида мустаҳкамлиги (28 сутка) контрол намунага нисбатан 14 %, мис эритиш тошқоли асосидаги намуналарда эса 10 % га ортди.

Шу билан бирга сувда ва намликда сақланган намуналарнинг механик мустаҳкамлиги орасида фарқ мавжудлиги аниқланди. Кул ва кимёвий қўшимча асосидаги қоришмаларнинг намлик таъсирида қотишида 60 суткада сиқилишга бўлган мустаҳкамлиги 28 суткаликга нисбатан 8 % га, сувда қотишида 60 суткада сиқилишга бўлган мустаҳкамлиги 28 суткаликга нисбатан 5 % га ортганлиги аниқланди. Бизнинг тадқиқот ишларимиз натижалари шуни кўрсатадики, композит боғловчилар асосидаги тўлғазувчи қоришмалар сувга ва намлик таъсирига етарлича бардош берди.

Агрессив муҳитда ва сувда сақланган намуналарнинг сиқилишга бўлган мустаҳкамликлари нисбатига кўра, вақт бўйича боғловчининг мустаҳкамлигини ўзгаришини тавсифловчи бардошлилик коэффициенти  $K_6$  аниқланди. Намуналарнинг 28, 60 ва 90 суткада бардошлилик коэффициентини аниқлаш бўйича олинган натижалар 8-расмда келтирилган.

Тадқиқ этилган тўлғазувчи қоришмалар таркибларининг турли агрессив муҳитларда бардошлилик коэффициентини аниқлаш орқали, уларнинг бардошлилигини ва умрбоқийлигини кўрсатди. Таркибга «FREM C-3» суперпластификаторини киритиш орқали тўлғазувчи қоришманинг агрессив муҳитлар таъсирига бардошлилигини оширди.

### Сиқилишга бўлган мустаҳкамлик чегараси, МПа



8-расм. Намуналарнинг турли агрессив муҳитлар таъсирида (28, 60 ва 90 сутка сақланган) емирилишга бардошлилиги:

1-цемент-кул; 2-цемент-мис эритиш тошқоли; 3- цемент-кул-суперпластификатор; 4- цемент-мис эритиш тошқоли-суперпластификатор

Диссертациянинг бешинчи «Тўлғазувчи қоришмаларни тажрибавий ишлаб чиқаришга жорий қилиш ва техник-иқтисодий самарадорлигини аниқлаш» бобида тўлғазувчи қоришмаларни ишлатишдаги иқтисодий самарадорлик ҳисоби ва ушбу қоришмаларни тажрибавий ишлаб чиқаришга жорий қилиниш натижалари келтирилган.

Техник-иқтисодий самарадорликни ҳисоблаш анъанавий усулда бажарилган бўлиб, ҳисоблашлар натижасига кўра мазкур қоришмани ишлаб чиқаришга жорий қилиш самарадорлиги-29959 сўм/м<sup>3</sup> ни ташкил этади. Ушбу кўрсаткич цемент сарфининг камайишини, қоришмани мустаҳкамлигини ортишини ва уни тоғ бўшлиқларига қўллаш самарасини ҳисобга олади. Тўлғазувчи қоришмаларнинг ишлаб чиқилган таркибларини «Олмалиқ тоғ металлургия комбинати» ОАЖ тасарруфидаги «Каульди» конида, «ТО'PALANG HPD PLATINUM» МЧЖ корхонасида ва АЖ «ГИДРОПРОЕКТ» лойиҳалаш институтида жорий қилиш, унинг юқори даражада самарадорлигини кўрсатиб берди.

Хусусан, «Олмалиқ тоғ металлургия комбинати» ОАЖ тасарруфидаги «Каульди» конида саноат чиқиндилари асосида тўлғазувчи қоришмадан 200 м<sup>3</sup> ҳажмда синов партиясини ишлаб чиқаришда қуйидаги натижаларга эришилди: қоришма таркибига «FREM C-3» суперпластификаторини киритиш натижасида сиқилишга мустаҳкамлик 1,5-5,9 МПа дан 3,17-8,94 МПа гача ортишига, қоришмани сувга талабчанлигини 10-12 % камайишига, қоришманинг ҳаракатчанлигини П 1 дан П 5 гача оширишга, цемент сарфини 20 % гача иқтисод қилишга эришилди. «ТО'PALANG HPD PLATINUM» МЧЖ корхонасида ишлангани жорий этишда қуйидаги натижалар олинди: тўлғазувчи қоришманинг сувга талабчанлиги 10-12 % камайди, қотган қоришма мустаҳкамлиги 20-25 % га ортди ва қоришманинг ҳаракатчанлиги П1 дан П5 гача ошди, цемент сарфини 15-20 % га қисқартиришга эришилди. АЖ «ГИДРОПРОЕКТ» лойиҳалаш институтида ишлангани жорий этиш орқали қуйидаги натижалар олинди: қоришманинг сувга талабчанлигини 15 %

гача камайди, қотган қоришманинг мустаҳкамлиги 20-25 % га ортди ва цементни 20 % гача тежашга эришилди.

## ХУЛОСАЛАР

«Саноат чиқиндилари асосидаги тўлғазувчи қоришмаларнинг оптимал таркибини ишлаб чиқиш, физик-техник хусусиятлари, узоқ муддатга чидамлилиги ва самарадорлигини тадқиқ этиш» докторлик (PhD) диссертацияси бўйича бажарилган экспериментал-назарий тадқиқот натижалари асосида қуйидаги умумий хулосаларга келинди:

1. Тадқиқот ишида қўйилган вазифани ҳал этишда самарали тўлғазувчи қоришмаларни ишлаб чиқариш учун хомашё базасини кенгайтириш мақсадида Янги Ангрен ИЭС учувчан кули, Олмалиқ мис эритиш саноати тошқоли, мрамарни қайта ишлаш чиқиндиси, бўш тоғ жинслари асосидаги қум ва «FREM C-3» суперпластификаторини ишлатиш таклиф қилинди.

2. «FREM C-3» суперпластификаторининг сувда эрувчанлиги, бу қўшимча макромолекулаларининг портландцемент, кул ва тошқол зарраларига адсорбцияланишини яхшилади. Қоришма таркибига учувчан кул, мис эритиш тошқоли ва «FREM C-3» суперпластификаторини киритиш натижасида, гидратация жараёнида янги юзага келган минералларнинг сони ортди, натижада қотган тўлғазувчи қоришманинг мустаҳкамлигини вақт бўйича ортиши аниқланди.

3. «Цемент-кул-суперпластификатор» асосидаги оптимал таркибли тўлғазувчи қоришмада шаклланган қотган боғловчи матрицаси бир жинсли бўлиб, структуранинг зичлашишини ва мустаҳкамлигини, кристалл фазанинг ортиши ва янги юзага келган минераллар орасидаги алоҳида кристалларнинг сувли контактлари таъминлади. Боғловчи намуналардаги мустаҳкам каркасни цемент ва кул зарралари, ҳамда мрамар чиқиндисини турли даражадаги зарралари ва янги юзага келган минераллар орасидаги ўзаро таъсир орқали вужудга келтириши аниқланди.

4. Мис эритиш саноати тошқоли ва учувчан кулни қўллаб композицион боғловчи олиш мумкинлиги экспериментал тадқиқот натижасида тасдиқланди. Ўрганилган боғловчи композицияларда структуранинг шаклланиш жараёни, системадаги барча компонентларни хоссаларини амалга ошиши ҳисобига зич ва мустаҳкам боғланмалар шаклланишини, нафақат физикавий балки кимёвий ўзаро таъсирни юзага келтириши аниқланди.

5. Экспериментларни режалаштиришнинг математик усули орқали тўлғазувчи қоришмаларнинг мустаҳкамлигини ундаги компонентлар миқдорига боғлиқлиги таклиф этилди. Белгиланган қонуният асосида боғловчи сарфини камайтиришни ва қоришма таркиби ва хоссаси орасидаги боғлиқликни таъминлашни назарда тутган оптималлаштириш модели ишлаб чиқилди. Уни қўллаш орқали «цемент-кул ва суперпластификатор», «цемент-мис эритиш тошқоли-суперпластификатор»дан иборат зичлиги  $1710-1845 \text{ кг/м}^3$  ва 28 суткали мустаҳкамлиги 1,79-8,94 МПа бўлган тўлғазувчи қоришмаларнинг оптимал таркиблари ишлаб чиқилди.

6. «FREM C-3» суперпластификатори миқдорининг тўлғазувчи қоришма хоссаларига таъсири аниқланди, боғловчи массасига нисбатан минерал боғловчининг 20 % ва кимёвий қўшимчанинг 2 % рационал миқдори белгиланди. Натижада бундай миқдордаги қўшимчанинг суперпластифицирловчи таъсири орқали оптимал таркибли тўлғазувчи қоришманинг сувга талабчанлиги 10-12 % га камайди, қоришманинг ҳаракатчанлиги П1 дан П5 гача ортди, сиқилишдаги мустаҳкамлиги (28 сут.) кимёвий қўшимчасиз контрол намуналарга нисбатан ўртача 20-25 % га ортди, тўлғазувчи қоришманинг норматив мустаҳкамлигидан келиб чиқиб цемент сарфи 20 % га камайди.

7. Қотаётган тўлғазувчи қоришманинг ёшига, унинг киришишининг боғлиқлиги устида олиб борилган тадқиқот ишлари асосида шундай хулосага келиндикки, тўлғазувчи қоришма асосидаги намунанинг дастлабки 7 суткалик қотиш даврида киришиш жадал кечди, кейинги 14 ва 28 суткалик қотиш даврида эса киришиш секинлашди ва стабиллашди.

8. Тўлғазувчи қоришмаларнинг қотиш вақтида иссиқлик ажратиш жараёнига учувчан-кулнинг таъсири аниқланди. Учувчан кулнинг миқдорини ошиши ва цементнинг гидравлик фаоллигининг пасайиши натижасида иссиқлик ажратиш кўрсаткичлари камайди. Бизнинг тажриба ишларимизда портландцементнинг 20 % қисми учувчан-кул билан алмаштирилганда иссиқлик ажратиши етарлича камайди.

9. Портландцементга 20 % учувчан кулни ва 2 % суперпластификаторни қўллаб олинган намуналарнинг сувда ва намликда қотишида мустаҳкамлиги узлуксиз ортди, бу эса кулнинг  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  билан фаол таъсирлашуви натижасида юзага келди. Бизнинг тадқиқот ишларимиз натижалари шуни кўрсатадики, учувчан кул ва мис эритиш тошқоли асосидаги композит боғловчилар, ҳамда «FREM C-3» суперпластификатори тўлғазувчи қоришмаларнинг сувга ва намлик таъсирига бардошлигини оширди.

10. Тадқиқ этилган тўлғазувчи қоришмалар таркибларининг турли агрессив муҳитларда бардошлилик коэффициентини аниқлаш орқали, уларнинг бардошлилигини ва умрбоқийлигини кўрсатди. Таркибга «FREM C-3» суперпластификаторини киритиш орқали тўлғазувчи қоришманинг агрессив муҳитлар таъсирига бардошлилигини оширди.

11. Руда қазиб олинган тоғ бўшлиқларида тўлғазувчи қоришма ёрдамида сунъий массивларни барпо этишнинг иккита технологик схемаси таклиф этилди. Тўлғазувчи қоришмаларнинг ишлаб чиқилган таркибларини «Олмалик тоғ металлургия комбинати» ОАЖ тасарруфидаги «Каульди» конида, «ТО'PALANG HPD PLATINUM» МЧЖ корхонасида ва АЖ «ГИДРОПРОЕКТ» лойиҳалаш институтида жорий қилиш, ушбу қоришманинг юқори даражадаги иқтисодий самара беришини кўрсатиб берди. Ҳисоблашларга кўра ушбу ишланмани жорий қилишдан кутиладиган йиллик иқтисодий самара: «Олмалик тоғ металлургия комбинати» ОАЖ тасарруфидаги «Каульди» кони учун 1,5 млрд. сўмдан ортиқни, АЖ «ГИДРОПРОЕКТ» лойиҳалаш институти учун 304,5 млн. сўмни ва «ТО'PALANG HPD PLATINUM» МЧЖ корхонаси учун 251,2 млн. сўмни (2019 й. нархларда) ташкил этди.

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

---

**ТАШКЕНТСКИЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ**

**РАХИМОВ ШАВКАТ ТУРДИМУРОТОВИЧ**

**РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНЫХ СОСТАВОВ, ИССЛЕДОВАНИЕ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ, ДОЛГОВЕЧНОСТИ И  
ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАКЛАДОЧНЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ  
ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**05.09.05 – Строительные материалы и изделия**

**АВТОРЕФЕРАТ  
ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)  
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

**Ташкент - 2019**

**Тема диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № В2017.4.PhD/Г534.**

Докторская диссертация выполнена в Ташкентском архитектурно-строительном институте.

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

**Научный руководитель:**

**Газиев Учкун Абдуллаевич**  
кандидат технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:**

**Хасанов Бахриддин Баратович**  
доктор технических наук, профессор

**Тургунбаев Урунбек Жамолович**  
кандидат технических наук, доцент

**Ведущая организация:**

**Ферганский политехнический институт**

Защита диссертации состоится «2» ноября 2019 года в 13<sup>00</sup> часов на заседании Научного совета DSc.27.06.2017.Т.11.01 при Ташкентском архитектурно-строительном институте, Ташкентском институте инженеров железнодорожного транспорта, Самаркандском Государственном архитектурно-строительном институте и Наманганском инженерно-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](mailto:devon@taqi.uz), [taqi\\_atm@edu.uz](mailto:taqi_atm@edu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского архитектурно-строительного института (зарегистрирована № 23). (Адрес: 100011, г.Ташкент, улица Навои, дом №13. Тел.:(998 71) 244-63-30; факс: (998 71) 241-80-00; e-mail: [taqi\\_atm@edu.uz](mailto:taqi_atm@edu.uz)).

Автореферат диссертации разослан «16» октября 2019 года.  
(реестр протокола рассылки № 5 от «24» сентября 2019 года).

**Х.А. Акрамов**

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

**Х.Х. Камилов**

Ученый секретарь научного совета по  
присуждению ученых степеней, к.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 мире с повышением выработок в закрытых месторождениях для закладки образующихся пространств, в производстве закладочных смесей увеличивается доля использования эффективных ресурсосберегающих технологий. В частности в таких развитых странах мира как США, Германия, Япония, Китай, Россия всё очень важное значение имеет производство закладочных смесей, применяющиеся для закладки образующихся выработанных пространствах рудниках широко использование попутных продуктов горнодобывающей, топливно-энергетической, химической и отходы металлургической промышленности, обеспечивает их прочность и устойчивость. В этом отношении особое внимание уделяется разработке составов и определения свойств закладочных смесей на основе местного сырья и промышленных отходов и созданию энергосберегающих технологий для их производства.

В мире проводятся много научно-исследовательских работ направленных на целевое управление образования структуры смесей, оптимизация составов закладочных смесей с использованием минеральных и химических добавок, промышленных отходов образующихся в самих месторождениях. Всё очень важное значение имеет исследование физико-технических свойств закладочных смесей, повышение долговечности и устойчивости во времени, прочности закладочных массивов возведенны в горных выработках, их приготовление и технология укладки.

В Республике в области промышленности строительных материалов принимаются широкомасштабные меры по углублению экономических реформ и ускоренному развитию отрасли, повышению их экономической эффективности на современном этапе, комплексное и рациональное использование местных сырьевых ресурсов и полного вовлечения в производство отходов различных отраслей промышленности и при этом достигнуты определенные положительные результаты. В стратегии развития Республики Узбекистан на 2017-2021 годы поставлена очень ответственная задача, в частности «...реализации целевых программ по развитию и модернизации строительства, дорожно-транспортной, инженерно-коммуникационной и социальной инфраструктуры,...сокращение энергоёмкости и ресурсоемкости экономики, широкое внедрение в производство энергосберегающих технологий,...»<sup>2</sup>.

Реализация этих задач, в частности широкое применение закладочных системах при разработке рудных месторождений, разработка составов закладочных смесей с заранее заданным комплексом свойств и показателей на основе местного сырья и отходов промышленности, а также разработки энергосберегающей технологии его производства являются одними из важнейших и приоритетных задач.

Данное диссертационное исследование, в определенной степени, служит выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики

---

<sup>2</sup> Указ Президента Республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действия по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»

Узбекистан от 7 февраля 2017 года № УП-4947 «О стратегии действия по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», Постановлением Президента Республики Узбекистан от 28 сентября 2016 года № ПП-2615 «О программе мер по дальнейшему развитию строительной индустрии на 2016-2020 годы», Постановлением Президента Республики Узбекистан от 8 августа 2017 года № ПП-3182 «О первоочередных мерах по обеспечению ускоренного социально-экономического развития регионов», Постановлением Президента Республики Узбекистан от 23 мая 2019 года № ПП-4335 «О дополнительных мерах по ускоренному развитию промышленности строительных материалов», а также других нормативно-правовых документов, принятых в этой сфере.

**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.** Проблема использования промышленных отходов и вторичных продуктов для производства строительных материалов, разработки составов, улучшения физико-технических свойств и повышения долговечности эффективных закладочных смесей, занимались известные во всём мире учёные материаловеды, такие как Neydorf L.V., Kouling R., Mik D.L., Цай Сыцзин, Кокубу М., Ямада Д., Федьнин Н.П., Баженов Ю.М., Волженский А.В., Пашков И.А., Дворкин Л.И., Элинзон М.П., Гудим Ю.А., Ермолова Е.А., Требухов А.П., Корнеева Е.В., Хомяков В.И., Цыгалов М.Н., Шварц Ю.Д., Алдамбергенов У.А., Байконуров О.А., Крупник Л.А. и другие, которые внесли существенный вклад в решение вышеуказанных проблем.

Отечественными учёными также были проведены ряд научных исследований по разработке составов, улучшении структуры и свойств, повышение эффективности строительных материалов на основе промышленных отходов. В своих научных исследованиях Асқаров Б.А., Касимов Э.У., Газиев У.А., Тахиров М.К., Самигов Н.А., Адилходжаев А.И., Акрамов Х.А., Ходжаев С.А., Мирахмедов М.М., Махамадалиев И.М., Хасанов Б.Б., Тешабоев Р.Д., Ашрабов А.А., Тулаганов А.А., Искандарова М.И., Ботвина Л.М., Турапов М.Т., Камиллов Х.Х. и другие в различные годы достигли в этом направлении определенных успехов и важных научных результатов.

Анализ ранее выполненных исследований показал, что в области повышения энергоэффективности и создания ресурсосберегающих технологий при производстве закладочных смесей для заполнения выработанных пространств, образуемые при добыче руды, были достигнуты очень важные положительные результаты. Однако, учитывая поставленные задачи перед горнорудной промышленностью Республики по удвоению добычи полезных ископаемых и связанный с этим анализ полученных научных результатов по разработке энерго- и ресурсосберегающих технологий, предусматривающих использование промышленных отходов показывает, что в исследованиях направленных на разработку составов эффективных смесей, в частности по получению закладочных смесей на основе вторичных продуктов и химических



добавок, имеются недостаточно подробно изученные научные проблемы, что указывает на необходимость более глубокого изучения этих вопросов.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках проекта № И-2015-8-3 «Ресурсосберегающая технология для производства закладочных смесей на основе отходов промышленности и внедрение их в горно-металлургической отрасли» (2015-2016 гг.) Ташкентского архитектурно-строительного института.

**Целью исследования** является оптимизация состава, исследование структурообразования, свойств и эффективности закладочных смесей с использованием промышленных отходов, портландцемента и суперпластификатора.

**Задачи исследования:**

разработка составов, параметров технологии приготовления и укладки закладочных смесей;

исследование кинетики влияния изменения количественного содержания компонентов и суперпластификатора на показатели свойств и структурообразования закладочных смесей;

оптимизация состава закладочных смесей методом математического планирования экспериментов;

проведение производственной апробации и определение экономической эффективности и долговечности закладочных смесей.

**Объектом исследования** является закладочные смеси на основе отходов горнодобывающей, энергетической и медеплавильной промышленности, портландцемента и суперпластификатора.

**Предметом исследования** являются физико-механические, физико-химические и технико-экономические параметры закладочных смесей на основе отходов промышленности, портландцемента и суперпластификатора.

**Методы исследования.** В процессе исследования использовались современные методы физико-химический, рентгено-фазовый, дифференциально-термический, инфракрасно-спектроскопический и электронно-микроскопический анализы структурообразования, стандартизированные методы изучения свойств и показателей качества промышленных отходов и закладочных смесей на её основе, а также математические методы оптимизации составов смесей, статистические методы анализа результатов экспериментов.

**Научная новизна диссертационного исследования** заключается в следующем:

установлен механизм структурообразования системы «портландцемент, зола-унос, песок пустой горной породы, суперпластификатор и вода» за счет влияния суперпластификатора;

повышено физико-механические свойства и обеспечена долговечность закладочных смесей за счет влияния суперпластификатора;

разработана математическая модель выражающая связь между прочностью и количественное соотношение составляющих закладочных смесей;

впервые разработан новый состав закладочных смесей с использованием медеплавильных шлаков и песка пустой горной породы.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

показана возможность получения закладочных смесей, отвечающих нормативным требованиям по соответствующим характеристикам, при использовании отходов промышленности;

доказан процесс структурообразования обеспечивающий формирование плотных и прочных контактов за счет реализации свойств всех компонентов системы, а также физико-химического взаимодействия;

математический метод планирования экспериментов выявил зависимости, связывающие прочность с количественными характеристиками компонентов закладочной смеси. На основе корреляционного-регрессивного анализа разработана оптимизационная модель минимизирующая расход вяжущего и устанавливающие связи между составом и свойствами смеси;

разработана технология формирования искусственного массива в горных выемках на основе разнопрочных и комбинированных закладочных смесей.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность полученных результатов подтверждается комплексными исследованиями с использованием современных приборов и стандартных методов проведения экспериментов, проведены эксперименты согласно строительных норм и правил, полученными теоретическими и экспериментальными результатами высокой сходимости, а также внедрением в производства предлагаемых разработок.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования заключается в изучении процесса влияния отходов промышленности и добавки суперпластификатора на формирование фазы и структурообразование, а также в условиях твердения, влияние на физико-технические свойства, долговечности и качественных показателей закладочной смеси.

Практическая значимость результатов исследования состоит в том, что с понижением глубины горных работ значение закладки возрастает, поскольку она становится одним из основных способов управления горных давлений и надежным средством поддержания налегающей толщи пород, особенно при разработке обширных пологопадающих мощных месторождений, и в этом направлении разработать составов эффективных закладочных смесей с использованием местного сырья и отходов промышленности.

**Внедрение результатов исследования.** На основании полученных научных результатов по разработке оптимальных составов, исследование физико-технических свойств, долговечности и эффективности закладочных смесей на основе отходов промышленности:

на руднике «Каульды» был внедрен разработанный состав, технология приготовления и укладка закладочных смесей на основе портландцемента, медеплавильного шлака, зола-уноса, песок пустой горной породы, мраморных отходов и суперпластификатора (справка Министерства Строительства Республики Узбекистан №3931/09-07 от 31 мая 2019 года). В результате прочность на сжатие закладочной смеси повысилась от 1,5-5,9 МПа до 3,17-8,94 МПа, увеличена подвижность от П1 до П5, водопотребность смеси

уменьшилась на 10-12%, увеличена скорость транспортировки смеси по трубопроводу, что позволило сократить расход цемента до 20 %;

на предприятии ООО «ТО'PALANG HPD PLATINUM» внедрен состав закладочной смеси на основе песка пустой горной породы, портландцемента и суперпластификатора (справка Министерства Строительства Республики Узбекистан №3931/09-07 от 31 мая 2019 года). В результате водопотребность закладочной смеси уменьшилась на 10-12 %, увеличена прочность затвердевшей смеси на 20-25 %, увеличена подвижность смеси от П1 до П5 и позволила сократить расход цемента до 15-20 %;

компьютерная программа «Программное обеспечение для расчета состава закладочной смеси с предварительно заданными свойствами» внедрена в проектном институте АО «ГИДРОПРОЕКТ» (справка Министерства Строительства Республики Узбекистан №3931/09-07 от 31 мая 2019 года). В результате водопотребность закладочной смеси уменьшилась до 15 %, увеличена прочность затвердевшей смеси на 20-25 % и позволило сэкономить цемент до 20 %.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследований по теме диссертационной работы обсуждались на 4 международных и 7 республиканских научно-практических конференциях.

**Публикация результатов исследования.** По теме диссертационной работы опубликовано 36 научных работ, из них 6 научных статей, в том числе 2 в зарубежном, 4 в республиканских журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских (PhD) диссертаций. Кроме того получено решение о выдаче патента на изобретение (№ IAP 20160080, 09.08.2019) и 1 свидетельство на расчетную программу (№ DGU 06409, 15.05.2019).

**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, объект и предмет исследований, показано соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагается научная новизна и практические результаты исследования. Обоснована достоверность и научно-практическая значимость полученных результатов, приводятся внедрение результатов исследований в производство, сведения об апробации результатов исследований и опубликованных научных трудах, а также сведения о структуре и объеме диссертации.

В первой главе диссертации «**Состояние вопроса и постановка задач исследования**» приведен аналитический обзор современного состояния научной проблемы. В ней анализированы составы и свойства полученных закладочных смесей с использованием отходов различных отраслей промышленности, расширение сырьевой базы и решение проблемы утилизации

отходов горнодобывающей промышленности (песок пустой горной породы, отходы обработки мрамора), топливно-энергетической промышленности (зола-унос тепло-электростанций), медеплавильной промышленности (шлак медеплавильного производства), а также пути повышения пластичности и эффективности закладочных смесей.

Анализ состояния производства закладочных смесей показал, что применение традиционных кальциевых вяжущих, в частности портландцемента, не позволяет получить закладочные смеси, отвечающие в полной мере необходимым требованиям. Рекомендуемые же пути повышения их физико-механических характеристик, как правило, связаны с необходимостью значительного перерасхода вяжущего, использования природных ресурсов и технологических приемов, требующих дополнительных трудозатрат и расхода энергии.

В связи с этим учеными и специалистами материаловедоведов проводятся исследования по повышению качества продукта и сокращению расходов по использованию местных сырьевых материалов и различных отходов промышленности в производстве закладочных смесей для заполнения горного выработанного пространства.

На основании проведенного литературного обзора по теме диссертационной работы сформулирована рабочая гипотеза, определены цели и задачи исследований.

*Рабочая гипотеза.* Полученные закладочные смеси представляют собой перспективный строительный материал при условии введения в их состав золы-уноса, отходов обработки мрамора, шлаков медеплавильного производства и использования в них суперпластификатора позволяющих полностью реализовать их активность, повысить физико-механические характеристики и технико-экономическую эффективность.

Во второй главе диссертации **«Характеристики использованных материалов и методы исследований»** приводятся характеристики исходных сырьевых материалов многокомпонентной закладочной смеси и выбранных методик экспериментальных исследований и дана информация по совершенствованию свойств и технологии закладочной смеси путем использования суперпластификаторов. В качестве исходных сырьевых материалов в исследования были использованы: песок пустой горной породы и отходы обработки мрамора, шлак медеплавильного производства, зола-унос, портландцемент и суперпластификатор «FREM С-3».

По результатам исследований свойств исходных сырьевых материалов установлено: зола с электрофильтров Ново-Ангренского ТЭС тонкодисперсный материал, удельная поверхность составляет  $4500 \text{ см}^2/\text{г}$ . Медеплавильные шлаки в минералогическом составе представлены в основном кварцем, кальцитом, гидрослюдами и кварцитом с разной интенсивностью. Отходы обработки мрамора используются как песок, а в минералогическом составе представлены в основном кварцем, кальцитом, пиритом, хлоритом, альбитом, гидрослюдами и доломитом. Песок пустой горной породы, получаемый при дроблении, имеет модуль крупности  $M_k=3,3-3,5$ . В исследованиях использован портландцемент марки 400 Бекабадского цементного завода. Химическая добавка

суперпластификатор – «FREM С-3» повышает пластичность и прочность, способствует снижению водоцементного отношения закладочной смеси.

При растворении суперпластификатора «FREM С-3» в воде, макромолекулы этой добавки способствуют хорошей адсорбции на частицы портландцемента, золы и шлака.

В соответствии с поставленными целями и задачами исследований обоснован выбор методов исследований. В экспериментах наряду со стандартизированными методами были использованы современные методы физико-химического анализа.

В частности для изучения структуры закладочной смеси был применён инфракрасно-спектроскопический и электронно-микроскопный анализ. Исследования проводилось на приборах нового поколения-спектрофотометре фирмы SHIMADZU серии IRAffinity-1 и электронном сканирующем микроскопе фирмы OXFORD INSTRUMENTS серии EVO MA10 Carl Zeiss. Кроме этого в исследованиях для оптимизации состава закладочной смеси был использован метод математического планирования экспериментов.

В третьей главе диссертации **«Разработка и оптимизация составов закладочных смесей на основе промышленных отходов»** приведены результаты экспериментальных исследований по определению оптимальных составов и предела прочности закладочных смесей, исследования структурообразования контрольных и оптимальных составов закладочной смеси, оптимизация состава методом математического планирования эксперимента.

К вяжущим, открывающим возможность устранения недостатков цементных закладочных смесей, относятся золоцементные и шлакоцементные. Продукты гидратации этих вяжущих принципиально отличаются от продуктов гидратации портландцемента.

С помощью вышеуказанных методов исследований изучена особенность процессов структурообразования закладочных смесей на основе портландцемента, золы-уноса (активная минеральная добавка), медеплавильного шлака, песка на основе пустой горной породы и отходов обработки мрамора, а также химической добавки.

Для выявления процессов структурообразования в «цемент-зола-суперпластификатор»ных и «цемент-шлак-суперпластификатор»ных вяжущих композициях нами исследовались образцы твердевшие 28 суток в условиях нормального твердения при температуре 20 °С и влажности воздуха 95%, а также проводили рентгено-фазовый анализ (рис.1, 2 и 3).

На основе анализа рентгенограммы контрольного затвердевшего (28 сут.) образца из портландцементной закладочной смеси (рис.1) обнаружены минералы, как кварц ( $d=4.27; 3.35; 2.46; 1.818 \text{ \AA}$ ), кальцит ( $d=3.86; 3.04; 2.28 \text{ и } 1.875 \text{ \AA}$ ), плагиоклаз ( $d=3.71 \text{ \AA}$ ), портландит ( $d=4.91; 2.63; 1.926 \text{ \AA}$ ), бассанит ( $d=6.06; 2.98; 2.77 \text{ \AA}$ ), гидрослюда ( $d=10.27; 4.45 \text{ \AA}$ ),  $\beta\text{-Ca}_2\text{SiO}_4$  ( $d=2.78; 2.63; 2.20 \text{ и } 1.978 \text{ \AA}$ ), пломбьерит( $d=5.48; 2.07; 1.67 \text{ \AA}$ ), кальций гидросиликат( $d=2.89 \text{ \AA}$ ).

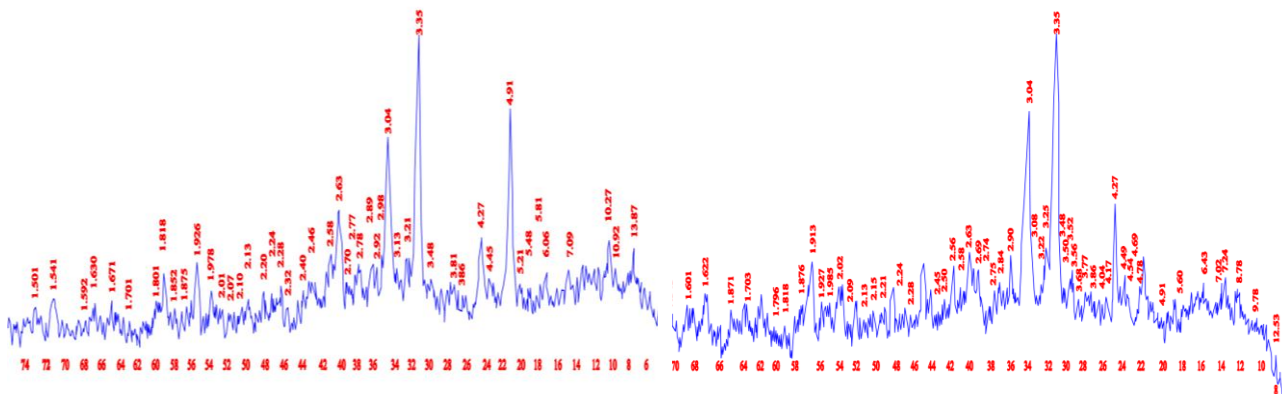


Рисунок 1. Рентгенограмма контрольного затвердевшего (28 сут.) образца из портландцементной закладочной смеси

Рисунок 2. Рентгенограмма затвердевшего (28 сут.) образца закладочной смеси оптимального состава на основе «цемент-зола-суперпластификатора»

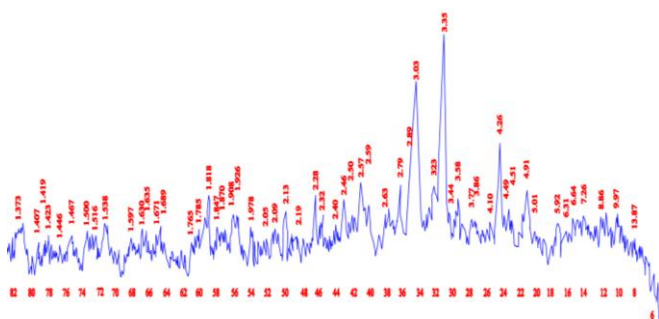


Рисунок 3. Рентгенограмма затвердевшего (28 сут.) образца закладочной смеси оптимального состава на основе «цемент-шлак-суперпластификатора»

На основе анализа рентгенограммы затвердевшего (28 сут.) образца закладочной смеси оптимального состава из «цемент-зола-суперпластификатора» (рис. 2) обнаружены минералы, как кварц ( $d=4.27; 3.35; 1.818; 1.543 \text{ \AA}$ ), кальцит ( $d=3.86; 3.04; 2.28; 1.913; 1.876 \text{ \AA}$ ), доломит ( $d=2.90; 2.02 \text{ \AA}$ ), плагиоклаз (анортит) ( $d=4.04; 3.68; 3.22 \text{ \AA}$ ), кальциевый полевой шпат ( $d=3.77; 3.25; 2.15 \text{ \AA}$ ), гидрослюда ( $d=9.78; 4.49 \text{ \AA}$ ), а также определены низкоосновные гидросиликаты, как портландит ( $d=4.91; 2.63; 1.927 \text{ \AA}$ ), четыре кальциевый алюмоферрит ( $d=7.24; 2.78; 2.63 \text{ и } 1.93 \text{ \AA}$ ), кальций гидросиликат ( $d=7.02; 2.56 \text{ \AA}$ ), гиллебрандит- $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  ( $d=12.53; 4.78; 2.90 \text{ \AA}$ ).

На основе анализа рентгенограммы затвердевшего (28 сут.) образца закладочной смеси оптимального состава из «цемент-шлак-суперпластификатора» (рис. 3) обнаружены минералы, как кварц ( $d=4.26; 3.35; 1.818; 1.538 \text{ \AA}$ ), кальцит ( $d=3.86; 3.03; 2.28 \text{ и } 1.870 \text{ \AA}$ ), кальциевый полевой шпат ( $d=3.77; 3.23 \text{ \AA}$ ), доломит ( $d=2.89 \text{ \AA}$ ), а также определены новообразования гидросиликатов, как портландит ( $d=4.91; 2.63; 1.926 \text{ \AA}$ ), гидросиликат ( $d=9.97; 5.01 \text{ и } 4.50 \text{ \AA}$ ),  $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$  ( $d=2.79; 2.62; 2.19 \text{ и } 1.978 \text{ \AA}$ ), бассанит ( $d=5.92; 2.98; 2.79 \text{ \AA}$ ), гиллебрандит ( $d=6.64; 5.92; 4.43; 2.89 \text{ \AA}$ ), кальций гидросиликат алюминат- $\text{CaAl}_2 \cdot \text{Si}_2\text{O}_{10} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  ( $d=10.89; 2.63 \text{ \AA}$ ).

Проведен инфракрасно-спектроскопический анализ затвердевшего (28 сут.) образца закладочной смеси из контрольного и оптимального состава и определены основные составляющие минералы. Затвердевшие образцы закладочной смеси отличались незавершенностью процессов гидратации и содержали неизменные компоненты исходной золы и негидратированный

цементный клинкер, наряду с продуктами твердения, составляющих цементирующее вещество.

Проведен дифференциально-термический анализ затвердевшего (28 сут.) образца закладочной смеси из контрольного и оптимального состава, определены поведения составляющих минералов и появления новообразования в эндотермических и экзотермических эффектах в диапазоне температур 60-900 °С.

Таким образом следует заключить, что термическое поведение представленных образцов зависит от состава, способа получения продуктов, природы добавленных компонентов и условия изготовления образцов. Термическая стабильность увеличивается в таком порядке: в контрольной (17,16%), в «цемент-зола-суперпластификаторе» (16,52%), в «цемент-шлак-суперпластификаторе» (11,44%).

Твердение закладочной смеси с цемент-золой обусловлено гидратацией оксида кальция, ангидрида и взаимодействием указанных продуктов с гидролизующимся в щелочной среде стеклом золы, а также с аморфизованным глинистым веществом.

Из результатов рентгено-фазового, инфракрасно-спектроскопического и дифференциально-термического анализов контрольного и оптимального составов затвердевшей закладочной смеси определили то, что образцы оптимального состава предпочтительнее чем контрольный, потому что в оптимальных составах присутствует большее количество минералов кварца и кальцита, в первоначальное время твердения появляются минералы этtringита, а также продукты гидратации, как портландит, гидросиликат кальция и четырех кальциевый монокарбонат гидроалюмината. Эти новообразования обеспечивают повышение прочности и долговечности закладочной смеси.

Количество связанной с цементом воды составило к 28 суткам твердения в «цемент-зола-суперпластификатор»ной смеси-16,5%. Следовательно, зола замедляет процесс гидратации и способствует созданию «клинкерного фонда», продолжение гидратации в последующие сроки твердения.

Определено то, что дальнейшее упрочнение закладочной смеси во времени, осуществляется за счет воздействия основных компонентов гидратации вяжущего. При введении в состав смеси золы и шлака увеличилось число новообразований продуктов гидратации, в результате увеличилось прочность затвердевшей закладочной смеси.

Таким образом, во время твердения закладочной смеси в нормальных условиях происходит гидратация оксида кальция (CaO) золы, гидратация минералов портландцемента, взаимодействие гидроокиси кальция с аморфизованным глинистым веществом золы и карбонизация цементирующего состава. В связи со значительным содержанием оксида кальция (CaO) в исходной золе сухого отбора, полного усвоения Ca(OH)<sub>2</sub> при твердении не достигается, что является резервом роста прочности закладочной смеси во времени. Это гипотеза подтверждается изменением прочности закладочной смеси в результате испытания образцов после 7, 28, 60, 90 и 180 суток.

У закладочной смеси оптимального состава на основе «цемента-золы-суперпластификатора» формируемая матрица в затвердевшем вяжущем

является более однородной, уплотнение и упрочнение структуры обусловлено ростом кристаллической фазы и замещением водных контактов между отдельными кристалликами новообразований (рис.4). Твердый каркас у всех образцов вяжущих сложен отдельными зернами золы и цемента, а также частичками отходов мрамора различной степени крупности с взаимодействием с новообразованиями.

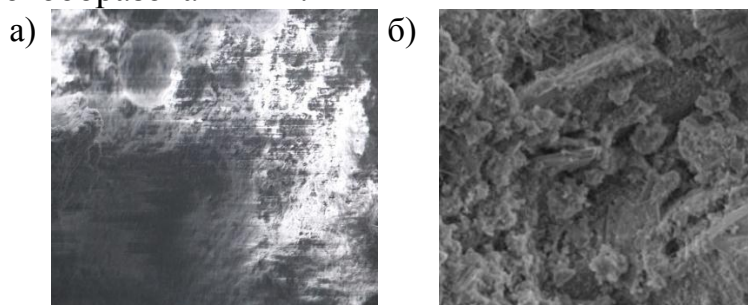


Рисунок 4.  
Микроструктура образца закладочной смеси оптимального состава:  
а)  $\times 50\mu\text{m}$ ; б)  $\times 200\mu\text{m}$

Причем, при большом увеличении заметно, что эти частицы почти полностью покрыты продуктами гидратации, так как частички золы и цемента являются хорошими подложками для формирования зародышей новообразований.

Помимо этого, мельчайшие частицы золы, как и негидратировавшие цементные зерна, являются центрами кристаллизации, в результате обеспечивается оптимизация структуры затвердевшей закладочной смеси. В качестве соединительных мостиков выступают, скорее всего, тонкие нитевидные кристаллы этtringита, достигающие 3-4 мкм в длину.

Таким образом, процесс структурообразования закладочной смеси происходит за счет обеспечения последовательного роста новообразований при твердении системы «цементные минералы-отходы мрамора-зола(шлак)-вода-суперпластификатор».

Разработаны математические модели получения закладочных смесей с предварительно заданными свойствами на основе корреляционно-регрессивного анализа. Варьируемые факторы:

$x_1$ -расход портландцемента в закладочной смеси, кг;

$x_2$ - расход золы в закладочной смеси, кг;

$x_3$ - расход суперпластификатора «FREM C-3», кг

Процесс оптимизации описывается полиномом второго порядка, для чего был выбран ортогональный план полного факторного эксперимента (табл.1).

Таблица 1

Ортогональный план полного факторного эксперимента

Исходные данные планируемого эксперимента	$x_1$	$x_2$	$x_3$
Центр эксперимента	120	30	3
Интервал варьирования	40	10	1
Верхний уровень ( $x_i=+1$ )	160	40	4
Нижний уровень ( $x_i=-1$ )	80	20	2



Уравнение, которым описывается процесс оптимизации, имеет вид:

$$Y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 - a_{1,2}x_1x_2 + a_{1,3}x_1x_3 + a_{2,3}x_2x_3 + a_{1,2,3}x_1x_2x_3 + a_{1,1}x_1^2 + a_{2,2}x_2^2 - a_{3,3}x_3^2 \quad (1)$$

Оптимизацию проводили по ортогональному плану полного факторного эксперимента, поэтому влияние анализируемых факторов на прочность закладочной смеси можно представить в виде полинома второго порядка.

Статистическая модель прочности закладочной смеси имеет вид:

$$Y = 5,467 + 1,94x_1 + 0,353x_2 + 0,297x_3 - 0,183x_1x_2 + 0,105x_1x_3 + 0,002x_2x_3 + 0,104x_1x_2x_3 + 0,842x_1^2 + 0,015x_2^2 - 0,116x_3^2 \quad (2)$$

где,  $Y = R_{28 \text{ сут}}$  – предел прочности на сжатие (28 сут.) закладочной смеси, МПа.

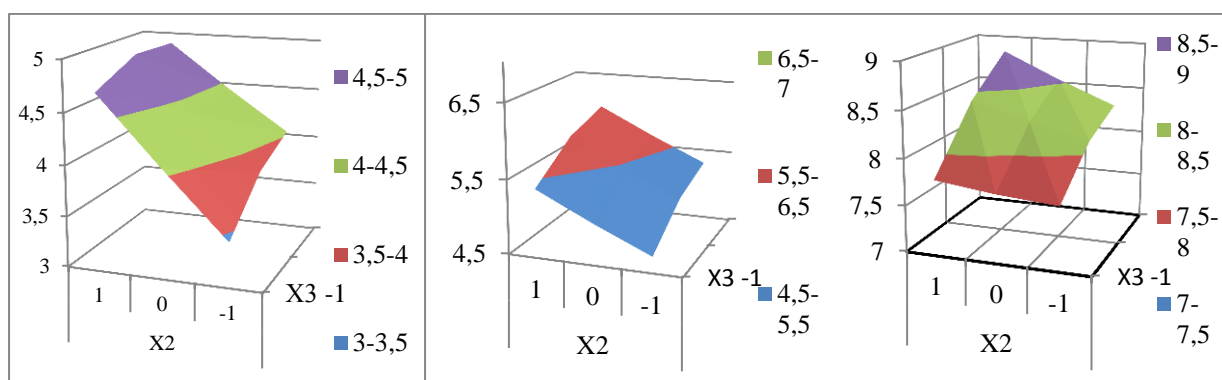


Рисунок 5. График зависимости прочности закладочной смеси на количество портландцемента ( $x_1$ ), золы ( $x_2$ ) и добавки ( $x_3$ ): а)  $x_1=-1$ ; б)  $x_1=0$ ; в)  $x_1=1$

Математический метод планирования экспериментов выявил зависимости, связывающие прочность с количественными характеристиками компонентов закладочной смеси. На основе установленных закономерностей разработана оптимизационная модель, минимизирующая расход вяжущего и устанавливающая связь между составом и свойствами смеси (рис.5). В итоге подтверждено то, что наибольшей прочности достигает закладочная смесь, при расходе портландцемента-160 кг, зола-унос-40 кг и химическая добавка-4 кг.

Разработка оптимальных составов закладочных смесей производилась расчетно–экспериментальным способом на основании данных математического метода планирования, с дальнейшим уточнением при изготовлении пробных замесов закладочных смесей в лабораторных условиях с испытанием фактических-реологических и физико–механических свойств смесей и затвердевших образцов.

Приведены всего 18 проб закладочной смеси оптимального состава и 3 контрольных цементных образцов без минеральных и химических добавок, а также исследованы физико-механические свойства этих смесей (рис.6 и 7).

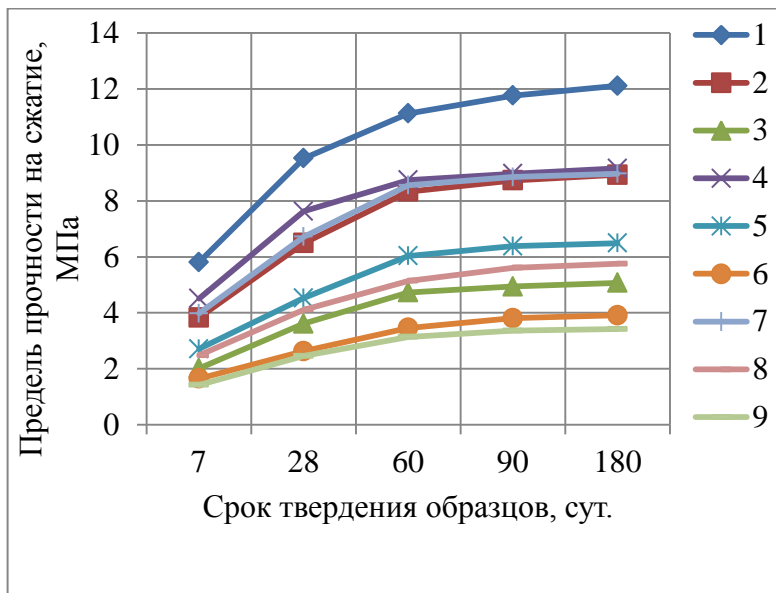


Рисунок 6. Прочностные характеристики закладочных смесей оптимального состава: 1- контрольный образец, цемент-200 кг; 2- контрольный образец, цемент-150 кг; 3- контрольный образец, цемент-100 кг; 4-цемент-160 кг, зола-унос-40 кг; 5- цемент-120 кг, зола-унос-30 кг; 6- цемент-80 кг, зола-унос-20 кг; 7- цемент-160 кг, шлак-40 кг; 8- цемент-120 кг, шлак-30 кг; 9- цемент-80 кг, шлак-20 кг

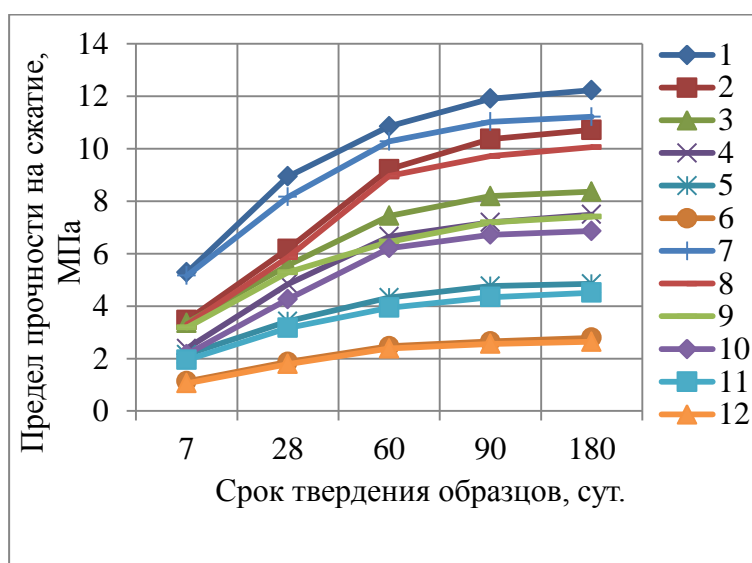


Рисунок 7. Прочностные характеристики закладочных смесей оптимального состава: 1-6-составы смесей на основе «цемент-зола-суперпластификатор»; 7-12- составы смесей на основе «цемент-шлак-суперпластификатор».

Выявлено влияние дозировки суперпластификатора «FREM C-3» на свойства закладочной смеси, установлено рациональное содержание добавки (2 %) от массы вяжущего. В результате суперпластифицирующего действия добавки в таком количестве снижается водопотребность закладочной смеси оптимального состава в среднем 10-12 %, повышается прочность на 20-25 %, в сравнении с контрольными образцами без добавки и в результате достигается экономия расхода цемента до 20%.

В четвертой главе диссертации «Исследование физико-технических свойств и долговечности разработанных закладочных смесей» приведены результаты экспериментально-расчетных исследований по определению основных физико-технических свойств, усадка, тепловыделение, водостойкость и влагостойкость и влияние агрессивных сред на долговечность закладочных смесей.

В среднем пористость закладочных смесей составляет- 8-10 %. Плотность твердеющей закладочной смеси определяли в результате деления массы на объем стандартных образцов кубической формы с размерами грани 7x7x7 см и балочек размерами 4x4x16 см и она составила от 1710 кг/ м<sup>3</sup> до 1845 кг/м<sup>3</sup>.

Влажность твердеющей закладочной смеси составляет (28 сут.) в среднем 7-11 %.

Усадка закладочной смеси связывается с влажностным состоянием цементного камня, усадочные свойства закладочной смеси определяли на балочках размерами 4x4x16 см прибором FORM+TEST prüfsysteme (POB 1154. D-88491 Riedlingen) производства Германии. На основе результатов лабораторных испытаний, установленная зависимость усадки закладочной смеси от ее возраста показывает, что к 7 суткам твердения усадка усиливается, а 14 и 28 суткам твердения усадка замедляется и стабилизируется.

Существенное влияние на величину тепловыделения портландцемента с добавкой золы-уноса оказывает ее количество и гидравлическая активность. В наших опытах тепловыделение портландцемента уменьшается более значительно при замене 20% его с золой-уносом. Однако в сроки до 5 суток гидравлическая активность золы-уноса не оказывает существенного влияния на величину тепловыделения портландцемента с ее добавкой. В более поздние сроки это влияние становится все более заметным.

При твердении в воде и влажной среде прочность образцов на портландцементе с добавкой 20% золы-уноса непрерывно возрастает, это происходит из-за активного взаимодействия золы-уноса с  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . По сравнению контрольного образца, прочность образцов (28 сут.) на основе золы-уноса 20 % и химической добавки 2 % от массы портландцемента при твердении во влажной среде повысилась на 12 %, образцы на основе медеплавильного шлака повысились на 8 %. По сравнению контрольного образца, прочность образцов (28 сут.) на основе золы-уноса и химической добавки при твердении в воде повысилась на 14 %, образцы на основе медеплавильного шлака повысилась на 10 %.

Заметна также разность между механической прочностью образцов водного и влажного хранения. По сравнению с 28 суточным твердением, прочность на сжатие 60 суточных образцов на основе золы-уноса и химической добавки при твердении во влажной среде повысилась на 8 %, а по сравнению с 28 суточным твердением, прочность на сжатие 60 суточных образцов на основе золы-уноса и химической добавки при твердении в воде повысилась на 5 %. Результаты наших исследований показывают, что закладочные смеси на основе композитных вяжущих устойчивее против водных и влажных действий.

Соотношение прочностей при сжатии образцов, находившихся в агрессивной среде и воде, определили коэффициент стойкости  $K_C$ , характеризующий изменение прочностных характеристик вяжущего во времени. Результаты определения коэффициента стойкости образцов в сроки 28, 60 и 90 суток представлены на рис.8.

Установленный коэффициент стойкости исследованных составов закладочных смесей в различных агрессивных средах характеризует их достаточную стойкость и долговечность. Введение в состав смесей суперпластификатора «FREM C-3» позволяет также повысить стойкость закладочных смесей в агрессивных средах.

### Предел прочности на сжатие, МПа

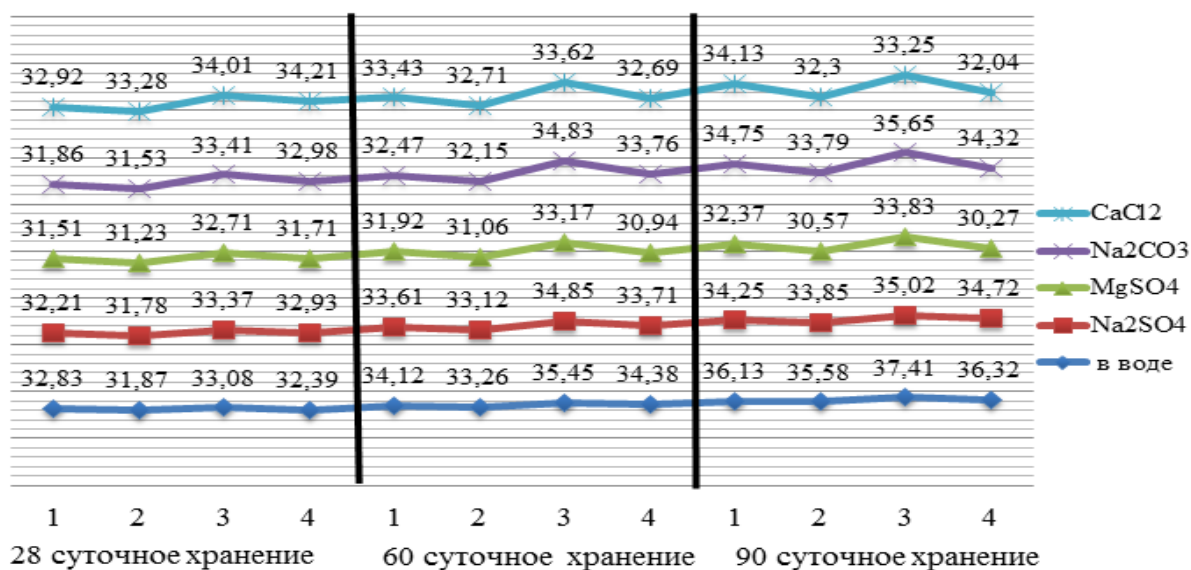


Рисунок 8. Коррозионная стойкость образцов (28, 60 и 90 суточное хранение) в различных агрессивных средах: 1-цемент-зола; 2-цемент-медеплавильный шлак; 3- цемент-зола-суперпластификатор; 4-цемент- медеплавильный шлак-суперпластификатор

В пятой главе диссертационной работы «**Опытно-производственное внедрение закладочной смеси и определение технико-экономической эффективности**» приведены результаты расчета экономической эффективности от использования закладочной смеси и результаты опытно-производственного внедрения данной смеси.

Расчет технико-экономической эффективности проводили традиционным методом. Согласно проведенным расчетам экономическая эффективность от внедрения закладочной смеси составляет- 29959 сум/м<sup>3</sup>. Данная экономическая эффективность учитывает уменьшение количества цемента, повышение прочности смеси и эффект от применения смеси в выработанном горном пространстве. Внедрение данного состава закладочной смеси на руднике «Каульды» ОАО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат», на предприятие ООО «ТО'PALANG HPD PLATINUM» и в проектно институте АО «ГИДРОПРОЕКТ» показали высокую её эффективность.

В частности на руднике «Каульды» ОАО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» при выпуске опытной партии закладочной смеси на основе промышленных отходов в объеме 200 м<sup>3</sup> достигнуты следующие результаты: за счет введения в состав смеси суперпластификатора «FREM C-3» прочность на сжатие повысилась от 1,5-5,9 МПа до 3,17-8,94 МПа, водопотребность смеси уменьшилась на 10-12 %, увеличена подвижность смеси от П1 до П5, позволило сократить расход цемента до 20 %.

При внедрении разработки на предприятии ООО «ТО'PALANG HPD PLATINUM» были получены следующие результаты: водопотребность закладочной смеси уменьшилась на 10-12 %, увеличена прочность

затвердевшей смеси на 20-25 %, увеличена подвижность смеси от П1 до П5, что позволило сократить расход цемента 15-20 %.

При внедрении разработки в проектном институте АО «ГИДРОПРОЕКТ» были получены следующие результаты: водопотребность закладочной смеси уменьшилась до 15%, увеличена прочность затвердевшей смеси на 20-25 % и позволило сэкономить цемент до 20 %.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании результатов проведенных экспериментально-теоретических исследований по докторской (PhD) диссертации «Разработка оптимальных составов, исследование физико-технических свойств, долговечности и эффективности закладочных смесей на основе отходов промышленности» были сформулированы следующие выводы:

1. Для решения поставленной задачи исследований, с целью расширения сырьевой базы для производства эффективных закладочных смесей предложено использовать: зола-унос Ново-Ангренской ТЭС, шлак Алмалыкского медеплавильного производства, отходы обработки мрамора, песок пустой горной породы и суперпластификатор «FREM С-3».

2. Растворение суперпластификатора «FREM С-3» в воде, макромолекулы этой добавки способствовали хорошую адсорбцию на частицы портландцемента, золы и шлака. Установлено, что при введении в состав смеси золы-уноса, медеплавильного шлака и суперпластификатора «FREM С-3» увеличилось число новообразований продуктов гидратации, в результате увеличилась прочность затвердевшей закладочной смеси во времени.

3. Установлено, что у закладочной смеси оптимального состава на основе «цемента-золы-суперпластификатора» формируемая матрица в затвердевшем вяжущем является более однородной. Уплотнение и упрочнение структуры обусловлено ростом кристаллической фазы и замещением водных контактов между отдельными кристалликами новообразований. Определен твердый каркас у всех образцов вяжущих сложен отдельными зёрнами золы и цемента, а также частичками отходов мрамора различной степени крупности в взаимодействии с новообразованиями.

4. Экспериментально подтверждена возможность получения композиционных вяжущих на основе золы-уноса и медеплавильного шлака. При этом процессы структурообразования обеспечивают формирование плотных и прочных контактов за счет реализации свойств всех компонентов системы не только физического, но и химического взаимодействия.

5. Математический метод планирования экспериментов выявил зависимости, связывающие прочность с количественными характеристиками компонентов закладочной смеси. На основе установленных закономерностей разработана оптимизационная модель, минимизирующая расход вяжущего и устанавливающая связь между составом и свойствами смеси. В результате ее использования предложены оптимальные составы 28 суточной прочностью от 1,79 до 8,94 МПа и плотностью 1710-1845 кг/м<sup>3</sup> для составов на «цементе-золе-

уносе-суперпластификаторе» и «цементе-медеплавильном шлаке-суперпластификаторе».

6. Выявлено влияние дозировки добавки суперпластификатора «FREM C-3» на свойства закладочной смеси, установлено рациональное содержание минерального вяжущего - 20 % и химической добавки - 2 % от массы вяжущего. В результате суперпластифицирующего действия добавки в таком количестве водопотребность закладочной смеси оптимального состава уменьшилось на 10-12 %, увеличена подвижность смеси от П1 до П5, повысилась прочность на сжатие (28 сут.) в среднем на 20-25 % в сравнении с контрольными образцами без добавки, уменьшился расход цемента из нормативной прочности закладочной смеси на 20 %.

7. Установлена зависимость усадки закладочной смеси от ее возраста то, что к 7 суткам твердения усадка усиливалась, а 14 и 28 суткам твердения усадка замедлялась и стабилизировалась.

8. Выявлено влияние золы-унос на процессы тепловыделения при твердении закладочных смесей. Уменьшилась величина тепловыделения на счет повышение количества золы-уноса и уменьшение гидравлической активности цемента. В наших опытах тепловыделение портландцемента уменьшилось более значительно при замене 20% его золой-уносом.

9. Установлено, что при твердении в воде и влажной среде прочность образцов на портландцементе с добавкой 20% золы-уноса и 2 % суперпластификатора непрерывно возрастает, это происходит из-за активного взаимодействия золы-уноса с  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Результаты наших исследований показывают, что композитные вяжущие на основе золы-уноса и медеплавильном шлаке повышает водостойкость и влажостойкость закладочных смесей.

10. Установленный коэффициент стойкости исследованных составов закладочных смесей в различных агрессивных средах характеризует их достаточную стойкость и долговечность. Введение в состав смесей суперпластификатора «FREM C-3» позволяет также повысить стойкость закладочных смесей в агрессивных средах.

11. Предложены две технологические схемы возведения искусственных массивов в горных выработанных пространствах образующейся при добыче руд с использованием закладочных смесей. Внедрение данного оптимального состава закладочной смеси на руднике «Каульды» ОАО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат», на предприятии ООО «ТО'PALANG HPD PLATINUM» и в проектном институте АО «ГИДРОПРОЕКТ» показали высокую её экономическую эффективность. По расчетам ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения составил для рудника «Каульды» ОАО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» более 1,5 млрд. сум, для предприятия АО «ГИДРОПРОЕКТ» - 304,5 млн. сум и для предприятия ООО «ТО'PALANG HPD PLATINUM» – 251,2 млн. сум (в ценах 2019 года).

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

---

**TASHKENT ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION INSTITUTE**

**RAKHIMOV SHAVKAT TURDIMUROTOVICH**

**DEVELOPMENT OF OPTIMUM COMPOSITIONS RESEARCH OF  
PHYSICAL OF TECHNICAL PROPERTIES OF LONGEVITY AND  
EFFICIENCY OF BOOK-MARK MIXTURES ON THE BASIC  
OF WASTES OF INDUSTRY**

**05.09.05 – Construction materials and production**

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

**Tashkent - 2019**

**The theme of doctor of philosophy dissertation is registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan №B2017.4.PhD/T534.**

The dissertation was conducted at the Tashkent Architecture and Construction institute.

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

**Scientific advisor:**

**Gaziyev Uchkun Abdullayevich**  
candidate of technical sciences, professor

**Official opponents:**

**Khasanov Bakhriddin Baratovich**  
doctor of technical sciences, professor

**Turgunbayev Urunbek Jamolovich**  
candidate of technical sciences, docent

**Leading organization:**

**Ferghana Polytechnic institute**

The defence of the dissertation will take place on «2» of november 2019 at 13<sup>00</sup> at the Scientific Council numbered DSc.27.06.2017.T.11.01 meeting at Tashkent Architecture and Construction Institute, Tashkent Railway Transport Engineers Institute, Samarkand State Architecture and Civil Engineering Institute and Namangan Engineering-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](mailto:devon@taqi.uz), [taqi\\_atm@edu.uz](mailto:taqi_atm@edu.uz)).

The dissertation is registered in Information-Resource Center at Tashkent Architecture and Construction Institute (registration number № 23). (The text of the dissertation is available at the Information Research Center at the following address: 100011, Tashkent, Navoi Street, 13. Phone: (99871) 244-63-30; Fax: (99871) 241-80-00, e-mail: [taqi\\_atm@edu.uz](mailto:taqi_atm@edu.uz)).

The abstract of the dissertation was circulated on «16» october 2019 year.  
(mailing report № 5 on «24» september 2019).

**Kh.A. Akramov**

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

**Kh.Kh. Kamilov**

Scientific Secretar 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 Sciences, Professor



## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of research** is to optimize the composition, study the structure formation, properties and effectiveness of filling mixtures using industrial waste, Portland cement and a superplasticizer.

**The tasks of research are:**

development of compositions, parameters of the technology for preparing and laying filling mixtures;

study of the kinetics of the effect of changes in the quantitative content of components and superplasticizer on the properties and structure formation of filling mixtures;

optimization of the composition of filling mixtures by the method of mathematical planning of experiments;

conducting production testing and determining the economic efficiency and durability of filling mixtures.

**The object of research** is filling mixtures based on waste from the mining, energy and smelting industries, Portland cement and superplasticizer.

**The scientific novelty of the dissertation research** is as follows:

the structure formation mechanism of the system “Portland cement, fly ash, sand of empty rock, superplasticizer and water” was established due to the influence of superplasticizer;

physico-mechanical properties are enhanced and the durability of filling mixtures due to the influence of superplasticizer is ensured;

a mathematical model was developed expressing the relationship between strength and the quantitative ratio of the components of the filling mixtures;

for the first time, a new composition of filling mixtures using copper-smelting slags and sand of empty rock was developed.

**The outline of the dissertation.** Based on the results of experimental and theoretical research on the doctoral (PhD) dissertation «Development of optimal compositions, research of physical and technical properties, durability and effectiveness of filling mixtures based on industrial wastes», the following conclusions were formulated:

1. To solve the research task, to expand the raw material base for the production of effective filling mixtures, it is proposed to use: fly ash of the New-Angren TPP, Almalyk smelter slag, marble processing waste, empty rock sand and FREM C-3» super softener.

2. Dissolution of the «FREM C-3» superplasticizer in water, macromolecules of this additive promoted good adsorption on particles of Portland cement, ash and slag. It was found that with the introduction of fly ash, copper smelting slag and «FREM C-3» superplasticizer into the mixture, the number of hydration products neoplasms increased, resulting in an increase in the strength of the hardened filling mixture over time.

3. It was found that in the filling mixture of the optimal composition based on “cement-ash-superplasticizer”, the formed matrix in the hardened binder is more uniform. The compaction and hardening of the structure is due to the growth of the crystalline phase and the replacement of water contacts between individual crystals of

neoplasms. A solid framework was determined for all binder samples composed of individual grains of ash and cement, as well as particles of marble waste of varying degrees of fineness in interaction with neoplasms.

4. The possibility of obtaining composite binders based on fly ash and copper smelting has been experimentally confirmed. At the same time, the processes of structure formation ensure the formation of dense and strong contacts due to the implementation of the properties of all components of the system not only of physical, but also of chemical interaction.

5. The mathematical method of planning experiments revealed dependencies that link strength with the quantitative characteristics of the components of the filling mixture. Based on the established laws, an optimization model has been developed that minimizes the consumption of a binder and establishes a relationship between the composition and properties of the mixture. As a result of its use, optimal compositions of 28 daily strengths from 1,79 to 8,94 MPa and a density of 1710-1845 kg/m<sup>3</sup> for compositions on “cement-ash-fly-superplasticizer” and “copper-smelting slag-superplastic-fixer” were proposed. .

6. The influence of the dosage of the additive “FREM C-3” superplasticizer on the properties of the filling mixture was revealed, the rational content of the mineral binder was established – 20 % and the chemical additive – 2 % by weight of the binder. As a result of the superplasticizing effect of the additive in such an amount, the water demand for the filling mixture of the optimal composition decreased by 10-12 %, the mobility of the mixture was increased from P1 to P5, the compressive strength increased (28 days) by an average of 20-25 % compared to control samples without additives, cement consumption from the standard strength of the filling mixture decreased by 20 %.

7. The dependence of the shrinkage of the filling mixture on its age was established, that by the 7th day of hardening the shrinkage intensified, and on the 14th and 28th day of hardening, the shrinkage slowed down and stabilized.

8. The influence of fly ash on the heat release during hardening of filling mixtures was revealed. The amount of heat emission decreased due to an increase in the quantity of fly ash and a decrease in the hydraulic activity of cement. In our experiments, the heat release of Portland cement decreased more significantly when 20 % was replaced with fly ash.

9. It was established that during hardening in water and a humid environment, the strength of samples on Portland cement with the addition of 20 % fly ash and 2 % superplasticizer continuously increases, this is due to the active interaction of fly ash with Ca(OH)<sub>2</sub>. The results of our research show that composite binders based on fly ash and copper-smelting slag increase the water resistance and moisture resistance of filling mixtures.

10. The established coefficient of resistance of the investigated compositions of filling mixtures in various aggressive environments characterizes their sufficient resistance and durability. The administration of the «FREM C-3» superplasticizer mixtures also makes it possible to increase the resistance of filling mixtures in aggressive environments.

11. Two technological schemes are proposed for the construction of artificial massifs in mountain mined spaces formed during ore mining using filling mixtures.

The introduction of this optimal composition of the filling mixture at the «Kauldy» mine of OJSC «Almalyk Mining and Metallurgical Combine», at LLC «TO'PALANG HPD PLATINUM» and at the JSC «GIDROPROEKT» design institute showed its high economic efficiency. According to the calculations, the expected annual economic effect from the implementation amounted to more than 1,5 billion soums for the «Kauldy» mine of OJSC «Almalyk Mining and Metallurgical Combine», 304,5 million soums for the company JSC «GIDROPROEKT» and LLC «TO'PALANG HPD PLATINUM» – 251,2 million soums (in prices of 2019).

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

**I бўлим (I часть, I part)**

1. Рахимов Ш.Т. Ресурсосберегающая технология в производстве композиционных закладочных смесей на основе отходов промышленности. Научно-технический и производственный журнал «Композиционные материалы». –ТГТУ. - ГУП «Фан ва тараккиёт». - № 3. –Ташкент. -2015. –С.68-70. (05.00.00)

2. Raximov S.T. Resource-saving technology in manufacturing of layer mixtures based on waste industry. European Science Review. -Austria. -2018. -№1-2. –P.245-248. (05.00.00)

3. Газиёв У.А., Рахимов Ш.Т. Мармар ишлаб чиқариш чиқиндиларини қурилиш материаллари сифатида ишлатиш. «Архитектура. Қурилиш. Дизайн» илмий-амалий журнали.–Тошкент.-ТАҚИ. -2018. -№3-4. -106-109 б. (05.00.00)

4. Газиёв У.А., Рахимов Ш.Т. Тоғ кон металлургия соҳасида юзага келадиган бўшлиқларни тўлдиришда ишлатиладиган тўлғазувчи қоришмаларнинг компрессион хоссалари. Фарғона Политехника институти илмий-техника журнали. -Фарғона. -2019. -ФарПТИ. -Том 23. -№3. -79-82 б. (05.00.00)

5. Газиёв У.А., Шакиров Т.Т., Рахимов Ш.Т. Саноат чиқиндилари асосидаги тўлғазувчи қоришмалар структурасининг шаклланиши. «Архитектура. Қурилиш. Дизайн» илмий-амалий журнали. –Тошкент.-ТАҚИ. - 2019. -№ 2. -242-245 б. (05.00.00)

6. Raximov S.T. Development of optimal compositions and research of a physical and technical properties of benching mixtures based on industrial waste. International Journal for Innovative Research in Multidisciplinary Field. ISSN: 2455-0620; Scientific Journal Impact factor-IF=6.497. India. Volume-5. Issue-8. Aug-2019. –P.156-159.

7. Газиёв У.А., Шакиров Т.Т., Рахимов Ш.Т. Қазиб олинган бўшлиқларни тўлдириш учун тўлғазувчи қоришма. Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлигининг ихтирога патент бериш тўғрисидаги қарори / Талабнома № IAP 20160080. - Тошкент. 09.08.2019.

**II бўлим (II часть, II part)**

8. Газиёв У.А., Рахимов Ш.Т., Шакиров Т.Т., мағ.Ашуров З. Использование отходов медеплавильного производства для закладочных смесей. «Материаллар, конструкциялар, грунтлар механикаси ва реологик мураккаб системаларнинг долзарб муаммолари» мавзусидаги халқаро илмий-техник конференция материаллари – СамДАҚИ. -Самарқанд. -19-20 апрель. - 2013. -91-94 б.

9. Газиёв У.А., Кадырова Д.Ш., Рахимов Ш.Т., Сайдуллаев А.Б. Инновационные строительные материалы из местного сырья. Сборник трудов II<sup>го</sup> научно-практического семинара с участием иностранных специалистов

«Производство энерго и ресурсосберегающих строительных материалов и изделий» - Том-1.-Ташкент. -2013. -С.83-88.

10. Газиев У.А., Рахимов Ш.Т., мағ.Ортиқов И. Ресурсосберегающая технология в получения закладочных смесей. «Архитектура ва қурилиш соҳаларида инновацион технологияларни қўллаш истиқболлари» мавзусидаги халқаро илмий-техник конференция материаллари. - Самарқанд. -27-28 май. - 2016. -165-166 б.

11. Газиев У.А., Рахимов Ш.Т., Қодирова Д.Ш. Закладочные смеси с использованием отходов Алмалыкского горно-металлургического комбината. «Инновация-2016» мавзусидаги халқаро илмий-амалий конференция материаллари туплами. –ТДТУ. -Тошкент. -26-27 октябрь. -2016. -86-87 б.

12. Газиев У.А., Рахимов Ш.Т. Отходы горнорудной промышленности для заполнения выработанного пространства. Материалы международной научно-практической конференции «Исследование в строительстве, теплогазоснабжении и энергообеспечении». -Саратов. -19-20 ноябрь. -2016. - С.87-89.

13. Газиев У.А., Рахимов Ш.Т., Садуллаев Д.Б. Закладочные смеси из отходов горнорудной промышленности для заполнения выработанного пространства. Материалы II Международной научно-практической конференции «Социально-экономическое развитие городов и регионов: градостроительство, развитие бизнеса, жизнеобеспечение города». –Волгоград. –ВолгГТУ.-3февраль. -2017. –С.433-436.

14. Газиев У.А., Шакиров Т.Т., Рахимов Ш.Т. Экологические и экономические аспекты использования отходов горно-металлургической отрасли. «Кон-металлургия мажмуаси: ютуқлар, муаммолар ва ривожлантиришнинг замонавий истиқболлари» IX халқаро илмий-техникавий анжуман материаллари.–Навои. -2017. -12-14 июнь. -276 б.

15. Газиев У.А., Шакиров Т.Т., Рахимов Ш.Т. Оптимальные составы закладочных смесей, технология приготовления и укладки. Академик Т. Ширинкулов таваллудининг 80 йиллик юбилейига бағишланган «Компьютер технологияси ва моделлаштиришга асосланган қурилиш механикасининг замонавий ҳолати ва ривожланиш истиқболлари» халқаро илмий-техник анжуман материаллари. –СамДАҚИ. –Самарқанд. -2017. - 16-17 июнь. -338-339 б.

16. Газиев У.А., Рахимов Ш.Т., Қурбонов Ф. Отходы промышленности Республики Узбекистан в производстве эффективных строительных материалов. Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития инновационного сотрудничества в научных исследованиях и системе подготовки кадров». -БухМТИ. –Бухара. - 2017. –С.117-118.

17. Газиев У.А., Рахимов Ш.Т. Современное состояние использования различных материалов в закладочных смесях. Материалы VI-международной научно-практической конференции «Современное состояние и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения». –Россия. - Саратов. -9-10 ноябрь. -2017. -С.69-72.

18. Газиев У.А., Рахимов Ш.Т. Влияние отходов промышленности на равномерность изменения объема закладочных смесях. Материалы XII-международной научно-практической конференции «Проблемы геологии и освоения недр». –Томский Политех-нический университет. –Россия. -Томск. - 2-7 апрель. -2018. -С.561-562.

19. Газиев У.А., Шакиров Т.Т., Рахимов Ш.Т. Экономическая и экологическая эффективность использования отходов промышленности в производстве строительных материалов. «Қурилишда кичик бизнес ва хусусий тадбиркорликни ривожлантириш муаммолари» илмий-амалий анжуман материаллари.–ТАҚИ. –Тошкент. -2011. -10-11 май. -88-90 б.

20. Газиев У.А., Кадырова Д.Ш., Рахимов Ш.Т., Ахрарова А. Использование отходов медеплавильного и мраморного производств в качестве микронаполнителя в вяжущее. Материалы межвузовской научно-практической конференции «Инновационные технологии в строительстве» студентов бакалавриата и магистратуры, старших научных сотрудников-соискателей. Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта. -Выпуск-8. -2013.- 30-31 май. –С.51-53.

21. Газиев У.А., Рахимов Ш.Т. Ресурсосберегающая технология в производстве закладочных смесей на основе отходов промышленности. Материалы Республиканской научно-технической конференции «Прогрессивные технологии получения композиционных материалов и изделий из них». –Ташкент. –ТГТУ. -ГУП “Фан ва тараккиёт”. -НТК “Композит нанотехнологияси”. -2015. -28-29 апрель. –С.97-99.

22. Акрамов Х.А., Газиев У.А., Рахимов Ш.Т. Разработка оптимальных составов закладочных смесей с применением отходов горно-металлургической промышленности. Материалы межвузовской научно-практической конференции «Инновационные технологии в строительстве». -Ташкент. - Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта. -Выпуск-10. -2015. –С.32-34.

23. Рахимов Ш.Т. Тоғ-кон металлургия саноатида бўш жинслар асосидаги қумлардан олинадиган тўлдирувчи қоришмалар. «Биоларни лойихалашнинг функционал асослари» Республика илмий-амалий конференция материаллари тўплами. -Тошкент. –ТАҚИ. -2015. -117-120 б.

24. Рахимов Ш.Т., студ.Умиров Ш.Э. Ресурсосберегающая технология в производстве строительных материалов. «Биоларнинг энергия самарадорлигини ошириш ва қурилиш физикасининг долзарб муаммолари» Республика илмий-техник анжумани материаллари. –Самарқанд. – СамДАҚИ. -2015. -285-287 б.

25. Газиев У.А., Рахимов Ш.Т. «Каульди» руда қонида саноат чиқиндиларидан олинадиган тўлғазувчи қоришмалар. профессор Э.У. Қосимовнинг 80 йиллик юбилейига бағишланган «Қурилиш ашёларининг тузилиши ва хоссаларини яхшилаш усуллари» илмий-амалий семинар тўплами. –Тошкент. –ТАҚИ. – 2015. -152-155 б.

26. Газиев У.А., Рахимов Ш.Т. Ресурсосберегающая технология в производстве строительных материалов из местного сырья. «Ёш олимлар

конференцияси-2016» Республика илмий-амалий анжуман материаллари тўплами.-1-қисм. –Термиз. –ТерДУ.-29-30 январь.– 2016.-24-25 б.

27. Рахимов Ш.Т., Шодмонов А.Ю. Использование различных материалов в закладочных смесях. «Иқтисодиёт тармоқлари ривожланишини таъминловчи фан, таълим ҳамда модернизациялашган энергия ва ресурстежамкор технологиялар, техника воситалари: муаммолар, ечимлар, истиқболлар» Республика илмий-техник анжуман материаллари. –Жиззах. -Жиззах Политехника институти. -15-16апрель. -2016. 264-267 б.

28. Газиёв У.А., Рахимов Ш.Т. Закладочные смеси из отходов горнорудной промышленности для заполнения выработанного пространства. «Мухандислик коммуникация тизимларини лойихалаш, қуриш ва фойдаланишнинг замонавий масалалари» илмий-техник анжуман материаллари, 2-қисм. –Тошкент. –ТАҚИ. -2017. 202-204 б.

29. Газиёв У.А., Рахимов Ш.Т. Влияние агрессивных сред на свойства закладочных смесей. «Замонавий қурилишлар, бинолар ва иншоотларнинг конструкциявий ҳамда сейсмик хавфсизлиги масалалари» Республика илмий-амалий конференция материаллари. –Наманган. – НамПИ. -11 апрель. -2017. - 59-60 б.

30. Газиёв У.А., Қодирова Д.Ш., Рахимов Ш.Т. Закладочные смеси из отходов горнорудной промышленности Узбекистана. «Замонавий қурилишлар, бинолар ва иншоотларнинг конструкциявий ҳамда сейсмик хавфсизлиги масалалари» Республика илмий-амалий конференция материаллари. -Наманган. –НамПИ. -11 апрель. -2017. -66-69 б.

31. Газиёв У.А., Шакиров Т.Т., Рахимов Ш.Т., маг.Мўминова Н. Республикадаги конларидаги бўш тоғ жинслар асосида олиндиған тўлғазувчи қоришмаларнинг таркиби ва хусусиятлари. «Шахар қурилиши ва хўжалигининг долзарб масалалари» Республика илмий-техник анжумани материаллари. –ТАҚИ. –Тошкент. -10-11 ноябрь. -2017. -3-қисм. -22-26 б.

32. Газиёв У.А., Рахимов Ш.Т., маг.Тўйчиев У. Использование отходов обработки мрамора для закладочных смесей. «Бинолар ва иншоотларнинг конструкциявий мустаҳкамлиги, ишончлиги ва сейсмик хавфсизлиги масалалари», Республика илмий-амалий конференция материаллари.– НамМҚИ.–Наманган.-27-28 апрель. -2018. -141-143 б.

33. Газиёв У.А., Рахимов Ш.Т., Шакиров Т.Т. Ресурсо и энергосберегающие технологии при заполнении выработанного пространства. «Современные проблемы и перспективы химии и химико-металлургического производств» Республика илмий-техникавий анжуман материаллари. –Навои. -Навоий Давлат кончилиқ институти. -22 ноябрь. -2018. -267-268 б.

34. Газиёв У.А., Рахимов Ш.Т. Применение шлаков медеплавильной промышленности в производстве строительных материалов. «Энергия тежамкор ва маҳаллий хомашёлар асосида қурилиш материаллари, буюмлари ва конструкцияларини ишлаб чиқаришни ривожлантириш муаммолари» Республика илмий-техникавий анжуман материаллари. –ТАҚИ. –Тошкент. - 14-15 декабрь. -2018. -176-179 б.

35. Газиёв У.А., Рахимов Ш.Т., талаба Ахмедов Ш. Компрессионные свойства закладочных смесей. «Энергия тежамкор ва маҳаллий хомашёлар

асосида қурилиш материаллари, буюмлари ва конструкцияларини ишлаб чиқаришни ривожлантириш муаммолари» Республика илмий-техникавий анжуман материаллари. –ТАҚИ. –Тошкент. -14-15 декабрь. -2018. -189-194 б.

36. Рахимов Ш.Т., Газиев У.А., Турсунов Б.А. Берилган хусусиятга эга бўлган тўлғазувчи қоришма таркибини ҳисоблаш дастури. Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлиги. Гувоҳнома № DGU 06409: ЭҲМ дастури учун муаллифлик гувоҳномаси. - №2019 0369; талабнома 01.04.2019.- Тошкент.



Автореферат «Архитектура. Қурилиш. Дизайн» илмий-амалий журнал  
таҳририятидан ўтказилди ва матнларини мослиги текширилди  
(21.09.2019й.)

Босишга рухсат этилди: 24.09.2019  
Бичими 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Рақамли босма усули. Times гарнитураси.  
Шартли босма табағи 3,5. Адади: 100. Буюртма: № 5  
«АКТИВ PRINT» МЧЖ босмаҳонасида чоп этилди.  
Босмаҳона манзили: Тошкент ш.,  
Чилонзор-25, Лутфий кўчаси, 1А-уй.