

З.К. БАБАЕВ., Ш.К. МАТЧОНОВ

**ЮҚОРИ СИФАТЛИ КЕРАМИК ҒИШТ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ
ИННОВАЦИОН ТЕХНОЛОГИЯСИНИНГ МЕТОДОЛОГИК
АСОСЛАРИ**



Урганч-2017

УДК 691.421

Бабаев Забибулла Камилович., Матчонов Шерзод Камилович

Юқори сифатли керамик ғишт ишлаб чиқариш инновацион технологиясининг методологик асослари / Монография. З.К.Бабаев., Ш.К. Матчонов. Урганч: Илм сарчашмалари. 2017. – 132 б.

Монографияда Орол бўйи регионидида сифати юқори керамик ғишт ишлаб чиқариш муаммолари ва кейинги йилларда керамик ғишт ишлаб чиқаришга оид бўлган адабиётлар таҳлил қилинган. Сифати юқори бўлган керамик ғишт ишлаб чиқаришнинг инновацион технологиясининг методологик асослари келтириб ўтилган.

Монография керамик ғишт ишлаб чиқариш корхоналари мутахассислари, талабалар ва шу соҳада илмий-тадқиқот олиб бораётган илмий ходимларга мўлжалланган.

Ушбу монография Хоразм вилояти ҳокимлиги ҳузуридаги Инновацион фаолият ва технологиялар трансфери маркази кўмагида нашр қилинди.

Монография Хоразм вилояти ҳокимлиги Илмий – техник кенгашида нашрга тавсия қилинган (2017 йил 28 ноябрь 2- сонли баённома)

Маъсул муҳаррир:
Рецензентлар:

т.ф.д. проф. М.Ж. Жуманиязов
т.ф.д. проф. Эминов А.М.
т.ф.д. проф. Рахимов Р.А.

Редактор:

МУНДАРИЖА

Кириш	5
1-бўлим. Мустаҳкамлиги юқори, кимёвий турғун керамик ғишт ишлаб чиқаришнинг муаммолари ва имкониятлари	10
1.1. Оролбўйи экологик инқирози ва уни қурилиш материаллари ишлаб чиқаришга таъсири.....	10
1.2. Керамик ғишт маҳсулотларини ишлаб чиқаришнинг бугунги ҳолати ва ривожланиш истиқболлари.....	15
1.3. Энергия ва ресурс тежамкор технологиялар асосида юқори сифатли ғишт маҳсулотларини ишлаб чиқаришга оид амалий ва назарий тадқиқотлар.....	22
1.4. Клинкер ғишт маҳсулотларининг тузилиши ва хоссалари, ишлаб чиқаришнинг ўзига хос хусусиятлари.....	30
2-бўлим. Мустаҳкамлиги юқори, кимёвий турғун керамик ғишт олиш учун масса таркибини ишлаб чиқиш	36
2.1. Илмий тадқиқот ишини олиб боришда фойдаланилган материаллар, услуб ва ўлчов асбоблари.....	36
2.2. Қумли созтупроқ асосидаги ғиштни пишириш жараёнида содир бўладиган фазалараро реакциялар ва уларга оид термодинамик ҳисоблашлар.....	41
2.3. Клинкер ғиштни пишириш жараёнининг мақбул кўрсаткичларини аниқлашда тажрибани режалаштиришнинг математик моделини яратиш.....	48
2.4. Ёрмиш кони қумли созтупроғининг кимёвий-минералогик таркиби, тузилишининг ўзига хос хусусиятлари ва физик-кимёвий хоссалари.....	50
2.5. Ғишт тошқолининг кимёвий-минералогик таркиби ва физик-механик хоссалари.....	57
2.6. Қумли созтупроқ асосида олинган боғловчининг физик-кимёвий ва механик хоссаларини ўрганиш.....	59
2.7. Ғишт массаси таркибини мақбуллаштириш	63
3-бўлим. Мустаҳкамлиги юқори, кимёвий турғун керамик ғишт олиш учун қуритиш ва пишириш режимини ишлаб чиқиш	66
3.1. Қумли созтупроқ асосидаги ғишт массасини қолиплаш жараёнининг таҳлили.....	66
3.2. Қумли созтупроқ асосида клинкер ғишт олишда энергиятежамкор технологик ишланма яратиш	69
4-бўлим. Олинган натижаларни ишлаб чиқариш корхоналарида жорий қилиш режасини ва корхона тизимини реконструкциялаш лойиҳасини ишлаб чиқиш	82
4.1. Клинкер ғишт ишлаб чиқаришнинг такомиллашган	

технологиясини ишлаб чиқиш ва ярим-саноат шароитида синовдан ўтказиш.....	82
5-бўлим. Механик мустаҳкамлиги юқори, кимёвий турғун керамик ғиштнинг синов намуналарини олиш	86
5.1. Механик мустаҳкамлиги юқори, кимёвий турғун керамик ғиштнинг синов намуналарини олиш.....	86
5.2. Механик мустаҳкамлиги юқори, шўрга чидамли ва арзон керамик ғишт олишнинг муваққат технологик регламенти.....	89
6- бўлим. Маҳаллий хом ашёлар асосида механик мустаҳкамлиги юқори, кимёвий турғун керамик ғишт намуналарини техник-иқтисодий кўрсаткичларини ҳисоби	90
6.1. Механик мустаҳкамлиги оширилган керамик ғишт ишлаб чиқаришнинг техник-иқтисодий кўрсаткичлари ҳисоби.....	90
6.1.1. Ёқилғини тежаш ҳисобига кутилаётган иқтисодий самарадорликни ҳисоблаш.....	90
6.1.2. Ғишт тошқолини янчиш билан боғлиқ ҳаражатлар.....	92
6.1.3. Қумли сотзупроқ асосида боғловчи олиш билан боғлиқ технологик ҳаражатлар.....	94
6.1.4. Кокс кукуни олиш билан боғлиқ технологик ҳаражатлар.....	95
7-бўлим. Олинган натижаларни ишлаб чиқариш миқёсида синовдан ўтказиш	96
7.1. Маҳаллий хом ашёлар асосида механик мустаҳкамлиги юқори, кимёвий турғун керамик ғишт ишлаб чиқаришда ишлаб чиқариш миқёсида синовлар.....	96
7.2. Маҳаллий хом ашёлар асосида механик мустаҳкамлиги юқори, шўрга чидамли ва арзон керамик ғишт қўллаш юзасидан тавсиялар ишлаб чиқиш.....	104
Ҳулоса.....	105
Фойдаланилган адабиётлар рўйхати.....	108
Иловалар.....	122

КИРИШ

Бугунги кунда мамлакатимизда кенг миқёс ва кўламдаги янги sanoat объектлари, турар жой бинолари, мактаб ва тиббиёт муассасалари, ижтимоий-маданий йўналишдаги объектлар, йўллар ва кўприкларни қуриш ва реконструкция қилиш ишлари амалга оширилмоқда.

Истеъмол бозорининг замонавий қурилиш материалларига бўлган эҳтиёжини қондириш мақсадида Ўзбекистон ҳукумати томонидан қурилиш материаллари ишлаб чиқаришга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Жумладан, 2005-2010 йилларда қурилиш материаллари ишлаб чиқариш sanoatини ривожлантириш дастури, 2007-2011 йилларда модернизациялаш, техник ва технологик жиҳатдан қайта янгилаш дастури, 2009-2014 йилларда энг муҳим лойиҳаларни амалга ошириш бўйича чора-тадбирлар тўғрисидаги дастур ва бошқа меъёрий ҳужжатлар қабул қилиндики, булар бугунги кунда республикаимизда қурилиш материаллари ишлаб чиқариш sanoatини ривожлантиришнинг меъёрий-ҳуқуқий жиҳатдан асосларини ташкил этади.

Ўзбекистон юқоридаги лойиҳаларни амалга оширишда қурилиш материаллари sanoati учун бой минерал - хом ашё ресурсларига эга. Ўзбекистон ҳудудида 500 дан ортиқ ғишт, цемент, керамзит хом ашёси, гипс, бетон тўлдирувчилари, қум, тош конлари топилган бўлиб, уларнинг базасида ёпишқоқ, иссиқлик сақловчи ва бостирма материаллари ишлаб чиқариш бўйича корхоналар ҳамда шиша-ойна, асбоцемент ва бошқа маҳсулотлар ишлаб чиқарувчи керамика комбинатлари ва заводлар фаолият юритмоқда.

Хом ашё захиралари бўйича Ўзбекистон Марказий Осиё минтақаси мамлакатлари орасида етакчи ўринни эгаллайди. Жумладан, ғишт ва аглопорит ишлаб чиқариш учун 215 та, цемент ишлаб чиқариш учун 37 та, турли тошлар ишлаб чиқариш учун 30 та, воллостанит ишлаб чиқариш учун 5 та, шиша ва ойна ишлаб чиқариш учун 7 та кон, асбест учун 24 та, табиий қоплама тошлар учун 93 та кон, қум-гранит аралашмалари учун 91 та кон, оқава қувурлар ишлаб

чиқариш учун 3 та, кум ва силикат буюмлари ишлаб чиқариш учун 28 та кон, керамзит хом ашёси учун 15 та, гипс ишлаб чиқариш учун эса 19 та кон қидириб топилган. Мазкур тармоқни ривожлантиришда Ўзбекистон Республикаси 1-Президентининг 2005 йил 24 мартдаги ПФ-3586 сонли "Иқтисодий ислохотларни чуқурлаштириш ва қурилиш материаллари ишлаб чиқариш саноатини ривожлантириш тўғрисида"ги фармонининг ахамияти катта бўлди. Мазкур фармонда қурилиш материаллари ишлаб чиқариш хажмлари ва ассортиментини ошириш, янги замонавий технологияларни жорий қилиш ва ўзлаштириш, қурилиш материаллари ишлаб чиқаришни рационал ҳудудий жойлаштириш кўзда тутилган бўлиб, 2005-2010 йилларда жами 120 та лойиха амалга оширилди. Бугунги кунда гипсокартон, қуруқ қурилиш қоришмалари, совуқ ва иссиқликни изоляциялаш учун пенобетон, акрил елими қўллаб санитар-техник буюмлар, вермикулит асосли изоляцияловчи материаллар, коплама тошлар, деворбоп ва том ёпиш материаллари, лак-буёқ маҳсулотлари ва бошқа янги замонавий қурилиш материаллари ишлаб чиқариш йўлга қўйилди. Айниқса, жойларда қурилиш материаллари ишлаб чиқариш бўйича янги корхоналар ташкил этилиб, қишлоқ аҳолисини арзон ва сифатли қурилиш материаллари билан қулай баҳоларда таъминлаб, турмуш шароитларини яхшилашга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Биргина 2009 йилда "Қишлоқ тараққиёти ва фаровонлиги йили" давлат дастури доирасида деворбоп, том бостириш ва суваш бўйича қурилиш материаллари ишлаб чиқаришга қаратилган 38 та йирик лойиха амалга оширилди.

Республикаимиз бўйича қурилиш ишлари хажмининг, турмуш шароитларини яхшилашга бўлган эҳтиёжларнинг ортиб бориши, аҳоли даромадларининг ошиши билан бирга, аста-секинлик билан қурилиш материаллари, биринчи навбатда, пишиқ ғиштга бўлган талаб ортиб бормоқда. Мазкур эҳтиёжларни қондириш мақсадида ўз вақтида Ўзбекистон Республикаси 1-Президентининг 2009 йил 19 июндаги ПК,-1134 сонли "Деворбоп материалларни ишлаб чиқариш ва сифатини оширишнинг қўшимча

чора-тадбирлари тўғрисида"ги қарори имзоланди. Ушбу қарорда янги, замонавий ресурстежамкор технологияларни жорий қилиш, тайёр маҳсулотлар таннархинини пасайтириш ҳисобига сифатли деворбоп қурилиш материалларини ишлаб чиқаришни йўлга қўйиш кўзда тутилган. Мазкур қарорга биноан, пишган ғишт ишлаб чиқариш янги қувватларини ташкил қилиш тўғрисидаги давлат дастурини амалга ошириш мақсадида 2009-2011 йилларда 844,2 млн.дона ғишт ишлаб чиқариш қувватига эга бўлган 175 та лойиха амалга оширилди. Бугунги кунда Республикамизда 1000 га яқин умумий қуввати 4 млрд.дона ғишт ишлаб чиқарувчи ғишт заводлари мавжуд. Ўзбекистон юқоридаги лойихаларни амалга оширишда қурилиш материаллари саноати учун бой минерал - хом ашё ресурсларига эга.

Биргина "2011 йил - кичик бизнес ва хусусий тадбиркорлик йили" давлат дастури доирасида қурилиш материалларини ишлаб чиқариш бўйича 95 та лойиха амалга оширилди. Гипсокартон плиталар, пишган ғишт, пластик ойна ва эшиклар, пластик қувурлар, алюмин профиллар, сэндвич панеллар, қоплаш материаллари ишлаб чиқариш йўлга қўйилди. Мамлакатимизда халқаро андозалар талабларига жавоб берувчи замонавий қурилиш материалларини ишлаб чиқариш бошланди ва кейинги йилларда 30 турдан ортиқ қурилиш материалларини ишлаб чиқариш ўзлаштирилди.

Мисол учун, 2011 йилда "Кнауф Гипс Бухоро" МЧЖ қўшма корхонаси томонидан "Кнауф" фирмаси технологияси бўйича йилига 20 млн.кв.метр гипсокартон буюмлари ишлаб чиқариш йўлга қўйилди. Дунёга машхур "Кнауф" немис компанияси томонидан мазкур замонавий технологияларга асосланган ва тўла автоматлаштирилган лойихани амалга ошириш учун 35 млн. евро миқдорида маблағ сарфланди. Сирдарё вилоятида "Peng-Sheng" қўшма корхонаси томонидан йилига 4,0 млн. квадрат метр замонавий керамик плиткалар ишлаб чиқариш йўлга қўйилди. Бундан ташқари, Тошкент шаҳрида "Панель пласт" қўшма корхонаси томонидан пенополистрол ва минерал крошка асосида йилига 150 минг фасад элементлари ишлаб чиқариш қувватига эга

бўлган декоратив фасад элементлари ҳисобланган колонналар, наличниклар, подоконниклар, қопламачалар ишлаб чиқариш йўлга қўйилди.

"Ўзқурилишматериаллари" АК янги турдаги қурилиш материалларини ишлаб чиқаришни ўзлаштириш бўйича аниқ чоралар амалга оширилмоқда.

Тошкент вилоятининг Юқори Чирчиқ туманида Эрон Ислом Республикасининг "EMG" (ИП ООО "Ehsan Maybod Manufacturing Group") компанияси билан йилига 2,1 млн. кв.метр керамик плита ишлаб чиқариш лойихаси, шунингдек, Тошкент шаҳрида Италиянинг "Italceramica" компанияси билан йилига 1,8 млн.кв.м керамогранит ишлаб чиқариш лойихаси, Самарканд вилоятида Россиянинг "Prime ceramics" компанияси билан йилига 2,75 млн. кв.м керамик плита ишлаб чиқариш лойихаси амалга оширилди.

Хукуматимиз томонидан қишлоқ ҳудудларида якка тартибдаги турар жойларни қуриш кўламларини кенгайтиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Қишлоқ жойларида замонавий намунавий лойихалар асосида турар жойларнинг ва қишлоқ аҳоли яшаш пунктларининг комплекс бунёд этилиши, бу қишлоқ аҳолисини турмуш фаровонлиги сифати ва даражасини юксалтириш бўйича амалга оширилаётган узок муддатли давлат дастури ҳисобланади. Объектларнинг қурилиши, асосан, жойларда ишлаб чиқарилувчи замонавий қурилиш материаллари ҳисобига таъминланади. Янги турдаги қурилиш материаллари ишлаб чиқаришни ташкил қилишда замонавий қурилиш объектлари конструктив тизимлари талабларидан келиб чиққан ҳолда, қуйидаги тамойилларга асосланиши керак: *

- эркин ва қулай режалаштириш ва ўзгартириш;
- фойдаланишнинг ишончлилиги;
- экологик хавфсизлик;
- яратиш ва фойдаланишнинг тежамлилиги;
- ишга туширишнинг технологик қулайлиги ва меҳнат сиғими камлиги;
- деворларни ташқи конструкцияларнинг иссиқлик ўтказишига юқори

қаршилиқ;

•реконструкция ва модернизациялаш шароитларига мослашувчанлик. Замонавий қурилиш материаллари экологик хавфсизлик, узоқ вақт чидамлилик, юқори иссиқлик ва товушдан сақлаш, ишлаб чиқаришнинг технологик қулайлиги ва кам энергия талаб қилиши, ишлаб чиқариш ва фойдаланишнинг оптимал қиймати каби талабларга жавоб бериши керак.

Юқорида таъкидлаб ўтилганларнинг барчаси мамлакатимизнинг янада гуллаб яшнашига, қурилиш технологияларини янги даражага кўтаришга, мамлакатимизнинг чекка ҳудудларида ҳам аҳолининг яхши шароитлари ва фаравонлиги юксалишига имкон беради.

Экологик вазияти қийин, тупроқнинг шўрланиш даражаси юқори бўлган ҳудудларда қўлланилаётган деворбоп керамик ғишт ташқи таъсирларга чидамсизлиги туфайли ўз хизмат муддатидан олдин яроқсиз ҳолга келиб қолмоқда. Бундай шароитда механик мустаҳкамлиги юқори ва кимёвий жихатдан турғун бўлган керамик ғиштлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ. Бундай самарали материаллардан бири клинкер ғишт ҳисобланади. Аммо, анъанавий усулда клинкер ғишт ишлаб чиқариш сифати юқори, пишириш ҳарорати оралиғи кенг бўлган, қийин эрувчан гил хом ашёсидан фойдаланишга асосланган. Бу тур хом ашё Республикамизда ўта тақчил бўлиб, захираси фақат айрим ҳудудлардагина мавжуд. Кейинги йилларда чет эл илмий-техник адабиёт манбаларида клинкер ғишт ишлаб чиқаришда қумли соттупроқ асосидаги композициялардан фойдаланиш самарадорлиги тўғрисидаги маълумотлар ёритилмоқда. Қумли соттупроқ захираси эса Республикамизда етарли даражада бўлиб, деярли барча ҳудудларда учрайди.

Муаллифлар Хоразм вилояти Хокимияти ҳузуридаги Инновацион фаолият ва технологиялар трансфери маркази раҳбари проф.Б.Рўзметовга ушбу монографияни тайёрлаш жараёнида билдирган қимматли маслаҳатлари учун ўз миннатдорчилигини билдиради.

1-БЎЛИМ. МУСТАХКАМЛИГИ ЮҚОРИ, КИМЁВИЙ ТУРҒУН КЕРАМИК ҒИШТ ИШЛАБ ЧИҚАРИШНИНГ МУАММОЛАРИ ВА ИМКОНияТЛАРИ

Тадқиқотлар режасини ишлаб чиқишда Оролбўйи минтақасидаги экологик вазиятдан келиб чиқиб керамик ғишт ишлаб чиқариш корхоналарининг бугунги ҳолати ва олинаётган маҳсулотларнинг қурилиш ишларида қўлланиши, табиий таъсирлар оқибатида уларни емирилиши каби омиллар ўрганилиб чиқилди. Тадқиқот режаси тубандаги бандларга эътибор қаратилган ҳолда ишлаб чиқилди:

- керамик ғишт маҳсулотлари ишлаб чиқаришнинг бугунги ҳолати ва ривожланиш истиқболларига оид маълумотлар жамлаш ва умумлаштириш;
- энергия ва ресурс тежамкор технологиялар асосида юқори сифатли ғишт маҳсулотларини ишлаб чиқаришга оид маълумотлар жамлаш ва умумлаштириш;
- клинкер ғишт маҳсулотларининг тузилиши ва хоссалари, ишлаб чиқаришнинг ўзига хос хусусиятларига оид маълумотлар жамлаш ва умумлаштириш;
- Республикамизнинг Оролбўйи минтақасидаги экологик вазиятни қурилиш материалларини емирилишига таъсирини ўрганиш.

1.1. Орол бўйи экологик инқироzi ва уни қурилиш материаллари ишлаб чиқаришга таъсири

Орол денгизининг қуриши билан регионда бир қатор муаммолар юзага келдики, унинг оқибатида жамиятнинг барча соҳаларида янгича ёндашувлар инновацион технологик ечимларни жорий қилиши талаб қилмоқда. Шундай соҳалардан бири қурилиш ва уй жойлардан фойдаланиш соҳаси бўлиб, бунда кейинги йилларда керамик ғишт асосида қурилган иншоотларнинг шўрланиш оқибатида емирилишнинг кескин кучайиб бораётганини келтириш мумкин.

Бундай салбий таъсир оқибатида биноларнинг ташқи юзаларида сувоқларнинг кўчиши, пойдевор қисмига яқин жойлардаги ғиштларнинг уваланиб тўкилиб кетиш ҳоллари кўплаб учрамоқда.

Керамик ғишт асосида қурилган, юза қисмлари кум-цемент қоришмаси асосида сувоқ қилинган бинолардан сувоқ қисмининг кўчишига сабаб бўлувчи 2 та омилни келтириш мумкин:

Орол денгизи сарҳадларидан ҳар йили 50-70 миллион тоннагача тузли-кумли бўронларининг кўтарилиши ва кейинчалик уларнинг ер сатҳига чўкишикузатилмоқда. Бунинг оқибатида тупрок, сув, бино ва иншоотларни сирт юзалари тузлар билан бойиб боради. Шу жумладан, керамик ғишт ишлаб чиқарилаётган ҳом ашё карьерлари бундан мустасно эмас. Тупрок ва сув шароитининг Орол худудидан кўтарилган чанглари билан тўйиниб бориши, улар асосида олинаётган керамик ғиштнинг ҳосса ва хусусияларини тубдан ўзгаришига сабаб бўлади.

Бундай шароитда олинаётган керамик ғишт массаси таркиби тузлар билан бойитилган бўлиб, уларни анъанавий усул билан пишириш мақсадга мувофиқ бўлмайди. Чунки масса таркибидаги тузлар тўла парчаланиши ва алюмосиликатлар ҳосил бўлиши жараёнида қатнашиши учун етарли шароит талаб қилинади. Анъанавий усулда эса бундай шароити кўзда тутилмаган.

Иккинчидан, иншоотларнинг девор юзаларини тузлар билан тўйиниши, кейинчалик намлик таъсирида туз эритмаси ҳосил бўлиши ва у билан туташ тизимларда кимёвий таъсирлашув юзага келиши ва ҳосил бўлган кимёвий агрессив моддалар сувоқ ҳамда керамик ғишт массасини емириши мумкин.

Маълумки, керамик ғишт иссиқлик таъсирида компонентларнинг ўзаро кимёвий таъсирлашиши натижасида алюмосиликатли бирикмалар ҳосил бўлган ва улар айнан маҳсулотни сифат кўрсаткичларини белгилаб беради. Пиширилаётган керамик масса таркибида барча брикмаларни ўзаро таъсирлашиб кетиши учун етарли шарт-шароит яъни температура, босим, муҳит, сувоқ фаза коцентрацияси каби омиллар бўлиши керак. Шундагина,

масса таркибидаги дегазация жараёни тўлиқ бориши ва ҳосил бўлган оксидлар алюмосиликатлар ҳосил бўлишида тўлиқ қатнашиши мумкин ва натижада мукаммал яхлит керамик масса – юқори сифатли керамик ғишт ҳосил бўлади.

Бугунги кун амалиётида керамик масса таркибида тузлар миқдорининг юқорилиги, пишириш жараёни тўла охиригача етиб бормаслиги оқибатида масса таркибида Na_2O , CaO , MgO , K_2O каби оксидлар алюмосиликатлар ҳосил бўлиши жараёнида тўлиқ қатнашмасдан эркин ҳолда қолиб кетмоқда ва кейинчалик ғиштни эксплуатация даврида юза қатламларга диффузияланиши ва намлик таъсирида кристаллогидратлар ҳосил бўлиши кузатилмоқда. 2017 йил баҳор ойларида олиб борилган кузатувларда очиқ атмосфера ҳавосида сақланган ғишт юзаларида тузли-қум бўронларидан кейин оқ доғларнинг юзага келиши кескин ортиб борди. Физик кимёвий таҳлилларга кўра улар асосан ишқорий ва ишқорий ер металлариининг сульфатли ва хлоридли тузларидан иборат эканлиги қайд қилинди.

Керамик ғишт массаси таркибида тузларнинг эркин ҳолда қолиб кетиши ва намлик таъсирида кристаллогидратларнинг ҳосил қилиши, ер ости сувларини бино конструкцияларига капилляр сўрилиши оқибатида бинонинг ер устки қисмида, айниқса фундамент ва деворнинг пастки қисмларида емирилиши жуда сезиларли даражада эканлигини кўриш мумкин.

Бино деворларининг пастки қисмдаги керамик ғишт ва сувоқ таркибида $\text{CuSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (гипс), $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (бишофит), $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (гексагидрит), $\text{NaCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (гидрогалит), $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (мирабилит) каби кристаллогидратларнинг юқорилигини аниқладик. [1] Манбада келтирилган маълумотларда бундай кристаллогидратлар бино конструкцияларида ер ости сувларининг капилляр сўрилиши натижасида ҳосил бўлишини кўрсатади. Шунингдек, [2] манбада келтирилган маълумотларга кўра, қаттиқ жисм сирт юзаси кристаллогидратлар билан контактлашишида фазалар орасида итариш кучларини юзага келиши кузатилади.

Бу эса тузлар иштирокида юзага келадиган емирилиши жараёнини

тавсифловчи муҳим омил ҳисобланади. Шунингдек, ўша манбада кристаллогидратларнинг ҳосил бўлишида юзага келадиган кристалланиш катталиқ ҳам бу жараёни тавсифловчи катталиқ эканлиги баён қилиб ўтилган. Куйидаги расмда бино девордаги тузларнинг кристалланиши натижасида содир бўлувчи емирилиш жараёнининг ўзига ҳос хусусиятлари келтирилиб ўтилган.



Расм. Бино деворларида тузларнинг кристалланишини бориши ва емирилиши оқибатлари

[3] манбада муаллифлар айрим тузларнинг эритмаларини кристалланиш натижасида юзага келадиган кристалланиш босими тўғрисида маълумот келтирилиб ўтишади. Жумладан, (МПаларда) NaCl – 0,27; Na_2CO_3 – 0,21; Na_2SO_4 – 0,44; MgSO_4 – 0,36 га тенглиги ўша манбада баён қилинган

Бино деворни юзасида ёки қатламида мавжуд бўлган курук тузларни ўзларига намликни бириктириб олишида қаттиқ фаза хажмининг ошиши ва кристалланиш босимининг юзага келиши кузатилади.

Бизнинг тадқиқотларда “керамик ғишт-сувоқ (қум-цементли қоришма)” тизимида қатламнинг бирикиш мустаҳкамлиги (адгезияси)га тузли эритмалар таъсири ўрганилиб чиқилди. Тадқиқотларимизда керамик ғишт (М100) сирт юзасига қум-цементли қоришма (М50) дан қалинлиги 5мм қилиб сувоқ қилинди. Бу намуналар Na_2SO_4 , NaCl ва Na_2CO_3 тузларининг 5 % ли эритмаларида 6 ой давомида солиб қўйилиб кейинчалик уларнинг механик мустаҳкамлигини камайиши ўрганилди. Олинган натижалар қуйидаги жадвалда келтирилган.

1-жадвал

“Керамик ғишт – сувоқ” тизимида бирикиш мустаҳкамлигича тузли эритмалар таъсирини ўрганиш натижалари.

Эритма	Механик мустаҳкамлиги МПа	Механик мустаҳкамликнинг камайиши %	Қатламнинг ажралиш тавсифи
H_2O	6,8	0	ғишт қатлами бўйлаб
5% ли Na_2SO_4 эритмаси	2,6	61,7	қоришма қатлами бўйлаб
5% ли Na_2CO_3 эритмаси	4,9	27,9	ғишт – қоришма юза қатлами бўйлаб
5% ли NaCl эритмаси	6,2	8,8	ғишт қатлами бўйлаб

Жадвалда келтирилган маълумотларни назарий жихатида қуйидагича изохлаш мумкин:

Натрий сульфат тузи эритмасининг таъсирида емирилиши оқибатида механик мустаҳкамликнинг катта миқдорда камайишига сабаб унинг тенардит кўринишидан (Na_2SO_4) мираболит ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) кўринишига ўтишида ҳажмнинг 311%га ошишидир.[4]

Бино деворларини тузли муҳитлар таъсирида емирилишини олдини олишга қаратилган тадбирлар сифатида қуйидагиларни келтириб ўтамиз:

- керамик ғиштни ишлаб чиқариш технологиясини такомиллаштириш ҳисобига масса таркибидаги тузларни тўлиқ бириктириб олган таркибан муллит, анортит ва шиша фаза миқдори юқори бўлган, зич қилиб пиширилган, маҳсулот ишлаб чиқаришни йўлга қўйиш;
- бино конструкциясида кучайтирилган шидроизоляция ишларини йўлга қўйиш;
- бино девор юзаларини даврий равишда махсус кимёвий эритмалар билан совуқ туриши ва шу каби бир қатор тадбирлар.

1.2. Керамик ғишт маҳсулотларини ишлаб чиқаришнинг бугунги ҳолати ва ривожланиш истиқболлари

Республикамизда деворбоп керамик материаллар ишлаб чиқариш қувватларини ошириш, “Қишлоқ тараққиёти ва фаровонлиги йили” Давлат дастурини бажариш юзасидан қабул қилинган қарорлар, бу масалада бир қатор вазифаларни бажаришни тақозо қилади. Буларга янги корхоналарни барпо этиш ва ишлаб турганларини модернизация қилиш, маҳсулот ишлаб чиқариш учун талаб этиладиган сарф-харажатлари камайишини ҳамда тайёр маҳсулот нархининг арзонлашувига имкон берувчи замонавий энергия тежайдиган технологияларни татбиқ қилишга эътибор бериш каби масалаларни келтириш мумкин. Сифатли деворбоп қурилиш материаллари ишлаб чиқариш ҳажмларини кўпайтириш ва уй-жойлар, айниқса, қишлоқ жойларида иморат

кураётган аҳолининг ортиб бораётган талаб-эҳтиёжини янада тўлиқроқ қондириш учун Республикамизда махсус Дастур ишлаб чиқилиб, амалда жорий қилина бошланди [1].

Илмий манбаларда деворбоп керамик ғишт ишлаб чиқаришга оид етарли даражада маълумотлар бўлиб, бунда, асосан, ғишт маҳсулоти гилсимон хом ашёларни қайта ишлаб, яримқуруқ ёки пластик усулларда қолиплаб, қуришиб, юқори ҳароратларда пишириш ҳисобига олинади [2-4].

Инсониятнинг дастлабки ишлаб чиқариш маҳсулотларидан бири бўлган керамик ғишт ишлаб чиқариш бугунги кунда ҳам тадқиқот объекти сифатида қаралмоқда ва такомиллаштирилмоқда. Ишлаб чиқарилаётган маҳсулотларнинг физик-механик, декоратив-техник, эксплуатацион хоссалари тўлалигича давлат андозалари талабларига жавоб беради деб айтиш қийин. Кейинги йилларда ғишт ишлаб чиқаришда бир қатор муаммолар пайдо бўлдики, улар жумласига сифатли хом ашё захираларининг камайиб кетиши, ғишт юзаларида “оқ доғлар” нинг пайдо бўлиши, энергия сарфиёти жиҳатидан серхаражатлилиги кабиларни келтириш мумкин. Республикамизнинг айрим ҳудудларида ишлаб чиқарилаётган керамик ғиштларнинг айрим хоссалари механик мустаҳкамлик кўрсаткичи паст, сув шимувчанлиги юқори, совуққа чидамлилиги паст, тузли ва сувли муҳитларга бардошлилиги талабга жавоб бермайди, қўллаш жараёнида юзаларида “оқ доғлар” ҳосил бўлиши билан бирга, ишлаб чиқариш тизимлари кўп энергия истеъмол қиладиган, кўп йиллар мобайнида фойдаланишда бўлган жиҳоз ва ускуналар асосида олиб борилмоқда. Айрим ишлаб чиқариш корхоналарида пишириш режими тўғри ташкил қилинмагани боис катта миқдорда ғишт тошқоллари ҳосил бўлиши кузатилмоқда. Шунингдек, ғиштнинг иссиқлик ўтказувчанлиги ҳамда вазнининг юқорилиги боис, улардан кўп қаватли уйларни қуришда фойдаланиш чегараланмоқда. Ғиштнинг сифат кўрсаткичларини сақлаган ҳолда, вазнини енгиллаштиришга, иссиқлик ўтказувчанлигини камайтиришга қаратилган илмий-амалий ишлар салмоғи камлиги сезилиб қолмоқда.

Деворбоп керамик ғишт ишлаб чиқаришда чет эл тажрибаси тўғрисидаги маълумотлар илмий-техник ва оммавий нашрларда мунтазам ёритилиб боришда. Жумладан, Л.А. Кройчук Хитой Халқ Республикасида ғишт ва черепица ишлаб чиқаришда қўлланилаётган инновацион технологияларнинг ижобий хусусиятлари борасида тўхталиб ўтган [5]. Муаллиф ушбу илмий мақоласида Хитойда ғишт ва черепица ишлаб чиқаришда қандай хом ашё ва техноген ресурслар қўлланиши, ишлаб чиқариш усуллари ва бу тур маҳсулотга бўлган талаб тўғрисида батафсил маълумот берган.

Ю.Ф. Левицкая ва бошқалар Россия давлатида керамик маҳсулотлар ишлаб чиқариш учун зарур бўлган гил тупроқлар тўғрисида маълумот берганлар [6].

Керамик ғишт ишлаб чиқаришга мўлжалланган замонавий жиҳоз ва ускуналарнинг янги авлоди ҳақида маълумот В.С. Богданов раҳбарлигидаги гуруҳ томонидан таҳлил қилинган. Бунда, асосан, керамик ғишт ишлаб чиқаришга мўлжалланган кичик ҳажмдаги цехларнинг техник иқтисодий кўрсаткичлари ва жиҳозланиши бўйича маълумотлар баён қилинган [7].

Керамик ғиштнинг сифатини яхшилашга қаратилган ишларда [8-9] маҳсулот сифатини яхшилаш, унинг қолиплаш жараёнини такомиллаштириш ва ишлаб чиқариш жараёнини автоматлаштириш ҳисобига эришиш мумкинлиги қайд этилган.

Керамик ғишт технологик хоссаларини яхшилаш ва хом ашё ресурсларни тежаш ҳамда ёқилғи энергия сарфиётини камайтириш учун А.Л. Ефимов [10] масса таркибига темир сакловчи қўшимчаларни қўшишни таклиф қилган. Унга кўра, керамик массанинг реологик хоссалари яхшиланиши бу эса ғиштни қолиплаш ва пишириш жараёнига ижобий таъсир кўрсатиши кузатилган. Таклиф қилинган ишланмага кўра, масса таркибига бу тур чиқиндини қўшиш пишириш ҳароратини 50°C га пасайтириши мумкинлиги кўрсатилиб ўтилган. Керамик ғиштнинг сифатини яхшилаш мақсадида ярим куруқ усулда қолиплаш жараёнини қўллаш, сиқилишга механик мустаҳкамлик чегараси юқори (20,0–25,0 МПа), сув шимувчанлиги (8–16%), совуққа чидамлилиги (100 циклдан кам

бўлмаган) етарли даражада бўлган керамик ғишт олиш мумкинлиги [11-12] манбаларда батафсил изоҳлаб берилган. Бу усулда маҳсулот олиш корхонада сув ресурсларини ҳамда энергия ресурсларини тежаш имконини бериши мумкинлиги қайд қилинган.

Сифатли керамик ғишт олишда янги ноанъанавий хом ашёларни қўллаш мақсадида В.В. Кузмин мергелли гиллардан фойдаланиш ҳисобига ғовакли ғишт ишлаб чиқариш ва материал таркибида анортит минералининг шаклланиши ҳисобига сифатли ғишт олишга эришиш ҳақида маълумотларни баён қилган [13].

Шунингдек, керамик ғишт сифатини яхшилаш учун масса таркибига оқава сувларни тозалашда ҳосил бўлувчи чўкмани қўшиш ҳисобига хом ашё ва энергия ресурсларининг тежалиши мумкинлиги тўғрисида натижалари [14] келтирилган.

Фасад учун мўлжалланган пардозбоп ғишт олишнинг технологияси ва жиҳозлари ҳамда техник, технологик кўрсаткичларига оид маълумотлар, шунингдек, ярим қуруқ услубни қўллаш ҳисобига декоратив хусусиятлари яхшилانган пардозбоп керамик ғишт олиш усулига оид маълумотлар [15] манбада қайд этилган.

Россиянинг Санк–Петербург шаҳри ва Ленинград вилояти ҳудудида керамик ғишт ишлаб чиқариш имкониятлари ва ушбу йўналиш истиқболлари [16] манбада баён этилган, унга кўра, янги тур хом ашёлар ва саноат чиқиндиларини қўллаш имкониятлари, кўп қаватли уйларни қуришда қўлланилаётган маҳсулотга қандай талаблар қўйилиши тўғрисида маълумотлар баён этилган.

Белоруссия Республикасида деворбоп керамик ғишт ишлаб чиқариш тизимининг шаклланишига оид маълумотлар ва соҳа олдидаги ҳал этилиши лозим бўлган муаммолар, уни ҳал этиш учун нималарга эътибор қаратиш зарурлиги тўғрисидаги ахборотлар [17] илмий асослаб берилган.

М.Ш. Хусниллин ва бошқалар ўз тадқиқотларида деворбоп материаллар

олишда гил хом ашёсини қўллаш имкониятларини ўрганиб чиқишган. Муаллифлар яримқуруқ, пластик усулларни қўллаш асосида фасадбоп ғишт олишнинг имкониятларини таҳлил этишган. Технологик жараёни олиб боришда муҳим ҳисобланувчи кўрсаткичлар тажриба натижаларига кўра аниқланган [18].

Деворбоп керамик ғишт ишлаб чиқаришдаги мавжуд муаммолар қаторига сифатли хом ашё тақчиллиги, олинаётган маҳсулотнинг сифат кўрсаткичларининг пастлиги, энергоресурслар сарфиётининг юқорилигини келтириш мумкин. Айрим корхоналарда ишлаб чиқарилаётган маҳсулотларнинг сирт юзаларида “оқ доғлар” ҳосил бўлиши оқибатида маҳсулотнинг эстетик хусусиятлари пасайиши ҳамда бу тур маҳсулотдан терилган девор юзаларига сувоқ қопламаларни бириктириш муаммолари ҳам мавжуд. Бу каби муаммоларни ечишга оид бир қатор илмий тадқиқот ишлари мавжуд. Жумладан, А.Н. Полозов ва бошқалар томонидан керамик ғишт ишлаб чиқаришда энергиятежамкор технологияни қўллаш мақсадида тунелли хумдонларни қайта таъмирлаш имкониятлари ўрганилган [19]. Шунингдек, бошқа [20] манбада тунелли хумдонларнинг янги авлоди тўғрисидаги маълумотлар таҳлил этилган.

Керамик ғиштнинг сифатини яхшилаш борасида бир гуруҳ муаллифлар гил хом ашёсини фаоллаштириш учун янги технологик тизим таклиф қилишган. Бунда гил хом ашёсига дисмембратор ва янчиш машинасида ишлов берилган. Бундай ишловдан ўтказилган хом ашёни асосий масса таркибига 10% миқдорида қўшиш ғиштнинг механик мустаҳкамлик кўрсаткичини, ташқи кўринишини ва совуққа чидамлилиқ кўрсаткичини юқори бўлишига олиб келиши қайд қилинган [21].

А.Е. Бурученко олиб борган тадқиқот ишида $K_2O-Al_2O_3-SiO_2$ тизимини қурилиш керамикаси буюмлари олишда қўллаш имкониятлари баён қилинган. Унга асосан, айрим саноат чиқиндиларини иккиламчи хом ашё сифатида қўллаш энергия ва ресурсларни тежаш имконини бериши қайд қилинган [22].

Бошқа бир тадқиқот ишида таркибида СаО миқдори юқори бўлган (19% дан юқори) кул ва микрокремнеземни қўллаб, самарали деворбоп керамика олиш усули баён қилинган. Олинадиган маҳсулотнинг хоссаларини ўзгартириш учун масса таркибига алюминий ишлаб чиқариш саноати чиқиндиси – таркибида фтор сақловчи чиқиндидан 10–15% киритиш тавсия қилинган. Олинган маҳсулотларнинг зичлиги $1300\text{--}1500\text{кг/м}^3$, сиқилишга чидамлилиги 14–20МПа, совуққа чидамлилиги 75 цикл, иссиқлик ўтказиш коэффиценти 0, $313\text{Вт/}(\text{м}^\circ\text{С})$ эканлиги қайд қилинган [23]. Аммо бунда масаланинг экологик томонларига эътибор қаратилмаган.

Пластиклик хусусияти кам бўлган масса таркибини такомиллаштириш ҳисобига олинадиган маҳсулотнинг сифат кўрсаткичларини ошириш мақсадида [24] манба муаллифлари масса таркибига 30% осон суюқланувчи пластик гилтупроқдан қўшишни тавсия қилишган. Бунинг эвазига эса керамик ғиштнинг барча фойдаланиш хоссалари яхшиланганлиги қайд қилинган.

Ю.В. Смирнов томонидан керамик ғиштнинг сифати ва ишлаб чиқариш тизимини такомиллаштириш юзасидан фикр билдирилиб, маҳсулот сифатига таъсир қилувчи бир қатор омиллар таҳлил этилган [25]. Бу омиллар қаторига хом ашё сифати ва уни захирасининг техник ва геологик ўрганилганлиги, ишлаб чиқаришнинг технологик регламентининг мураккаблиги, қўлланилаётган жиҳоз ва қурилмаларнинг фойдаланиш даражаси, ишчи-хизматчиларнинг малака-кўникмалари кабилар киритилган.

В.А. Кондратенко ва бошқалар томонидан олиб борилган тадқиқот ишида керамик ғиштни саноат ва индивидуал қурилишда қўллашга оид тавсиялар берилган бўлиб, унинг иссиқлик ўтказувчанлик, совуққа чидамлилик хоссалари ҳамда уларни яхшилашга оид маълумотлар баён қилинган [26].

Бандихан захирасида жойлашган монтмориллонит – гидрослюдали аргиллитга хос гилтупроқлар асосида тайёрланган масса таркибига шиша кукуни ва флюорит жинсини флотация қилишда ҳосил бўлувчи чиқиндини қўшиб, сирт юзалари силлиқ, юқори механик мустаҳкамликка эга ва ҳарорат

таъсирига чидамлилиги юқори бўлган ғишт олишга эришилганлиги [27] манбада баён қилинган.

Украиналик олимлар Б.М. Даценко ва бошқалар тажрибасида фасадбоп керамик ғишт ишлаб чиқаришда суюқланма усулини қўллаб, массага ишлов бериш технологиясини таклиф қилганлар ва Полтава вилояти Будищанск қурилиш материаллари корхонасида суглинка асосида фасадбоп керамик ғишт ишлаб чиқариш технологияси ишлаб чиқариш жараёнига татбиқ этилган [28].

Манбада [29] Германияда керамик ғишт ва черепица ишлаб чиқаришнинг янги истиқболлари тўғрисида маълумотлар келтирилган. Унда ишлаб чиқаришни йириклаштириш ва автоматлаштириш, ишлов бериш жиҳозларини такомиллаштириш, энергия сарфиётларини камайтиришга оид таклифлар берилган.

Деворбоп материаллар олиш тажрибасида кейинги йилларда кўпроқ эътибор ғовакли ғиштлар ишлаб чиқаришга қаратилган бўлиб, бунда бир вақтнинг ўзида иккита вазифани ечиш кўзда тутилади: пишувчанлик хусусиятини яхшилаш, бу, ўз навбатида, механик мустаҳкамлик чегарасининг ошишига, иккинчидан, ғовакликни ошириш, бу эса ҳажмий массани ва мустаҳкамликнинг камайишига олиб келади, натижада ғиштларни теришда уларнинг ўзаро бирикишини таъминлайди.

Республикамизда механик мустаҳкамлик чегараси юқори эстетик хусусиятлари яхшиланган, кимёвий турғун ғишт ишлаб чиқариш имкониятлари юқоридир. Жумладан, Республикамиз худудида ғишт ишлаб чиқаришга яроқли бўлган хом ашё захиралари жуда кўп бўлиб, улар билан бир қаторда техноген хом ашёлар [30] сув омборлари ил ётқизикларидан [31], созтупроқ [27] ва қумли созтупроқдан фойдаланиш мақсадга мувофиқ. Ғишт юзаларида “оқ доғлар” ни ҳосил бўлишини олдини олишда ғиштни пишириш режимини тўғри танлаш ва қайтарувчилардан фойдаланиш ижобий самара бериши мумкин.

1.3. Энергия ва ресурс тежамкор технологиялар асосида юқори сифатли ғишт маҳсулотларини ишлаб чиқаришга оид амалий ва назарий тадқиқотлар

Энергия ва ресурсларни тежашга қаратилган технологик ишланмаларни ишлаб чиқиш бугунги кундаги дунё амалиётида олиб борилаётган илмий ва амалий тадқиқотлар ичида устувор йўналишлардан бири ҳисобланади.

Керамик ғишт ишлаб чиқаришнинг ресурс тежамкорлиги анъанавий хом ашёларни ноанъанавий хом ашёлар билан алмаштириш билан баҳоланмоқда. Бунда, асосан ноанъанавий хом ашёлар сифатида техноген хом ашёлардан фойдаланишга катта эътибор билан қаралмоқда. Жумладан, В.В. Инчик ва бошқалар томонидан эълон қилинган ишда керамик ғишт олишда ресурсларни тежаш мақсадида янги таркиб ишлаб чиқилган. Ишлаб чиқилган масса таркиби куйидаги компонентларни ўз ичига олади (масс, %): гилтупроқ - 83,0–87,0; кўмир - 2,5–3,5; ёғоч қипиғи - 4,0–5,0; нефт қудуқларини бурғулашда ҳосил бўлувчи таркибида барит сақловчи чиқиндидан - 4,0–5,0; пўлат эритишда ҳосил бўлувчи чиқинди - 4,0–5,0. Бу таркиб асосида олинган керамик ғиштлар юзаларида “оқ доғлар”нинг ҳосил бўлмаслиги кўрсатилиб ўтилиб, турли рангларда олинган маҳсулотлар ўзларининг физик-механик кўрсаткичларининг юқорилиги билан бошқаларидан фарқ қилиши қайд этилган [32].

Ресурс ва энергиятежамкор технологияларни қўллаш ҳисобига сифатли керамик ғишт олишда уни пишириш жараёнида масса таркибига углерод сақловчи бирикмаларни, иссиқлик электр станциялари куллари, металлургия тошқолларини қўшиш ёки пишириш жараёнида буғдан фойдаланиш ёхуд оксидловчи-қайтарувчи муҳитларни ҳосил қилиш орқали эришиш мумкинлиги манбаларда [33-37] баён қилинган.

Осон суюқланувчи қумли соттупроқлар асосида керамик маҳсулотлар олишда масса таркибига ғишт шакли ўлчамларини ўзгаришини камайтирувчи қўшимчаларни қўшиш ҳисобига пишириш ҳарорати оралиғини кенгайтириш

мумкин. Бу ҳақда [38] манбада маълумот баён этилган, унга кўра, пишириш ҳарорат оралиқ қийматини кенгайтириш учун масса таркибига техноген чиқинди – ишқорли бирикмалар кўп бўлган каолинларни қўшиш мумкинлиги қайд қилинган.

Шунингдек, ресурстежамкорлик мақсадида муаллифлар керамик ғишт массаси таркибига 2,0–20% миқдорида электрофарфор ишлаб чиқаришда ҳосил бўлган чиқиндиларни майдалаб қўшишни тавсия қилишган. Бунинг ҳисобига олинаётган маҳсулотнинг сув шимувчанлик кўрсаткичининг камайиши, механик мустаҳкамлик чегарасини ошиши тўғрисидаги маълумотлар қайд қилинган. Муаллифлар таклиф қилган технологик ечим асосида сиқилишдаги мустаҳкамлик чегараси 13,0–22,1 МПа, ҳажмий оғирлиги 1794–1809 кг/м³, сув шимувчанлиги 8,1–13,5% га тенг бўлган сирт юзаларида “оқ доғлар” бўлмаган керамик ғишт олиш мумкинлиги аниқланган [39].

Ғишт ишлаб чиқаришда ноъанавий хом ашёлардан фойдаланиш, унумдор ва ҳосилдор тупроқларнинг тежалишига олиб келиши мумкинлиги тўғрисида маълумотлар бир қатор манбаларда баён этилган. Жумладан, анъанавий хом ашёларни тежашга оид бир қатор илмий ишлар мавжуд бўлиб, уларда нафақат саноат чиқиндилари, балки сув омборлари илларида фойдаланиш мумкинлиги қайд қилинган. Ил ётқизиғига 330°C ҳароратда ишлов бериб намлиги 4–12%ли бўлган керамик масса тайёрлаш ва уни қолиплаш ҳисобига сифатли ғишт олиш мумкинлиги тўғрисида маълумот баён этилган [40].

З.Х. Қодирова, З.М. Қурязов ва бошқалар томонидан олиб борилган бир қатор илмий-тадқиқот ишларида Ўзбекистонда жойлашган Пачкамар, Каттақўрғон, Чимқўрғон каби сув омборлари иллари асосида юқори сифатли керамик ғишт олиш мумкинлиги тўғрисида илмий жиҳатдан асосланган маълумотлар чоп этилган. Физик-кимёвий тадқиқотларни комплекс усулларида фойдаланиб, муаллифлар ил ётқизиғининг барча хосса ва хусусиятларини ўрганганлар ва илк бор ғишт олишда бу тур хом ашёдан

фойдаланишнинг истиқболини белгилаб берганлар. Таклиф қилинган технологиянинг яна бир афзаллиги иллардан фойдаланиш ҳисобига сув омбори сиғимининг дастлабки кўрсаткичини ўзгармаслиги ва хом ашё ресурсларидан фойдаланишнинг ресурс тежамкорлигидир [41].

Айрим муаллифлар фикрига кўра, гил тупроқ таркибида карбонатли жинслар миқдорининг юқори бўлиши сифатли ғишт олиш имкониятини чегаралаб қўяди [2,4,16]. Шундай бўлса-да, карбонатли минералларга бой бўлган масса асосида сифатли ғишт олиш мумкинлиги [42] манбада баён этилган. Таркибида карбонатли жинслари бўлган гил хом ашёлари асосида сифати талабга жавоб берувчи керамик ғишт олиш мумкинлиги қайд қилинган. Совуққа чидамлилиқ кўрсаткичини ошириш, технологик хоссаларини яхшилаш учун масса таркибига махсус усулларни қўллаб, тайёрланган органик қўшимчани 0,5–1,5% миқдорида киритиш тавсия қилинади. Олинган маҳсулотларнинг совуққа чидамлилиги 25–35 цикл, сиқилишга механик мустаҳкамлик чегараси 31–33МПа [43].

А.А. Мадоян ва бошқалар томонидан эълон қилинган патентда керамик масса таркибига кристалл формадаги СаО сақловчи оҳактошли қуйқа (шлам) қўшилган. Бунда керамик масса таркиби 20–30% оҳактошли шлам, 10–15% гилли сланец; 2–3% кўмир ва 52–68% гил тупроқдан иборат бўлган [44]. Бунинг натижасида ресурс тежалиши билан бирга бирлик маҳсулот ишлаб чиқариш учун энергия сарфиёти камайган ва сифатли маҳсулот олишга эришилган.

Бошқа бир илмий ишда керамик ғишт ишлаб чиқаришда энергия ресурсларининг сарфиётини камайтириш мақсадида муаллифлар ғишт массаси таркибига оксил ишлаб чиқаришда ҳосил бўлувчи чиқиндиларни қўшишни таклиф қилганлар. Бу эса, ўз навбатида, ёқилғи ресурсларининг тежалишига имкон бериши мумкинлиги қайд этилган [45].

Бошқа бир манбада [46] иллар ва майда дисперс шиша кукуни асосида тайёрланган тажриба намуналаридан керамик ғишт олиш борасида илмий изланишлар олиб борилган. Шиша кукунини керамик ғишт таркибига хом

ашёси сифатида қўшиш сув шимувчанлиги 6% дан кам бўлган материал олиш мумкинлигини кўрсатган ва пишириш ҳарорати оралиқларини узайтириш имкониятлари мавжудлиги борасида маълумотлар баён этилган.

Муаллифлар [47] қуритиш жараёнида ярим маҳсулот юзаларида ёриқчаларнинг пайдо бўлишини олдини олиш, пишириш ҳароратини камайтириш ва таннархини арзонлаштириш мақсадида масса таркибига 5–20% ишлатилган бентонитли пармалаш қоришмасидан қўшишни тавсия этганлар. Натижада 830–860°C ҳароратда пишириб олинган маҳсулот юзаларида ёриқчаларнинг камлиги, сиқилишдаги механик мустаҳкамлик чегараси 31,5–18,3 МПа, сув шимувчанлиги 13,7–16,5%, ҳавода ўлчамларининг ўзгариши 7,1–1,5% га тенг бўлган маҳсулот олишга эришилган. Бошқа манбада ресурс ва энергия сарфиётини камайтириш учун бентонит гили, фосфор тошқоли ва сода сульфат аралашмасидан тайёрланган масса асосида қуритиш вақти қисқартирилган, физик-механик хоссалари яхшиланган керамик ғишт олиш мумкинлиги тўғрисида маълумот берилган [48].

Керамик ғишт ишлаб чиқаришда ресурсларни тежаган ҳолда, сиқилишдаги мустаҳкамлик чегарасини оширишга қаратилган бир қатор тажрибаларда керамик масса таркибига металлургия саноати тошқолларини 60–70% [49], кўмир кукуни (2–5%) қўшиш самара бериши [50] ва уни қуритиш тўғрисида фикр билдирилган [51].

Ю.А. Щепочкина томонидан эълон қилинган манбада энергоресурсларни тежашда энергетик қувватга эга бўлган ва таркибида углерод сақловчи чиқиндилар – ёғоч қипиғи ва пиво ишлаб чиқариш корхонаси чиқиндиси асосида юқори сифатли керамик ғишт олиш мумкинлиги қайд қилинган бўлиб, совуққа чидамлигиги 50 цикл, мустаҳкамлигига 20,4–26,4 МПа, пиширишнинг энг юқори ҳарорати 1000°C бўлган ғишт олиш мумкинлиги баён этилган [52].

Шунингдек, Ф.А. Мингулова керамик ғишт олишда рангли металлургия саноати чиқиндиларидан, жумладан, таркибида кўрғошин оксиди бор чиқиндини масса таркибига қўшиб, сифатли керамик ғишт олиш борасида

илмий изланишлар олиб борган ва ижобий натижаларга эришган [30].

Таркибида ғоваклар бор қурилиш ғишти ишлаб чиқариш учун капролактама ишлаб чиқаришда ҳосил бўлувчи чиқиндини қўллаш мумкинлигини К.М. Сабиров ва Х.Н. Нуриевлар лаборатория шароитида синовдан ўтказганлар [53].

Ресурс ва энергиятежамкор технологиялар асосида деворбоп керамик ғишт олиш борсидаги назарий тадқиқотларга ҳам катта эътибор қаратилган. Жумладан, [54] иш муаллифлаининг фикларига кўра, керамик ғишт маҳсулотларнинг сифат кўрсаткичлари асосан, уларни пишириш жараёнида шаклланади, чунки ғиштнинг сифат кўрсаткичлари унинг массаси таркибидаги компонентларнинг ўзаро тўла кимёвий таъсирлашуви ва янги турдаги бирикмаларнинг ҳосил бўлиши билан белгиланади. Иссиқлик ғишт массасига иккита босқичда - қуритиш ва пишириш жараёнларида таъсир кўрсатади. Ғишт массасини қуритиш диффузион жараён ҳисобланиб, бунда диффузия иккита фаза–суюқлик ва қаттиқ жисм ўртасида бориб, ҳаракат марказдан ташқи юза қисмларга томон йўналган бўлади. Диффузион жараённинг боришида фазалараро юзада оралик чегара қатлам ҳосил бўлади. Бундай тизимларда диффузиянинг бориши учун фазалараро таъсирлашиш юзасини ошириш ва намлик-ҳарорат градиентини тўғри йўналтириш зарур. Фазалараро тўқнашиш ва кимёвий таъсирлашиш юзасини ошириш учун эса дастлабки компонентларнинг майдалик даражасини ошириш, суюқ фазада қаттиқ фазани бир текис тенг қилиб тақсимлаш муҳим роль ўйнайди [55]. Ғишт массасида намликнинг кўчиши бир қанча омилларнинг таъсирида содир бўлади ва нам ўтказувчанлик коэффиценти билан тавсифланиб, тезлиги Фурье тенгламаси билан ифода қилинади [56]. Қуритиш жараёнида маҳсулот марказидан юза қатламга намликнинг ҳаракатланиш тезлигини тўғри танламаслик натижасида ғишт массаси қатламларида ғовакликлар, юза қатламларида ёриқчалар пайдо бўлиши мумкин. Қуритиш жараёнида маҳсулот сифат кўрсаткичларини яхшилаш учун, баъзи муаллиларнинг таъкидлашларича [57,58], ғишт массаси таркибига махсус қўшимчалар ва электролитлар, сирт фаол моддаларни

киритиш [59], қиздириш жараёнида буғдан фойдаланиш [60] каби технологик усулларни қўллаш яхши самара беради. Маҳсулотнинг сифат кўрсаткичлари пишириш жараёни билан чамбарчас боғлиқ ва у пиширишнинг дастлабки босқичи қуритиш жараёнининг мантиқий давоми бўлиб, бунда маҳсулот таркибида қолган механик боғланган намлик бутунлай буғлананиб кетади ва кейинчалик юқори ҳароратда қиздириш жараёни кечиб, бунда ҳам масса таркибидаги кимёвий боғланган сувнинг батамом ажралиб чиқиши кузатилади. Шу билан бирга бундай ҳолларда, ғишт массаси сирт юзаларида сунъий ёриқларнинг ҳосил бўлиши кузатилиши мумкин. Пишириш жараёнида масса таркибида бир қатор физик-кимёвий ўзгаришлар боради ва бунга оид маълумотлар айрим манбаларда батафсил баён этилган [61,62].

Кейинги йилларда энергоресурсларни тежаш ва маҳсулотнинг сифат кўрсаткичларини яхшилаш мақсадида ғишт массасига таркибида углерод сақловчи моддаларни қўшиш борасида бир қатор илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Бунда асосан масса таркибига ёғоч қипиғи, кўмир ва кўмир сақловчи чиқиндиларни [63] киритиш русум бўлиб келмоқда.

Д.И. Швайка ва бошқалар томонидан керамик буюмларни ишлаб чиқаришда энергия тежовчи технологияларга оид маълумотлар баён қилиниб, унда асосан ғиштни пишириш режимини такомиллаштиришга қаратилган ишланмалар баён қилинган [64].

Керамик ғиштнинг физик-техник хоссаларини тавсифловчи муҳим омиллардан бири уларнинг тузилишида шаклланадиган ғоваклар бўлиб, бунда керамик буюмларнинг ғоваклиги ва қаттиқ заррачаларнинг жойлашиши ҳамда уларнинг ўзаро нисбатидан келиб чиқади [65]. Сифатли маҳсулотлар олишда гил тупроқ асосида олинаётган керамик буюмларни пишириш жараёнида ҳосил бўлаётган ғовакларга алоҳида эътибор билан қараш зарур. Қаттиқ жисмлар ғоваклигини ўрганишга қаратилган бир қатор илмий-тадқиқот ишлари мавжуд бўлиб, уларда керамик моддаларни пишириш жараёни механизми етарли даражада ёритилмаган.

Е.С. Абдрахимов фикрига кўра, ғиштда ҳосил бўлувчи ғовакларни ягона тизимда синфлаш бир қатор қийинчиликларни келтириб чиқаради. Муаллифлар Россиянинг Самара вилоятида осон суюқланувчи гиллар асосида олинаётган керамик ғиштларнинг ғовакликларини таҳлил этганлар. Олиб борилган тадқиқотлар натижаларига кўра, осон суюқланувчи гилларни 800°C ҳароратгача қиздиришда маҳсулот ички тузилишида шаклланиувчи очик ғоваклар кам микдорда, аниқроғи 28–30% гача ҳосил бўлади. Пишириш ҳароратини 950°C гача кўтариш масса таркибида унчалик чуқур ўзгаришларга олиб келмайди. $950\text{--}1050^{\circ}\text{C}$ оралиқларида массага ишлов берилганда, жараён сапалакнинг зичлашиши ҳамда ёпиқ ғовакларнинг ҳосил бўлиш, очик ғовакларнинг эса камайиши (8–12% га) билан кечади. Олинган намуналарни микроскоп остида таҳлил қилиш нур синдириш кўрсаткичлари $N\ 1,50\text{--}1,54$ га тенг бўлган рангсиз, сарғиш ва қўнғир рангдаги шишаларнинг ҳосил бўлишини кўрсатган. Деворбоп ва кислотабардош керамик буюмлар тузилишида ўлчамлари $10^{-6}\text{--}10^{-7}$ м бўлган ғовакларни шаклланиши хавфли ҳисобланади. 10^{-7} м дан кичик бўлган ғоваклар унча хавфли ҳисобланмайди, сабаби уларда сув йиғилмайди. Муаллифларининг фикрига кўра, $10^{-4}\text{--}10^{-5}$ м ўлчамдаги ғоваклар захира гуруҳга ажралган. Захира ғоваклар ичига сув йиғилиши жараёнида сувнинг ҳажмий кенгайишига имкон бўлади ва сезиларли даражада бўлмаган гидростатик босимнинг ҳосил бўлиши кузатилади [66–67].

Керамик буюмларда ғовакларнинг ўлчамлари бўйича тақсимланишини ўрганишда техник адабиётларда баён этилган ўлчамларни аниқлашга имкон берувчи симобни сингдириш усулини келтириш мумкин. Бу усулга биноан, ғоваклар ичига симобни йиғилиши жараёнида, яъни тўлдирилиш жараёнида капилляр қаршиликлари енгил учун сарф бўладиган босим қиймати аниқланади [68].

Ғиштни пишириш жараёни олиб боришда, масса таркибида суюқ фазани ҳосил қилиш ва бу фаза қаттиқ заррачалар атрофида ёйилиб уларни ўзаро бири-бири билан боғлаб цементланган тизимларни ҳосил қилиши маҳсулот сифатини

яхшилашга олиб келиши, энергия ва ресурсларни тежашда ҳамда маҳсулот сифатини яхшилашда пишириш жараёнини таҳлил қилиш жуда ҳам муҳим ўрин тутишдан гувоҳлик беради.

Бу масалага бағишланган илмий изланишларда кўрсатилишича [69], керамик массаларни пиширишда суёқ фазани реакцияга киришиш ҳолатига таъсир кўрсатувчи бирикмалар сифатида хом ашё таркибига ишқорий - ер металлари ва темир оксидлари киритилиши мақсадга мувофиқлиги тўғрисида сўз юритилади. Суёқ фаза иштирокида куйдириш жараёни куйидаги босқичларда кечади деб фараз қилиш мумкин: дастлабки босқичда суёқ фаза қаттиқ заррачаларни ўзаро бириктиради, натижада қалинлиги 10 Å атрофида бўлган суёқ фазали қатлам қаттиқ заррачаларни ўраб олади, бу эса, ўз навбатида заррачаларнинг ўзаро бирикиши юзаларда кечадиган кимёвий реакция ҳисобига ва Янги ҳосилаларнинг бир-бири билан боғланишига сабаб бўлади [70]. Ўша муаллифлар томонидан олиб борилган бошқа бир тадқиқот ишида рангли металлургия саноати чиқиндиларини керамик масса таркибига киритишда содир бўладиган фазавий ўзгаришлар баён этилган бўлиб, техноген хом ашёни масса таркибига киритиш ҳисобига табиий хом ашё ва энергия ресурс ларини тежаш имкони мавжудлиги қайд қилинган [71]. Ҳароратнинг кўтарилиши суёқ фаза миқдорининг ошишига, шаклланган массанинг эса ўлчамларини ўзгаришига ва ҳажмий киришишига олиб келади. Бунда суёқ фазанинг сирт юзасида сирт таранглик кучларининг таъсири ҳисобига қаттиқ фаза заррачаларининг суёқ фазани ички қатламларига тортилиши кузатилади [72]. Осон суёқланувчан гиллар асосида олинаётган массани 1150–1250°C ҳароратларда куйдириш суёқ фазанинг 55–65% миқдорда ҳосил бўлишига, очиқ ғоваклар миқдорининг кўпайишига [73] ва кислотага чидамли маҳсулотлар олишда чиқиндилардан фойдаланиш ҳисобига ресурсларни тежалишига олиб келиши қайд этилган [74].

Керамик буюмларни олишда содир бўладиган фазавий ва кимёвий ўзгаришлар мураккаблиги, иссиқлик-физик хоссаларига оид ишончли

маълумотларнинг камлиги ва улар қийматининг куйдириш жараёнида ўзгариши, куйдиришда содир бўладиган иссиқлик алмашинувига оид тушунчаларнинг етарли даражада бўлмаслиги куйдириш жараёнининг мақбул шароитини танлаш учун қулай имкон бермайди. Керамик буюмларни олишда асосий омилларидан бири–бу уларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги бўлиб, бу кўрсаткични аниқлашга оид услублар ҳақида техник адабиётларда маълумотлар жуда кам. Шу боис амалиётда ушбу масалани ҳал этишда тажриба усулларида фойдаланиш тавсия қилинади [75].

Маҳсулот қатламлари ғовакларида ҳосил бўлган газлар керамик буюм юзаларида ёриқчаларнинг ҳосил бўлишига, баъзан эса буюм қатламларида кичик “портлашлар” содир бўлишига олиб келади [76].

Кремнеземли керамик буюмлар олишда массани пишириш жараёнида иссиқлик оқимини ҳаракатланишини ўрганиш ҳисобига жараёнда энергия ресурсларини тежаш имконияти мажудлиги адабий манбалардан маълум [77-79]. Керамик ғишт сифатини яхшилаш ҳисобига ресурс тежашга эришиш мумкинлиги учун масса таркибига сирт фаол моддаларни қўшиш ва бу мақсадлар учун биопласт қўшимча ишлатиш самарали эканлиги тўғрисида тавсиялар ҳам берилган [80].

1.4. Клинкер ғишт маҳсулотларининг тузилиши ва хоссалари, ишлаб чиқаришнинг ўзига хос хусусиятлари

Клинкер ғишт ишлаб чиқариш узоқ тарихга эга бўлиб, даставвал, Голландияда йўлга қўйилган бўлиб, голланд тилидан “klink” сўзи “тиник садо” маъносини англатади. Кўпчилик тадқиқотчилар эътироф этганларидек, клинкер ғишт ранглариининг сержилолиги, кимёвий турғунлиги, механик мустаҳкамлик чегараси ва совуққа чидамлилики кўрсаткичларининг ҳамда эстетик хоссаларининг юқорилиги билан бошқа турдош қурилиш материалларидан кескин фарқ қилади. Бу хусусиятлари уни бино ва иншоотларнинг сирт деворларини қоплашда, йўлаклар, майдончалар, паррандачилик ва чорвачилик

комплекслари полларини, сувдан ҳимояловчи иншоотларни қуришда ишлатилишини ва кимёвий муҳит таъсирига чидамли қоплама материаллар олиш учун ишлатишга имкон беради [2, 59]. Анъанавий усулда клинкер ғишт пластик ёки ярим қуруқ усулда қолиплаш, қуритиш ва 1150°C–1240°C ҳарорат оралиқларида қуйдириш ҳисобига олинади, хом ашё сифатида юқори сифатли, пишириш ҳарорати оралиғи кенг қийин эрувчи гиллар қўлланилади. Бу хом ашёлар кўпчилик ҳудудларда, шу жумладан Ўзбекистонда ҳам тақчил ҳисобланади. Айрим манбаларда бу тур хомашёлар билан биргаликда, саноат чиқиндиларини қўллаш мумкинлиги тўғрисида маълумотлар таҳлил этилиб, улар асосида клинкер ғишт олиш имкониятлари баён қилинган [81-92]. Кейинги пайтларда хом ашё сифатида аргиллитлар, қуйдириш натижасида қизил рангли сапалак ҳосил қилувчи гиллар, қумли созтупроқлар, сланецлар, фойдали қазилмалар олиш карьерларининг юза қисмларидан олинган жинслардан фойдаланиш устида кен миқёсда илмий изланишлар олиб борилмоқда [94]. Бу тур хом ашёларнинг айрим ўзига хос хусусиятлари сифатида пишириш ҳарорат оралиғининг қисқалиги (тахминан 50°C), 950-1050°C ҳарорат оралиғида кимёвий реакцияга киришиш хусусиятининг юқорилиги кабиларни келтириш мумкин. Бундай ҳолат юқорида келтирилган хом ашёлар таркибида титан ва темир оксидлари, кальций ва магнийнинг карбонатли ва сульфатли тузлари мавжудлиги таъсири ҳисобига деб баҳоланади [96]. Ҳарорат 900°C дан юқори бўлганда бу хом ашё таркибида суюқ фаза миқдорининг кескин ортиши натижасида олинаётган маҳсулотнинг ўлчамлари ва шакли ўзгариб, бир-бирига ёпишиб, суюқ лава кўринишида оқиб, ғишт тошқоли деб номланувчи чиқинди ҳосил қилади. Шу туфайлидан, бундай хом ашёлардан маҳсулот олишда керамик масса таркибига қийин эрувчи, киришишни камайтирувчи махсус қўшимчаларни қўшиш тавсия этилади. Европа давлатларида ишлаб чиқарилаётган клинкер ғиштларга қўйиладиган стандарт талаблар асосан йўлакбоб клинкер ғиштларни ишлаб чиқаришга тааллуқли бўлиб, бундай қўшимчалар сифатида бойитилмаган каолин ва ўтга чидамли гиллар тавсия

этилади [97]. Жумладан, Украиналик олимлар олиб борган тадқиқотларга кўра, лаборатория шароитида клинкер ғишт олиш учун дастлабки хом ашёларни №08 сонли элакдан ўтгунга қадар янчиб, 14–16% миқдорда намланган массада 30х30х30мм ўлчамдаги намуна-кубчалар шакллантирилади. Намуналар дастлаб 120°C ҳароратда қуририлиб, кейинчалик лаборатория ҳудудларида 1140-1200°C ҳароратда 1,5-2 соат давомида пишириб олинади. Бундай ишлов бериб олинган намуналарнинг сув шимувчанлиги 2,8-4,0%, сиқилишдаги механик мустаҳкамлик чегараси 59-67 МПа, совуққа чидамлилиги 60-68 циклни ташкил этган [98].

С.А. Терешин ва А.М. Коробков томонидан олиб борилган тадқиқот натижаларига кўра, клинкер ғишт олишда металлургия саноати чиқиндиларидан фойдаланиш клинкер ғиштнинг хоссаларини яхшилашга хизмат қилади. Тадқиқотлар натижасида бу тур чиқиндиларни маҳсулотнинг физик-кимёвий хоссаларига таъсири ўрганилганда, анъанавий таркибга нисбатан қўшимчаларни миқдори ва пишириш ҳароратини ўзгартириш натижасида, мустаҳкамлик хусусиятлари 1,5-2,5 марта ва зичлиги 1,1-1,2 марта ошиши, сув шимувчанлиги 1,4-1,7 баробар камайиши кузатилган [99]. Татаристон Республикаси хом ашёлари асосида клинкер ғишт ишлаб чиқариш имкониятларини ўрганиш, биноларга ташқи безак бериш учун мўлжалланган пардозбоп клинкер ғиштнинг мақбул таркиблари яратиш ва тавсия этилган усулларнинг техник-иқтисодий жихатдан самарадорлигини асослашга имкон берган [100].

Анъанавий усулда клинкер ғишт олиш учун зарур асосий хом ашё тақчил бўлганлиги сабаб, кейинги йилларда хом ашё сифатида табиатда кенг тарқалган кумли созтупроқлардан фойдаланиш тавсия этилмоқда. Бу тур хом ашё осон суюқланувчи материаллар гуруҳига мансуб бўлиб, улар асосида ғишт олиш ёки пишириш ҳарорати 750-950°C оралиғида олиб борилади. 750-950°C ҳарорат оралиғида осон суюқланувчи гиллар асосида олинган намуналарда суюқ фаза миқдорининг юқорилиги ва унинг таркибида суюқлантирувчи

компонентларнинг кўплигини, бундай мураккаб тизимларда бу тур суюқлантирувчилар иштирокида суюқ фазани ҳосил бўлиши паст ҳароратларда амалга ошиши ҳисобига массанинг максимал зичлашишига эришилади. Осон суюқланувчи кумли созтупроқлар асосида керамик маҳсулотлар олишда масса таркибига киришишни камайтирувчи қўшимчаларни қўшиш пиширишнинг ҳарорат оралиғини кенгайтириши мумкинлигини ҳисобга олган ҳолода масса таркибига ишқорли каолинларни қўшиш тавсия этилган ва клинкерлашиш шароитлари ўрганилиб чиқилган [101].

Н.М.Бабкова [102] клинкер ҳосил бўлишида, хусусан микроклин минералининг ҳосил бўлиши ва суюқланишида пегматитнинг таъсири тўғрисидаги маълумотларга тўхталиб ўтган. Бунда микроклиннинг суюқланиш ҳарорати пегматит жинсини қўшиш ҳисобига $1150 \pm 20^\circ\text{C}$ га тўғри келиши қайд қилинган. Шунингдек, бу жараён микроклиннинг донадорлигига ҳам боғлиқ бўлиб, ўлчамлари 50-60 мкм бўлган доначалар бу ҳароратда тўлиқ суюқ фазага ўтиши қайд этилган. Клинкер ҳосил бўлишида ўлчамлари 100 мкм бўлган доначаларнинг суюқ фазада эрувчанлиги ва бу жараённинг ҳарорат ошиши билан ўзгариши муаллиф томонидан тўлиқ таҳлил қилинган.

Н.Р. Мустафин ва Г.Д. Ашмаринлар ҳам табиий хом ашё ва саноат чиқиндилари асосида клинкер ғишт олиш имкониятларини ўрганиб, гилсимон хом ашёни кимёвий, минералогик ва гранулометрик таркибини таҳлил этиш асосида, клинкер ғишт олишда қўшимча хом ашё сифатида органик синтез саноати чиқиндиси – таркибида асосан, Al_2O_3 ва CaO бор бўлган техноген хом ашёдан фойдаланиш мумкинлигини кўрсатганлар. Муаллифлар хом ашё ва чиқинди нисбатларини ўзгартириш ҳисобига сифати юқори бўлган клинкер ғишт олиш имкониятларини изохлаб берганлар ва хоссаларини ўрганиш борасида маълумотлар баён этишган [103]. В.А. Езерский томонидан клинкер тушунчасига изоҳ берилиб, уни ишлаб чиқариш параметрлари ва қўлланадиган хом ашёлар тўғрисида етарли даражада батафсил маълумотлар изохлаб берилган [104].

А.М.Салахов бошчилигида тадқиқотлар олиб бораётган олимлар гуруҳи томонидан эълон қилинган натижаларга мувофиқ, клинкер ғишт ишлаб чиқариш учун зарур хом ашёлар ва технологик жараёнлар таҳлил этилган ва маҳсулот сифатига таъсир қилувчи омиллар кўрсатиб берилган [105].

1-бўлим бўйича хулосалар

Кўриб чиқилган илмий-техник адабиётлар таҳлили, клинкер ғишт ишлаб чиқаришда қуйидаги масалаларга эътибор бериш зарурлигини кўрсатди:

1. Сифатли керамик ва клинкер ғишт маҳсулотлари ишлаб чиқариш учун яроқли бўлган хом ашё захираларининг камайиб кетиши янги маҳаллий хом ашё манбаларини излашни ва уларнинг таркибларини мақбуллаштиришга қаратилган изланишларни олиб боришни тақозо қилади.

2. Керамик ғишт, шу жумладан, клинкер ғишт сифат кўрсаткичларини яхшилашда масса таркибига модификацияловчи қўшимчаларнинг таъсирини илмий жиҳатдан таҳлил этиш, саноат чиқиндиларидан фойдаланиш ҳисобига энергия ва ресурстежамкор технологияларни ишлаб чиқиш ҳозирги даврда айниқса долзарб муаммолардан бири бўлиб келаётганлиги алоҳида аҳамият касб этмоқда.

3. Керамик ғиштнинг сифат кўрсаткичларини яхшилашда, пишириш жараёнида кечадиган физик-кимёвий ўзгаришларнинг термодинамикасини ўрганиш, жараён механизмининг таҳлил этиш ва бу жараёнларни мақсадли бошқаришга қаратилган технологик ечимларни топишда математик моделлаштириш усуллари қўллаш муҳим ҳисобланади.

4. Сифат кўрсаткичлари жиҳатидан клинкер ғишти оддий керамик ғиштга нисбатан афзаллиги юқори бўлиб, уни ишлаб чиқариш технологиясида маҳаллий қумли сотупроқларни қўллашга қаратилган илмий-амалий тадқиқотларни олиб боришга охириги 15-20 йил ичида кам эътибор берилган.

5. Адабиётлар таҳлили ва бугунги кунда Республикамиз қурилиш саноати эҳтиёжларидан келиб чиққан ҳолда, юқори сифатли клинкер ишлаб чиқаришнинг энергия ва табиий хом ашё ресурсларини тежашга қаратилган

илмий ҳажмдор ва юксак самарадор технологик ечимларни ишлаб чиқиб, уларни ишлаб чиқаришга жалб этиш бўйича муҳим вазифаларни ечиш, бунинг учун Республикамизнинг барча ҳудудларида кенг тарқалган арзон хом ашё манбаи бўлмиш қумли созтупроқлардан фойдаланиш борасида амалий тавсиялар яратиш грантни бажариш йўналишини танлаб олинишига асос бўлди.

2-БЎЛИМ. МУСТАҲКАМЛИГИ ЮҚОРИ, КИМЁВИЙ ТУРҒУН КЕРАМИК ҒИШТ ОЛИШ УЧУН МАССА ТАРКИБИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ

2.1. Илмий тадқиқот ишини олиб боришда фойдаланилган материаллар, услуб ва ўлчов асбоблари

Грантни бажаришда осон суюқланувчи қумли созтупроқ, қумли созтупроқдан олинган механик фаоллантирилган боғловчи, ғишт тошқоли ва кокс кукуни чиқиндисидан иборат масса, ҳамда унинг асосида олинган клинкер ғишт тадқиқот ишининг объекти бўлиб хизмат қилди.

Тажриба намуналарини тайёрлаш учун қумли созтупроқ ва ғишт тошқоли биргаликда ҳажми 100 л бўлган даврий ҳаракатланиб ишлайдиган золдирли тегирмонда туйиб кукунланди. Олинган масса №1 сонли элакдан ўтказилди. Қумли созтупроқдан суюқланма олиш мақсадида бир қисм хом ашё намунаси аралаштиргичда дистилланган сув билан 1:5 нисбатда аралаштирилиб, суюқланма ҳолатига келтирилди, масса 2 сутка давомида тиндирилди ва олдин устки қатлам (суюқлик), кейин эса оралик қатлам (пластик масса) декантация қилинди. Оралик қатламдан олинган массанинг намлиги 45% келтирилиб суюқланма тайёрланди, сўнгра бу суюқланма лаборатория шароитида 0,5 % сода эритмаси билан бойитилди ва янчилди. Шу тарзда тайёрланган намуналар белгиланган рецептурага мувофиқ ўлчаб олинди ва аралаштиргичда 15-20 минут мобайнида аралаштирилиб, намлиги 18,0-25,0% масса тайёрланди. Тайёрланган массадан қуйидаги тартибда намуналар тайёрланди:

- сиқилишга бўлган механик мустаҳкамлик чегарасини аниқлаш учун 50x50x50 мм ўлчамдаги кубиклар ясалди;
- эгилишга бўлган механик мустаҳкамлик чегарасини аниқлаш учун 135x25x10 мм ўлчамдаги брусчалар ясалди;
- намуналарни ҳавода киришишини аниқлаш учун 60x32x10 мм ўлчамдаги кошинчалар ясалди;

- намуналарни қуритишга сезгирлигини аниқлаш учун 110x110x16мм ўлчамдаги кошинчалар ясалди.

Тадқиқот ишида хом ашё ва маҳсулот хоссаларини ўрганиш учун замонавий физик-кимёвий таҳлил усулларида фойдаланилди. Хом ашёнинг кимёвий таркиби стандарт услубда ГОСТ 2642.0-86, ГОСТ 9169-75, ГОСТ 21216.0-93 ва ОСТ 21-78-88 МДХ давлатларида жорий қилинган давлат андозалари асосида ва илгаридан маълум бўлган анъанавий усуллардан фойдаланиб олиб борилди [106].

Тадқиқот объектида қўлланилган хом ашёларнинг технологик хоссалари МДХ давлатларида жорий қилинган ГОСТ 9169-91, ГОСТ 26594-85 Давлат андозаларига мувофиқ олиб борилди ва олинган натижалар [107] манбада келтирилган маълумотлар билан солиштирилди.

Хом ашёнинг гранулометрик таркиби ГОСТ 21216.2-93, ГОСТ 9169-75 ва ОСТ 21-78-88 га асосан куруқ усулда ва сидементация таҳлил усулидан фойдаланиб аниқланди. Бунда хом ашёни маълум миқдорда сув билан аралаштирилиб, гравитация майдонида фракцияларга ажратиш усули қўлланилди, асосий қурилма сифатида Сабанин қурилмасидан фойдаланилди [108].

Хом ашёнинг қайишқоклигини (пластиклигини) аниқлаш Аттерберг усулида, МДХ давлатларда жорий қилинган ГОСТ 21216.1-93 талаблари асосида олиб борилди. Бунда хом ашёдан тайёрланган намунанинг оқувчан юза чегараси ва текис юза чегарасининг намлиги орасидаги фарқ бўйича қайишқоклик кўрсаткичи қиймати аниқланди [106].

Хом ашёнинг қуритишга сезувчанлик хусусиятини аниқлаш учун анъанавий усуллар [109-111] ва ГОСТ 530-95 кўрсатмаларидан фойдаланилди. Бунда 110x110x16мм ўлчамдаги намуналар тайёрланиб, хона ҳароратида қуритилди ва ҳар 4-6 соатдан 0,1гр. дан катта бўлмаган хатоликда уларнинг геометрик ўлчамлари ўлчаниб турилди, ҳамда белгилашлар орасидаги масофалар фарқидан улардаги чизикли йўқотилиш қиймати аниқланди.

Умумий масса йўқотилишини аниқлаш учун намуна қуритиш шкафида 105-110°C да 2-3 соат мобайнида қуритилди ва қуруқ намунанинг абсолют массаси белгиланди. Шу билан биргаликда, хом ашёнинг тегишли критик намлик кўрсаткичи инобатга олинди. Хом ашёнинг қуритишга сезувчанлик коэффиценти – K_c А. Ф. Чижский услуби асосида қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланди [112]:

$$K_c = \frac{W_n - W_k}{W_k} \quad (2.1)$$

бу ерда: K_c – қуритишга сезувчанлик коэффиценти, %; W_n – бошланғич массанинг ҳақиқий намлиги, %; W_k – йўқотилишларни тугаши даврига боғлиқ критик ҳақиқий намлик, %.

Гилсимон хом ашёдан боғловчи сифатида фойдаланиш мақсадида қумли созтупроқ хом ашёси [113] да берилган талаблар асосида таҳлил қилинди. Хом ашёнинг боғловчилик хусусияти унинг таркибига киришишини камайтирувчи қўшимча қўшиб, сиқилишга механик мустаҳкамлик чегараси ўзгаришини аниқлаш орқали ўрганилди. Олинган маҳсулотнинг сифат кўрсаткичлари эса Европа стандарти ISO 9001–2000, ISO 9000–2001/14 ва МДХ давлатларида жорий қилинган стандартлар [97,114] асосида текширилди ва таққосланди.

Тажриба намуналарининг зичлиги пикнометр усулда ўрганилди [106]. Эритмани тайёрлашда дистилланган сувдан фойдаланилди. Натижалар қуйидаги формулага биноан ҳисобланди:

$$\rho = \frac{m\rho_c}{m - (m_1 - m_2)} \quad (2.2)$$

бу ерда: m – синалаётган намуна массаси, г; m_1 – намуна ва суюқлик солинган пикнометр оғирлиги, г; m_2 – суюқлик солинган пикнометр оғирлиги, г; ρ_c – суюқликнинг 20°C ҳароратдаги зичлиги, г/см³ (сув учун $\rho_c=0,998$ г/см³).

Маҳсулотнинг солиштирма зичлиги, очик ғовақлар микдори ва сув шимувчанлик кўрсаткичлари ГОСТ 530-95 давлат андозалари асосида намуналарни суюқлик билан тўйинтириш ва гидростатик ўлчаш усули

ёрдамида аниқланди [108]. Тўйинтирувчи суюқлик сифатида сувдан фойдаланилди.

Олинган натижалар қуйидаги формулалар ёрдамида ҳисобланади.

Очиқ ғоваклик:

$$П = \frac{m_1 - m}{m_1 - m_2} \cdot 100\%; \quad (2.3)$$

Солиштирма зичлик:

$$\rho = \frac{m\gamma_{\text{жс}}}{m_1 - m_2} ; \quad (2.4)$$

Сув шимувчанлик:

$$B = \frac{m_1 - m}{m} \cdot 100 ; \quad (2.5)$$

бу ерда: m – ҳавода ўлчанган қуруқ намуна массаси, г;

m_1 – сувга тўйинтирилган намунанинг ҳавода тортилган массаси, г;

m_2 – сувга тўйинтирилган намунанинг суюқликда тортилган массаси, г;

ρ_c – қўлланилган суюқлик зичлиги, г/см³.

Клинкер ғиштнинг механик мустаҳкамлик чегараси [115] манбада баён этилган усулга биноан аниқланди. Бунда, сиқилишга нисбатан механик мустаҳкамлик чегарасини аниқлаш учун 50x50x50мм ўлчамдаги намуналар ясалди. Намуналарни синаш ГП-750 русумли гидравлик босқонда амалга оширилди. Олинган натижалар ГОСТ 530-95 талаблари билан таққосланди. Эгилишга нисбатан механик мустаҳкамлик чегарасини аниқлаш учун намуналар ГП-750 русумли босқонда синдирилиб синовдан ўтказилди ва синов натижалари ГОСТ 530-95 талабларига мувофиқ қиёсий таҳлил этилди.

Намуналарнинг ишқаланишга нисбатан мустаҳкамлик чегарасини аниқлаш [116] манбада келтирилган усул бўйича олиб борилди. Ўлчами 70x70x10мм қилиб ясалган намуналар, айланувчи металл диск остига жойлаштирилиб, 0,6 кГ·с/см² босим остида 35 м/мин. тезликда айлантеририлиб синовдан ўтказилди. Синаш жараёнида намуна юзасига солиштирма оғирлиги 2,63 г/см³ бўлган Джерой кони кварц қумининг 0,85÷0,5-сонли элақлар орасидан ўтган фракцияси

солиб турилди. Синаш дискнинг айланиш узунлиги 150м гача давом эттирилди. Олинган натижалар қуйидаги формула бўйича ҳисобланди:

$$\Delta q = \frac{m_1 - m_2}{F}; \quad (2.6)$$

бу ерда: m_1 ва m_2 – намунанинг синашгача ва синашдан кейинги оғирлиги, г; F – намунанинг сирт юзаси, см².

Намуналарнинг совуққа чидамлилигини аниқлашда [111] манбада баён қилинган усулга таяниб синов ишлари олиб борилди. Синаш натижасида олинган маълумотлар қуйидаги формулага биноан ҳисобланди:

$$G = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100\% \quad (2.7)$$

бу ерда, m_1 ва m_2 – доимий оғирликка қадар қурилган намунани совуққа чидамлилик кўрсаткичи бўйича синашгача ва синашдан кейинги оғирлиги, г.

Хом ашё таркибида ва керамик ғишт массасини пишириш жараёнида кечадиган физик-кимёвий ўзгаришларни аниқлаш мақсадида намуналар рентгенографик, электрон-микроскопик, дифференциал-термик, ИҚ-спектроскопик усуллардан фойдаланиб таҳлил этилди [112, 117]. Бунда, дастлабки хом ашё ва клинкер ғишт массаларининг фазавий таркиби рентгенографик усулда ДРОН-4,0 русумли Ni-фильтрли CuK₂-нурлантиргичли ва MDI/JADE7 русумли қурилмалар ёрдамида аниқланди, бунда дискнинг ҳаракат тезлиги 2 град/мин ни ташкил этди. Эталон сифатида кварц монокристалдан, фазаларни белгилашда эса [118-119] манбалардаги маълумотлардан фойдаланилди.

Хом ашё ва тажриба намуналарининг ИҚ-спектроскопик таҳлили [120] манбалардаги кўрсатмалардан фойдаланиб, “UR-20” қурилмасида 1300–400см⁻¹ тўлқин узунликлари оралиқларида олиб борилди. Шунингдек, бу тур тадқиқотлар “Specord–75” русумли спектрометрда ҳам 400–4000см⁻¹ тўлқин узунлиги оралиқларида ютилиш спектрларини аниқлаш орқали бажарилди. Ютилиш спектрларини идентификациялашда [121] манбада келтирилган маълумотлардан фойдаланилди.

Хом ашё ва клинкер ғишт хоссаларини дифференциал термик таҳлил қилишда Ф.Паулик-И.Паулик-Л.Эрдей тизимидаги қурилмадан фойдаланиб, бир вақтнинг ўзида, масса йўқотилиши ва чизикли ўлчамларнинг ўзгариши қайд этилди. Бунинг учун оғирлиги 2 г бўлган намуналар платинадан ясалган тигелларга жойланиб, 10 град/мин. га тенг бўлган тезликда қиздирилди. Гальванометр сезгирлиги ДТА–1/15, ДТГ–1/10. Намуналарда кечадиган термик ўзгаришлар Pt-Pt/Rh термोजуфтларда ўлчаниб, махсус дастгоҳда ёзиб борилди. Олинган натижалар [122] манбада баён қилинган маълумотлар асосида таҳлил қилинди. Олинган намуналарнинг микротузуилиши ва фаза таркиби электрон-микроскопик таҳлил қилинди, бунда TESLA BS–242E ва “ЭМБ–100БР” русумли электрон микроскоплардан фойдаланилди [123]. Тасвирларни суратга туширишда катталаштириш диапазони 500–13500 оралиқни ташкил этди. Намуналарнинг элемент спектрал таҳлили Phillips 525м (PTY) русумли сканирловчи электрон-микроскопда рентгеноспектрал энерго-дисперс таҳлил услуби ёрдамида олинди. Намуналарнинг кимёвий муҳитларга нисбатан турғунлиги [124] манбада келтирилган усул бўйича ва ГОСТ 474-90 талабларига мувофиқ асосан таҳлил этилди.

2.2. Қумли созтупроқ асосидаги ғиштни пишириш жараёнида содир бўладиган фазалараро реакциялар ва уларга оид термодинамик ҳисоблашлар

Замонавий тадқиқотларни тез олиб боришга имкон берадиган ҳамда илмий ҳажмдор, бажарилиши узоқ вақт талаб қиладиган тажриба изланишларида математик ҳисоблаш усуллари кўллаш, айниқса, силикатлар технологиясидаги “таркиб-хосса” тизимидаги боғлиқликларни ўрганишда термодинамик ҳисоблашлардан фойдаланиш катта самара беради.

Термодинамик ҳисоблашлар қуйидаги кўрсаткичларни тезкор аниқлашга ёрдам берди:

- реакциянинг бориш йўналишини ва унинг энергетик имкониятларини;

- жараёни иссиқлик балансини тузиш учун керак бўлган дастлабки маълумотларни;
- ҳосил бўладиган бирикмаларнинг барқарорлигини ва термодинамик тартибини;
- реакция натижасида шаклландиган мувозанатни;
- реакция боришининг мақбул шароитларини (ҳарорат, концентрация, босим ва ҳ.з.лар).

Гилсимон материалларни қиздиришда содир бўладиган таркибий ўзгаришлар маълум бўлиб, бу [2-4, 59, 62] манбаларда баён қилинган. 2.1-жадвалда қумли созтупроқ таркибидаги минераллар ўртасида юқори ҳароратларда бориши мумкин бўлган кимёвий таъсирлашувлар тўғрисида юқоридаги адабиётлардан олинган маълумотлар келтирилган бўлиб, уларда гилсимон ҳам ашёларда пишириш жараёнида кечадиган асосий босқичлар ва физик-кимёвий ўзгарилишлар ҳақида маълумотлар ҳам баён этилган.

Қумли созтупроқ таркибан SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O каби оксидли бирикмалардан иборат композиция бўлиб, унга иссиқлик таъсир эттирилганда худди шиша олишдаги каби қуйидаги кимёвий реакциялар бориши мумкин [59, 62]:

1. Силикатлар ҳосил бўлиши;
2. Шиша ҳосил бўлиши.

Бундай жараёнларда сифатли керамик ғишт олиш учун муҳим бўлган омиллар қаторига тубандагиларни келтириш мумкин:

- қумли созтупроқ таркибидаги FeSO_4 , CaSO_4 , MgSO_4 , Na_2SO_4 каби тузларнинг қайтарилиши;
- Fe_2O_3 нинг FeO гача қайтарилиши ва фаялитнинг ҳосил бўлиши;
- анортитнинг ҳосил бўлиши.

Қумли созтупроқ таркибига кировчи оксидлар бирикмалари ва уларнинг
суёқланиш ҳароратлари

Бирикмалар	Миқдори, %	Суёқланиш ҳарорати, °C
$K_2O \cdot 4SiO_2 + Ж$	$28,16K_2O + 71,84SiO_2$	770
$K_2O \cdot SiO_2 + Ж$	$61,06K_2O + 38,94SiO_2$	976
$K_2O \cdot 4SiO_2 + \text{кварц} + Ж$	$27,5K_2O + 72,5SiO_2$	769
$K_2O \cdot 4SiO_2 + K_2O \cdot 2SiO_2 + Ж$	$32,4K_2O + 67,6SiO_2$	742
$K_2O \cdot 2SiO_2 + K_2O \cdot SiO_2 + Ж$	$54,5K_2O + 45,5SiO_2$	780
$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 + SiO_2 + Ж$	$6,0K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 + 40SiO_2$	980
$Na_2O \cdot 2SiO_2$	$34,04Na_2O + 65,96SiO_2$	874
$Na_2O \cdot 2SiO_2 + \text{кварц} + Ж$	$26,1Na_2O + 73,9SiO_2$	793
$Na_2O \cdot SiO_2 + Na_2O \cdot 2SiO_2 + Ж$	$37,9Na_2O + 62,1SiO_2$	846
$2Na_2O \cdot SiO_2 + Na_2O \cdot SiO_2 + Ж$	$59Na_2O + 62,1SiO_2$	1022
$Na_2O \cdot 3CaO \cdot 6SiO_2 + SiO_2 + Na_2O$	$21,3Na_2O + 5,2CaO + 73,5SiO_2$	725
$Na_2O \cdot 2SiO_2 + Na_2O \cdot SiO_2 +$ $Na_2O \cdot CaO \cdot 3SiO_2 + Ж$	$37,5Na_2O + 1,8CaO + 60,7SiO_2$	821
$3,8Na_2SiO_3 \cdot CaSiO_2$	$40,6Na_2O + 9,6CaO + 49,8SiO_2$	932
$4FeSiO_3 + CaO$	$44,6FeO + 8,7CaO + 46,7SiO_2$	1030

Масса таркибида тузларнинг қайтарилиши ва парчаланиши гишт юзаларида “оқ доғлар” нинг ҳосил бўлишига шароит яратиши мумкин, Fe_2O_3 нинг FeO гача қайтарилиши ва фаялитнинг ҳосил бўлиши эса, масса таркибида суёқ фазанинг ҳосил бўлишига ва унда қаттиқ фазанинг эришига сабаб бўлиши мумкин. Анортитнинг ҳосил бўлишини таъминлаш эса олинадиган маҳсулотнинг механик ва кимёвий хоссаларини ошишига олиб келади. Юқоридаги мулоҳазаларга суяниб, қумли созтупроқ асосидаги масса таркибида содир бўлиши мумкин бўлган физик-кимёвий ўзгаришлар таҳлил этилди.

Оддий атмосфера босимида қаттиқ фазалар орасида содир бўладиган кимёвий реакциялар учун асосий тенглама сифатида Гиббс-Гельмгольц тенгламаси қўлланилади [125].

$$\Delta Z = \Delta H - T\Delta S \quad (2.8)$$

Бу ерда, ΔZ – жараёнинг изобарик-изотермик потенциалнинг ўзгариши (ΔG билан ҳам белгиланади ва эркин энтальпия, Гиббс потенциали, максимал фойдали иш деб ҳам номланади), ΔH – энтальпиянинг ўзгариши ёки реакция иссиқлиги; ΔS – жараён энтропиясининг ўзгариши; ΔZ – реакция бориш йўналишини аниқлашда катта аҳамиятга эга бўлган катталиқ: $\Delta Z > 0$ бўлганда реакция ўнгдан чапга боради, $\Delta Z < 0$ бўлса, реакция чапдан ўнгга боради, $\Delta Z = 0$ бўлганда эса мувозанат кузатилади. 2.8-тенглама бўйича ΔZ ни ҳисоблаш учун ΔH ва ΔS катталиклари қийматини билиш лозим. Улар ҳисоблашлар асосида реакция компонентлари учун ΔS ва ΔH катталикларидан топилади.

$$\Delta H = \sum \Delta H_{\text{реак. маҳ.}} - \sum \Delta H_{\text{даст. маҳ.}}$$

$$\Delta S = \sum \Delta S_{\text{реак. маҳ.}} - \sum \Delta S_{\text{даст. маҳ.}}$$

Баъзан индивидуал реакция компонентлари учун ΔZ қийматлари мавжуд бўлади. Силикатлар технологиясида қўлланиладиган индивидуал моддалар учун ΔZ° , ΔS° , ΔH° стандарт қийматлари тўғрисида техник адабиётда маълумотлар баён этилган [126]. Термодинамик ҳисобларда фаза ўзгаришларини аниқлашда энтальпия ва энтропия қийматларидан фойдаланилади. $\Delta H_{\text{пр}}$ – полиморф ўзгаришдаги энтальпия ўзгариши, $\Delta H_{\text{эр}}$ – эришдаги энтальпиянинг ўзгариши, $\Delta H_{\text{буғ}}$ – буғланишдаги энтальпиянинг ўзгариши. Керамик массага юқори ҳароратда ишлов беришда қаттиқ фазалар орасида ўзаро кечадиган реакциялар тўғрисида [127] манбада батафсил маълумот келтирилиб ўтилган. Термодинамик ҳисоблашларни олиб бориш учун $C_p = f(t)$ ўртасидаги функционал боғланишни топиш зарур. И.А. Ландий услубини қўллаб [145], $C_p = a + bt + ct^2$ тенгламадаги a , b , c коэффициентларнинг қийматлари ҳисоблаб топилди (2.2-жадвал).

Керамик масса таркибида юқори ҳароратда кечадиган реакциялар туфайли ҳосил бўлиши мумкин бўлган бирикмалар учун изобарик иссиқлик сиғими қийматлари

Бирикма	$C_p = a + bT + cT^{-2}$ қийматлари		
	a	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^{-5}$
MgSiO ₃	35,81	6,54	-8,52
Na ₂ SiO ₃	31,14	9,6	-6,47
Ca SiO ₃	26,64	3,6	-6,52
CaCO ₃	24,98	5,24	-6,20
MgCO ₃	18,62	13,80	-4,16
MgSO ₄	17,06	9,72	-3,28
Na ₂ SO ₄	13,94	55,4	-5,71
CaSO ₄	18,52	21,97	-1,56
CaSiO ₃ · MgSiO ₃	64,00	9,05	-16,60
3Al ₂ O ₃ · 2SiO ₂	115,9	11,20	-37,00
Fe ₂ O ₃	31,70	4,76	-6,76
2FeO · SiO ₂	36,51	9,36	-6,70

ΔC_T^0 қийматини ҳисоблаш учун керакли маълумотлар 2.3-жадвалда келтирилган. Бу жадвалдаги қийматлардан фойдаланиб, Гиббс энергияси қийматларининг ҳароратга боғлиқлиги топилди ва олинган натижалар 2.4-жадвалида келтирилди. 2.4-жадвалда келтирилган маълумотлар таҳлили асосида 950°C учун мос келувчи маълумотлар 2.5-жадвалда акс эттирилди. Уларга кўра, ғишт массасида стандарт шароитларда ҳосил бўлиш эҳтимоли юқори бўлган минераллар – CaSiO₃·MgSiO₃; 3Al₂O₃·2SiO₂ лар ҳисобланади.

Илмий манбаларда 950°C ҳароратда керамик ғишт массаси таркибида ҳосил бўлиши мумкин бўлган бирикмалар тўғрисида маълумотлар мавжуд

[16,76]. Бу бирикмалар учун Гиббс энергиясининг сон қийматлари [128] манбада келтирилган.

2.3-жадвал

$\text{Al}_2\text{O}_3\text{--SiO}_2\text{--R}_2\text{O--RO--Fe}_2\text{O}_3$ тизимли реакциялар учун дастлабки
термокимёвий қийматлар

Бирикмалар	Энтальпия ΔH , кЖ/моль	Гиббс энергияси, кЖ/моль	$C_p=a+bT$ тенглама коэффициентлари	
			a	$b \cdot 10^3$
MgSiO_3	520,53	492,15	35,81	6,54
Na_2SiO_3	372,06	351,26	31,14	9,6
CaSiO_3	390,95	370,55	26,64	3,6
CaCO_3	288,45	269,78	24,98	5,24
MgCO_3	266,00	246,00	18,62	13,80
MgSO_4	345,06	281,07	17,06	9,72
Na_2SO_4	330,90	302,78	13,94	55,4
CaSO_4	340,37	313,52	18,52	21,97
$\text{CaSiO}_3 \cdot \text{MgSiO}_3$	1058,74	1581,60	345,68	987,56
$3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$	1627,48	1535,78	115,9	11,2
Fe_2O_3	563,09	346,00	31,7	4,76
$2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$	358,35	333,65	36,51	9,36

2.4-жадвал

$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-R}_2\text{O-RO-Fe}_2\text{O}_3$ тизимидаги реакциялари учун $\Delta C_T^0=f(t)$

қийматлари

Бирикмалар	$\Delta C_T^0=f(t)$ тенглама қийматлари
MgSiO_3	$35,81+6,54 \cdot 10^3 \cdot T+8,52T^2$
Na_2SiO_3	$31,14+9,6 \cdot 10^3 T+(-6,47 \cdot T)^2$
CaSiO_3	$26,64+3,6 \cdot 10^3 T+(-6,52 \cdot T)^2$
CaCO_3	$24,98+5,24 \cdot 10^3 T+(-6,20 \cdot T)^2$
MgCO_3	$18,62+13,80 \cdot 10^3 T+(-4,16 \cdot T)^2$
Na_2SO_4	$13,94+55,4 \cdot 10^3 T$
$3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$	$115,9+11,2 \cdot 10^3 T+(-37,00 \cdot T)^2$
Fe_2O_3	$31,7+4,76 \cdot 10^3 T$
$2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$	$36,51+9,36 \cdot 10^3 T+(-6,70 \cdot T)^2$

2.5-жадвал

Керамик ғишт массаси таркибидаги бирикмалар учун 950°C даги Гиббс энергиясининг сон қийматлари

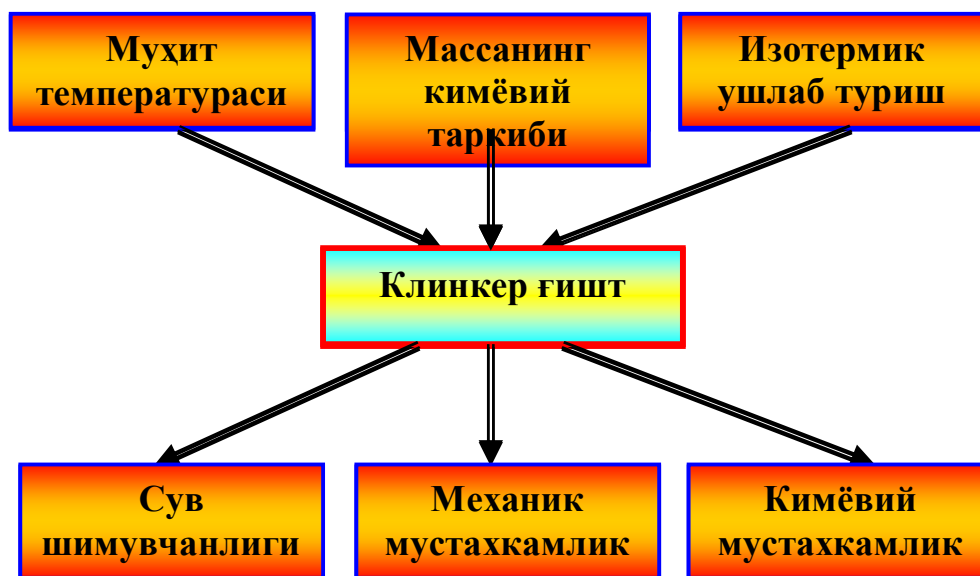
Реакция маҳсулотлари	Гибс энергия қийматлари, кЖ/моль
$\text{CaSiO}_3 \cdot \text{MgSiO}_3$	1581,60
$3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$	1535,78
MgSiO_3	492,15
CaSiO_3	370,55
Na_2SiO_3	351,26
$2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$	333,65

2.3. Клинкер ғиштни пишириш жараёнининг мақбул кўрсаткичларини аниқлашда тажрибани режалаштиришнинг математик моделини яратиш

Иқтисодий самарадорлиги юқори бўлган технологияларни маҳсулот ишлаб чиқариш тизимларига жорий қилишда энергия ва материаллар сарфиётини камайтириш энг асосий ва муҳим омиллардан ҳисобланади. Маълумки, энергия ва материал сарфиётларини камайтириш технологик жараённинг мақбул кўрсаткичларини аниқлаш билан бевосита боғлиқ.

Клинкер ғиштнинг хоссалари, асосан, масса таркибида юқори ҳарорат таъсирида содир бўладиган ўзгаришлар, қаттиқ фаза ва шиша фазанинг шаклланиши ҳамда бошқа омиллар билан ўзаро узвий боғлиқликда тавсифланади.

Клинкер ғишт олиш жараёнига таъсир қилувчи омиллар ва унга боғлиқ маҳсулот хоссаларини схематик тарзда қуйидагича тасвирлаш мумкин:



2.1-расм. Клинкер ғишт олиш жараёнига таъсир қилувчи омиллар ва хоссаларнинг ўзаро боғлиқлик схемаси

Клинкер ҳосил бўлиши, муҳит ҳарорати ўзгармас бўлганда, массанинг кимёвий таркиби ва изотермик ушлаб туриш вақтига пропорционал боғлиқдир. Бу жараёнга таъсир қилувчи омилларнинг мақбул чегаравий қийматларини белгилашда тажрибани режалаштиришнинг математик моделлаштириш усули мақсадга мувофиқ бўлиб, бунинг учун технологик жараёнга оид барча

функционал боғлиқликлар тўғрисида маълумотлар базаси мавжуд бўлиши керак [128].

2.6-жадвал

Вариациялаш оралиғи

№	Шартли белгила-ниши	Пишириш оралиғи ва факторларнинг чегара қийматлари			Вариациялаш оралиғи
		Қуйи	Асосий	Юқори	
1	X1	1,0	15	30	5
2	X2	1,0	15	30	5
3	X3	1,0	4	8	1
4	X4	900	950	1000	50

Клинкер ғишт ҳосил бўлиш жараёнига таъсир қилувчи ўзгарувчилар сифатида қуйидагиларни инобатга олиш зарур:

X_1 – масса таркибига қўшилаётган ғишт тошқоли миқдори, %

X_2 – масса таркибига қўшилаётган боғловчи миқдори, %

X_3 – изотермик ушлаб туриш вақти, соат⁻¹

X_4 – пишириш ҳарорати, °C

Y_1 – сув шимувчанлик, %

Y_2 – сиқилишга нисбатан механик мустаҳкамлик чегараси, МПа

Y_3 – ишқаланишга нисбатан механик мустаҳкамлик чегараси, г/см²

Y_4 – кимёвий муҳит таъсирига нисбатан турғунлик, %

Белгиланган кўрсаткичларнинг ўзгаришини иккита даражада, яъни паст ва баланд деб белгилаб олиб, тажриба-синовлар сонини $K=a^n$ формула орқали топамиз [129], бу ерда: K – ўзгарувчилар сони; n – даража кўрсаткичи, 4 га тенг. a – тажрибалар сони. У ҳолда, $K=2^4=16$ га тенг бўлади. 2.3.1-жадвалда вариациялаш оралиғи келтирилган бўлиб, натурал ўзгарувчиларнинг чегаравий оралиқларидаги қийматларини +1 ва -1 деб белгилаб олинди. Тажрибани режалаштиришнинг матрицаси 2.6-жадвалда келтирилган. Юқоридагилар асосида регрессия тенгламасини тузилади:

$$y=b_0+b_1x_1+b_2x_2+b_3x_3+.....b_nx_n+b_{1,2}x_1x_2+....b_mx_1^n+....b_{mn}x_1^n+ b_kx_1x_2+x_n. \quad (2.9)$$

Бундай мураккаб тенгламани амалда ечиш қийин, шунинг учун 2-даражагача чегараланиши кифоя қилинади, у ҳолда тенглама

$$y=b_0+b_1x_1+b_2x_2+....+b_nx_n+ b_{1,2}x_1x_2+..... \quad (2.10)$$

кўринишга эга бўлади. Бу ерда: y – натижавий кўрсаткичга таъсир қилувчи изланаётган кўрсаткич функция, $x_1; x_2; x_3; x_4$ -ўзгарувчилар ёки омиллар. $Y_1; Y_2; Y_3; Y_4$ қийматларини Стюдент коэффициенти бўйича статистик таҳлил қилиш [128] манбада келтирилган услублар асосида олиб борилди. Олинган натижалар иловада келтирилган.

Ўтказилган таҳлил натижасида қуйидаги формулага асосан адекватлик дисперсияси ҳисобланди:

$$S_{\text{адекв}} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{\text{наз}} - \bar{y})^2}{N(K+1)} a \quad (2.11)$$

бу ерда, K – факторлар сони; N – тажриба сони; $Y_{\text{назар}}$ – математик модел тенгламасини қўллаш натижасида ҳисоблаб топилган назарий қийматлар. Олинган натижалар адекватлиги Фишер критерийси билан таққосланди. Тажриба натижасида маҳсулот олишнинг реал чегаралари ва мақбул шароитларни изоҳловчи тенглама олинди:

$$Y=0,27-0,20X_1+0,09X_4-0,15X_{14} \quad (2.12)$$

2.4. Ёрмиш кони қумли созтупроғининг кимёвий-минералогик таркиби, тузилишининг ўзига хос хусусиятлари ва физик-кимёвий хоссалари

Грантни бажаришда асосий хом ашё манбаси сифатида Ёрмиш кони қумли созтупроғи олинган бўлиб, у Хоразм вилояти Шовот тумани Қиёт қишлоғи яқинида жойлашган. Кон ҳавзаси геологик жиҳатдан текис юзада жойлашган, унинг устки қисми кучли шўрланган, қатламнинг қалинлиги дастлабки текширувларга асосан 4,0–6,0 м, умумий майдон эса 28 гектарни ташкил қилади.

Қумли созтупроқ оч қўнғир ёки кул рангли жинсдан иборат бўлиб,

мураккаб тузилишда шаклланган минерал моддадир. Маълумотларга кўра кумли созтупроқ Республикамизда етарли даражада кенг тарқалган [130]. 2.7-жадвалда кумли созтупроқга оид айрим адабий манбалардан олинган маълумотлар илова этилган.

Ушбу кондан тадқиқот учун олинган намуналарнинг дастлабки таҳлили шуни кўрсатдики, намуналарнинг ранги оч кулранг бўлиб, қўлда уваланади. Унга 10% ли хлорид кислота эритмаси таъсир эттирилганда қўпириб кетади. Бу эса унинг таркибида карбонатли тузлар мавжудлигидан далолат беради. Майда дисперс заррачаларнинг миқдorigа қараганда, бу тур хом ашё дағал дисперс гилли хом ашёлар турига мансуб.

Олинган натижаларга кўра, хом ашё таркибидаги Al_2O_3 нинг миқдorigа қараб, намуна нордон гилли хом ашёлар гуруҳига, TiO_2 ва Fe_2O_3 ларнинг миқдори бўйича ранг берувчи хом ашёлар гуруҳига мансуб.

Айрим қумли созтупроқларнинг технологик хоссалари тўғрисида қиёсий

Хоссалар	Хирмонтепа кони қумли созтупроғи [130-131]	Қораўзак кони қумли созтупроғи [130-131]	Ёрмиш кони қумли созтупроғи
Куйдирилгандан кейин глинозем миқдориға кўра	Нордон	Ярим нордон	Нордон
Майда дисперс фракция миқдори бўйича тури	Дағал дисперс	Дағал дисперс	Дағал дисперс
Гилсимон қисмининг минералогик таркибига кўра тури	Гидрослюдали	Гидрослюдали	Гидрослюдали
Қайишқоқлиги бўйича	Камқайишқоқ	Меъёрлашган қайишқоқли	Камқайишқоқ
Қуритишга сезгирлиги (Чижский услуби)	Сезгирлиги кам	Сезгирлиги кам	Сезгирлиги кам

маълумотлар

Хом ашё намуналарининг кимёвий таркиби анъанавий усулларда аниқлаш натижалари 2.8-жадвалида келтирилган.

Ёрмиш кони қумли созтупроғининг кимёвий таркиби

Намуна лар	Асосий оксидлар миқдори, %								к.к.м.
№	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	
1	57,08	12,57	0,49	5,70	12,23	3,03	0,96	2,05	5,89
2	57,10	12,55	0,45	5,74	12,13	3,13	1,05	1,96	5,89
3	57,06	12,59	0,44	5,75	12,29	2,97	1,02	1,99	5,89
Ўртача	57,08	12,57	0,46	5,73	12,21	3,05	0,99	2,02	5,89

Хом ашёнинг кимёвий таҳлилидан маълумки, унинг таркибида SiO₂ ўртача миқдори 57,08% ни ташкил қилади. [4,132] манбаларда келтирилишича, сифатли керамик ғишт олиш учун хом ашё таркибида SiO₂ нинг миқдори маълум меъёрларда чегараланган. Тажриба ишларида фойдаланилаётган хом ашё таркибидаги Al₂O₃ нинг миқдори ўртача 12,5% ни ташкил қилади. Бу миқдор сифатли керамик ғишт олиш учун етарли эмас. CaO нинг миқдори ҳам белгиланган меъёрлардан анчагина ортиқча, бу эса сифатли ғишт олиш имконини бермаслиги мумкин. Хом ашёнинг гранулометрик таркибини ўрганишга оид олиб борилган тадқиқот натижалари 2.9-жадвалда келтирилган.

2.9-жадвал

Ёрмиш кони қумли созтупроғининг гранулометрик таркиби

Дисперс заррачалар ўлчами, мм	Хом ашё таркибидаги улуши, %
1,0-0,063	1,59
0,063-0,01	43,88
0,01-0,005	16,23
0,005-0,001	18,96
0,001дан кичик	19,34
Жами:	100

Тажриба натижаларига кўра, хом ашёда 0,063–0,01мм ўлчамдаги заррачалар миқдори устувор (43,88%) бўлиб, 0,01–0,001 мм оралиқдаги заррачалар улуши – 35,19%, 0,001 мм дан кичик заррачалар миқдори 19,34 % ни ташкил қилади. Тадқиқот ишида хом ашё намуналарининг аниқланган

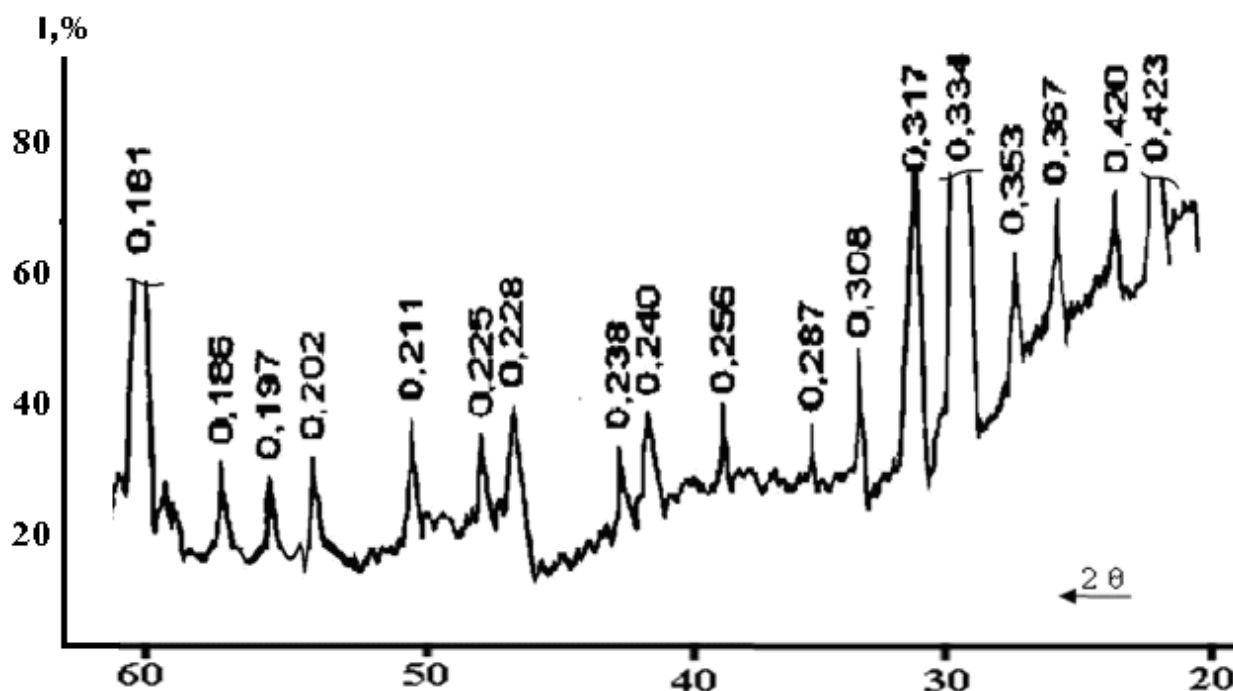
минералогик таркиби 2.10-жадвалда келтирилган.

2.10-жадвал

Ёрмиш кони қумли созтупроғининг минералогик таркиби

Минераллар миқдори, масс. %						
Гидрослюда	Кварц	Гипс	Дала шпати	Каолинит	Монтмориллонит	Темир оксидлари
22–26	24–29	3–5	10–15	12–10	8–12	5–7

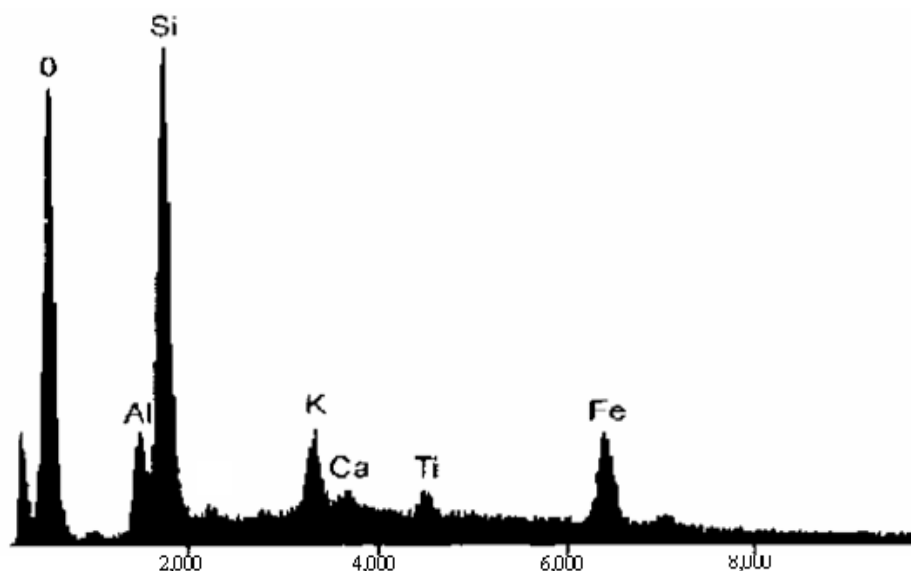
Олинган натижаларга кўра, хом ашё таркибида кварц минерали миқдори нисбатан устувор бўлиб, 29 % гача мавжуд. Гидрослюда миқдори 26% гача бўлиши, каолинит ва монтмориллонит миқдорлари камлиги дала шпати минераллари миқдори эса 15% гача мавжудлиги қайд этилди. Хом ашёнинг рентген фаза таҳлили бу натижаларни тасдиқлаб, унда кварц ($d/n=0,181$; $0,197$; $0,211$; $0,240$; $0,334$; $0,423$ нм), гипс ($d/n=0,185$ нм), гидрослюда ($d/n=0,202$; $0,225$; $0,287$; $0,317$; $0,353$; $0,367$ нм), каолинит ($d/n=0,238$; $0,420$ нм), монтмориллонит ($d/n=0,308$ нм) каби минералларнинг мавжудлигини кўрсатди.



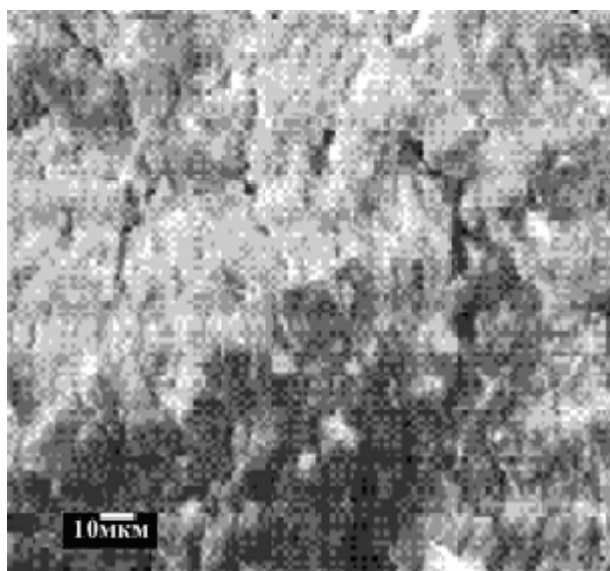
2.2-расм. Ёрмиш кони қумли созтупроғининг дифрактограммаси

Хом ашёнинг элемент спектрал таҳлили 2.2(а)-расмда келтирилган бўлиб, унга кўра унинг таркиби асосан Si, O, Al, K, Ca, Ti, Fe каби элементлардан иборат.

Хом ашёнинг электрон-микроскопик таҳлиliga оид ўтказилган тадқиқот натижалари 2.2(б)-расмда келтирилган бўлиб, тасвирда акс этган изометрик, паға-паға кўринишидаги заррачалар монтмориллонит минералига, игнасимон ва овалсимон кўринишидаги заррачалар кварц минералига, қора доғлар кўринишидаги заррачалар гематитга мансуб [123].



а)

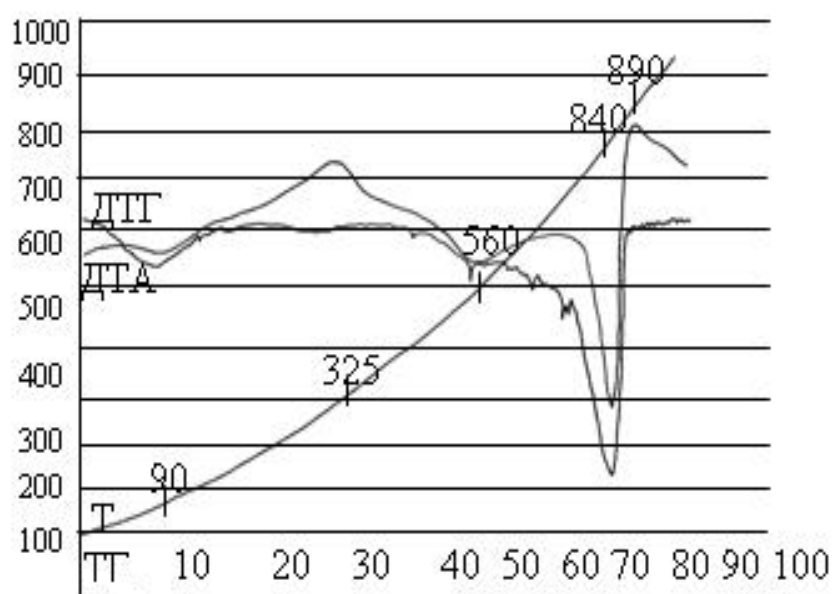


б)

2.3-расм. Ёрмиш кони қумли созтупроғининг элемент спектрал (а) ва электрон-микроскопик (б) тасвирлари.

Қумли созтупроқнинг дифференциал-термик таҳлили, унда бир қатор эндо-ва экзоэффектларнинг мавжудлигини кўрсатди [122]. Бунда, 90°C ҳарорат

оралиғидаги эндотермик эффект намуна таркибидаги гигроскопик намликнинг буғланишига тўғри келса, 325°C ҳароратдаги экзотермик эффект, намуна таркибидаги органик бирикмаларнинг ёниши натижасида пайдо бўлган. Термик эгри чизикда 560°C ҳароратда пайдо бўлган кичик эндотермик эффект намуна таркибидаги кристалланган сувнинг буғланиши билан боғлиқ бўлса, 840–890°C ҳароратларда ҳосил бўлган экзотермик эффект кальций карбонат тузининг парчаланишига тўғри келади.



2.4-расм. Ёрмиш кони қумли созтупроғининг дериватограммаси.

Намуналарнинг технологик хоссаларини ўрганиш борасида ўтказилган тадқиқот натижалари келтирилган 2.11-жадвал маълумотларига кўра, ушбу хом ашёнинг оловбардошлилиги 1100°C ни, қайишқоқлиги 6,95 ни, қуритишга сезгирлик коэффиценти 180 сек., сиқилишда механик мустаҳкамлиги 2,11 МПа, ҳажмий массаси 1425 кг/м³ ни ташкил этади.

2.11-жадвал

Ёрмиш кони қумли созтупроғининг айрим технологик хоссалари

Ўтга чидамли- лиги, °C	Аттерберг бўйича қайишқоқ лиги, %	Ҳавода чизикли кичра- йиши, %	Қуритишга сезгирлик коэф-иенти (Чижский услуги), сек	Сиқилишда механик мустаҳкам- лиги, МПа	Ҳажмий массаси, кг/м ³
1100	6,95	4,01	180	2,11	1425

2.5. Ғишт тошқолининг кимёвий-минералогик таркиби ва физик-механик хоссалари

Ғишт тошқоли – алюмосиликатли хом ашё таркибидаги осон суюқланувчи минералларнинг юқори ҳарорат таъсирида эриб суюқланиши ҳисобига ҳосил бўлган, газсизланиш жараёни охиригача бормаган шишасимон моддадан иборат. Оролбўйи ҳудудида фаолият кўрсатаётган мавжуд ғишт маҳсулоти ишлаб чиқарувчи корхоналар фаолиятини таҳлил этиш, ҳар бир корхонада ўртача ҳисобда 10–15% атрофида ғишт тошқоли ҳосил бўлишини кўрсатди. Ҳозирда бу чиқинди маҳсус жойларда сақланмоқда ва уни амалиётда қўллашнинг истиқболли йўналиши йўқ деган фикрлар мавжуд.

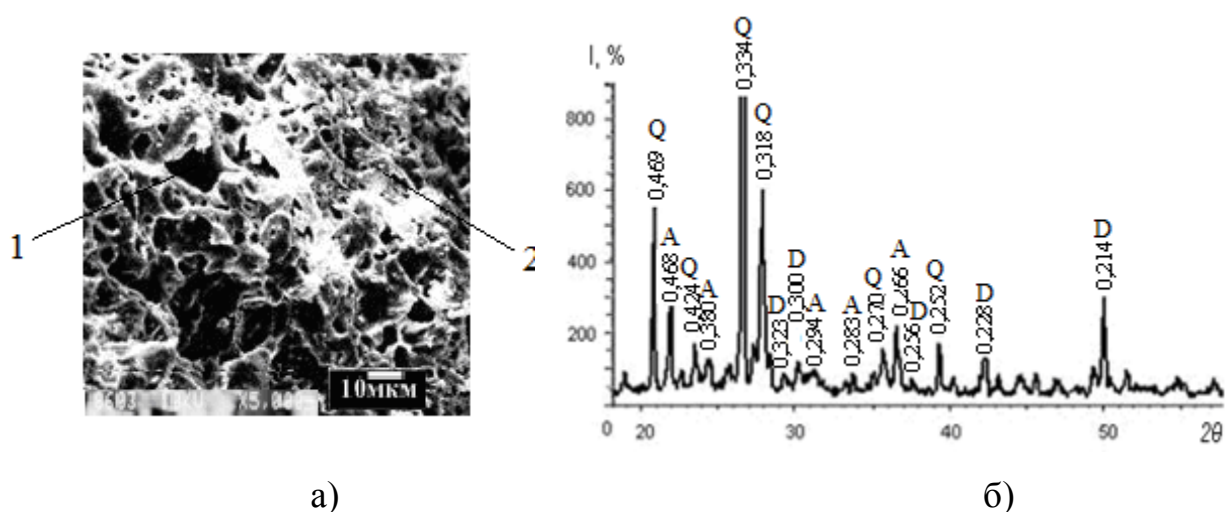
Ғишт тошқоли тўқ-кўнғир рангли, зичлиги 1700–2100 кг/м³, механик мустаҳкамлик чегараси 20–30 кГ/см² га тенг бўлган сунъий конгломерат бўлиб, у концентрланган сульфат кислота эритмасида эримайди. Грант ишини бажаришда фойдаланиши режалаштирилган тошқолнинг кимёвий таркиби 2.12-жадвалда келтирилган.

2.12-жадвал

Ғишт тошқолининг кимёвий таркиби

Намунал ар сони	Асосий оксидлар миқдори, масс. %								
№	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Σ
1	60,25	13,60	0,40	6,17	13,02	3,27	1,12	2,07	100
2	60,35	13,70	0,43	6,14	13,00	3,29	1,01	2,18	100
3	60,30	13,65	0,64	5,93	13,13	3,32	1,02	2,11	100
Ўртача	60,30	13,65	0,49	6,08	13,05	3,24	1,05	2,14	100

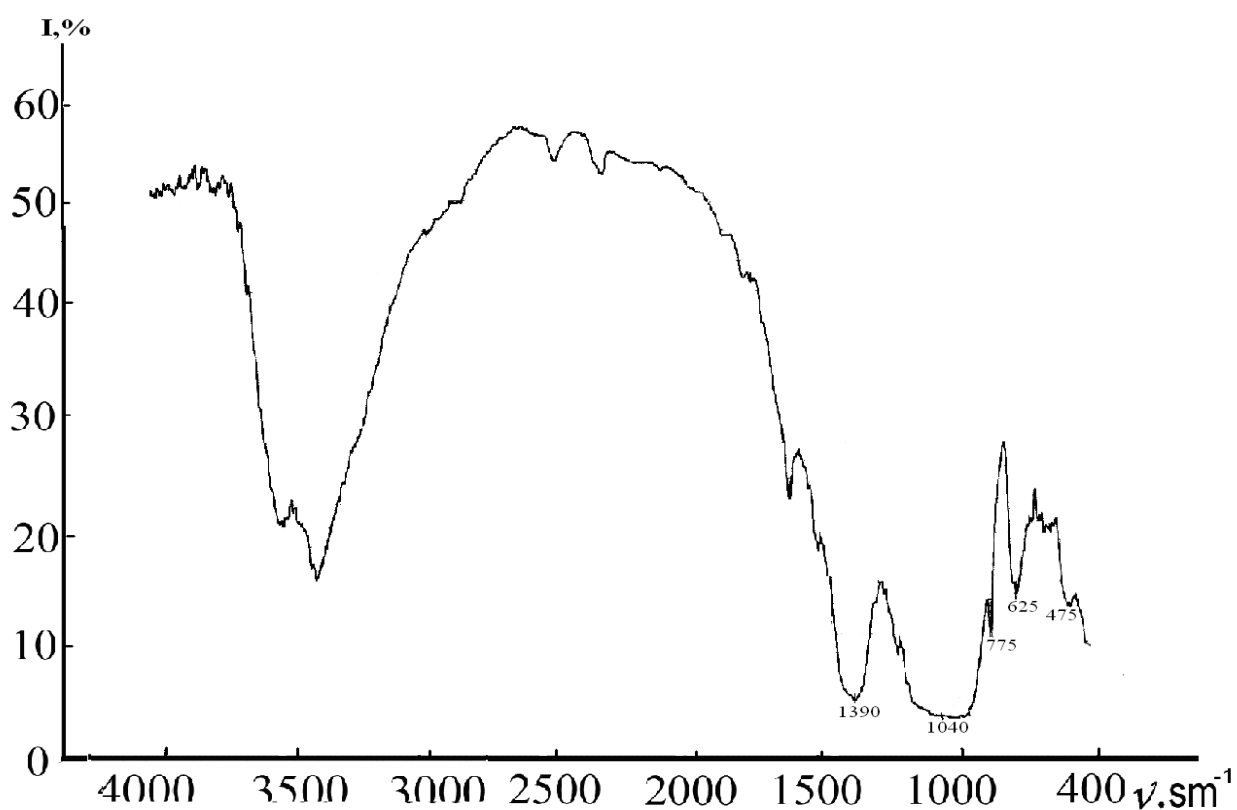
Тошқол тузилишининг электрон-микроскопда олинган тасвири 2.4(а)-расмда акс эттирилган бўлиб, унга кўра масса унча зичлашмаган тузилишга эга ва ёпиқ ғовакларга бой бўлган шишасимон фазадан ташкил топган. Ғовакларнинг кўплиги масса таркибидан газ ажралиб чиқиш жараёнининг охиригача тўлиқ бормаганлигидан далолат беради.



1-очиқ зоваклар; 2-қаттиқ фаза; Q-кварц; D-диопсид; A-анортит

2.5-расм. Гишт тошқолининг электрон микроскопик (а) ва рентген фазавий тасвирлари(б).

Тошқол намунасининг 2.4(б)-расмда келтирилган рентгенафазавий тасвирига кўра, намунанинг таркиби α -кварц ($d/n=0,252$; $0,270$; $0,469$; $0,424$; $0,334$; $0,318$; нм), анортит ($d/n=0,266$; $0,283$; $0,294$; $0,380$; $0,468$ нм), диопсид ($d/n=0,214$; $0,228$; $0,256$; $0,300$; $0,323$ нм) минералларидан ташкил топган.



2.6-расм. Гишт тошқолининг ИҚ-спектрлари

Ғишт тошқолини 2.5-расмда келтирилган ИҚ-спектроскопик таҳлили натижаларига кўра, $400\text{--}1500\text{ см}^{-1}$ тўлқин узунликлари оралиғида $[\text{O-Si}]^n$ гуруҳига тегишли бўлган валент тебранишларга хос спектрал ютилиш чизиқлари мавжуд.

2.6. Қумли созтупроқ асосида олинган боғловчининг физик-кимёвий ва механик хоссаларини ўрганиш

Инсониятнинг қурилиш мақсадларида ишлатган илк боғловчи материалларидан бири гил ҳисобланади. Қумли созтупроқ асосида механик фаоллантирилган боғловчи олиш ва ундан технологик жараёнларда фойдаланишга оид маълумотлар адабиётларда деярли ёритилмаган. Ғиштни қолиплашда намловчи восита сифатида одатда сувдан фойдаланилади. Аммо, айрим манбаларда [3,113] ғиштни қолиплашда гил асосида олинган суюқланмадан фойдаланиш ижобий натижаларга олиб келиши тўғрисида оз бўлсада маълумотлар мавжуд бўлиб, бу нарса ғиштни қолиплаш жараёнида намловчи восита сифатида қумли созтупроқ асосида механик фаоллантирилган боғловчи олиш ва унинг суюқланмасидан фойдаланиш имкониятларини ўрганиб чиқишни тақозо этди. Бу ишларни амалга ошириш учун, декантация усулини қўллаб қумли созтупроқдан майда дисперс заррачали қисми ажратиб олинди. Унинг 2.13-жадвалда келтирилган кимёвий таҳлили асосида минералогик таркиби ҳисоблаб топилди.

2.13-жадвал

Механик фаоллантирилган боғловчининг кимёвий таркиби

Таркиби, масс. %									
№	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	к.к.м.
1	50,06	4,17	0,42	19,02	11,30	2,83	1,12	0,59	10,49
2	49,87	4,36	0,36	19,08	11,36	2,77	1,10	0,61	10,49
3	50,07	4,16	0,39	19,05	11,48	2,65	0,96	0,75	10,49
Ўртача	50,01	4,22	0,39	19,05	11,38	2,75	1,06	0,65	10,49

Намуналарнинг минералогик таркиби таҳлиliga оид 2.13-жадвалда келтирилган маълумотлар 2.14-жадвалда келтирилган маълумот билан қиёслаш,

унинг минералогик таркибида гилсимон минераллар – монтмориллонит, гидрослюда, иллит каби минералларнинг миқдори нисбатан ошганлиги ва кварц, кальцит, дала шпати каби минералларнинг миқдорий камайганлигини кўрсатди. Механик фаоллантириш таъсирида хом ашё таркибидаги минерал тузларнинг ҳам миқдори бирмунча камайганлиги аниқланди.

2.14-жадвал

Механик фаоллантирилган боғловчининг минералогик таркиби

Минераллар миқдори, мас.%					
Гилсимон минераллар	Дала шпати	Кварц	Доломит	Кальцит	Хлорит
58,10	7,5	24,4	4,5	4,0	1,5
57,01	6,2	23,1	5,7	5,1	0,9
56,23	5,8	26,0	4,2	3,5	1,2

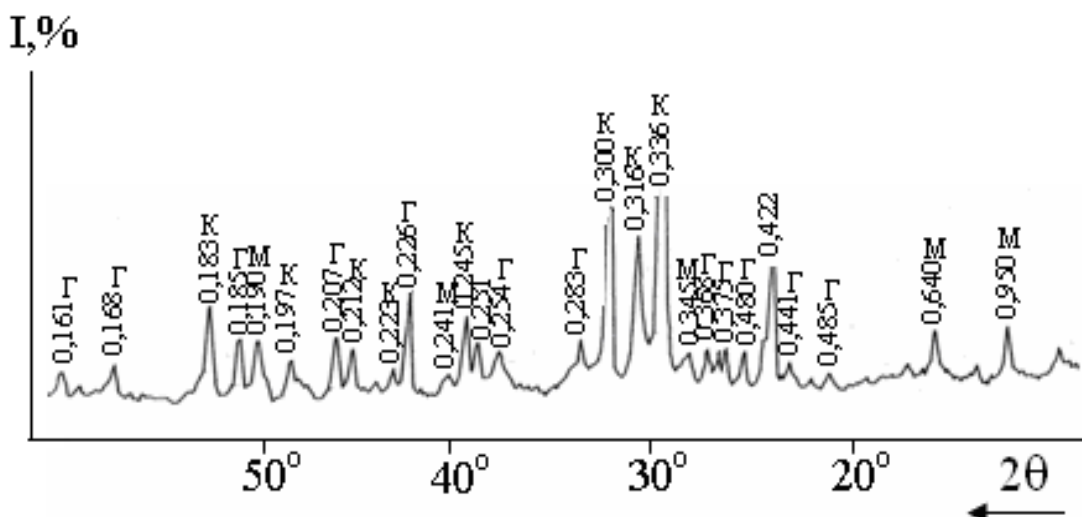
Механик фаоллантирилган намуналарнинг гранулометрик таҳлили, бу тур хом ашё майда дисперс гуруҳи материалларига мансуб эканлигини кўрсатди.

2.15-жадвал

Механик фаоллаштирилган боғловчининг гранулометрик таркиби

№	Фракциялар миқдори, мм (%)							Гилсимон қисм, %	Дисперс-лик даражаси %
	Гилсимон қисм			Чанг		Қум			
	< 0,01	0,005-1,0	<0,001	0,1-0,05	0,05-0,01	0,5-0,25	0,25-0,1		
1	26,12	12,21	30,73	0,20	32,54	0,05	0,05	67,16	45,7
2	31,15	13,86	27,65	0,04	27,26	0,02	0,02	72,66	38,0
Ўрта	28,63	13,03	29,19	0,24	29,90	0,035	0,035	69,91	41,85

Намуналарнинг 2.6-расмда келтирилган рентгенофазавий таҳлилига кўра, намуналар таркиби гидрослюда ($d/n=0,161; 0,168; 0,185; 0,207; 0,226; 0,254; 0,283; 0,368; 0,375; 0,480; 0,441; 0,485\text{нм}$), монтмориллонит ($d/n=0,190; 0,241; 0,345; 0,640; 0,950\text{нм}$), кварц ($d/n=0,183; 0,197; 0,212; 0,223; 0,245; 0,251; 0,300; 0,316; 0,336; 0,422\text{нм}$) минералларидан иборат.

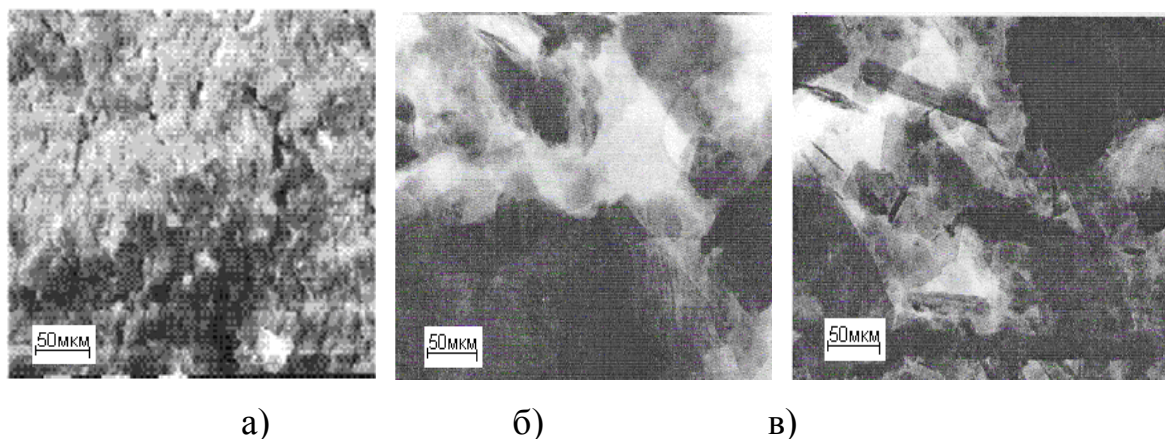


г-гидролюда, к-кварц, м-монтмориллонит.

2.7-расм. Механик фаоллантирилган боғловчининг дифрактограммаси

Намуналарнинг электрон-микроскопда олинган тасвирини таҳлил этиш натижасида олинган маълумотларга ҳамда уларни асосий хом ашё тасвири билан солиштириш натижаларига кўра, 2.7(б)-расмда келтирилган кумли созтупроқ асосида олинган боғловчининг электрон-микроскопик тасвирида паға-паға, оролсимон кўринишидаги заррачалар миқдори нисбатан кўпайган, бу эса, унда гилсимон минераллар миқдорининг ортганлиги билан боғлиқ.

Кумли созтупроқдан олинган боғловчини механик фаоллаштириш кучли оқимда пульсацион аралаштириш ҳисобига олиб борилса катта ижобий натижа бериши мумкинлиги [132] манбада баён қилинган. Биз ҳам ўз тадқиқотларимизда бу усулни қўллаб, тажриба олиб боришда айланиш частотаси 1500 айл/мин. тезликдаги аралаштиргич қурилмасидан фойдаланиб тадқиқотлар олиб бордик. Кучли оқимли пульсация ҳосил қилиш учун, аралаштиришни узлукли циклда “аралаштириш–тўхтатиш–аралаштириш” “5мин–3мин–5мин” маромда олиб бордик. Натижада масса идиш деворлари ва аралаштиргич парракларига зарбий урилиш ҳисобига ўта майда кукунланди.



а – дастлабки хом ашёнинг тасвири, б – гидравлик усулда ажратилган намунанинг тасвири; в – намунанинг механик фаоллаштирилгандан кейинги тасвири.

2.8-расм. Механик фаоллантирилган боғловчи тузилишининг электрон-микроскопда олинган тасвири.

Олинган намунасининг 2.7(в)-расмда келтирилган электрон - микроскопик таҳлилига кўра, намуна таркибида игнасимон, ромбик шаклдаги зарралар миқдори анча кўпайган.

Намуналарнинг керамик – технологик хоссаларини ўрганиш натижалари 2.16-жадвалда келтирилган бўлиб, унга кўра олинган боғловчининг қайишқоқлиги дастлабки хом ашёга нисбатан деярли 3 баробар ортган, ҳаводаги чизикли кичрайиши, қуритишга сезгирлиги деярли ўзгармаган, сиқилишдаги механик мустаҳкамлиги ва ҳажмий массаси бирмунча кўтарилган.

2.16-жадвал

Қумли созтупроқ асосида олинган боғловчининг керамик-технологик хоссалари

Намуна	Аттерберг бўйича қайишқоқлиги, %	Ҳавода чизикли кичрайиши, %	Қуритишга сезгирлик коэффициенти (Чижский услуги), сек.	Сиқилишдаги механик мустаҳкамлиги, МПа	Ҳажмий массаси, кг/м ³
ўртача	18,95	4,55	180	3,07	1675

2.7. Ғишт массаси таркибини мақбуллаштириш

Механик мустаҳкамлик чегараси юқори ва кимёвий таъсирларга турғун бўлган ғишт олишга қаратилган тадқиқотлар ва уларга қўйилган талаблардан келиб чиққан ҳолда, клинкер ғишт олиш учун масса таркибини шакллантиришда қуйидаги кўрсаткичларга эришиш кўзда тутилди:

- клинкер ғиштнинг ишқаланишга мустаҳкамлиги $0,5 \text{ мг/см}^2$ дан кам бўлмаслиги керак;
- сув шимувчанлиги $6,0\%$ дан кўп бўлмаслиги зарур;
- кимёвий мустаҳкамлиги $1,0$ атрофида бўлиши керак.

Бу хусусиятларни ўзида мужассамлаштирган маҳсулот олиш учун унинг таркибида муллит, анортит, кристаболит каби минералларни ҳосил қилиш керак бўлади. Маълумки, муллит минералининг ҳосил бўлиш эҳтимоли масса таркибидаги Al_2O_3 миқдорининг етарли даражада юқори бўлишига боғлиқ [62]. Тадқиқот объекти сифатида клинкер ғишт олиш учун фойдаланиши кўзда тутилган қумли созтупроқ таркибида Al_2O_3 компонентнинг миқдори етарли даражада эмаслигини назарда тутиб, унинг миқдорини ошириш учун масса таркибига қўшимча равишда Al_2O_3 тутган компонентлар – каолин, бентонит, техник глинозем каби таннархининг юқорилиги билан ажралиб турувчи компонентларни киритиш зарур. Аммо, бу компонентларнинг қийин эрувчанлик хоссасига эгалиги, ҳамда нархи қимматлиги бу йўсинда маҳсулот олишда ғиштнинг таннархини ошиб кетишига олиб келади.

Шу сабабли, ушбу ишда ғишт массаси таркибида анортит, волластонит, кристаболит минералларини ҳосил қилиш ва шу ҳисобига ғишт хусусиятларини ошириш имконини берувчи технологик ва иқтисодий қулай омилларни қўллаш устида тадқиқотлар олиб борилди. Бу мақсадда тажрибани режалаштиришнинг математик моделлаштириш усулларида фойдаланиб, клинкер ғишт таркиблари ишлаб чиқилди. Бунда қумли созтупроқ миқдори масса бўйича $70\text{--}100\%$; ғишт тошқоли миқдори $10\text{--}30\%$; механик фаоллантирилган боғловчи $10\text{--}30\%$ қилиб, алоҳида ва уларнинг комбинацияларидан фойдаланилган ҳолда таркиблар

тайёрланди. Тажриба таркиблари 2.17-жадвалда келтирилган.

Лаборатория шароитида компонентларга ишлов бериш қуйидаги тартибда амалга оширилди:

- қумли созтупроқ чинни ховончада янчилди;
- механик фаоллантирилган боғловчи юқорида келтирилган усул асосида тайёрланди;
- ғишт тошқоли зўлдирли тегирмонда ўлчами 0,01 мм гача туйилиб масса таркибига қўшилди;
- ғишт массаси таркибига кирувчи компонентлар белгиланган миқдорда электрон тарозида ўлчаб олинди ва намлиги 22% га келтирилиб аралаштирилди;
- ўлчамлари 50x50x50мм бўлган куб намуналари тайёрланди ва улар юмшоқ режимда 180°C ҳароратда 6 соат давомида қуритиш шкафида қуритилди, сўнгра намуналар лаборатория электр хумдонида ва намуналарнинг физик-кимёвий, механик, безак берувчи хоссалари ўрганилди бу борадаги тадқиқот натижалари 2.17-жадвалда келтирилган.

2.17-жадвал

Тажриба намуналарининг таркиблари

№	Таркиб белгиланиши	Компонентлар миқдори, %		
		Қумли созтупроқ	Ғишт тошқоли	Қумли созтупроқ асосида олинган боғловчи
1	Т	100	-	-
2	К1	70	-	30
3	К2	80	-	20
4	К3	90	-	10
5	К4	70	15	15
6	К5	70	20	10
7	К6	70	10	20
8	К7	70	30	-

2-бўлим буйича хулосалар

1. Клинкер ғишт олиш учун асосий хом ашё сифатида Ёрмиш кони қумли созтупроғи комплекс ўрганилиб, олинган натижалар асосида бу хом ашё бу тур маҳсулот олиш учун яроқли деган хулоса чиқарилди.

2. Ёрмиш кони қумли созтупроғи асосида керамик масса ва маҳсулотни сифат кўрсаткичларини яхшилашга қаратилган технологик ишланма яратилиб, бунда массани намлашда шу хом ашё асосида фаоллаштириб олинган боғловчи киришишини камайтирувчи компонент сифатида ҳамда шу тур хом ашё асосида маҳсулот олишда ҳосил бўлувчи чиқинди-ғишт тошқолидан клинкер ғишти массасини шакллантиришда фойдаланиш мақсадга мувофиқ деб топилди.

3-БЎЛИМ. МУСТАҲКАМЛИГИ ЮҚОРИ, КИМЁВИЙ ТУРҒУН КЕРАМИК ҒИШТ ОЛИШ УЧУН ҚУРИТИШ ВА ПИШИРИШ РЕЖИМИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ

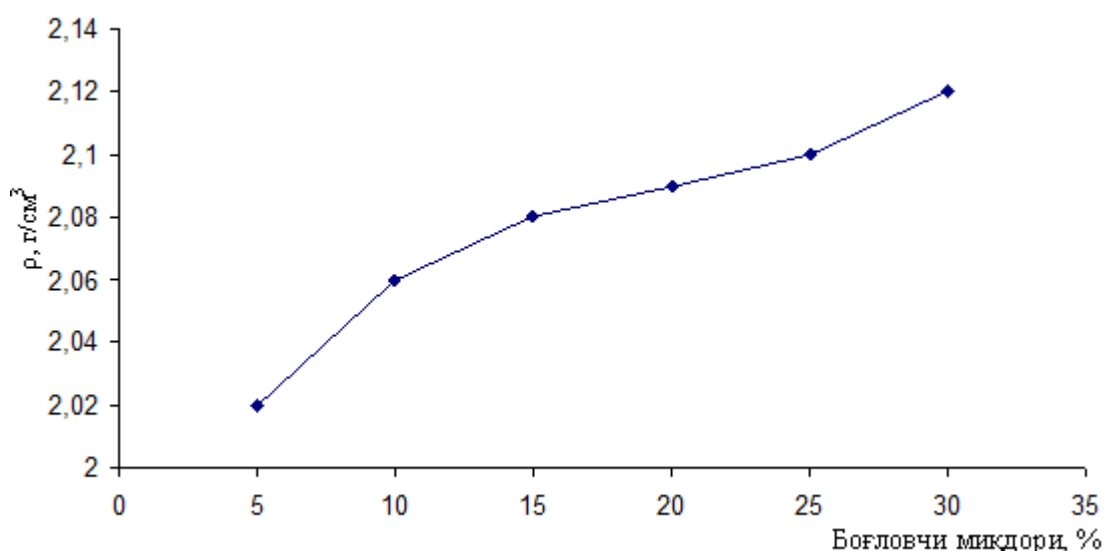
3.1. Қумли созтупроқ асосидаги ғишт массасини қолиплаш жараёнининг таҳлили

Маълумки, керамик ғишт олишда осон суюқланувчан қумли созтупроқ асосидаги массанинг қайишқоқлик кўрсаткичининг пастлиги сабабли қолиплаш жараёни бир қатор қийинчиликлар ва нуқсонларнинг ҳосил бўлиши билан кечади [4]. Қолиплаш жараёнида кўп миқдорда нуқсонларнинг пайдо бўлиши масса таркибининг дағал дисперс тизимлардан ташкил топганлиги ва дастлабки хом ашёнинг қайишқоқлик хусусияти пастлигидан келиб чиқиб, унинг олдини олиш эса, бевосита массанинг дисперслик даражасини ошириш ва унинг таркибини фракцион бир хиллигини таъминлаш ҳамда қайишқоқлигини ошириш билан боғлиқ [133, 134]. Сифатли керамик ғишт олишда коллоид кимёвий технологияларни қўллашнинг моҳияти шундан иборатки, масса таркибида заррачаларнинг майдалик даражаси ошганда ва массани қолиплаганда грануллометрик таркиби бир хил хом ашёлардан фойдаланилганда, унинг таркибидаги гил доначаларининг бир-бирига нисбатан жойлашиши мақбуллашади, пишириш жараёнида кечадиган физик-кимёвий жараёнлар тезлиги бир хил суръат билан кечиб, компонентларнинг ўзаро кимёвий таъсирланиб бирикиши ва янги бирикмаларнинг ҳосил бўлиши жадаллашади [76-79].

Юқоридагилардан келиб чиқиб, грант ишида қумли созтупроқ асосида қолиплаш жараёнини такомиллаштиришга қаратилган тадқиқотлар олиб борилди. Маълумки, қумли созтупроқ дағал майда заррачаларга бўлинадиган тизим бўлиб, бу тур хом ашё асосида олинадиган керамик масса ўзининг кам қайишқоқлиги, ўзаро боғланиш хусусиятининг пастлиги билан бошқа тур хом ашёлардан ажралиб туради. Бир қатор изланишларда [36, 105] қумли созтупроқ

асосида олинадиган керамик массанинг технологик хусусиятларини яхшилаш учун унинг таркибига бентонит, каолин каби компонентларни киритиш ижобий натижаларга олиб келиши кўрсатилган. Лекин юқоридаги тур хом ашёлар тақчил бўлган ҳудудларда уларни четдан ташиб келтириш билан боғлиқ харажатларнинг юқорилиги боис, уларни қўллаб маҳсулот ишлаб чиқариш учун фойдаланиш иқтисодий жиҳатдан самарасиз ҳисобланади ва шу сабабли республикада мавжуд бўлган бу турдаги хом ашёларга турли хил ишлов бериш усуллари қўллаб, технологик хоссалари яхшиланган ғишт ишлаб чиқаришнинг илмий-амалий асосларини ишлаб чиқиш долзарб масала ҳисобланади.

Қумли созтупроқни механик усулда фаоллаштиришнинг асосий технологик ғояси унинг хоссаларини ўзгартиришга эришиш ва у асосида олинадиган боғловчини маҳсулотни қолиплаш жараёнида қўллаш ҳисобига массанинг макротузилишини яхшилашдан иборат.



$T_{печі} = 950^{\circ}C$, изотермич ушлаб туриш вақти-8 соат

3.1-расм. Қумли созтупроқ таркибига боғловчи қўшиш ҳисобига олинган маҳсулотнинг ўртача зичлик қийматининг ўзгариши

Қолипланадиган массанинг реологик хоссаларини яхшилаш, унинг таркибидаги коллоид бирикмалар ҳосил қилувчи қисмини оширишни тақозо этади. Шу мақсадда қумли созтупроқ асосида суспензия тайёрланди. Бунинг

учун лаборатория шароитида кумли созтупроқ «қаттиқ:суёқ фаза» нисбатлари 1:5 га тенг бўлган ҳолатда сувда бўктирилди. Бунинг учун ҳажми 100 литр бўлган идишда кумли созтупроқ 1:5 нисбатда сув билан бўктирилди ва яхшилаб аралаштирилди. Аралаштириш айланиш тезлиги 1500 айл/мин бўлган аралаштиргичда амалга оширилди. Аралаштириш вақти 30 мин. Идишдаги суёқлик марказдан қочма насос ёрдамида махсус форсункали пуркагич орқали қайта идишга қуйилди. Бу жараёнда суспензия таркибининг таҳлили унинг таркибидаги айрим тузларнинг эриб, сув муҳитининг ишқорийлик хусусиятининг ўзгарганлигини кўрсатди, Бу ҳолат, айниқса, эриш жараёни ҳароратининг ошиб бориши билан пропорционал равишда ўзгариши мумкинлиги тажриба-тадқиқот натижаларига кўра аниқланди. Шу тарзда ишловдан ўтган суёқ суёқланма тиндирилди ва тиндирилган массадан декантация усулини қўллаб, майда заррачали масса ажратиб олиниб, ундан намлиги 45% ли суёқланма тайёрланди. Фаоллантирилган суёқланмани кумли созтупроқ массасини қолиплаш жараёнида намловчи восита ўрнида қўллаш массанинг ички ишқаланиш коэффицентини камайтиради ва масса таркибидаги дағал заррачаларнинг ўзаро боғланиш кучларини оширади, яъни у боғловчилик вазифасини ўтайди. Тадқиқотнинг кейинги босқичида керамик ғишт массаси таркибига кумли созтупроқ асосидаги ушбу боғловчини киритиб, унинг қолиплаш жараёнига таъсири ўрганилди. Бунинг учун масса таркибида боғловчидан 10; 20; 30% миқдорида қўшиб массалар тайёрланди ва уларнинг технологик кўрсаткичлари ўрганилди. 3.1-жадвалда келтирилган натижалар таҳлили шуни кўрсатдики, масса таркибига фаоллантирилган суёқланма-боғловчининг киритилиши ҳисобига олинган намуналарда Аттерберг бўйича қайишқоқлик кўрсаткичи ошиб борди. Айни пайтда, масса таркибида суёқланма-боғловчи миқдорининг ошиб бориши. намуналарнинг ҳавода киришишини дастлабки намунага нисбатан 30% га, сиқилишга нисбатан механик мустаҳкамлик чегараси қийматини 92% га, эгилишга нисбатан эса 11% га оширганлигини ҳамда сифат кўрсаткичлари ижобий томонга силжишига

кўмаклашганлигини кўрсатди. Бунга асосий сабаб, масса таркибига киритилган боғловчи иштирокида унинг коллоид-кимёвий хусусиятларини ўзгаришидир.

3.1-жадвал

Қумли созтупроқ ва у асосидаги боғловчини қўллаш ҳисобига керамик
ғишт массаси кўрсаткичларининг ўзгариши

№	Кўрсаткичлар	Микдори, %			
		ҚС 100	ҚС 90+ Б 10	ҚС 80+ Б 20	ҚС 70+ Б 30
1.	Аттерберг бўйича қайишқоқлиги, %	7,4	8,4	10,2	13,0
2.	Ҳавода киришиши, %	4,0	4,6	4,9	5,2
3.	Қуритилгандан кейин юза қисмининг ҳолати	Ёриқчалар мавжуд	Ёриқчалар мавжуд	Ёриқчалар камайган	Ёриқчалар сиз
4.	Қуритилгандан кейинги механик мустаҳкамлик чегараси, МПа:				
	-сиқилишга,	7,5	12,5	13,0	14,4
	-эгилишга,	1,8	3,4	3,6	3,8

3.2. Қумли созтупроқ асосида клинкер ғишт олишда энергиятежамкор технологик ишланма яратиш

Керамик ғиштнинг сифат кўрсаткичлари ва олинишига сарфланадиган энергия харажатлари, технологик жараённинг қай даражада ташкил этилишига бевосита боғлиқ. Керамик ғишт ишлаб чиқаришда энг кўп энергия сарфланадиган жараён, бу ғиштни пишириш жараёни ҳисобланади. Ёиштни пишириш, одатда, тунелли, ҳалқасимон ва камерали хумдонларда амалга оширилади. Ёиштни пишириш технологик маромларига оид маълумотлар [2,4,67] манбаларда батафсил баён этилган.

Ёишт пиширишга сарфланадиган энергия микдори ва турли хумдонлардаги вақт фарқига оид таққосланган маълумотлар 3.2-жадвалда келтирилган.

Керамик ғиштни пиширишдаги хумдонлардаги сарфиётлар тўғрисида маълумот

№	Пишириш хумдонини тури	Максимал ҳарорат, °C	Энергия сарфиёти, 1000 дона ғиштга нисбатан	
			газ, м ³	кўмир, кг
1	Тунелли хумдон	1000–1100	23,0–28,0	–
2	Ҳалқасимон хумдон	950–1050	21,0–25,0	450–500
3	Камерали хумдон	900–1000	16,0–18,0	420–480

Қумли созтупроқ асосидаги керамик ғиштни пишириш жараёни анъанавий массаларга нисбатан осон суюқланиши, пишириш даврида суюқ фаза ҳосил бўлиши ва унинг миқдорини кўплиги билан фарқ қилади.

Қумли созтупроқнинг термограммаси, оксидловчи муҳитга нисбатан қайтарувчи муҳитда реакциянинг бориш ҳарорати 80-100°C гача камайишидан далолат беради. Суюқ шишасимон фаза ҳосил бўлиши қумли созтупроқда кўпи билан 700°C да бошланади. Бироқ, бу фазанинг сезиларли даражада кўпайиши 850-900°C дан бошлаб кузатилади. Шишасимон фазанинг ҳосил бўлишини баъзи минералларнинг таркиби, гил ва янги минераллар ҳосил бўлиши ҳамда эритмага таъсири физикавий жиҳатдан маҳсулотнинг ҳажми кичрайиши билан боғликлиги орқали тушунтирилади. Шишасимон фаза куйдиришни ва сапалак ҳосил бўлишини таъминлайди.

Масса таркибида шиша фазанинг кўпайиб бориши, олинаётган маҳсулот зичлигининг ўзгариши ҳамда сапалакнинг механик мустаҳкамлик чегарасини ошишини таъминлайди. Айнан шу жараёнда пишириш босқичи ўтказилиб, олинаётган маҳсулотнинг кўпчилик сифат кўрсаткичлари шу жараёнда шаклланади. Бу жараёнда ўзаро таъсирлашиши мумкин бўлган деярли барча компонентларнинг ўзаро реакцияга киришишини тўлиқ таъминлаш зарур. Мабодо, масса таркибида айрим компонентлар реакцияга киришмасдан эркин ҳолда қолиб кетадиган бўлса, улар тайёр маҳсулот таркибида эксплуатация жараёнида ҳаво кислороди, намлик, карбонат ангидридлар билан ўзаро

реакцияга киришиб, маҳсулотда салбий хоссаларга эга бўлган бегона янги бир бирикмаларни ҳосил қилиши мумкин. Бу эса, маҳсулот сифат кўрсаткичларига ўз таъсирини кўрсатмасдан қолмайди. 800–780°C атрофида қумли созтупроқ асосидаги керамик маҳсулотлар перопластик ҳолатда бўлиб, бунда суюқ фаза иштирокида қаттиқ фазали таъсирлашиш жараёни боришини таъминлаш зарур. Шунинг учун ғиштни пишириш маромини бошқача тусда ташкил қилиш ғояси илгари сурилди.

Унга биноан, ғишт массасини пишириш жараёнида 850–750°C ҳарорат оралиқларида ушлаб туриб “тоблаш” ҳисобига, массада худди ситалл олишдаги каби йўналтирилган кристалланиш жараёнини олиб бориш мумкинлиги фараз қилинди. Перопластик ҳолатда керамик масса таркибидаги суюқ фаза, яъни шиша фаза, қаттиқ заррачалар атрофини ўраб олган-у, аммо ўзига хос қовушқоқликка эга ҳолатда бўлади.

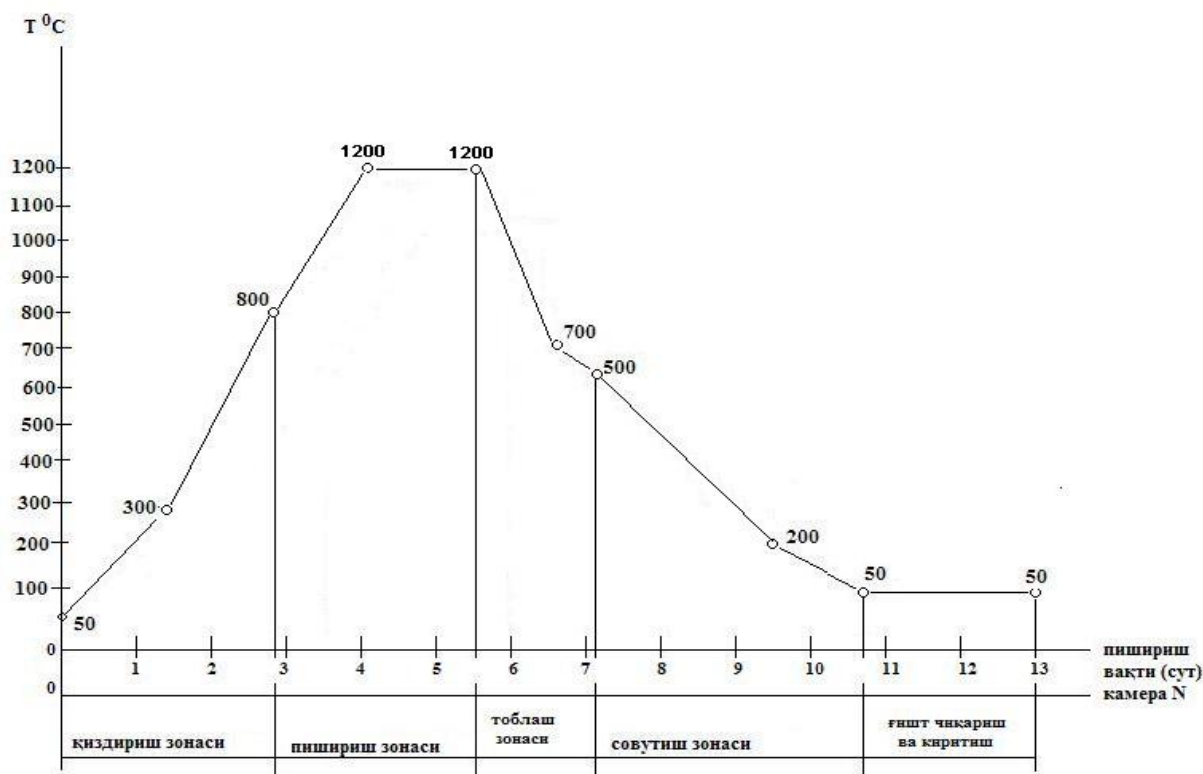
Шиша фаза таркибида унинг кристалланишига мойиллигини кучайтиришга имкон берувчи компонентлар-катализаторлар ҳам мавжудки, улар “тоблаш” босқичида шишани маълум даражада кристалланишига олиб келади. Шу боисдан масса таркибидаги CaO ва MgO ҳисобига клинкер ғишт таркибида анортит ва диопсид минераллари кристалланиши кузатилади. Бунда тоблаш вақти қанчалик узайса, бу минералларнинг ҳосил бўлиш даражаси шунча ортиб боради. Перопластик ҳолатда клинкер ғишт таркибида шиша фазанинг ошиши уни деформацияланишига олиб келмайди, чунки унинг деформацияланиши учун масса етарли даражада оқувчанликка эга бўлмайди.

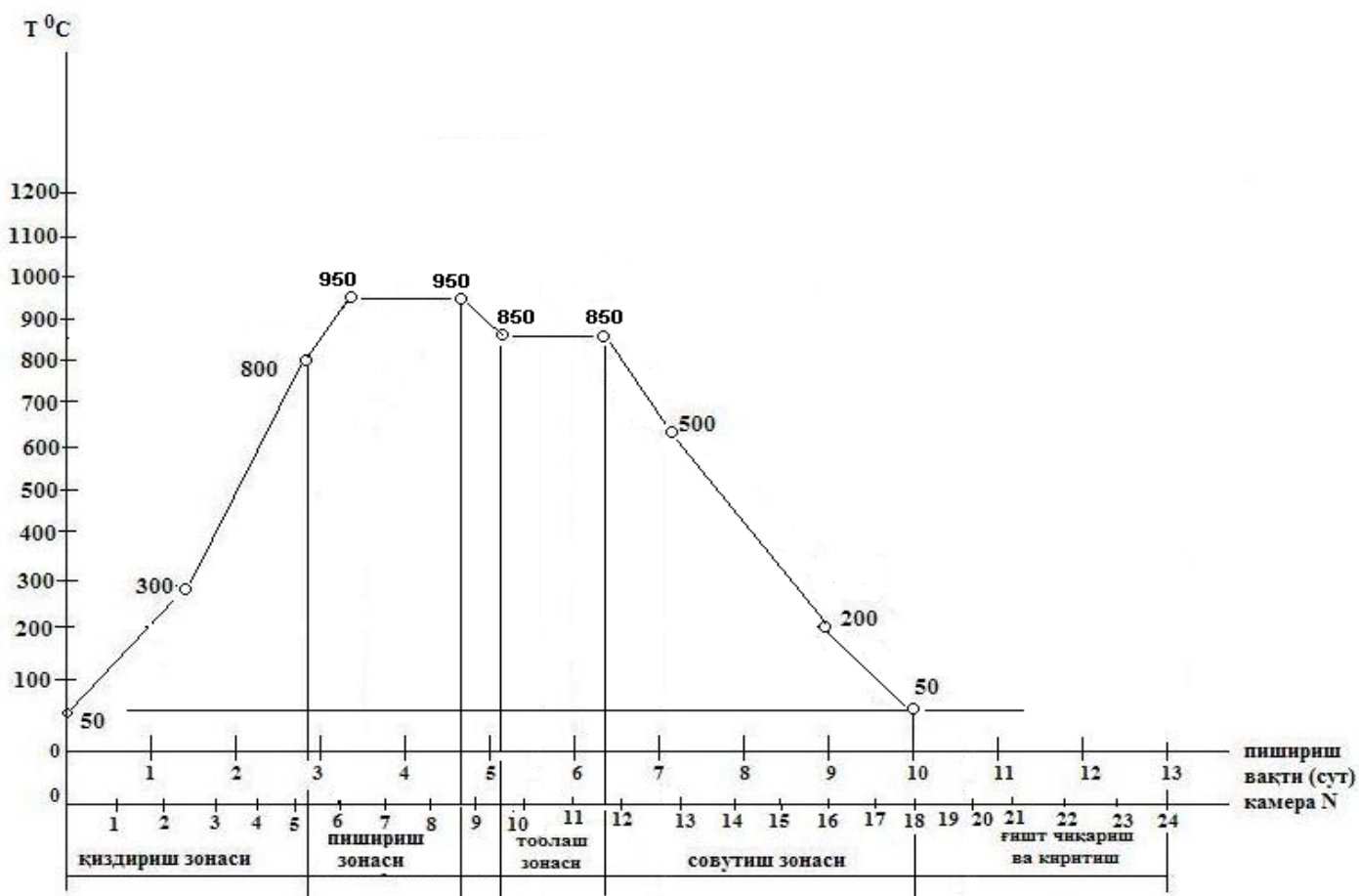
Қумли созтупроқнинг қовушқоқлик даражасининг ўзгаришини Н.Р. Мустафин ўз тадқиқотларида баён қилиб ўтган. Шунингдек, кейинги пайтларда қайтарувчи-оксидловчи муҳитларда пишириш қўлланилиб, бу бошқа усулларга қараганда технологик жихатдан афзал ҳисобланади. Бу усулда пишириш сапалакнинг киришишини камайтиради, унинг совуққа чидамлилиги ва механик мустаҳкамлик чегарасини 1,5–2 баробар оширади. Қайтарувчи-оксидловчи муҳитда пишириш жараёни гидрослюда гилларида 800°Cда,

карбонатли гилларда эса 900°C да тугайди. Бунинг учун $500\text{--}600^{\circ}\text{C}$ га қадар қайтарувчи муҳитни, пишириш зонасида эса оксидловчи муҳитни таъминлаш зарур бўлади.

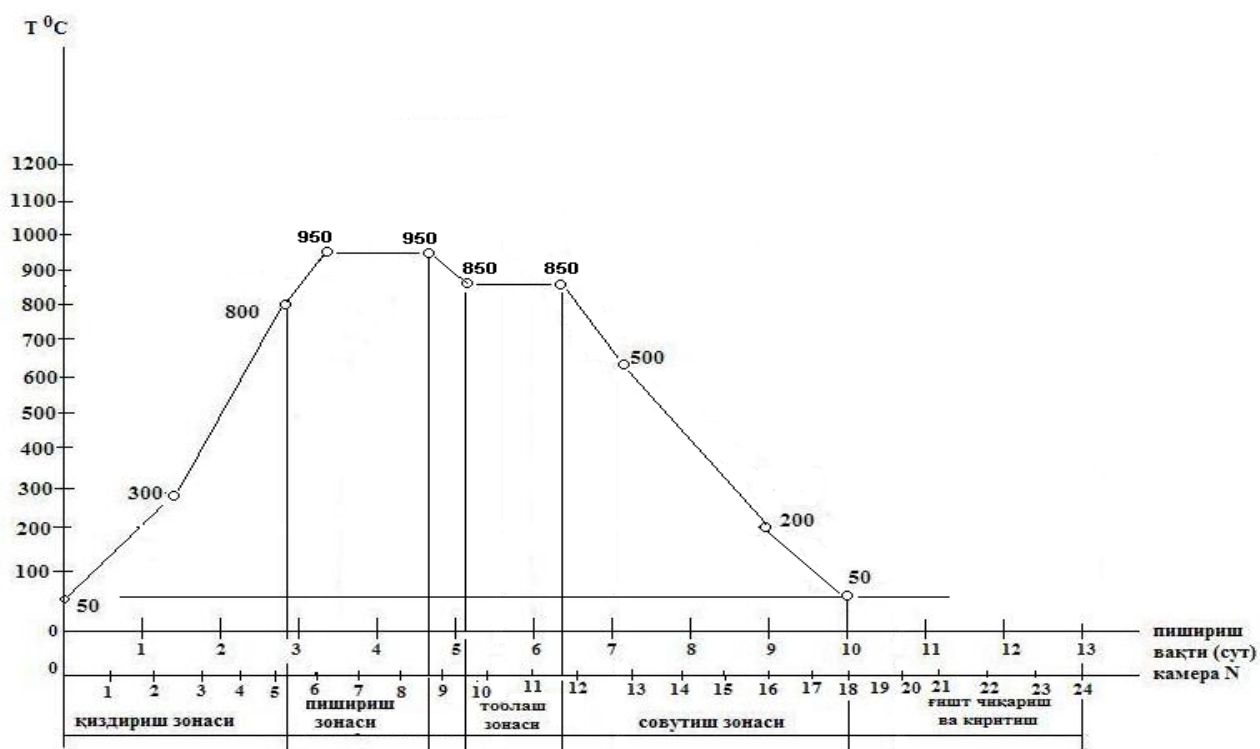
Юқоридаги назарий мулоҳазалардан келиб чиқиб, биз ўз тадқиқотларимизда ғиштни пиширишнинг янги технологик маромини ишлаб чиқдик. Керамик ғиштни пиширишнинг мавжуд ва ишлаб чиқилган режимининг чизма кўриниши 3.2- 3.3-ва 3.4-расмларда тасвирланган. Унга кўра, керамик ғиштни максимал ҳароратда ушлаб турилгандан кейин, 850°C гача совутилди ва $850\text{--}750^{\circ}\text{C}$ ҳарорат оралиғида 2 соат давомида “тоблаш” босқичи амалга оширилди.

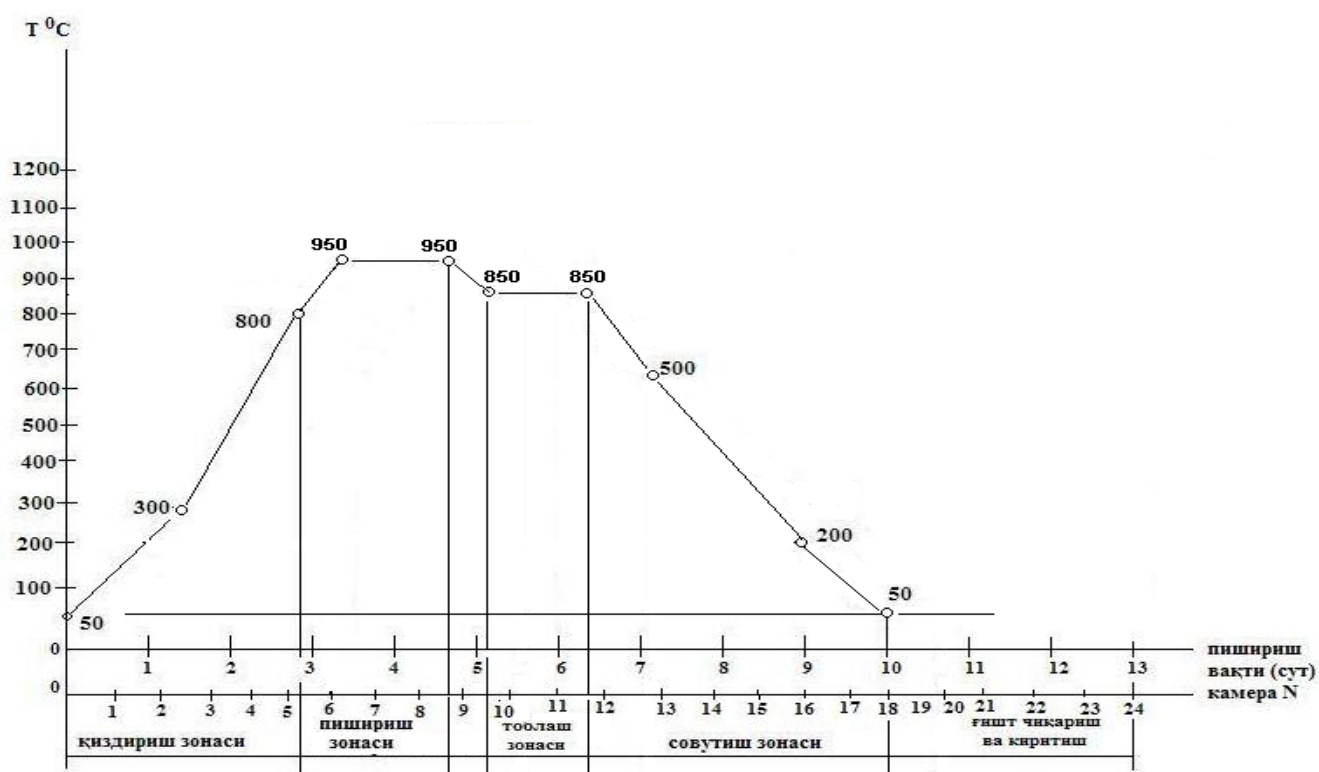
3.2-расм. Анъанавий усулда камерали хумдонларда клинкер ғишт олишнинг иссиқлик ишлов бериш мароми



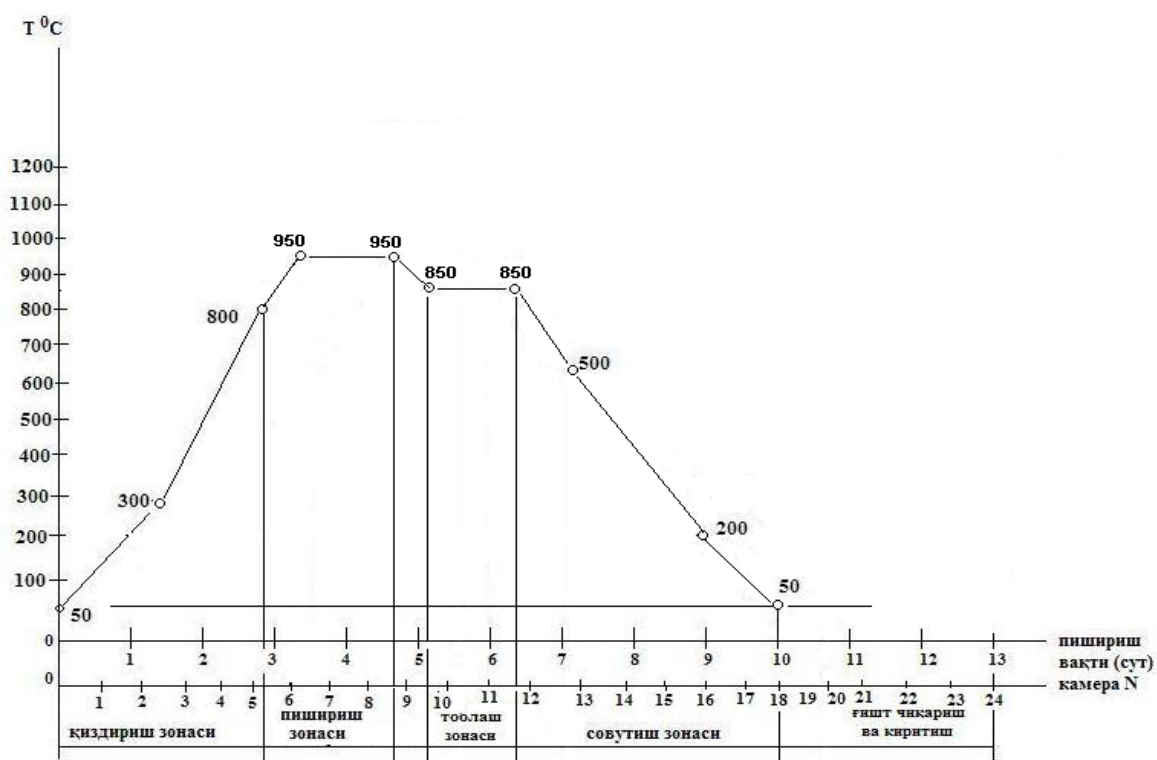


3.3-расм. Таклиф қилинаётган усулда камерали хумдонларда клинкер ғишт олишнинг иссиқлик ишлов бериш мароми: 1-вариант





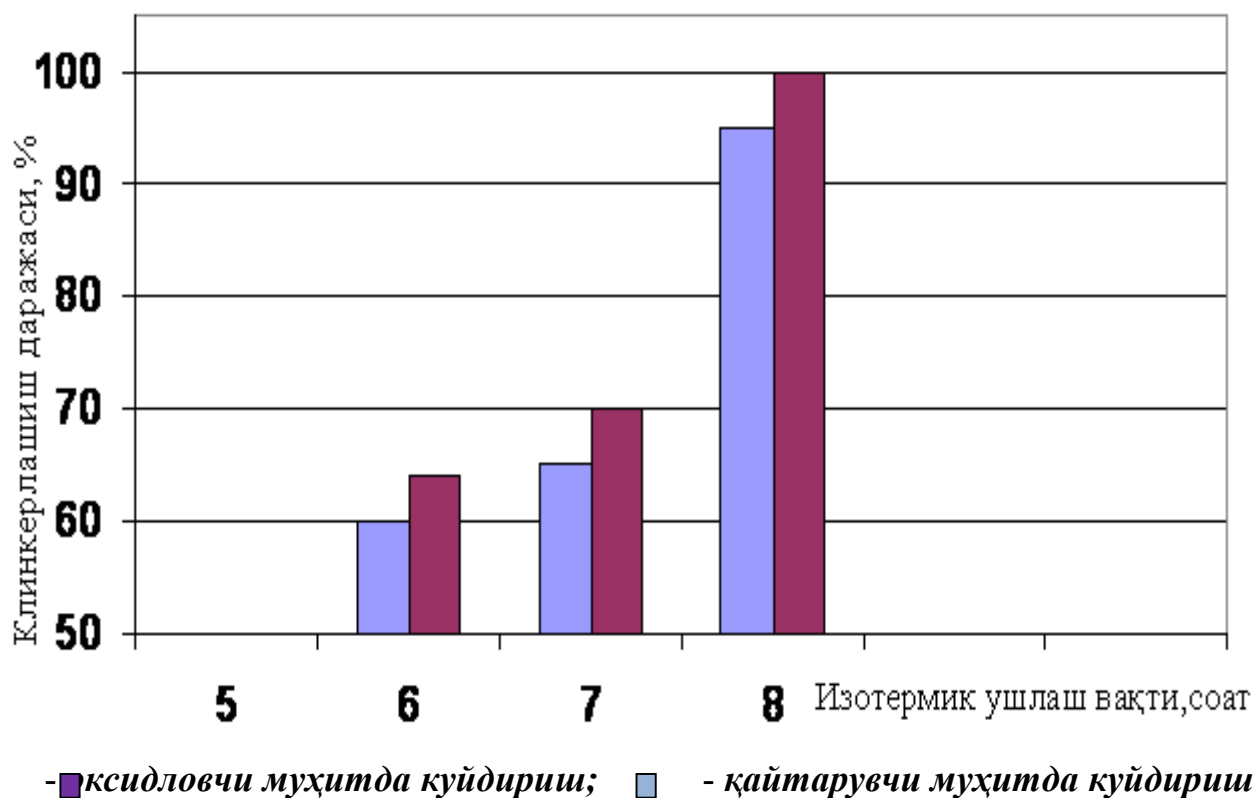
3.4-рasm. Таклиф қилинаётган усулда камерали хумдонларда клинкер ғишт олишнинг иссиқлик ишлов бериш мароми: 2-вариант



Камерали хумдонда керамик ғишт пишириш маромларига оид айрим маълумотлар

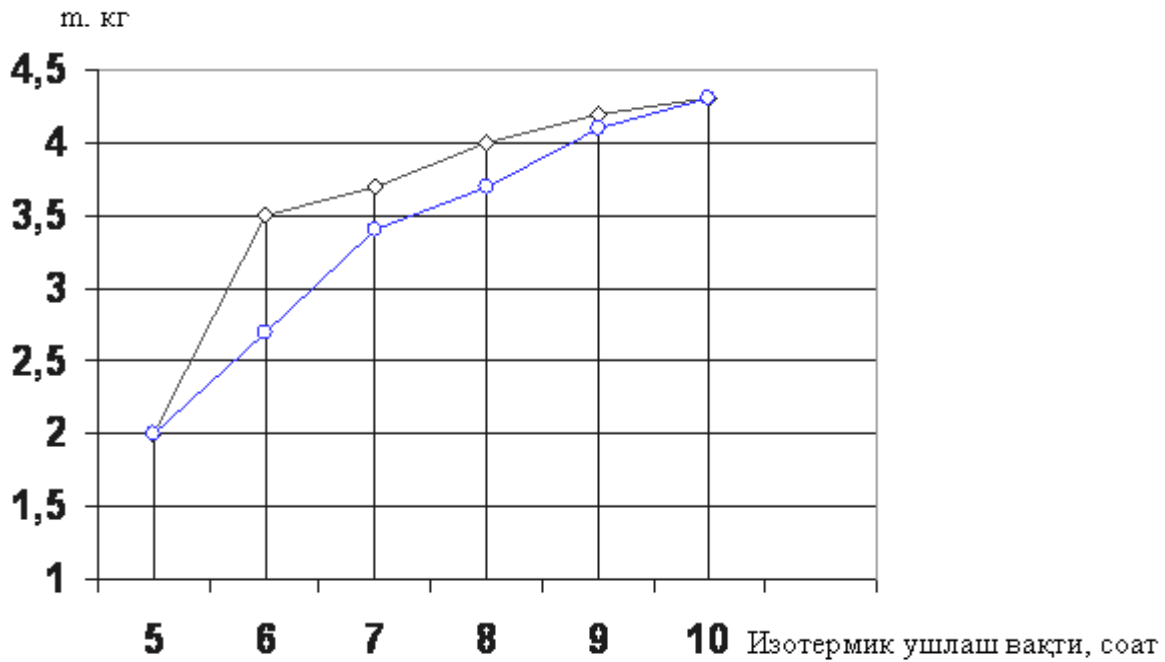
№	Маромлар	Иссиқлик ишлов бериш даврлари, уларнинг давомийлиги ҳамда муҳити, соат					Маҳсулот сифати
		қиздириш	пишириш	тоблаш	совутиш	жами	
1	Корхона мароми	68 мўътадил	64 мўътадил	40 мўътадил	72 мўътадил	244	М100, F35, ташқи юзаларида ёриқчалар мавжуд
2	Таклиф қилинаётган маром: 1-вариант	68 оксидловчи	44 оксидловчи	28 қайтарувчи	86 қайтарувчи	226	М400, F50, ташқи юзаларида ёриқчалар мавжуд
3	Таклиф қилинаётган маром: 2-вариант	68 оксидловчи	44 оксидловчи	48 қайтарувчи	76 қайтарувчи	236	М500, F60, ташқи юзаларида кичик ёриқчалар мавжуд

Белгиланган маромда пиширилган намуналарнинг клинкерлашиш даражаси ўрганилди. Клинкерлашиш даражаси деб, керамик ғишт массасини шундай ҳолати қабул қилинадики, бунда масса тўла тошсимон ҳолатга ўтади ва ишқаланишга нисбатан масса йўқотилиши $0,5 \text{ г/см}^2$ дан юқори бўлмайди. Олинган натижаларнинг гистограмма шаклидаги кўриниши 3.5-расмда келтирилган.



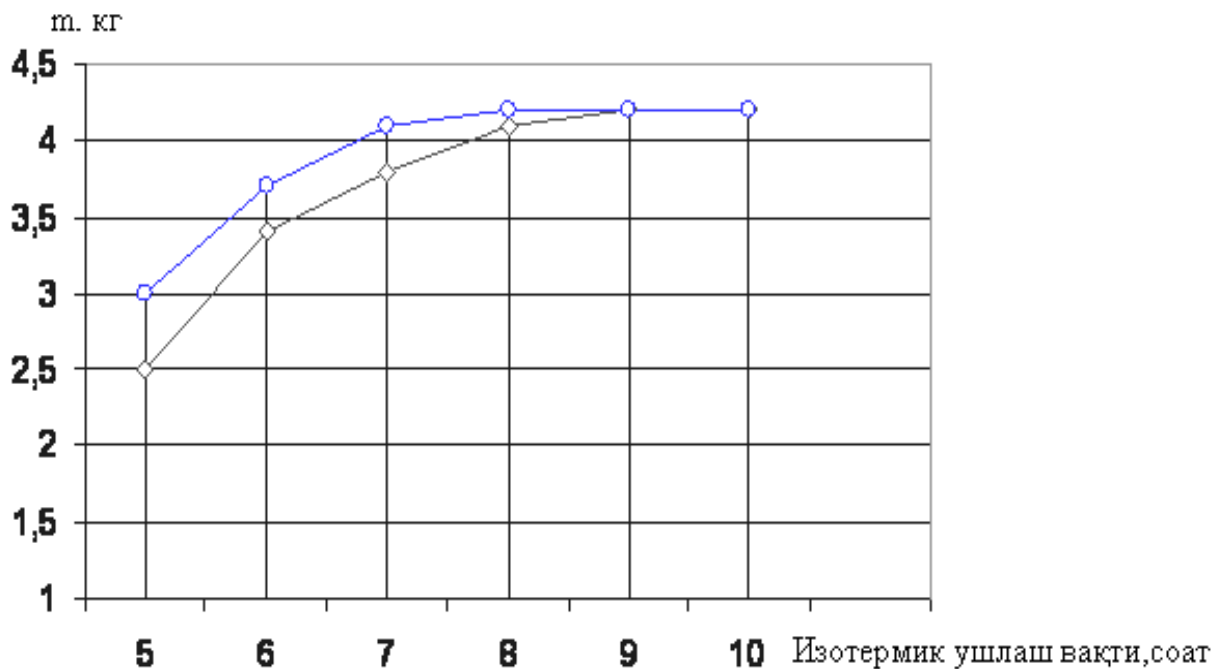
3.5-расм. Клинкер ғиштнинг клинкерлашиш даражасининг турли шароитларда ўзгариш гистограммаси

3.6- ва 3.7- расмларда эса турли пишириш шароитларида клинкер ғишт массасини ўзгаришининг тасвири келтирилган бўлиб, уларга кўра, клинкер ғишт массаси ўзгариши массага термик ишлов бериш ҳароратига, изотермик ушлаб туриш вақтига, ҳамда муҳитнинг оксидловчи ёки қайтарувчилигига боғлиқ.



Пишириш ҳарорати 950°C . —○— оксидловчи муҳитда олинган гишт;
— — қайтарувчи муҳитда олинган гишт.

3.6-расм. Турли пишириш шароитларида клинкер гишт массасининг ўзгариши



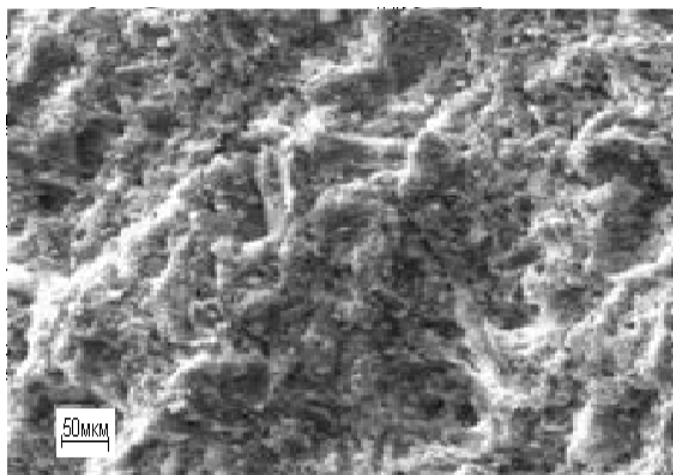
Пишириш ҳарорати: —○— 900°C да; ◇ — 1000°C да.

3.7-расм. Қайтарувчи муҳитда турли ҳароратда олинган клинкер гишт массасининг ўзгариши

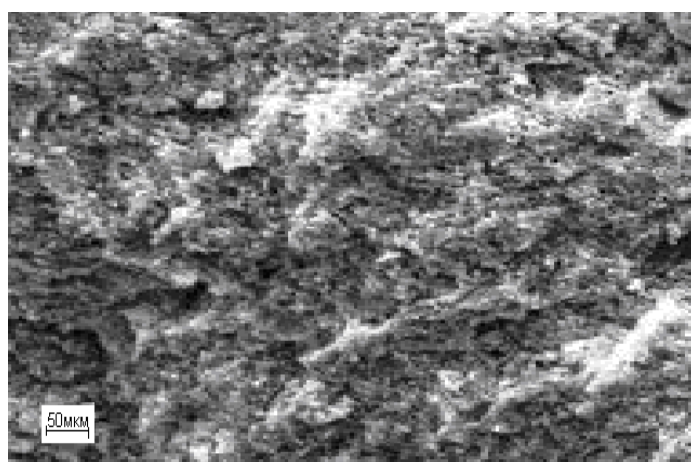
Олинган натижаларни ўзаро солиштириш, K1, K4 ва K7 таркиблар бошқаларига қараганда ўзларининг сув шимувчанлигининг пастлиги, ишқаланишга, сиқилишга ва эгилишга механик мустаҳкамлик чегарасининг юқорилиги билан бошқа турдош намуналардан ажралиб туришини кўрсатди. Бунинг асосий сабаби уларнинг сифатида бўлиб, фикримизча пишириш жараёнида масса таркибида унинг сифат кўрсаткичларини яхшиланишини таъминловчи минералларнинг ҳосил бўлиши учун мақбул шароитлар (ҳарорат, изотермик ушлаб туриш вақти ва компонентлар нисбати ва концентриялари) яратилганлигида деб қараш мумкин. Пишириш натижасида керамик сапалакда борган физик-кимёвий жараёнларни чуқурроқ ўрганиш мақсадида намуналар замонавий физик-кимёвий тадқиқотлар усуллари қўллаб таҳлил этилди.

Намуналарнинг ички тузилишининг электрон-микроскопда олинган тасвири 4.1- расмда келтирилган бўлиб, уларни таҳлил этиш, намуналарнинг сирт юзаларининг ҳолати қўшимчаларнинг турига қараб ўзгаришини кўрсатди. Ғишт тошқоли қўшилган K4 намуна юзаси зич ва шиша фаза миқдорининг юқорилиги билан тавсифнинг камлиги билан фарқланади. K7 намуна эса нисбатан серғовак бўлиб, унинг сирт юзасида оз миқдорда бўлса ҳам шиша фаза мавжудлиги кузатилди.

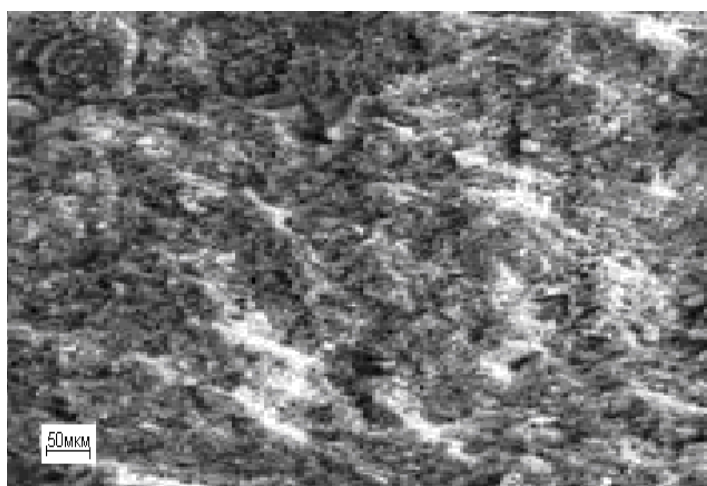
Намуналарнинг дифрактограммалари 4.2-расмда келтирилган бўлиб, уларга биноан 950°C ҳароратда пиширилган намуналарнинг фаза таркиби, асосан, анортит (0,318; 0,251; 0,403нм), кристаболит (0,334; 0,212; 0,253; 0,338; 0,415нм), диопсид (0,271; 0,299; 0,362 нм) лардан ташкил топган. K4 намунада дифрактограммада анортитга тегишли тўлқин узунлик суръати буйича бошқа тур намуналардан фарқланиши қайд этилди. Намуналарнинг ИҚ – спектроскопик таҳлили натижалари 4.3-расмда келтирилган ва унга кўра, 560-640 см⁻¹ тўлқин узунликларида Si-O анион гуруҳларига мансуб бўлган деформацион тебранишлар, 640см⁻¹ тўлқин узунлигида Si-O-Si боғларининг ҳосил бўлиши ҳисобига ИҚ-нурларнинг ютилиш суръати ошганлигига гувоҳ бўлдик.



a)



б)



в)

*а) K1– таркиб; б) K7 – таркиб; в) K4 – таркиб. Пишириш
ҳарорати 950 °C.*

3.8-расм. Намуналар ички тузилишининг электрон-микроскопда олинган тасвири.

3-бўлим бўйича тавсиялар

1. Республикамизнинг барча ҳудудларида кенг тарқалган арзон маҳаллий қумли созтупроқ асосида клинкер ғишт олиш учун массаларнинг самарали таркиблари ишлаб чиқилди. Бунда қумли соз тупроқ миқдори 70-100% гача, чиқинди ғишт тошқоли - 10-30% гача, қумли созтупроқ асосида механик фаоллантирилиб олинган боғловчи миқдори 10-30 % ни ташкил этди ва ишлаб чиқилган таркибларнинг физик-механик ва технологик хоссалари ўрганилди. Олинган натижалар асосида К1, К4 ва К7 таркиблар бошқаларига қараганда ўзларининг сув шимувчанлигининг пастлиги, ишқаланишга сиқилишга ва эгилишга нисбатан механик мустаҳкамлик чегарасининг юқорилиги билан бошқа турдош намуналардан ажралиб туриши қайд этилди.

2. Қумли созтупроқ хом ашёсига гидромеханик ишлов бериш йўли билан уни фракцияларга ажратишга эришилди ва боғловчилик хусусиятларига эга бўлган майда заррачалардан иборат массани ажратиб олиб, унинг механик фаоллантириш механизми ишлаб чиқилди ва амалда ижобий натижа олишга муваффақ бўлинди

3. Ёишт массаси таркибига кокс кукуни киритиш ҳисобига, олинадиган ғиштнинг механик мустаҳкамлик чегараси 50,07 МПа гача оширилди, сув шимувчанлиги 3,8 % гача камайтирилди, ҳажмий массасининг эса 4,2–4,4 кг/см³ гача ортиши қайд этилди. Масса таркибига киритилиши мумкин бўлган кокс кукунининг мақбул миқдори 3–5% атрофида бўлиши аниқланди.

4. Физик-кимёвий тадқиқот усулларида фойдаланиб, олинган маҳсулот таркиби анортит, кристоболит ва диопсид минералларидан ташкил топганлиги аниқланди. Маҳсулотнинг сифат кўрсаткичлари асосан, анортит минералининг миқдори билан белгиланиши кўрсатилиб, унинг ҳосил бўлиш шароитлари ўрганилди. Бунда анортит минералининг ҳосил бўлишида қумли созтупроқ таркибидаги дала шпати, гидрослюда, CaCO₃, CaSO₄, SiO₂, каби минераллар асосий роль ўйнаши қатнашиши назарий жиҳатдан кўрсатилиб ўтилди.

5. Керамик ғишт пишириш жараёнини такомиллаштириш ҳамда уни

ишлаб чиқаришда энергия сарфини камайтириш мақсадида, ғиштни пишириш жараёни таҳлил қилинди ва пишириш жараёнида хумдон атмосферасида “оксидловчи-қайтарувчи” муҳитларни ташкил қилиш ҳисобига Fe_2O_3 ни FeO гача қайтариш имкониятлари очиб берилди. Ҳосил бўлган FeO ғишт массаси таркибида SiO_2 билан таъсирлашиб, фаялит ($2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$) минералини ҳосил қилиши, бу эса. ўз навбатида масса таркибида суюқ фаза миқдорини нисбатан ошириб, юқори ҳароратларда унинг таркибида кечадиган физик-кимёвий таъсирларни тезлаштириши мумкинлиги аниқланди. Бунинг ҳисобига ишлов бериш вақтини қисқартириш имконияти ҳамда энергия сарфиётини камайтириш имкониятлари мавжудилиги қайд этилди.

4-БЎЛИМ. ОЛИНГАН НАТИЖАЛАРНИ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ КОРХОНАЛАРИДА ЖОРИЙ ҚИЛИШ РЕЖАСИНИ ВА КОРХОНА ТИЗИМИНИ РЕКОНСТРУКЦИЯЛАШ ЛОЙИХАСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ

4.1. Клинкер ғишт ишлаб чиқаришнинг такомиллашган технологиясини ишлаб чиқиш ва ярим-саноат шароитида синовдан ўтказиш

Клинкер ғишти олишнинг таклиф қилинаётган технологик тизими бўйича хом ашёларга ишлов бериш қуйидаги кетма-кетликда амалга ошириш тавсия қилинади:

Ғишт тошқолига ишлов бериш. Ғишт ишлаб чиқариш корхоналарида чиқинди сифатида ҳосил бўлган ғишт тошқоллари (1) жағли майдалагич (4) га берилади ва 4–8 мм йирикликда майдаланади. Майдалагичдан ўтган масса ситобуратга (5) туширилади ва ғалвирдан ўтказилиб (3), оралик бункерга туширилади. Ғалвирдан ўтмаган қисми ғишт тошқолини сақлаш бўлинмасига юборилади. Оралик бункердан тошқол тарелкали таъминлагич орқали (6) зўлдирли тегирмонга юклаб берилади. Даврий ишлайдиган зўлдирли тегирмонда тошқол ўлчамлари 0,2-0,5 мм гача майдаланиб, элеватор (7) ёрдамида ситобуратга (5) кўтарилиб берилади. Унинг ситобуратдан ўтган қисми оралик бункерда (3) сақланади. Ўтмаган қисми эса лентали транспортер орқали қайта янчишга йўлланади.

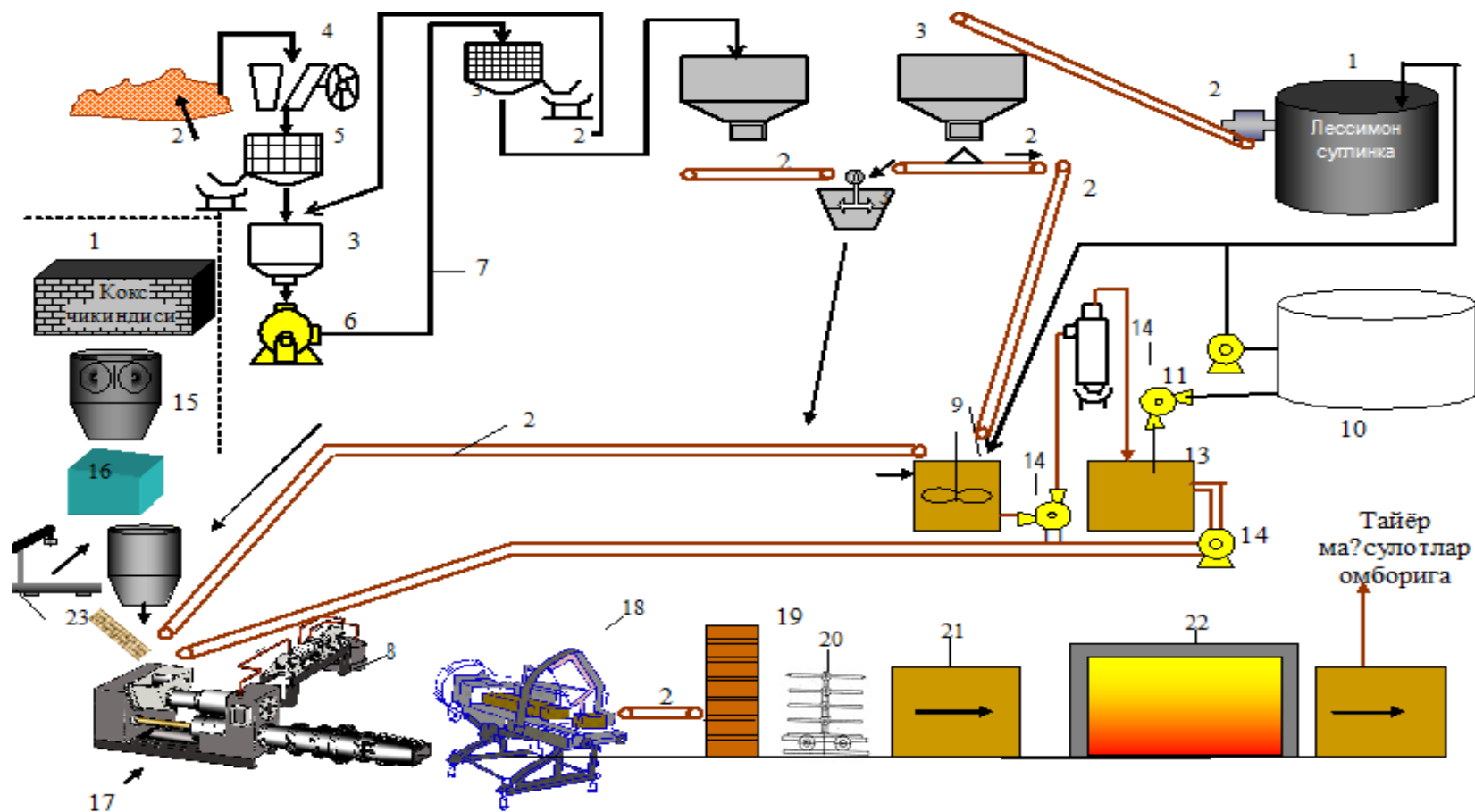
Қумли созтупроққа ишлов бериш. Карьердан ташиб келтирилган хом ашё сақлаш омборида (1) сақланади. Хом ашё захираси котлованда 3 ой мобайнида даврий равишда сув билан ювилиб турилади. Кейинчалик бульдозерлар ёрдамида яшикли таъминлагичга (8) юклаб берилади ва яшикли таъминлагичдан саралаш конвейерига ўтиб, у ерда қўл кучи ёрдамида шох-шабба ва ўсимлик илдизларидан тозаланади. Ундан кейин хом ашё бункерга (3) юкланади ва таъминлагич ёрдамида дозаланади.

Қумли созтупроқ асосида боғловчи олиш. Дастлабки ишловдан ўтган қумли

созтупроқнинг бир қисми (2) лентали таъминлагич тарози орқали (9) пропеллерли аралаштиргичга туширилиб берилади. Пропеллерли аралаштиргичга сув идиши орқали (10) марказдан қочма насос (11) ёрдамида ротацион сарф ўлчагич орқали белгиланган миқдордаги сув берилади. Ҳосил бўлган суспензия марказдан қочма насос билан (3) босим остида гидроциклонга (12) ҳайдаб берилади. Гидроциклоннинг юқори қисмидан чиққан суспензия тиндиргич (13) га йўналтирилади, дағал қисми эса конвейер орқали махсус жойга йиғилади. Тиндиргичда маълум муддатда қаватланган суспензиянинг суёқ қисми насос ёрдамида сув сақлаш идишига берилади.

Масса тайёрлаш. Хом ашёлар сақлаш бункерларидан тарелкали таъминлагичлар ёрдамида белгиланган рецептурага асосан лентали таъминлагичга тушириб берилади. Лентали таъминлагичдан масса (20) планетар типдаги аралаштиргичга (14) туширилади. Аралаштирилган масса лентали конвейер орқали масса тайёрлаш бўлимига берилади.

Кокс чиқиндисига ишлов бериш. Кокс чиқиндиси кокс сақлаш учун мўлжалланган омбордан валли майдалагич (15) ёрдамида ўлчамлари 0,1–0,5 мм қадар майдаланади ва (16) сақлаш идишида сақланади. Сақлаш идишидан



4.1-расм. Қумли соз тупроқ асосида клинкер ғишт олишнинг такомиллашган технологик тизими.

1-хом-ашё омбори; 2-конвейер; 3-бункер; 4-жағли майдалагич; 5-ситобурат; 6-шарли тегирмон; 7-элеватор; 8-яшикли таъминлагич; 9-аралаштиргич; 10-сув идиши; 11-мембранали насос; 12-гидроциклон; 13-идиш; 14-насос; 15-валли майдалагич; 16-сақлаш идиши; 17-тасмаливакуум пресс; 18-автомат кескич; 19-автомат тахлатгич; 20-вагонетка; 21-қуриткич; 22-камерали хумдон; 23-тарози.

кокс кукуни тарозиларда ўлчаниб, бункерга юкланади ва у ердан таъминлагич ёрдамида масса тайёрлаш бўлимига берилади. Масса тайёрлаш бўлимига дастлабки ишловдан ўтган компонентлар белгиланган миқдорда лентали вакуум пресс (17) бункерига юклаб берилади. Лентали вакуум прессга мембранали насос ёрдамида қувур орқали қумли созтупроқ асосида олинган боғловчи қўшилади. Лентали вакуум прессдан чиққан масса автоматик кескич (18) ёрдамида кесилади ва автомат тахлагич (19) ғишт доналарини вагонеткага (20) тахлаб беради. Ярим маҳсулот тахланган вагонеткалар қуриткичга (21) қуритиш учун киритилади. Қуритилган ғишт автомат тахлагичда пишириш хумдони (22) вагонеткаларига қайта тахланади ва камерали хумдонда белгиланган маром бўйича пиширилади. Хумдондан чиққан пиширилган ғишт тайёр маҳсулот омборига жўнатилади (5.1-расм).

5-БЎЛИМ. МЕХАНИК МУСТАҲКАМЛИГИ ЮҚОРИ, КИМЁВИЙ ТУРҒУН КЕРАМИК ҒИШТНИНГ СИНОВ НАМУНАЛАРИНИ ОЛИШ

5.1. Механик мустаҳкамлиги юқори, кимёвий турғун керамик ғиштнинг синов намуналарини олиш

Тадқиқот ишида 2 турдаги маҳсулот олишга эришилди. Биринчи тур маҳсулоти “Khiva” товар белгиси билан чиқаришга мўлжалланган бўлиб у бино фасадларига нақшинкор ғишт сифатида қўлланилиши режалаштирилди. Бу турдаги ғиштни олиш учун тажриба тадқиқотларида мустаҳкамлиги юқори бўлган металлдан қолип ясалди(тасвири илова қилинади).



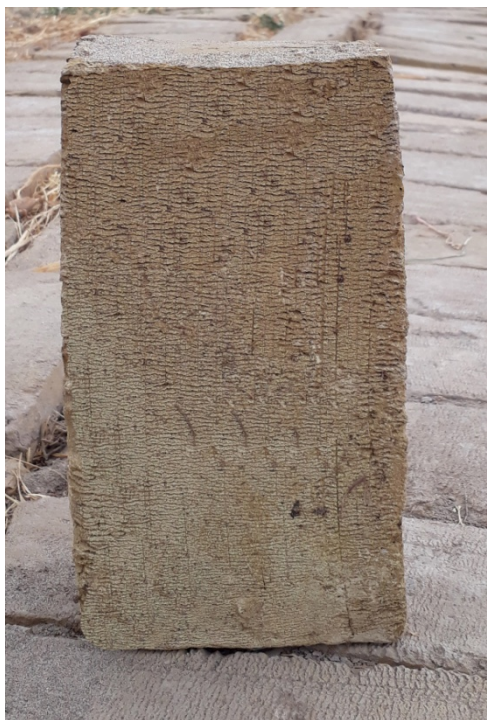
6.1. расм. Грант доирасида олинган фасадбоп керамик ғишт намунаси

Қолипга ғишт рецептурасига мос келадиган масса тайёрланиб гидравлик прессларда $10-15 \text{ кГ/см}^2$ куч остида пресслаш жараёни олиб борилди. Пресслаб олинган намуналар корхона шароитида қуриштиш вагонеткаларининг устки қисмига қўйилиб корхона режимида мос равишда қурилди. Қурилган намуналарнинг хавода киришиши кўрсаткичи, ташқи юзалари текширилди. Қурилган намуналар пишириш учун халқасимон



6.2.-расм. Грант доирасида олинган мустаҳкамлиги юқори, кимёвий турғун бўлган керамик ғиштнамуналарининг “Х- инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳалар” худудий ярмаркасида намоиш қилиниши хумдонларда корхона режимида мос равишда пиширилди.

2 тур ғишт бино пойдеворлари учун мўлжалланган бўлиб, уни олиш жараёни ҳам корхона режими ва технологик харитасига мос равишда олиб борилди. Хом ашёларни тайёрлаш ва масса шакллантириш ҳамда қуриштиш ва пишириши жараёнлари 5 бўлимда келтирилган тартибда олиб борилди. Ғишт намуналарининг тасвири иловада келтирилган.



6.3.-расм. Грант доирасида олинган тратуарлар учун мўлжалланган механик мустахкамлиги юқори, шўрга чидамли керамик ғишт намунаси ва тўшалган майдонча

5.2. Механик мустахкамлиги юқори, шўрга чидамли ва арзон керамик ғишт олишнинг муваққат технологик регламенти

Технологик регламент ишлаб чиқишда корхона шароити ва илмий техник адабиётларда келтирилган маълумотлар асос қилиниб олинди ва муваққат технологик регламент ишлаб чиқилди. Технологик регламент илова қилинади. Ишлаб чиқилган технологик регламент бўйича синов ишлари олиб борилди ва ижобий натижага эришилди. Ишлаб чиқарилган ғишт намуналари Хива шаҳрининг “Ичон қалъа” мажмуасида, Урганч давлат университети бош биноси ёнидаги майдонда, Шовот тумани Қиёт қишлоғидаги айрим турар жойларининг пойдеворлари ва майдончаларига тўшалди ва синов назорат ишлари олиб борилмоқда. Синов назорат ишларини олиб боришда ғиштнинг массасини ўзгариши, ташқи кўриниши каби омиллар эътиборга олинди.

6- БЎЛИМ. МАҲАЛЛИЙ ХОМ АШЁЛАР АСОСИДА МЕХАНИК МУСТАҲКАМЛИГИ ЮҚОРИ, КИМЁВИЙ ТУРГУН КЕРАМИК ҒИШТ НАМУНАЛАРИНИ ТЕХНИК-ИҚТИСОДИЙ КЎРСАТКИЧЛАРИНИ ҲИСОБИ

Грант доирасида белгиланган техник-иқтисодий кўрсаткичларни ҳисоблашда корхона тизимида мавжуд бўлган дастлабки маълумотлардан фойдаланилди.

6.1. Механик мустаҳкамлиги оширилган керамик ғишт ишлаб чиқаришнинг техник-иқтисодий кўрсаткичлари ҳисоби

Грант тадқиқотлари асосида таклиф қилинаётган керамик ғишт ишлаб чиқариш услубини жорий қилишдан кутилаётган иқтисодий самарадорлик қуйидаги омиллар ҳисобига ортади:

1. Ёқилғини тежаш
2. Маҳсулотни сифати кўрсаткичларини яхшилаш

Маҳсулот таннарҳига таъсир қилувчи омилларга қуйидагилар:

1. Кокс кукуни ва уни тайёрлаш жараёнига кетадиган харажатлар;
2. Ғишт тошқолини янчиш билан боғлиқ харажатлар;
3. Қумли созтупроқ асосида боғловчи олиш билан боғлиқ харажатлар киради.

6.1.1. Ёқилғини тежаш ҳисобига кутилаётган иқтисодий самарадорликни ҳисоблаш.

Дастлабки маълумотлар

1 тонна кўмир баҳоси 85 000 сўм

Кархонада 1000 сўмдан ғишт ишлаб чиқариш учун ёз мавсумида 530 кг, қиш мавсумида ғишт 600 кг кўмир сарафлади.

Таклиф қилинган ишланма бўйича 1000 дана ғиштни пишириш учун 1000 дона ғишт массаси таркибига 55,0 кг кокс қўшилади: ёқиш учун эса 400 кг кўмир сарфланди:

Ғишт пиширишда тежаладиган ёқилғини ҳисоби;

$$M_T = M_K - M_H$$

бу ерда, M_T – тежалган ёқилғи массаси, кг; M_K – анаънавий усулдаги ёқилғи сарф массаси, кг; M_H – таклиф қилинган усулдаги ёқилғи сарф массаси, кг

$$M_T = 600 - 400 = 200 \text{ кг}$$

1 т кокс кукунини ташиб келтириш билан боғлиқ харажатлар $T_{\text{кокс}} = 8\,000$ сўмни ташкил қилади.

Тежалган ёқилғини сўмдаги эквиваленти:

$$C = M_T \cdot C_K$$

бу ерда C_K кўмирнинг келиб тушиши тоннари, 84000 сўм.

$$C = 0,20 \cdot 84\,000 = 16\,800 \text{ сум/1000 дона ғишт}$$

Ёқилғини тежаш ҳисобига кутилатган йиллик фойда:

$$\Phi_{\text{й}} = C \cdot Q;$$

бу ерда - Q йиллик иш унумдорлиги, 3млн.

$$\Phi_{\text{й}} = 16,8 \cdot 3\,000\,000 = 50\,400\,000 \text{ сўм.}$$

Кокс сарфи билан боғлиқ харажатлар ҳисобига фойданинг камайиши:

Йиллик ғишт иш унумдорлигига нисбатан кокс кукуни сарфи:

$$M_{\text{кокс}} = Q \cdot m_{\text{кокс}}$$

бу ерда $m_{\text{кокс}}$ – 1000 дона ғишт олиш учун кокс кукуни сарфи, 55 кг,

$$M_{\text{кокс}} = 3\,000\,000 \cdot 0,055 = 165\,000 \text{ кг} = 165 \text{ т.}$$

Бу эса пул кўринишида қуйидагича бўлади.

$$C_{\text{кокс}} = M_{\text{кокс}} \cdot T_{\text{кокс}} = 165 \cdot 8000 = 1\,320\,000 \text{ сум}$$

Фактик йиллик фойда

$$\Phi_1 = \Phi_{\text{й}} - C_{\text{кокс}} = 50\,400\,000 - 1\,320\,000 = 50\,386\,800 \text{ сум}$$

Кархонада ишлаб чиқарилаётган ғиштнинг маркаси 100, таклиф қилинаётган технология бўйича олинадиган ғиштнинг маркаси 400. 400 марка билан ишлаб чиқарилаётган ғиштнинг баҳоси 460 сўмни ташкил қилади (2017 йил май ойи ҳолати бўйича).

$$C_M = C_{400} - C_{100} = 400 - 350 = 50 \text{ сўм}$$

бу ерда, C_{400} – 460 маркадаги ғиштнинг баҳоси;

C_{100} – 100 маркадаги ғиштнинг баҳоси;

Сифатни яхшилаш ҳисобига кутилаётган йиллик фойда:

бу ерда V -йиллик нуқсонли ғиштлар сони, $V=Q \cdot K_B$, бу ерда K_B – нуқсонни ҳисобига олувчи коэффициент. $K_B=9/1000=0,009$.

$V=3\,000\,000 \cdot 0,009=27\,000$ дона

$\Phi_2=(3\,000\,000-27\,000) \cdot 50=148\,650\,000$ сум.

Икккала йўналиш бўйича кутилаётган умумий йиллик фойда:

$\Sigma \Phi=\Phi_1+\Phi_2=50\,400\,000+148\,650\,000=199\,050\,000$ сўм

Маҳсулот таннарҳини оширувчи омилларни ҳисоблаймиз.

6.1.2. Ғишт тошқолини янчиш билан боғлиқ харажатлар

Ғишт тошқолини янчиш учун сарфланган электр энергиясини ҳисоблаш:

Дастлабки маълумотлар:

-1000 дона ғиштнинг куруқ массаси 2300 кгни ташкил қилади. Керамик массасига таркибига рецептурага асосан ғишт тошқолидан 15 % миқдорида қўшилади. 1000 дона ғишт олиш учун 345 кг ғишт тошқоли кукуни қўшилади.

а) ШД-4 типдаги жағли майдалагичда ғишт тошқолини янчиш учун сарфланган электр энергияси сарфини ҳисоблаш

Қурилманинг иш унумдорлиги 4 т/соат. 350 кг ғишт тошқолини майдалаш учун сарфланадиган вақтни ҳисоблаймиз.

1 соат, яъни 60 минут давомида 4 т ғишт тошқоли майдаланса, X вақт давомида 250 кг ғишт тошқоли майдаланади.

60 мин – 4000 кг

$X - 350 \text{ кг}$

$$X = \frac{60 \cdot 350}{4000} = 5,25 \text{ мин.} \approx 6 \text{ мин}$$

Қурилманинг электродвигатели қуввати 7,0 кВт. Майдалаш давридаги сарфланадиган қувват

1 соатда (60минут) – 7 кВт

6 мин – X

$$x = \frac{6 \cdot 7}{60} = 0,70 \text{ кВт}$$

2017 йил сентябр ҳолатига 1кВт электрэнергиясининг баҳоси саноат тармоқлари учун 204 сўмни ташкил қилади.

У ҳолда $G_{\text{уст}} = 0,70 \text{ кВт} \cdot 204 = 142,8 \text{ сўм} \approx 143 \text{ сўм}$

1 дона ғишт тоннарига майдалаш ҳисобига қўшиладиган маблағ миқдори:

$$G_{1\text{г}} = \frac{G_{\text{уст1}}}{1000} = \frac{143}{1000} = 0,15 = 15 \text{ тийин}$$

б) Ғишт тошқолини янчиш учун кетадиган сарф харажатлар

Ғишт тошқолини майдаланган бўлақларини янчиш учун 6 соат давомида шарли тегирмонда янчилади. Шарли тегирмоннинг электродвигатели қуввати 7,5 кВт. Бу қурилма ишчи идишининг ҳажми 1 т маҳсулотни янчишга мўлжалланган.

Биз қурилмага 350 кг масса ва 350 кг шар юклаймиз. 6 соат давомида майдаланади.

$$N_{\text{уст2}} = 6 \cdot 7,5 = 45 \text{ кВт}$$

$$G_{уст2}=45 \cdot 204=9180,00 \text{ сўм}$$

1 донга ғиштга нисбатан

$$G_{уст2} = \frac{9180}{1000} = 9,18 \text{ сўм}$$

Умумий ҳолда ғишт тошқолини янчиш билан боғлиқ технологик харажатлар

$$G_{FT}=0,15+9,15=9 \text{ сўм 33 тийин}$$

6.1.3. Қумли созтупроқ асосида боғловчи олиш билан боғлиқ технологик харажатлар

Боғловчи олиш билан боғлиқ технологик харажатларни ҳисоблашда аралаштириш жараёни ҳисобига сарфланаётган электр энергияси билан боғлиқ харажатлар эътиборга олинди.

Аралаштиргичнинг иш ҳажми -1 м³;

Аралаштиргич қуввати- 3 кВт;

Аралаштиргичга бир юклашда 350 кг қумли созтупроқдан солинади. 500 литр сув солинади ва аралаштирилади. Аралаштириш пульсацион режимда олиб борилади. Аралаштириш ва фаоллаштириш цикли 10 мин.

Аралаштириш ва фаоллаштириш жараёнига сарфланадиган электр энергияси миқдоридан келиб чиқиб электр энергияси билан боғлиқ харажатлар:

1 соат-60 минутга 3 кВт электр энергияси сарфланса,

10 минут учун X миқдор электр энергияси сарфланади

$$X=3 \cdot 10/60=0,5 \text{ кВт}$$

1 кВт электр энергияси 204 сўм бўлса,

0,5 кВт электр энергияси X сўм бўлади

$$X=102 \text{ сўм}$$

1 донга ғиштга тўғри келадиган маблағ миқдори

$$C_6=10 \text{ тийин}$$

6.1.4. Кокс кукуни олиш билан боғлиқ технологик ҳаражатлар

Кокс кукуни янчиш 6 соат давомида шарли тегирмонда олиб борилади.

Шарли тегирмоннинг электродвигатели қуввати 7,5 кВт. Бу қурилма ишчи идишининг ҳажми 1 т маҳсулотни янчишга мўлжалланган.

Биз қурилмага 350 кг кокс чиқиндиси ва 350 кг шар юклаймиз. 6 соат давомида майдаланади.

$$N_{уст2}=6 \cdot 7,5=45 \text{ кВт}$$

$$C_{уст3}=45 \cdot 204=9180,00 \text{ сўм}$$

1 дона ғиштга нисбатан

$$C_{уст3} = \frac{9180}{1000} = 9,18 \text{ сўм}$$

Умумий ҳолда жами ғишт таннархига таъсир қилувчи омиллар:

$$C_{умум} = C_{FT} + C_6 + C_{уст} = 9,33 + 0,10 + 9,18 = 18,61 \text{ сўм}$$

3 млн. Дона ғишт ишлаб чиқариш қувватига тўғри келади таннархни ошишини аниқлаймиз:

$$C_{3млн} = 3\,000\,000 \cdot 18,61 = 55\,830\,000 \text{ сўм.}$$

Ишланманинг жорий қилиниши сабабли кутилаётган соф фойда:

$$C_{\phi} = 199\,050\,000 - 55\,830\,000 = 143\,220\,000 \text{ сўм}$$

Юқоридагилардан ташқари ушбу услуб бўйича олинган ғиштларнинг физик, механик хусусиятларидан келиб чиқиб, хизмат қилиш муддатлари анаънавий ғиштларга нисбатан узоқ вақтни ташкил қилиши мумкинлигини қайд қиламиз.

7-БЎЛИМ. ОЛИНГАН НАТИЖАЛАРНИ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ МИҚЁСИДА СИНОВДАН ЎТКАЗИШ

7.1 Маҳаллий хом ашёлар асосида механик мустаҳкамлиги юқори, кимёвий турғун керамик ғишт ишлаб чиқаришда ишлаб чиқариш миқёсида синовлар

Грант тадқиқотлари натижасида олинган илмий маълумотларни ишлаб чиқариш ишлари Хоразм вилояти Шовот туманидаги “Дилшод-ғиштқурилиш” МЧЖ таркибида олиб борилди. Мазкур корхонани танланишига сабаб ушбу корхона замонавий жихозлар билан жихозланган ҳамда грант объектида белгиланган хом ашё конига жуда яқин. Корхона худудида мавжуд бўлган хом ашёдан 3 тонна миқдорида олиниб корхона тизимида мавжуд бўлган ишлов бериш тизимидан ўтказилди. Бунда қумли созтупроқ лентали транспортер билан жихозланган инспекциялаш конвейеридан ўтказилиб сараланади ва таркибидаги ёт унсурлар-тош, шох-шабба ва ўсимлик томирлари ажратиб олинади. Сараланган қумли созтупроқ валли майдалагичларда майдаланиб элакдан ўтказилади, унинг бир қисми механик фаоллантирилган боғловчи олиш жараёнига берилади қолган қисми эса аралаштиргичга юклаб берилади. Аралаштиргичга кейинчалик янчилган ғишт тошқоли ва кокс кукуни рецептурага асосан қўшилиб, аралаштирилади, аралаштириш вақти 5 мин. Аралаштирилган массага намлаш учун механик фаоллантирилган боғловчи суспензияси берилади. Аралаштириш вақти 3 мин ва шундан сўнг масса қолиплаш жараёнига берилади. Пластик усулда қолипланган ғишт доналари куритиш жараёнига берилади ва 180 °С ҳароратда 48 соат давомида куритилиб, кейинчалик пишириш учун халқасимон ҳумдонларга жойланади. Пишириш корхона режими асосида олиб борилди.

7.2. Маҳаллий хом ашёлар асосида механик мустаҳкамлиги юқори, шўрга чидамли ва арзон керамик ғишт қўллаш юзасидан тавсиялар ишлаб чиқиш

Маҳаллий хом ашёлар асосида механик мустаҳкамлиги юқори, шўрга чидамли ва арзон керамик ғишт қўллаш юзасидан тавсиялар ишлаб чиқиш борисида олиб борилаётган тадқиқотлар асосан йўлақлар қурилишида қўлланиладиган ишларга йўналтирилди. Девор учун ишлаб чиқилган фасадбоп керамик ғиштлир (“Khiva” товар белгиси билан чиқаришга мўлжалланган) қўлланилиши жиҳатидан турдош керамик ғиштлирнинг қўлланилишидан фарқланмайди. Шу жиҳатидан уларни қўллашга оид тавсиялар ишлаб чиқишнинг зарурати йўқ деб ҳисоблаймиз. Йўлақлар ва майдончалар учун мўлжалланган механик мустаҳкамлиги юқори, шўрга чидамли керамик ғиштни қўллашда алоҳида услуб ва маҳоратни талаб қилади. Керамик ғиштни майдонча ва йўлақларга тахлашда бетон ёки полимер материаллари асосида олинган йўлакбоп материалларни тахлашга оид ишлар амалга оширилади. Бунга оид тавсиялар якуний ҳисоботда келтирилади.

ХУЛОСАЛАР

1. Илк бор клинкер ғишт олиш учун асосий хом ашё сифатида қумли созтупроқдан фойдаланиш тавсия этилди. Ғишт массаси таркибини яхшилаш мақсадида, шу хом ашёдан ажратиб олинган ва механик фаоллантирилган боғловчи киришишни камайтирувчи компонент сифатида ғишт тошқоли, энергияни тежаш мақсадида кокс кукунидан клинкер ғишти массасига ишлатиш тавсия этилган бўлиб, бу анъанавий усулга қараганда хом ашё билан боғлиқ харажат ва муаммоларнинг камайишига олиб келиши аниқланди.

2. Тажрибани режалаштиришнинг статистик математик усулларида фойдаланиб, клинкер ғишт синтез қилишнинг мақбул шароитлари ва кўрсаткичларини аниқлаш имконини берувчи регрессия тенгламаси таклиф этилди. Ғишт массаси таркибига киритиладиган компонентларнинг чегара қийматлари аниқланиб, уларнинг масса таркибидаги миқдорлари: қумли созтупроқ – 70-100%; ғишт тошқоли – 10-30%; механик фаоллантирилган боғловчи – 10-30% қилиб олинди ва уларнинг турли комбинацияларида клинкер ғишти ишлаб чиқариш учун таркиблар ишлаб чиқилди.

3. Қумли созтупроққа термик ишлов беришда қаттиқ фазалар ўртасида бориш эҳтимоли юқори бўлган кимёвий реакциялар ва уларнинг маҳсулотлари, технологик жараённинг мақбул кўрсаткичларини топишга оид термодинамик ҳисоблашлар олиб борилди.

4. Қумли созтупроқ хом ашёсига гидромеханик ишлов бериш натижасида, уни фракцияларга ажратишга эришилди ва боғловчилик хусусиятларига эга бўлган майда заррачалардан иборат масса ажратиб олиниб, уни механик фаоллантириш механизми ишлаб чиқилди, ҳамда амалда ижобий натижа олишга муваффақ бўлинди.

5. Ғишт массаси таркибига кокс кукуни киритилиши ҳисобига олинadиган ғиштнинг механик мустаҳкамлик чегараси 50,07 МПа гача ошиши, сув шимувчанлиги 3,8 % гача камайиши, ҳажмий массасининг эса 4,2–4,4

кг/см³ гача ортиши қайд этилди. Масса таркибига киритилиши мумкин бўлган кокс кукунининг миқдори 3–5% атрофида бўлиши мақбул деб топилди.

6. Физик-кимёвий тадқиқот усулларида фойдаланиб, олинган маҳсулот таркиби анортит, кристоболит ва диопсид минералларидан ташкил топганлиги аниқланди. Маҳсулотнинг сифат кўрсаткичлари, асосан, анортит минералининг миқдори билан белгиланиши таъкидланиб, унинг ҳосил бўлиш шароитлари атрофлича ўрганилди. Бунга анортит минералининг ҳосил бўлишида қумли созтупроқ таркибидаги дала шпати, гидрослюда, CaCO_3 , CaSO_4 , SiO_2 , каби минераллар қатнашиши назарий жиҳатдан тадқиқ этилди.

7. Керамик ғишт пишириш жараёнини такомиллаштириш ва энергия сарфини камайтириш мақсадида, ғиштни пишириш жараёни таҳлил этилди ва пишириш жараёнида хумдон атмосферасида “оксидловчи-қайтарувчи” муҳитларни ташкил қилиш ҳисобига Fe_2O_3 ни FeO гача қайтариш имкониятлари очиб кўрсатилди. Ҳосил бўлган FeO ғишт массаси таркибида SiO_2 билан таъсирлашиб, фаялит ($2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$) минералини ҳосил қилиши, бу эса ўўз навбатида масса таркибида суяқ фаза миқдорини нисбатан ошириб, юқори ҳарорат таъсирида унинг таркибида кечадиган физик-кимёвий таъсирларни тезлаштириши аниқланди. Бунинг ҳисобига ишлов бериш вақтини (анъанавий усулда 10-12 соат, таклиф қилинган технология бўйича 8 соат) қисқартириш имконияти мавжудлиги физик-кимёвий тадқиқот усуллари ёрдамида исбот қилинди.

8. Олинган тадқиқот натижаларига асосланиб, клинкер ғишт ишлаб чиқаришнинг такомиллаштирилган технологик тизими ва технологик регламенти анъанавий усулда керамик ғишт ишлаб чиқариш технологиясига мослаштирилган ҳолда ишлаб чиқилди.

9. Механик мустаҳкамлиги юқори, шўрга чидамли ва арзон керамик ғишт олиш учун асосий хом ашё сифатида қумли созтупроқдан фойдаланиш тавсия этилди. Ғишт массаси таркибини яхшилаш мақсадида, шу хом ашё асосидаги механик фаоллантирилган боғловчи, киришишни камайтирувчи

компонент сифатида ғишт тошқоли, энергияни тежаш мақсадида саноат чиқиндиси бўлган кокс кукунидан фойдаланиш тавсия этилган бўлиб, бу анъанавий усулга қараганда хом ашё билан боғлиқ харажат ва муаммоларнинг камайишига олиб келиши мумкинлиги ўрганилиб чиқилди.

10. Лаборатория тадқиқотларига асосланиб ярим саноат миқёсида синов ишлари олиб борилди ва механик мустаҳкамлиги юқори, шўрга чидамли арзон керамик ғиштнинг синов партияси олинди. Ғишт массаси таркибига қумли созтупроқ – 70,0%; ғишт тошқоли – 15%; механик фаоллантирилган боғловчи – 15% киритилиб тайёрланган керамик ғиштлар олишга эришилди ва уларнинг механик мустаҳкамлик чегараси 40-50,0 МПа, сув шимувчанлиги 3,8-6 % тенглиги қайд этилди.

11. Саноат миқёсида механик мустаҳкамлиги юқори, шўрга чидамли арзон керамик ғиштнинг намуналарини олиш учун корхона тизимида кокс кукунини янчиш, қумли созтупроқ асосида механик фаоллантирилган боғловчи олиш тизимлари ишлаб чиқилиб жиҳозланди. Корхона тизимида бундай кичик жиҳозланишлар ҳисобига механик мустаҳкамлиги юқори, шўрга чидамли арзон керамик ғишт олиш имконияти мавжудлиги қайд қилинди.

12. Механик мустаҳкамлиги юқори, шўрга чидамли арзон керамик ғишт олиш жараёнини техник-иқтисодий кўрсаткичлари ҳисобланиб жараёнга сарфланадиган материал ресурсларни тайёрлаш билан боғлиқ харажатлар ҳисобига ғишт таннарҳининг ошиши, энергия ресурслари сарфиётининг камайиши ҳамда маҳсулот сифатининг ошиши ҳисобига кутилаётган самарадорлик ҳисоблаб топилди ва 2017 йил ҳолатига кўра кутилаётган соф фойда 143 220 000 сўмни ташкил қилиши ҳисоблашлар орқали кўрсатилиб ўтилди.

13. Олинган тадқиқот натижаларига асосланиб, керамик ғишт ишлаб чиқаришнинг такомиллаштирилган технологик тизими ва технологик регламенти анъанавий усулда керамик ғишт ишлаб чиқариш технологиясига мослаштирилган ҳолда ишлаб чиқилди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙҲАТИ

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Деворбоп материаллар ишлаб чиқаришни кўпайтиришни рағбатлантириш ва сифатини яхшилаш борасидаги қўшимча чора-тадбирлар” тўғрисидаги қарори. 2009й., 19 июнь. Тошкент. 2009 й.
2. Пащенко А.А. Общая технология силикатов. – Киев: Высшая школа, 1983. - 408 с.
3. Болдыров А.С., Золотова П.П. Строительные материалы. Справочник. – М.: Стройиздат, 1989. – 567 с.
4. Залатарский А.Н. Производство керамического кирпича. – Киев: Высшая школа, 1987. - 568 с.
5. Кройчук Л.А. Использование нетрадиционного сырья для производства кирпича и черепицы в Китае // Строительные материалы. – Москва, 2003. – № 7. – С. 8-9.
6. Левицкая Ю.Ф., Омельченко Ю.А., Энглунд А.Э. Месторождения глинистого сырья России // Стекло и керамика. – Москва, 2002. – № 2. – С. 26-30.
7. Богданов В.С., Ильин А.С., Несмеянов Н.П. Мини-комплексы и мини заводы по производству керамических материалов и изделий. Справочник. – Белгород: Высшая школа, 2000. – 244 с.
8. Важинский А.Т. Управление процессом прессформирования и повышение качества керамического кирпича.: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Воронеж: ВГАСА. 1999. - 17 с.
9. Вернигор А.М. Универсальные автоматизированные линии для производства керамического кирпича пластического формования // Строительные материалы. – Москва. 2001. – № 2. – С. 12-13.
10. Ефимов А.Л. Высокомарочный керамический кирпич с железосодержащими добавками, улучшающими реологию и спекание

глинистых пород.: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Белгород: БелГТАСМ. 2000. - 19 с.

11. Кондратенко В.А. Основные принципы получения высококачественного керамического кирпича полусухим способом прессования // Строительные матер. Оборудование, технологии XXI века. – Москва, 2005. – №9. – С. 58-60.

12. Кондратенко В.А. Новая технологическая линия по производству лицевого керамического кирпича полусухого прессования // Строительные материалы. – Москва, 2001. – № 5. – С. 41-42.

13. Кузьмин В.В. Формирование структуры и свойств керамического кирпича из мергелистых глин.: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Самара.: СамГУ. 2004. - 21 с.

14. Левит И. М. Керамический кирпич с золой от сжигания осадков сточных вод.: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Красково.: Левит И. М. ОАО ВНИИСТРОМ им. П. П. Будникова. 2003. - 21 с.

15. Мелешко В.Ю. Технология и установка для производства лицевого керамического кирпича с декорированной поверхностью // Строит. материалы. – Москва, 2005. – №2. – С. 28-30.

16. Бегоулев С.А. Перспективы развития рынка керамического кирпича Санкт-Петербурга и Ленинградской области // Строительные материалы. – Москва, 2006. – № 2. – С. 18-20.

17. Мелешко В.Ю. Керамическая стеновая подотрасль Республики Беларусь // Строительные материалы. – Москва, 2006. – № 2. – С. 28-31.

18. Хуснуллин М.Ш., Тарасевич Б.П. Производство лицевого керамического кирпича из высокочувствительного к сушке глинистого сырья // Строительные материалы. – Москва, 2006. – №2. – С. 32-34.

19. Полозов А.Н., Мокряков Б.П. Реконструкция кирпичных заводов, оснащенных туннельными печами с шириной канала 2,9м // Строительные материалы. – Москва, 2006. – № 2. – С. 48-50.

20. Ахтямов Р.Я. Новый ряд отечественных туннельных печей из сборных крупноразмерных элементов полной заводской готовности // Строительные материалы. – Москва, 2006. – № 2. – С. 48-49.

21. Шлегель И.Ф., Шаевич Г.Я., Карабут Л.А., Астафьев В.А., Ушаков А.П., Андрианов А.В. Линия активации сырья ШЛ-340 // Строительные материалы. – Москва, 2006. – № 3. – С. 6-9.

22. Бурученко А.Е. Оценка возможности использования вторичного сырья в керамической промышленности // Строительные материалы. – Москва, 2006. – № 3. – С. 46.

23. Лохова Н.А., Вихрева Н.Е. Эффективная стеновая керамика на основе высококальциевой золы-уноса // Строительные материалы. – Москва, 2006. – № 3. – С. 48-50.

24. Кара-Сал Б.К., Биче-Оол Н.М. Повышение качества кирпича комбинированием составов глинистых пород // Строительные материалы. – Москва, 2006. – № 3. – С. 52.

25. Смирнов Ю.В. Пути повышения качества керамического кирпича и эффективности работы технологических линий // Строительные материалы. Оборудование технологии XXI века. – Москва, 2005. – № 8. – С. 14-18.

26. Кондратенко В.А., Пешков В.Н., Следнев Д.В. Кирпич керамический: свойства, производство, применение // Стройпрофиль. – Киев, 2004. – №3. – С. 33-38.

27. Адилматова М.М., Шерназарова М.Т. Строительно-архитектурные детали для отделки зданий. – Т.: Маскан, – 1993. – № 7. – С.13-14.

28. Даценко Б.М., Гебенюк Н.П., Хроменко О.В., Крупа С.И. Совершенствование производства лицевого кирпича // Стекло и керамика. – Москва, 2000. – № 5. – С. 28-29.

29. Handle F. Development of the brick and roofing tile industry. Interceram, 1992. – № 4. – С. 237-239.

30. Мингулова Ф.А. Повышение эксплуатационных свойств строительного

кирпича путем использования отходов цветной металлургии: Дис. ... канд. наук. – Т.: ТКТИ, 1993. – 120 с.

31. Курязов З.М. Разработка составов для получения стеновой керамики на основе минеральных илов водохранилищ.: Автореф. дис. ... канд. тех. наук. – Т.: Институт общей и неорганической химии АН РУз, 2005. - 22 с.

32. Изобретения 93014679/33. Сырьевая смесь для изготовления лицевого кирпича / Инчик В.В., Редван С.А., Васин А.П., Кравченко С.В. // Расмий ахборотнома. – 1995. – № 16. – С.114.

33. Сайбулатов С.Ж. Ресурсосберегающая технология керамического кирпича на основе зол ТЭС. – М.: Стройиздат, 1990. - 246 с.

34. Ставских В.М. Исследование, разработка и внедрение энергосберегающей модели цикла промышленного производства керамического кирпича.: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М.: Череповец. гос. ун-т, 2004. - 22 с.

35. Чайка В.А. Производство керамического кирпича на отечественном оборудовании с совмещенными процессами сушки и обжига // Строительные материалы. – Москва, 2002. – № 8. – С. 10-11.

36. Патент РУз № 2003104540/03. Способ изготовления стеновых керамических изделий / Габидуллин М.Г., Рахимов Р.З., Гарипов Р.Р. // Расмий ахборотнома. – 2004. – № 2.

37. Заявка на патент №2004104596, Россия, МПК C04B 33/02; C04B 33/12. Способ производства керамического строительного кирпича /В.Ф. Рассказов, А.В. Рассказов. Заявл. 17.02.2004 ; Оpubл. 27.07.2005.

38. Коледа В.В., Михайлюта О.С., Алексеев Є. В., Цибулько Е.С. Керамічні маси для клінкерної цегли на основі вітчизняної сировини // Сучасні тенденції розвитку і виробництва силікатних матеріалів: Матеріали II наук.-практ. конф. – Львів, 2008. – С. 133-135.

39. А.С. №1604794. Предложен способ изготовления лицевых керамических изделий преимущественно на основе красножгущихся глин. /

Мороз Б.И., Доценко Б.М., Цилын И.В., Ватаманюк В.А., Рутынский Ю.С., Вережак О.Ф., Проконец Л.Ф. // Б.И. - 1990.- № 41.

40. Ricdel Rudolf. Verfahren zur Herstellung Von Keramischen Massen aus Sedimente , insbesondere Schlamm und Schlamm. Заявка №3926649 ФРГ. Заявл. 11.08.89: Оpubл.14.02.91.

41. Курязов З.М., Кадырова З.Р., Шерназарова М.Т., Ходжаев Н.Т. Сув омборлари илларининг керамика курилиш материаллари учун ишлатилиши // Кимё ва кимёвий технологиянинг замонавий муаммолари: Тез.докл. Рес. III-науч. техн. конф. – Фарғона, 2004. – С. 24.

42. А.С. СССР. №93035790. Способ изготовления изделий стеновой керамики / Макарова И.А., Лохова Н.А. // Б.и И. - 1995. - № 31.

43. Акутин В.Ф., Асеев А.А., Кочнев А.П. Современные стены зданий из керамического кирпича // Строительные материалы. – Москва, 2002. – № 8. – С. 5-7.

44. Патент России №2165909. Керамическая масса / Мадоян А.А., Нубарьян А.В., Ратькова В.П., Яценко Н.Д. // Б.и И. - 1999. № 9.

45. А.С. №93033501/33 Способ производства керамического кирпича / Рассказов В.Ф., Рассказов А.В. // Б. И. - 1995. - №20.

46. Балкявичюс В., Валюкявичюс Ч., Шпокаускас А., Лаукайтис А., Пятрикайтис Ф. Спекаемость легкоплавких иллитсодержащих глин. // Стекло и керамика, 2003. – № 6. – С.18-21.

47. А.С. СССР. №1655947 Сырьевая смесь для получения кирпича. / Сатаев А.С., Шарапов А.Н., Резчиков А.В., Долгопятова Н.Г., Кузин Ю.Г. // Б. И. – 1991. - № 22.

48. А.С. СССР. №1555312 Сырьевая смесь для изготовления строительного кирпича / Сулейманов Ж.Т., Сагындыков А.Л., Дель В.Я. // Б.И. - 1990. - № 13.

49. А.С. СССР. №1643502 А1. Керамическая масса для изготовления лицевого кирпича / Бешимбаев В.К., Ториев Е.Т., Валишев Р.Ш., Ахмаджонов

Б.С. // Б.И. – 1991. - № 15.

50. Ревва И.Б. Строительная керамика на основе композиций легкоплавких глин с непластичными природными и техногенными компонентами.: Автореф. дис. ... канд. тех. наук. – Томск: 2005. – 24

51. Ревва И.Б. Технологические способы регулирования поведения керамических масс в сушке // Строительные материалы. – Москва, 2005. – №2. – С. 56-58.

52. А.С. СССР. № 93039334/33. Сырьевая смесь для изготовления кирпича / Щепочкина Ю. // Б. И. - 1995. - № 35.

53. Сабилов К.М., Нуриев Х.Н. Исследование структурообразования в процессе высокотемпературного обжига бентонитовой глины Ингичкинского региона в присутствии добавок // Строительству высокий науч. и технико-экономический уровень: Тез. докл. обл. науч. прак. и техн. конф. – Самарканд, 1990. - С. 52.

54. Микульский В.Г., Горчаков Г.И. Строительные материалы. – М.: АСВ, 2002. – 534с.

55. Рыбьев И.И. Строительное материаловедение. – М.: Высшая школа, 2002. - 701с.

56. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Зокиров С.Г. Кимёвий технологиянинг асосий жараён ва қурилмалар. – Т.: Шарқ, 2003. – 644 б.

57. Бурлаков Г.С. Основы технологии керамики и искусственных пористых заполнителей. – М.: Высшая школа, – 1972. - 424с.

58. А.С. СССР. №1705262. Состав для орошения ложковых и тычковых граней кирпича-сырца / Герасимов В.В., Громанов Н.С., Ефимова В.А., Павлов Е.Н. // Б. И. –1992.- № 2.

59. Куприянов В.П. Технология производства силикатных изделий. М. – Высшая школа, 1975. - 240с.

60. А.С. СССР №561715. Способ сушки кирпича-сырца / Зелепуга А.С., Карпенко В.С., Сироткин Г.Л. и Щеглов В.В. // Б. И. – 1977. - № 22.

61. Будников П.П. и др. Технология керамики и огнеупоров. – М.: Госстройиздат, 1962. – 123с.
62. Кингери У.Д. Введение в керамику. – М.: Высшая школа, 1967. - 63 с.
63. А.С. № 1583390. Способ термообработки керамических изделий из углесодержащего сырья / Михайлов В.И., Виговская А.П., Семенюк Ю.В. // Б.И. – 1990. №12.
64. Швайка Д.И., Виговская А.П., Шкарлинский О.Ф. Энергосберегающие технологии производства стеновой керамики. – К.: Будивельник, 1987. – 117с.
65. Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З. Исследование структуры пористости // Огнеупоры и техническая керамика. – Москва, 2005. – №11. – С.17
66. Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З. Кинетика структуры пористости в процессе обжига Самарских легкоплавких глин различного химико-минералогического состава // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Физика и электроника. – Москва, 2009. – №5. – С. 32.
67. Тихи Ю. Обжиг керамики. – М.: Стройиздат, 1998. - 148с.
68. Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З. Кинетика изменения структуры пористости в процессе обжига кислотоупоров // Строительство. – Москва, 2000. – №9. – С.38-41.
69. Абдурахимова Е.С., Абдурахимов В.З. Структурные превращения соединений железа в глинистых материалах по данным мессбауровской спектроскопии // Физическая химия. – Москва, 2006. -№7.-С.1-6.
70. Абдрахимова Е.С. Фазовые превращения при обжиге глинистых материалов различного химико-минералогического состава // Огнеупоры и техническая керамика. – Москва, 2006.-№2. -С.21-29.
71. Абдрахимова Е.С., Абдрахимов А.В., Абдрахимов В.З. Особенности фазовых превращений при обжиге отходов цветной металлургии // Материаловедение. – Москва, 2001.-№11.-С.51-56.

72. Абдрахимов В.З. К вопросу о пористости // Вестник ВКТУ. Усть-Каменогорск. – Москва, 2001.-№2.-С.133-136.

73. Зелиг М.П., Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С., Юмина В.А., Абдрахимов Д.В. Взаимосвязь пористо-капиллярной структуры и морозостойкости керамических материалов // Материаловедение. – Москва, 2005. -№5.-С.19-25.

74. Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З. Исследование водопроницаемости и трещиноватости структуры кислотоупоров, полученных с использованием отходов производств // Материаловедение. – Москва, 2001.- №10.- С.52-56.

75. Ковков И. В., Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С., Абдрахимов А.В., Вдовина Е.В., Денисов Д.Ю. Физическая и коллоидная химия самарских глин различного химико-минералогического состава // Самара:ООО «ЦПР». - 2007.132с.

76. Каныгина О.Н., Четверикова А.Г., Скрипников А.А., Скрынников А.М., Раимбаев Н.М. Движение температурного фронта и фазовые превращения в кремнеземистой керамике // Сб. науч. тр. Сер. физика. – Бишкек: КРСУ, 1998. – С. 46-54.

77. Четверикова А.Г. Влияние тепловых эффектов на формирование градиентных структур кремнеземистой керамики.: Дис. ... канд. физ.-мат. наук.- Бишкек, 2000. - 169с.

78. Каныгина О.Н., Четверикова А.Г., Скрипников А.А., Лелевкин В.М. Влияние скорости нагрева на физико-механические свойства кремнеземистой керамики // Стекло и керамика. – Москва, 1999. – №6. – С.17-20.

79. Каныгина О.Н., Четверикова А.Г. Формирование фазового состава и пористости кремнеземистой керамики в процессе термической обработки// Вестник КРСУ. Бишкек, 2003. – №2. – С. 46-50.

80. Телющенко И.Ф., Огородник И.В., Крупа А.А. Биопласт – эффективная добавка для керамических масс // Строит. материалы и изделия. – Москва, 2003. – № 1. – С.11.

81. Мустафин Н.Р. *Клинкерный кирпич из легкоплавких глинистых пород и техногенных отходов*. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Красково, 2006. – 22 с.

82. Патент США №5278111. Electric arc furnace dust as raw material for brick / Frame Scott. // Б.И. – 1994. – №35.

83. New color for Redland bricks // World Ceram and Refract. – 1990-1. – №3. – 28.

84. Кучерова Э.А., Паничев А.Ю. Введение осадков сточных вод гальванических производств в массы стеновой керамики. // Изв. Вузов. Стр-во. – 1992. – № 5-6. – С. 98-101.

85. А.С. 1705262 СССР. Состав для орошения ложковых и тычковых граней кирпича-сырца. / Герасимов В.В., Громанов Н.С., Ефимова В.А., Павлов Е.Н. // Б. И. – 1992. – № 2.

86. А.С. СССР. №1659378. Керамическая масса для изготовления кирпича / Валишев Р.Ш., Пулатов З.П., Великанова Ф.И., Назнецина В.Д., Акрамова Н.Н., Убайдуллаев Х., Механьков Н.Г., Ходжаев Т.Х., Камбарова М.М., Клименко В.Д. // Б. И. – 1991. – № 24.

87. Коледа В.В., Михайлюта Е.С., Алексеев Е.В., Цыбулько Э.С. Технологические особенности производства клинкерного кирпича // Стекло и керамика. – Москва, 2009. – №4. – С. 17-20.

88. Мустафин Н.Р., Ашмарин Г.А. Тротуарный и фасадный клинкер на основе алюмосодержащих отходов химического производства и местного глинистого сырья // ВИНТИ, – 2006. – №2. – С.5.

89. Мустафин Н.Р., Ашмарин Г.Д. Фазовые превращения при формировании керамики на основе алюмосодержащих отходов химического производства и кремнеземистого сырья // Строительные материалы. – Москва, 2006. – №4. – С.18-19.

90. Mustafin N.R., Aschmarin G.D. Die Klinkerkeramik auf Grund des Kieselrohsstoffes und der technogenischen Abfallstoffe // Keramische

Zeitschrift. – Германия, 2006. – №4. – С.80-81.

91. Мустафин Н.Р., Ашмарин Г.Д. Строительная керамика на основе местных глинистых пород и алюмо-карбонатсодержащих отходов производства изопропелена // Стекло и керамика. – Москва, 2006. – №9. – С.17-18.

92. Ashmarin G.D., Mustafin N.R. The State of Development of Ceramic Wall Construction Materials in Russia // Tile & Brick. – Москва, 2006. – №1. – С.48.

93. Каныгина О.Н., Четверикова А.Г., Лазарев Д.А., Сальникова Е.В. Высокотемпературный фазовые превращения в железосодержащих глинах. Вестник ОГУ. – Оренбург, 2010. – №6 – С. 113-118.

94. Ходаковская Т.В., Огороднік І. В., Дмитренко Н.Д. Керамічний клінкер для облицювання фасадів і брукування доріг з використанням польвошпатвмісткої сировини // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. – Украина, 2006. – №22. – С. 60-67.

95. Гурьева В.А., Прокофьева В.В. Строительная керамика на базе алюмомагнезиальных силикатов // Наука и образование: фундаментальные основы, технологии. Мат. межд. науч. конф. – Оренбург: ОГУ, 2010. – С. 77-83

96. Августиник А.И. Керамика. – Л.: Стройиздат, 1975. – 592с.

97. Кройчук Л.А. Новый европейский стандарт на клинкерный дорожный кирпич // Строительные материалы. – Москва, 2003. – №9. – С. 42-43.

98. Коледа В.В., Михайлюта О.С., Алексеев Є. В., Цибулько Е.С. Клінкер на цегла на основі некондиційної глинистої сировини та скельних порід // Вопросы химии и химической технологии. Украина, 2008. – №5. – С. 28-32.

99. Терешин С.А., Коробков А.М. Фазовые превращения при формировании керамики на основе легкоплавких глин и добавок металлических порошков // Известия Казанского Государственного архитектурно-строительного университета. – Казан, 2010. – №1. – С. 274-280.

100. Габидуллин М.Г., А.А. Миндубаев, Т.З. Лыгина, Г.Г. Исламова, Д.В. Вассерман Лабораторно-технологическая апробация возможности

получения нового фасадного клинкерного кирпича «Татклинкер» на основе местного сырья Республики Татарстан // Известия Казанского Государственного архитектурно-строительного университета. – Казан, 2010. – №1. – С. 352-357.

101. Ходаковская Т.В., Огороднік І. В., Польовошпатвмісткі матеріали–ефективна сировина для виробництва керамічного клінкеру різного призначення // Матеріали 1 міжгалуз. Наук-практ. Народи смт Гурзуф, АР Крим, 2005. – С. 61-62.

102. Бабкова Н.М. Физическая химия силикатов. – Минск.: Высшая шк., 1977. – 268 с.

103. Мустафин Н.Р., Ашмарин Г.Д. Клинкерная керамика на основе кремнеземистого сырья и техногенных отходов // Строительные материалы. – Москва, 2006. – № 2. – С. 11-14.

104. Езерский В.А. Клинкер. Технология и свойства // Строительные материалы. – Москва, 2011. – № 4. – С. 367-370.

105. Салахов А.М., Фасеева Г.Р., Гизатуллин Б.И., Лядов Н.М., Балтакова Н.В. Клинкерная керамика: от лаборатории к промышленному производству. Строительные материалы. – Москва, 2011. – №4. – С.346-348.

106. Полубояринов Д.Н., Попильский Р.Я. Практикум по технологии керамики и огнеупоров. – М.: Стройиздат. – 1972. – 157 с.

107. ГОСТ 9169-91. Сырье глинистое для керамической промышленности. – М.: Изд-во стандартов. -1977. - 7с.

108. Артамонова Т.И. Практикум по технологии стекла и ситаллов. – М.: Высшая школа, 1996. - 364с.

109. ГОСТ 26594-85. Сырье глинистое (горные породы) для производства керамических кирпичей и камней. – М.: Изд-во стандартов. 1985. -13 с.

110. ГОСТ 21216.0-91 – ГОСТ 21216.4-91, ГОСТ 21216.6-91 – ГОСТ 21216.1-91. Сырье глинистое. Методы анализа. – М.: Изд-во стандартов, 1981. –

40 с.

111. Лукин Е.С., Андрианов Н.Т. Технический анализ и контроль производства керамики. – М.: Стройиздат. -1986. – С. 86-94.

112. ОСТ 21-78-88. Техническое требование. Методы испытаний. Издание официальное. М.: –1988. – 26 с.

113. Пащенко А.А. Вяжущие материалы - М.: Высшая шк. - 1990. - 96 с.

114. ГОСТ 530-95. Кирпич и камни керамические. – М.: Изд-во стандартов, 1995. - 13с.

115. ГОСТ 8462-85. Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 8 с.

116. Попов Л.Н. Лабораторные испытания строительных материалов. М.: Высшая школа, 1988. – 168 с.

117. Берг Л.Г. Введение в термографию. – М.: Наука, 1969. – 208 с.

118. Миркин Л.И. Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов.: Изд. физ. мат. литературы. – М. 1961.- 95с.

119. Толкачев С.С. Таблицы межплоскостных расстояний. – Л.: Химия, 1968. – 132 с.

120. Бабушкин В. И., Матвеев Г.М., Мчелдов - Петросян О.П. Термодинака силикатов. - М.: Стройиздат, 1986. - 406 с.

121. Плюснина И.И. Инфракрасные спектры минералов.: Изд. МГУ, 1977. – 175 с.

122. Топор Н.Д. Дифференциально-термический и термовесовой анализ минералов. – М.: Недра, 1964. – 214 с.

123. Пилянкевич А.Н. Практика электронной микроскопии. - М.: Машгиз, 1961. - 176 с.

124. ГОСТ 474-90. Изделия кислотоупорные. Методы испытания. - М.: Издательство стандартов, 1990. - 89 с.

125. Позин М.Е., Зинюк Р.Ю. Физико-химические основы

неорганической технологии. – Л.: Химия, 1985. – С. 338-355.

126. Краткий справочник физико-химических величин. Василиева И.К. под. ред. – М. – 1996. - 184 с.

127. Бабушкин В. И., Матвеев Г.М., Мчелдов - Петросян О.П. Термодинака силикатов. - М.: Стройиздат, 1986. - 406 с.

128. Адлер Ю.П. Введение в планирование эксперимента. - М.: Металлургия, 1969. - 157 с.

129. Батунер Л.М., Позин М. Б. Математические методы в химической технологии. - Л.: Химия, 1971. - 823 с.

130. Мавлянов Г.А. Генетические типы лессов и лессовидных пород центральной и южной части Средней Азии. - Ташкент.: Из-во Академии наук Уз ССР, 1958. – С. 7-68.

131. Исматов А.А., Шерназарова М.Т., Якубов Т.Н. Стеновая керамика с использованием палеоглин и лессовых пород. – Тошкент.: Фан, 1993. – С. 20-40.

132. Нориков К.А. Технология и свойства стеновой керамики на основе лёссовидных суглинках с применением механоактивированных композиционных добавок. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Алма-Ата, 2010. - 21 с.

133. Исматов А.А. Силикат ва қийин эрийдиган нометалл материаллар технологияси. – Тошкент, 2006. – 228 с.

134. Қосимов Э. Қурилиш ашёлари. – Тошкент.: Фан, 2003. – С. 264.

135. Бабаев З. К., Матчанов Ш.К., Саидназарова И.С. Возможности получения облицовочного кирпича в условиях Приаралья // «Архитектура физикаси фанининг бугунги ҳолати, муаммолари ва келажак вазифалари». Халқаро конференция материаллари тўплами. – Тошкент, 2007. – С. 130.

136. Бабаев З.К., Абдурахманов С., Матчанов Ш.К., Жабберганов Ж.С., Хусаинова Қ.Р., Саидназарова И.С. Экологик салбий таъсир муҳитида ишлаб чиқарилаётган керамик ғиштнинг декоратив хоссаларини яхшилаш // Хоразм

Маъмун академиясининг ахборотномаси: Илмий мақолалар тўплами. – Хива: ЎзР ФА Хоразм Маъмун академияси, 2007. – №1. – 47-50 бетлар.

137. Babaev Z.K., Matchonov Sh.K., Saidnazarova I.S., The improvement of decorative features ceramic brick produced in the ecolological negative influence environment. Proceedings of the scientific conferens of the participants of training course in shanghai university in the field of engineering. – Shanghai, 2006. - P. 29-31.

138. Бабаев З.К., Матчанов Ш.К., Жуманиязов З.Б., Саидназарова И.С. Усовершенствование процесса обжига керамического кирпича и возможности его ускорения // Вестник ТашГТУ. – Тошкент, 2010. – №1-2. – С. 112-116.

139. Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Хакимова Г.Н., Жуманиязов З. Б. Саидназарова И.С. Улучшение формовочных свойств низкосортных лессовых суглинков Ярмышского месторождения // Композицион материаллар. – Тошкент, 2009. – №4. – С. 11-14.

140. Yunusov M.Y, Babaev Z.K, Matchanov Sh.K., Saidnazarova I.S, Yunusova F. Clinker bricks based on loess clay loam Uzbekistan // BaltSilica 2011. 5th Baltic Conference on Silicate Materials. – Riga: Riga Technical University, 2011. - P. 41-42.

ИЛОВАЛАР