

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.03/30.12.2019.Т.04.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

УРҒАНЧ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

ДЖУМАНИЯЗОВ ЗОКИР БАЗАРБАЕВИЧ

**МАҲАЛЛИЙ ХОМ АШЁЛАР АСОСИДА МЕХАНИК МУСТАҲКАМ,
КИМЁВИЙ ТУРҒУН КЕРАМИК ЙЎЛАК ТОШ ОЛИШ
ТЕХНОЛОГИЯСИ**

02.00.15 - Силикат ва қийин эрийдиган нометалл материаллар технологияси

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

Тошкент - 2021

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Джуманиязов Зокир Базарбаевич

Маҳаллий хом ашёлар асосида механик мустаҳкам,

кимёвий турғун керамик йўлак тош олиш технологияси.....3

Джуманиязов Зокир Базарбаевич

Технология получения механически прочной,

химически устойчивой керамической брусчатки

на основе местного сырья.....21

Djumaniyazov Zokir Bazarbayevich

The technology of obtaining mechanically strong,

chemically resistant ceramic paving stones

based on local raw materials.....39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works 42

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.03/30.12.2019.Т.04.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

УРҒАНЧ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

ДЖУМАНИЯЗОВ ЗОКИР БАЗАРБАЕВИЧ

**МАҲАЛЛИЙ ХОМ АШЁЛАР АСОСИДА МЕХАНИК МУСТАҲКАМ,
КИМЁВИЙ ТУРҒУН КЕРАМИК ЙЎЛАК ТОШ ОЛИШ
ТЕХНОЛОГИЯСИ**

02.00.15 - Силикат ва қийин эрийдиган нометалл материаллар технологияси

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

Тошкент - 2021

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.4.PhD/T435 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Урганч давлат университетида бажарилган.

Диссертация автореферати учта тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасининг www.tkti.uz ҳамда «ZiyoNet» ахборот-таълим порталининг www.ziynet.uz манзилларига жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Бабаев Забибулла Камилович
техника фанлари номзоди, доцент

Расмий оппонентлар:

Бабаханова Зебо Абдуллаевна
техника фанлари доктори (DSc)

Шерназарова Махфуза Тургунбаевна
техника фанлари номзоди

Етакчи ташкилот:

Тошкент архитектура-қурилиш институти

Диссертация ҳимояси Тошкент кимё-технология институти ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.T.04.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2021 йил «10» 08 соат 9⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100011, Тошкент шаҳар Шайхонтохур тумани, А.Навоий кўчаси 32. Тел.: (99871)244-79-20, факс: (99871)244-79-17, e-mail: tkti_info@edu.uz. Тошкент кимё-технология институти Маъмурий биноси, 2-қават анжуманлар зали).

Диссертация билан Тошкент кимё-технология институтининг Ахборот ресурс марказида танишиш мумкин (11 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100011, Тошкент шаҳар Шайхонтохур тумани, А.Навоий кўч. 32. Тел.: (99871)244-79-20).

Диссертация автореферати 2021 йил «20» 07 куни тарқатилган.
(2021 йил «20» 07 даги №25 рақамли реестр баённомаси).



[Handwritten signature in blue ink]

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

Х.И. Кадиров
Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш котиби, т.ф.д. (DSc)

М.Х. Арипова
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш
ҳузуридаги илмий семинарга
раислик қилувчи, т.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Бугунги кунда қурилиш соҳасида замонавий бино ва иншоотларнинг атроф йўлакларини ташқи таъсирларга чидамлилиги ва декоратив хусусиятини яхшилашда керамик йўлак тошлардан фойдаланиш йилдан йилга ошмоқда. Шу билан бирга шўрланишга мойиллиги юқори бўлган ҳудудларда, тузли эритмалар таъсирида емирилиб муддатидан аввал яроқсиз ҳолга келишни олдини олувчи, минерал ва техноген хомашёлардан ташкил топган композициялар асосида керамик йўлак тошлар олиш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Жаҳонда шўрланиш ва намлиги юқори бўлган ҳудудлар учун керамик йўлак тошлар ишлаб чиқариш, қурилиш материаллари ва бошқа турдош тармоқларни ривожлантириш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада, керамик массани пишириш жараёнини такомиллаштириш, масса таркибига модифицирловчи қўшимчаларни қўшиш, янги тур кристалл тузилишли моддалар олиш технологияларини ишлаб чиқиш ва хоссаларини шакллантиришга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда кимё ва қурилиш материаллари саноати корхоналари модернизация қилиниб, замонавий қурилиш материалларининг рақобатбардош турларини кенгайтириш, хомашёларнинг маҳаллий заҳираларини яратиш, улар асосида импорт ўрнини босувчи, механик мустаҳкамлиги юқори, кимёвий турғун керамик қурилиш материаллар янги таркибларини яратиш ва ишлаб чиқаришга алоҳида эътибор берилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича 2017 - 2021 йилларга мўлжалланган Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «саноатни сифат жиҳатдан янги босқичга кўтариш, маҳаллий хомашё манбаларини чуқур қайта ишлаш, тайёр маҳсулотлар ишлаб чиқаришни жадаллаштириш, янги турдаги маҳсулотлар ва технологияларни ўзлаштириш»¹ каби муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада Қурбонов кони лёссимон жинслари, шиша чиқиндиси кукунларидан, механик мустаҳкамлиги юқори, сув ютувчанлиги кам, кимёвий турғун керамик йўлак тошлар таркиби ва ишлаб чиқариш технологияларини яратиш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2017 йил 8 августдаги ПҚ-3182-сон «Ҳудудларнинг жадал ижтимоий-иқтисодий ривожланишини таъминлашга доир устувор чора-тадбирлар тўғрисида»ги, 2017 йил 18 январдаги ПҚ-2731-сон «2017-2021 йилларда Оролбўйи минтақасини ривожлантириш давлат дастури тўғрисида»ги, 2019 йил 23 майдаги ПҚ-4335-сон «Қурилиш материаллари саноатини жадал ривожлантиришга оид қўшимча чора-тадбирлари тўғрисида»ги қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли

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

бўлган бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни бажаришга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг асосий устувор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур тадқиқот иши республика фан ва технологиялари ривожланишининг VII-«Кимё технологиялар ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ ҳолда бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Ташқи таъсирларга чидамли ва декоратив хусусиятларини яхшилашда керамик материалларни ишлаб чиқаришни ривожланишига оид R. Socolar, S. Gerl, N. Napke, K. Nikolson, E. Sundermena, K. Engeltamera, В.Д. Котляр, Б.К. Кара-Сал, Л.Л. Масленникова, А.Ю. Столбоушкин, Н.Г. Чумаченко, Н.Д. Яценко, П.П. Будников, В.Н. Бурмистров, А.Е. Бурученко, В.И. Верещагин, Н.А. Сирождинов, А.А. Исматов, М.Х. Арипова, М.Ю. Юнусов, А.А. Эминов, Ф.А. Мингулова, З.Р. Кадырова, М.Т. Шерназарова, И.У. Касимов, М.Қ. Тохиров, А.И. Одилхўжаев, Н.А. Самигов, Х.А. Ақромов, С.А. Ходжаев, М.М. Мирахмедов, Б.Б. Хасанов, Р.Д. Тешабаев, У.Р. Жаббаров, Н.Х. Талипов, А.А. Ашрабов, Б.А. Асқаров, А.А. Султонов, У.А. Газиёв, Л.М. Ботвина, З.К. Бабаёв, Т.Н. Яқубов ва бошқалар илмий тадқиқотлар олиб боришган.

Улар томонидан керамик массани пишириш жараёнини жадаллаштириш, янги тур кристалл тузилишли керамик моддалар таркибларини ишлаб чиқиш, механик мустаҳкамлиги юқори керамик материал олиш технологиялари ишлаб чиқилган.

Шу билан бирга, шўрланиш ва намлиги юқори ҳудудлар учун, лёссимон жинслар ва шиша чиқиндилари асосида ярим қуруқ усулда пресслаб тақчил бўлмаган маҳаллий хомашёлар асосида юқори физик-кимёвий хоссаларга эга бўлган керамик йўлак тошлар ишлаб чиқариш технологияларини яратишга оид илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Урганч давлат университетининг илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ №И-2016-7-11 «Маҳаллий хом ашёлар асосида механик мустаҳкамлиги юқори, шўрга чидамли ва арзон керамик ғишт олишнинг самарали технологиясини ишлаб чиқиш» (2016-2017 йй.) ва №ОТ-А12-07 «Шўрланиш таъсирига чидамли бўлган керамик ғишт олишнинг самарали технологиясини ишлаб чиқиш» (2017 - 2018 йй.) мавзусидаги инновацион ва амалий лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади маҳаллий тақчил бўлмаган хомашёлар ва чиқиндилар - Қурбонов кони лёссимон жинслари ва шиша чиқиндилари асосида кимёвий турғун, механик мустаҳкам керамик йўлак тоши олиш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

Хоразм вилояти Қурбонов кони лёссимон жинсларини кимёвий, рентгенфаза, микроскопик, дифференциал термик ва ИҚ-спектроскопик таҳлилларини ўтказиш;

керамик йўлак тоши олишда лёссимон жинслар асосидаги массани шиша чиқиндилари ёрдамида модификациялашнинг асосий технологик параметрларини ишлаб чиқиш;

керамик йўлак тоши структураси ҳосил бўлишига масса таркиби, хом ашёларга ишлов бериш усуллари ва пресслаш босимининг таъсирини асослаш ва мақбул параметрларни танлаш;

шўрланиш ва намлик юқори бўлган муҳитларга чидамли бўлган керамик йўлак тошининг таркибини ишлаб чиқиш, намуналар олиш, уларнинг физик-кимёвий ва механик хусусиятларини тадқиқ қилиш;

маҳаллий хомашёлар асосида механик мустаҳкам, кимёвий турғун керамик йўлак тош олиш технологиясини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида Хоразм вилояти Қурбонов кони лёссимон жинслари, шиша чиқиндилари, улар асосидаги омехталар, тажриба намуналари ва ишлаб чиқариш шароитида олинган керамик йўлак тоши олинган.

Тадқиқотнинг предмети лёссимон жинсларни кимёвий - минералогик ва гранулометрик таркиблари, кимёвий турғун керамик йўлак тоши олиш технологияси ташкил этган.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишида кимёвий, рентгенфаза, ИҚ-спектроскопик, дифференциал термик, электрон микроскопик таҳлил усулларидан фойдаланилган. Шунингдек, олинган керамик йўлак тошларининг физик-кимёвий ва механик хоссаларини аниқлашда анаънавий услублардан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

Хоразм вилояти Қурбонов кони лёссимон жинсларини кимёвий ва минералогик таркиби кварц (SiO_2), кальцит (CaCO_3), гидрослюда ($\text{K}_{<1}\text{Al}_2[\text{OH}]_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})\cdot n\text{H}_2\text{O}$), альбит ($\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{SiO}_2$), каолинит ($\text{Al}_2[\text{OH}]_4(\text{Si}_2\text{O}_5)$), гематит (Fe_2O_3), монтмориллонит ($\text{Al}_2[\text{OH}]_2(\text{Si}_4\text{O}_{10})\cdot m\text{H}_2\text{O}$) дан иборатлиги аниқланган;

лёссимон жинслар ва шиша чиқиндиси киритилган массалар асосида кимёвий турғун, механик мустаҳкам керамик йўлак тоши олиш исботланган;

хомашёларнинг майдалик даражаси, модификацияловчи қўшимчалар миқдори ва пресслаш босимини керамик йўлак тошининг структураси шаклланишига таъсири асосланган;

керамик масса таркибига юқори ҳароратларда боғловчилик ва пишириш ҳароратини пасайтирувчи қўшимчани қўшиш билан сополакда анортит, диопсид ва кварцларни ҳосил қилиш асосланган;

анортит, диопсид, кварц минералларини шакллантириш билан намлик, шўрланиш ва механик емирилиш таъсирини чидамли керамик сополак олинган;

Қурбонов кони лёссимон жинслари асосида механик мустаҳкам, кимёвий турғун керамик йўлак тош ишлаб чиқариш технологияси яратилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

Қурбонов кони лёссимон жинсларининг кимёвий-минералогик ва гранулометрик таркиблари аниқланиб, керамик материаллар олинган;

лёссимон жинс-кўмир-шиша чиқиндиси тизимида керамик масса таркиблари яратилган ва керамик йўлак тоши ишлаб чиқаришнинг маъқбул шароитлари аниқланган;

керамик йўлак тоши ишлаб чиқаришнинг энергиятежамкор технологияси яратилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги таҳлилда замонавий физик-кимёвий усуллар рентгенфазали, ИҚ-спектроскопик, оптик ва растр-электрон микроскопик, дифференциал термик таҳлиллардан фойдаланилганлиги, олинган натижалар силикат материаллар олиш параметрлари ва қонуниятларига, давлат андозалари талабларига мослиги ва амалиётга жорий қилинганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти керамик материалнинг физик-кимёвий хоссаларини синтез шароитлари, таркиб ва структура билан боғлиқлиги, хомашёларни механик фаоллаштириш усули ёрдамида кристал фазалар шаклланишни жадаллаштириш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти Қурбонов кони лёссимон жинслари асосида юқори физик-техник хусусиятли, хизмат қилиш муддати узоқ, эстетик чиройли, кимёвий турғун, арзон ва экологик тоза, импорт ўрнини босувчи рақобатбардош керамик йўлак тоши таркиби ва энергиятежамкор технологияси яратилган.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Маҳаллий хомашёлар асосида механик мустаҳкам, кимёвий турғун керамик йўлак тош олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

асоси лёссимон жинс ва шиша чиқиндиси кукуни бўлган керамик масса олиш технологияси «Yuggazbutlash» АЖ ва «Жайхун» ХФда амалиётга жорий қилинган («Ўзсаноатқурилишматериаллари» уюшмасининг 2021 йил 14 январдаги 05/15-116-сон маълумотномаси). Натижада, лёссимон жинслар ва техноген чиқиндилар асосида осон суюқланувчан керамик масса ишлаб чиқариш имконини берган;

керамик йўлак тош олиш технологияси «Yuggazbutlash» АЖ ва «Жайхун» ХФда амалиётга жорий қилинган («Ўзсаноатқурилишматериаллари» уюшмасининг 2021 йил 14 январдаги 05/15-116-сон маълумотномаси). Натижада, импорт ўрнини босувчи, механик мустаҳкам, кимёвий турғун, таннархи 12,6 % га арзонлашган керамик йўлак тош олиш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 3 та халқаро ва 3 та республика илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 13 та илмий иш чоп этилган. Жумладан, 7 та илмий мақола, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси томонидан чоп этиш тавсия этилган журналларда 2 та, 5 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 120 бетни ташкил қилади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация ишининг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объект ва предметлари тавсифланган, тадқиқот ишининг республика фан ва технологиялар ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот иши натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **«Минерал ва техноген хомашёлардан шўрланишга чидамли материаллар олишда фойдаланишнинг ҳозирги ҳолати ва ривожланиш истиқболлари»** деб номланган биринчи бобида мавзуга доир илмий тадқиқотлар натижалари, хорижий ва маҳаллий адабиётларда келтирилган маълумотлар умумлаштирилган ва илмий таҳлил қилинган. Шўрланган ҳудудларнинг ўзига хос хусусиятлари ва қурилиш материалларини ишлаб чиқаришдаги муаммолар ҳамда уларни ташқи таъсирлар ҳисобига емирилиши тадқиқотчилар томонидан кенг ўрганилган. Эълон қилинган ишларни танқидий таҳлил қилиш натижасида тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари белгиланган.

Диссертациянинг **«Тадқиқот усуллари ва дастлабки хомашёлар тавсифи»** деб номланган иккинчи бобида тадқиқотларда қўлланилган усулларнинг баёни ва хомашёларни танлаш бўйича маълумотлар келтирилган. Хомашёлар ва олинган маҳсулотларнинг таркиби, тузилиши ва физик-кимёвий хоссаларини аниқлашда замонавий таҳлил усулларида фойдаланилган. Керамик йўлак тошлар олиш учун маҳаллий хомашёлар - Хоразм вилояти Қурбонов кони лёссимон жинслари, шиша чиқиндилари ва умумий массага нисбатан 3 - 5 % Шарғун кони кўнғир кўмир кукуни танланган.

Диссертациянинг **«Маҳаллий лёссимон жинслар таркиби, физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш ва улар асосида керамик йўлак тоши олиш борасидаги тадқиқотлар»** деб номланган учинчи бобида Қурбонов кони лёссимон жинсларининг кимёвий-минералогик таркиби, физик-механик хоссалари, механик фаоллаштириш, турли босимларда пресслаш ва олинган намуналарни пишириш борасидаги тадқиқотлар, лёссимон жинс ва шиша чиқиндилари асосида керамик йўлак тоши олишнинг таркибларини ишлаб чиқиш ва уларни турли шароитларда пишириш, керамик йўлак тоши сополакини тузли эритмалар таъсирига бардошлилигини ўрганиш бўйича ўтказилган тадқиқотларининг натижалари келтирилган. Лёссимон жинслар кимёвий таркиби таҳлил этилганда, унинг нордон гилли, ранг берувчи, пластиклиги кам хом ашёлар гуруҳига мансублиги аниқланди (1-жадвал).

Тадқиқот натижасига кўра, унинг гранулометриқ таркиби қуйидагича: 0,063 - 0,01 мм ўлчамдаги заррачалар миқдори устувор (43,88 %) бўлиб, 0,01 -

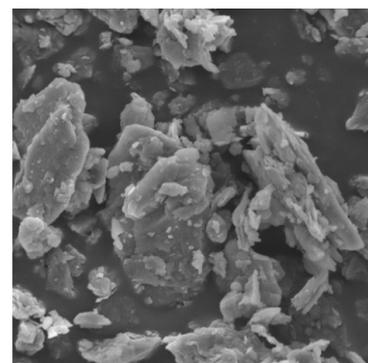
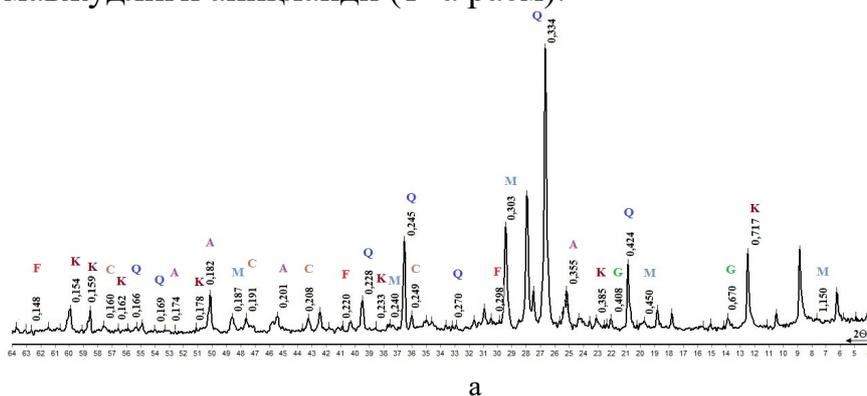
0,001 мм ораликдаги заррачалар улуши - 35,19 %, 0,001 мм дан кичик заррачалар миқдори 19,34 %.

1-жадвал

**Қурбонов кони лёссимон жинсларининг кимёвий таҳлил натижалари
(рентгенофлюоресцент таҳлил)**

№	Оксидлар миқдори, масс. %:										
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	TiO ₂	H ₂ O
1	52,27	15,76	15,04	5,73	4,44	2,31	2,12	0,61	0,59	0,58	0,55
2	52,59	15,64	15,09	5,69	4,33	2,29	2,08	0,59	0,57	0,56	0,57
3	52,02	15,59	15,32	5,81	4,47	2,33	2,08	0,62	0,54	0,59	0,63
4	52,60	15,27	15,31	5,71	4,39	2,31	2,11	0,60	0,54	0,58	0,58
5	52,31	14,56	15,14	5,83	4,45	2,41	2,02	0,51	0,49	0,48	1,80
6	52,39	13,74	15,29	5,79	4,43	2,39	2,18	0,49	0,47	0,46	2,37
7	52,42	14,39	15,12	5,71	4,37	2,23	2,05	0,52	0,52	0,51	2,16
8	53,10	14,57	15,11	5,61	4,49	2,41	2,14	0,30	0,55	0,52	1,20
9	52,69	13,54	15,39	5,69	4,33	2,33	2,28	0,47	0,37	0,56	2,35
10	52,72	14,49	15,22	5,51	4,47	2,43	2,07	0,50	0,42	0,53	1,64
Ўртача	52,51	14,75	15,20	5,70	4,41	2,34	2,11	0,52	0,50	0,53	1,43

Хомашёнинг фаза таркиби рентгенфазали усули билан таҳлил этилганда, унда кварц (SiO₂) (d/n=0,166; 0,169; 0,228; 0,270; 0,334; 0,424 нм), кальцит (CaCO₃) (d/n=0,160; 0,162; 0,191; 0,208; 0,249 нм), гидрослюда (K₁Al

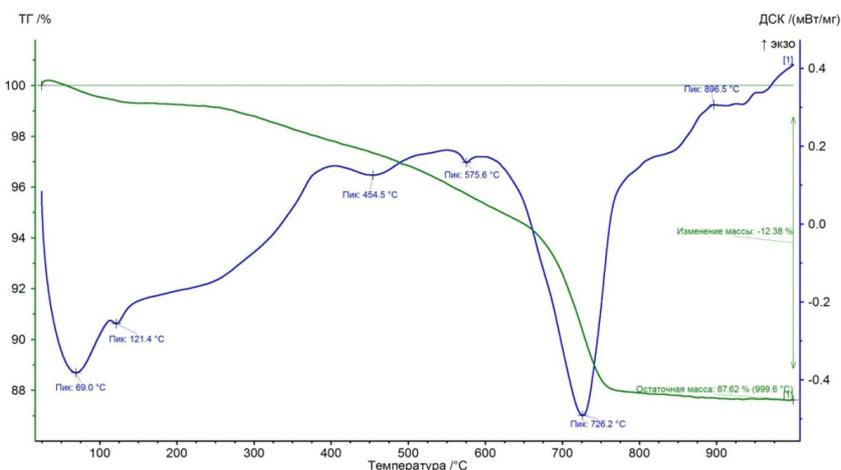


1-расм. Қурбонов кони лёссимон жинсларининг рентгенограммаси (а) ва электрон-микроскопик таҳлили (б) тасвири

Q-кварц, K-каолинит, G-гидрослюда, A- альбит, C-кальцит, F-гематит, M-монтмориллонит

Хомашёнинг электрон-микроскопик таҳлиliga оид ўтказилган тадқиқот натижаларида (1-б расм) акс этган изометрик, паға-паға кўринишидаги заррачалар монтмориллонит минералига, олтибурчакли, ёнлари синган, овал кўринишидаги заррачалар кварц минералига, қора доғлар кўринишидаги заррачалар гематитга мансублиги аниқланди.

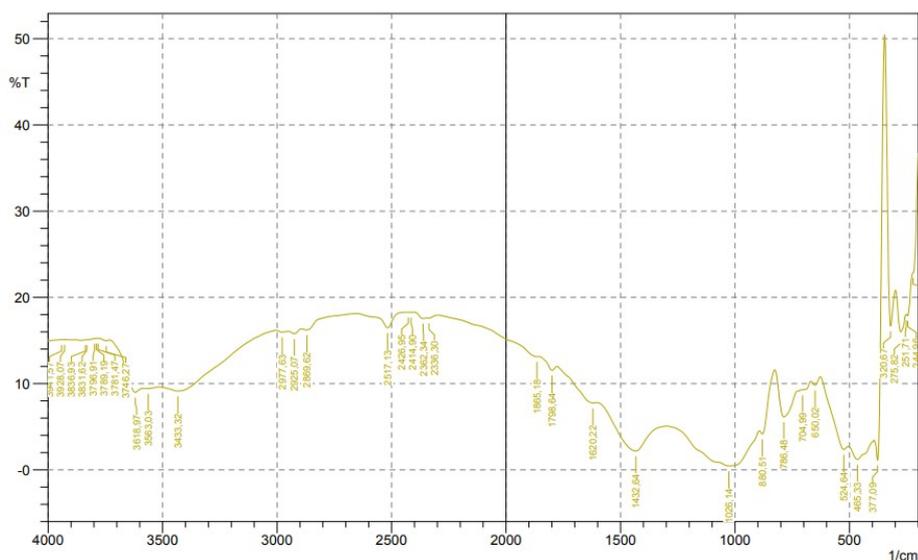
Лёссимон жинсларнинг дифференциал-термик таҳлили, унда бир қатор эндо- ва экзоэффектларнинг мавжудлигини кўрсатди (2-расм). Бунда, 69 - 121,4 °С ҳарорат оралиғидаги эндотермик эффект намуна таркибидаги гигроскопик намликнинг буғланишига тўғри келади, 390 - 420 °С ҳарорат интервалидаги экзотермик эффект эса намуна таркибидаги органик бирикмаларнинг ёниши натижасида пайдо бўлган. Термик эгри чизиқда 575,6 °С ҳароратда пайдо бўлган кичик эндотермик эффект намуна таркибидаги кварц минералининг модификацион ўтишлари, 726,2 °С ҳароратдаги эндотермик эффект кристаллизацион сувнинг буғланиши билан боғлиқ, 850-880 °С ҳароратларда ҳосил бўлган эндотермик эффект эса кальций карбонат тузининг парчаланишига тўғри келади, 896,5, 910 ва 950 °С ҳароратлар экзотермик эффектрлар янги кристалл структурали кристалл фазалар ҳосил бўлиши билан изоҳланади. Намуналарнинг технологик хоссалари қуйидагича: ўтга чидамлилиги – 1150 °С; Аттерберг бўйича пластиклик сони - 7,0; қуритишга сезгирлик коэффициенти - 180 с; сиқилишда механик мустаҳкамлик чегараси - 2,30 МПа; ўртача зичлиги - 1475 кг/м³.



2-расм. Қурбонов кони лёссимон жинсларининг дериватограммаси

Ўрганилаётган кон лёссимон жинсларидан ИҚ-спектр нурларининг ўтиши типик силикатларга тегишли тўлқин ютилишларини кўрсатди (3-расм). ИҚ спектрдаги 465,33 см⁻¹ ва 704,99 см⁻¹ тўлқин оралиқларида Са-О ва Mg-О боғларининг тебранишлари мавжудлигини кўрсатади. 500 - 700 см⁻¹ ва 900 - 1200 см⁻¹ тўлқин узунликлари Si-O-Si(Al) боғланишли бирикма юқори частотали антисимметрик валент тўлқин тебранишларига сабаб бўлган, деформацион тебранишлардаги 645 см⁻¹ ва 785 см⁻¹ тўлқин узунликлари O-Si(Al)-O боғланишга мос келади. 880 ва 1026 см⁻¹ антисимметрик валент тебранишлардаги ушбу тўлқин узунликлари Si-O-Si гуруҳига тегишли. Ўрта частотали антисимметрик валент тебранишлардаги 500 - 550 см⁻¹ тўлқин узунликлари Si-O гуруҳларига мос келади. 1300 - 1600 см⁻¹ тўлқин узунликларидаги C-O валент ва 715 см⁻¹ тўлқин узунликларидаги деформацион тебранишлар кальцит минералига хос бўлган боғланишларни характерлайди. 3200 - 3600 см⁻¹ тўлқин узунликларидаги тебранишлар ОН гуруҳига тааллуқли бўлиб, 3500 - 3600 см⁻¹ тўлқин узунликларидаги тебранишлар монтмориллонит

ва гидрослюда минералларига тааллуқли бўлган кимёвий боғланган сувга хос бўлган боғланишни характерлайди.



3-расм. Қурбонов кони лёссимон жинсининг ИҚ-спектр таҳлили

Шиша чиқиндиси сифатида шиша идишлардан ва дераза шишаларидан ҳосил бўлаётган шиша чиқиндилари олинди. Унинг кимёвий таркиби 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал

Шиша чиқиндиларнинг кимёвий таркиби, %

Шиша тури	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	RO	R ₂ O	SO ₃	Cr ₂ O ₃
Шиша чиқиндилари	71,0	3,5	0,6	10,5	14,0	0,3	0,1
	70,6	5,0	0,8	9,1	14,1	0,4	-

Лёссимон жинслар асосидаги масса таркибига шиша кукунини қўшиш маҳсулот олиш жараёнида қуйидагиларга олиб келди: - киришишни камайтирувчи компонент сифатида - масса таркибига қўшилган шиша чиқиндиси кукуни паст ҳароратларда ярим маҳсулотни киришишини олдини олади. Бу эса ярим маҳсулот юзасида ортиқча ёриқлар, тешиқлар ва шишларни ҳосил бўлишини бартараф қилинишига ёрдам беради; - суюқлантирувчи сифатида 600 - 700 °С ҳароратларда шиша кукуни юмшай бошлади ва массада суюқ фазани ҳосил қилади. Ҳарорат ошган сайин унинг миқдори ошиб боради ва ўзида лёсс таркибидаги осон суюқланувчи компонентларни эритади. Натижада силикатлар ҳосил бўлиш босқичи вақт жиҳатидан анча олдин ва нисбатан паст ҳароратларда содир бўлади.

Шиша чиқиндиларининг йиғилиши ва ҳажмини таҳлили шиша идишлари чиқиндиларидан фойдаланишнинг мақбуллигини кўрсатади. Шундан келиб чиқиб биз тадқиқотларимизда шиша идишлари чиқиндиларидан фойдаланишни маъқул кўрдик. Шу ўринда аралаш турдаги шиша чиқиндиларидан фойдаланиш технологик жараёнда қийинчилик туғдирмаслигини қайд қилиб ўтиш лозим.

Кўмир кукуни Хоразм вилоятида аҳолини кўмир билан таъминлаш корхоналарида катта миқдорда чиқинди сифатида ҳосил бўлмоқда. Бу чиқиндини ҳозирда тўғридан тўғри фойдаланувчи корхона ёки тармоқ йўқ. Ундан фойдаланиш бир томондан экологик муҳитни яхшилаш билан чегараланмасдан, балки ундан керамик йўлак тоши олишда ёқилғи сифатида энергия берувчи манба, юқори ҳароратларда ноорганик моддалар орасида қайтарувчи вазифасини ўтайди. Олиб борилган тадқиқотлар асосида “Шарғункўмир” АЖ томонидан етказиб берилган кўнғир кўмирнинг кукун чиқиндисини техник тавсифи: таркибидаги олтингугурт миқдори 10,0 - 16,0 % гача, намлиги 8,0 - 12,0 % гача, исиклик бериш қобилияти 32000 - 33000 кДж, таркибидаги кул миқдори 10,0 - 15,0 %.

Кейинги тадқиқотларимизни лёссимон жинсларни механик фаоллаштиришни ўрганишга бағишладик. Хомашёни майдалаш жараёнида уларнинг таркибидаги минераллар тузилишида бузилиш содир бўлади ва кимёвий жиҳатдан қайта шаклланишлари кузатилади, бунда атомлараро боғларнинг узунлиги ва бурчаклари ўзгаради, структурада катта миқдорда нуқтали дефектлар, дислокациялар, панжараларни деформацияланиши кузатилади. Шу билан бирга бу жараёнда тузилишдаги фрагментлар орасидаги боғларнинг узилиши ва массанинг бир қисми рентгеноаморф ҳолатга ўтиши кузатилади.

Тажриба тадқиқотларимизда хомашёни майдалаш учун лаборатория шарли тегирмонидан фойдаландик. Майдалаш элементи сифатида уралит тошлари қўлланилди. Хомашё аралашмасини майдалаш жараёни 2 босқичда олиб борилди. Дастлаб шарли тегирмонга ўлчаб олинган лёссимон жинслар юкланди ва умумий майдалаш вақтининг тенг ярмига қадар майдалаш учун қўйилди. Кейинчалик шарли тегирмонга ўлчаб олинган шиша чиқиндиси кукуни юкланди ва биргаликда майдалаш жараёни олиб борилди. Рутковский томонидан таклиф қилинган услуб бўйича ҳар бир фракциянинг фоиз миқдорлари топилди. 3-жадвалда гилсимон, қумли ва чангсимон фракцияларнинг ўзаро нисбатларига майдалаш давомийлигининг таъсирини ўрганиш натижалари келтирилган.

3-жадвал

Хомашё омехтасининг гранулометриқ таркибини майдалаш давомийлигига боғлиқ ҳолда ўзгариши

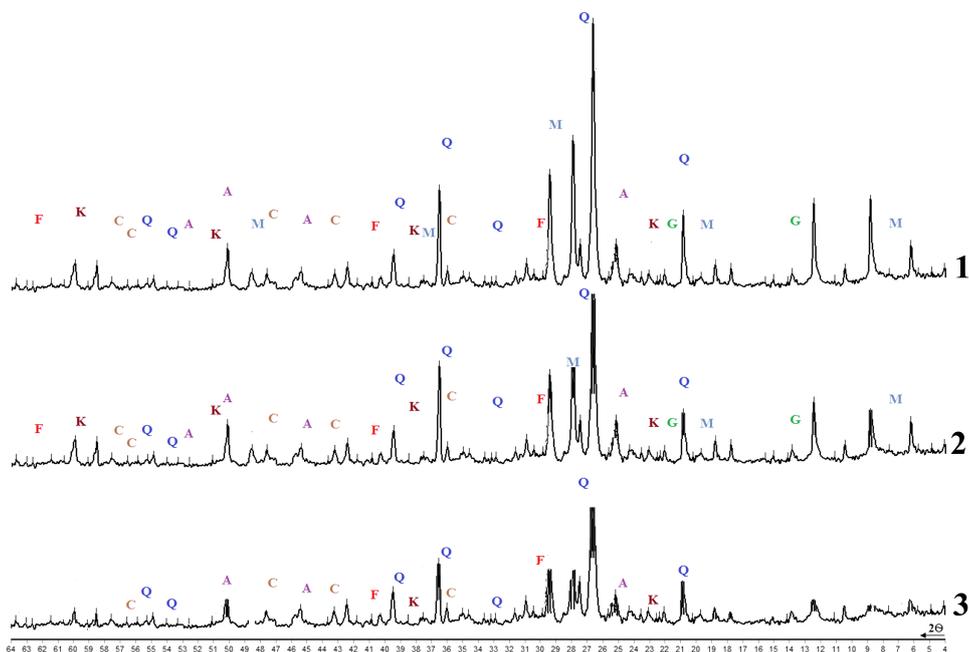
Майдалаш давомийлиги, дақиқа	Гилсимон заррачалар (0,005 мм дан кичик), %	Чангсимон заррачалар (0,005-0,05 мм), %	Қумли заррачалар (0,05-1 мм), %	Солиштира сирт юзаси, см ² /г
30	12,57	43,45	43,93	1620
60	13,58	58,24	28,18	1870
90	16,32	60,56	23,12	2200
120	20,01	61,12	18,87	2380

Юқорида келтирилган 3-жадвал маълумотларидан кўришиб турибдики, массани майдалаш даврини 120 дақиқага қадар олиб бориш гилсимон ва чангсимон заррачалар миқдорини ошишига олиб келди.

Лёссимон жинслар ва шиша чиқиндиси кукунига майдалаш ҳисобига механик ишлов бериш гилсимон заррачалар миқдорини 63,7 %, чангсимон заррачалар миқдорини 28,25 % ошишига, қумсимон заррачаларни 58,7 % га камайишига олиб келди, дастлабки хомашёга нисбатан массанинг дисперслиги ошиши кузатилди.

Хомашё омиктасини 150 дақиқагача майдалаш унинг таркибида чангсимон заррачаларни миқдорини ошишига олиб келди, гилсимон заррачалар миқдори эса камайди. Шу билан бирга қумсимон фракциянинг миқдорининг ошиши кузатилди. Бу Ле-Шателье қондасига мос келади, яъни адгезион кучлар ҳисобига заррачалар ўзаро бир-бирига ёпишади конгломерация ходисаси кузатилади.

Тадқиқотларимизда турли вақт давомида майдаланган намуналарнинг РФА таҳлили олиб борилди. Олинган натижалар 4-расмда келтирилган. Турли давомийликда майдаланган намуналарнинг РФ чизиқларини ўзаро таққослаш натижасида қуйидагиларни қайд қилинди: майдалаш вақтининг ошиб бориши ҳисобига материал рентгеноаморфлиги ошиб боради; материал композициясини майдалаш ҳисобига унинг заррачаларининг ўлчамлари кескин камайиши кузатилди.



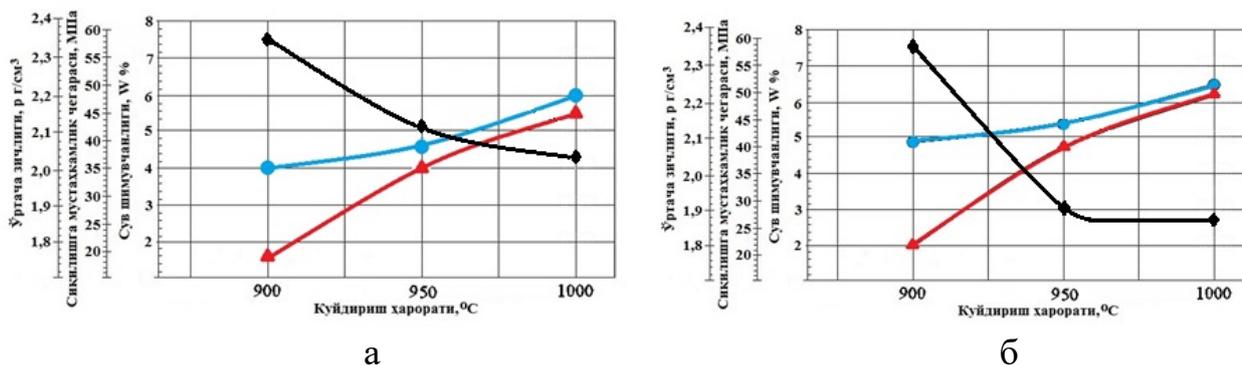
4-расм. Механик фаоллантирилмаган (1), 90 дақиқа (2) ва 120 дақиқа (3) давомида фаоллантирилган массанинг дифрактограммаси

Олинган рентген фазали таҳлил натижаларига кўра рентген таҳлили чизиқларида майдалаш давомийлиги ошиб бориши билан монтморилланитга хос бўлган тўлқин дифракцион чўққиларнинг "силлиқланиб" кетиши кузатилди. Майдаланган ва майдаланмаган массаларни бир хил шароитда пишириб, олинган намуналарни визуал таҳлил қилиш майдаланган масса асосида олинган

намуналар пишиш даражаси юқори, сирт юзаси силлик, металл билан уриб чиртилганда чиққан товуш нисбатан жарангдор эканлигини кўрсатди.

Лёссимон жинслар ва шиша чиқиндиси кукуни асосидаги омехтани майдалаш даврини ошиб бориши (30 дан 120 дақиқага қадар) шакллантирилаётган массани таъсирлашиш юзаларини маълум даражада яхшиланишига олиб келади. Бунда ярим маҳсулотни сиқилишга нисбатан чидамлик чегараси ҳам ошиши кузатилади.

Олинган натижаларни тасдиғини амалда кўриш мақсадида 90 ва 120 дақиқа давомида майдаланган омехталарни 900-1000 °С оралиғида пиширилди. Олинган натижалар 5-расмда келтирилди.



◆ - сув یشувчанлик, %; ● - ўртача зичлик, г/см³; ▲ - сиқилишга мустақкамлик чегараси, МПа

5-расм. Қурбонов кони лёссимон жинслари (80 %) ва шиша чиқиндиси кукуни (20 %) асосида олинган омехтани турли давомийликда майдаланган массасини турли ҳароратларда пиширишдан кейинги кўрсаткичлари

а - 90 дақиқа давомида майдаланган масса;
 б - 120 дақиқа давомида майдаланган масса

Тадқиқотларимизнинг кейинги босқичларида пресслаш босимини турли миқдорларда қилиб шакллаб олинган намуналарни пишириш температурасини ўзгартирган ҳолда маҳсулотни физик-механик хоссаларини ўзгартириш мумкинлигини ўргандик. Хомашёлар солиштирма юзаси 3000 см²/г гача қилиб майдаланди, аралашма намлиги 10 % қилиб гомоген ҳолатга келтирилди. Пресслаш жараёни 5 - 25 МПа оралиғида вариация қадами 5 қилиб намуналар тайёрланди. Намуналар ўлчами 50×50×50 мм, куб шаклида олиниб 120 °С ҳароратда қуритдик ва лаборатория муфель хумдоида 900, 950, 1000 °С ҳароратларда куйдирдик.

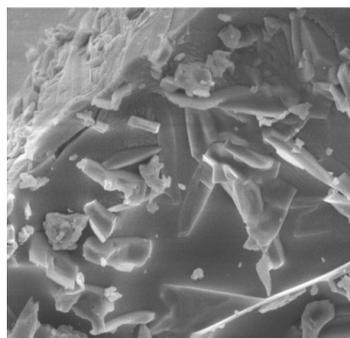
Максимал ҳароратда изотермик ушлаб туриш вақти 1 соатни ташкил қилди. Совутиш режими 500 °С гача тезлиги 2-3,5 °С/мин, вақти 8 соат. Тадқиқотларимиз давомида майдаланган хомашё омехтасини 8-10 % намлаб ярим қуруқ ҳолда қолиплаш усулини танладик. Дастлабки компонентларни майдалаш ҳар бирини алоҳида қилиб лаборатория шарли тегирмонига солиб ишлов бериш орқали амалга оширилди. Лёссимон жинслар ва шиша чиқиндиси омехтасини майдалаш 120 дақиқа. Лёссимон жинсларга шиша чиқиндиси кукуни 0 - 25 %гача қилиб қўшилиб масса тайёрланди (4-жадвал).

Тадқиқод ишини бажаришда қўлланилган тажриба таркиблари

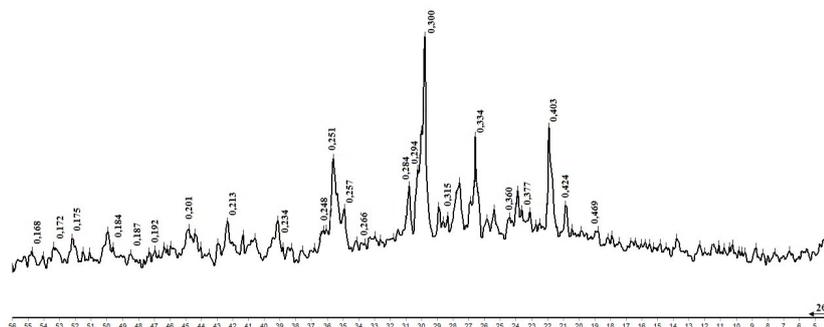
Хомашё номи ва кўрсаткичлари	Тажриба таркиблари, №					
	1	2	3	4	5	6
Лёсс жинси	100	95	90	85	80	75
Шиша кукуни	-	5	10	15	20	25

Юқори ҳароратларда (950 ва 1000 °С) ва масса таркибида шиша чиқиндиси кукуни миқдори нисбатан кўп бўлганда (25 %) намуналарнинг ташқи шакли деформацияланиши кузатилди. Бундай ҳолда ҳосил бўлаётган шиша фаза мустаҳкам каркас ҳосил қилишга тўсқинлик қилмаслиги керак, шу билан бирга йирик ғовакларни тўлдириб керамика зарралари орасида боғловчи сифатида иштирок этиб материални физик-механик хусусиятларини яхшилайти. Тайёр маҳсулотни хусусиятларини белгиловчи, боғловчи сифатида иштирок қилувчи шиша фаза таркиби ва уни миқдорини танлаш катта аҳамият касб этади.

Шиша чиқиндиси кукунини 20 % миқдорда киритиш суяқ фазани боғловчи ролини бажариб қаттиқ зарралар қоплайди. Бундан ташқари шишасимон фаза ғовакликни пасайтириб зарралар оралиғидаги бўшлиқларни тўлдиради. Микроскопик таҳлилларга кўра (6 а-расм), масса таркибида призма, пластинка шакли тузилишга эга минераллар миқдори ошганлиги билан изоҳланади.



а



б

6-расм. Лёссимон жинслар (80 %) ва шиша чиқиндиси кукуни (20 %) асосида олинган намуналарнинг 950 °С да куйдирилгандан кейинги электрон микроскопик (а) ва дифрактограмма (б) тасвири

Лёссимон жинслар ва шиша чиқиндиси кукуни асосида олинган намуналарнинг рентген таҳлилларини (6 б-расм) дастлабки намуна рентгенограммалари билан солиштирганда, термик ишлов бериш жараёнида янги анортит ($\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) ($d/n = 0,168; 0,172; 0,175; 0,184; 0,187; 0,192; 0,201; 0,213; 0,234; 0,248; 0,266; 0,284; 0,294; 0,315; 0,334; 0,360; 0,377; 0,403$), диопсид ($\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$) ($d/n = 0,168; 0,172; 0,175; 0,184; 0,201; 0,213; 0,234; 0,251; 0,257; 0,284; 0,294; 0,300$) ва кварц (SiO_2) ($d/n = 0,234; 0,334; 0,424$) фазалар ҳосил бўлганлигини кўрсатди.

Тажриба намуналарини физик-механик хоссаларини ўрганиш натижалари шуни кўрсатадики (натижалар 5-жадвалда келтирилган), керамик массалар

таркибидаги шиша чиқиндиси кукунини миқдори ошиб бориши билан, унинг барча хоссалари ижобий томонга ўзгариши кузатилди. Шу билан бирга намуналарнинг зичлиги ортади ва ўтда киришиш кўрсаткичи камаяди. Материаллар хоссаларининг яхшиланиши масса таркибида кечадиган физик-кимёвий жараёнлар билан боғлиқ. Шунингдек, намуналар таркибида шиша кукуни миқдорининг ортиши ва ҳароратнинг кўтарилиши билан уларнинг модел кимёвий эритмаларга нисбатан чидамлилиги ортади.

Намуналарнинг кимёвий турғунлиги ўрганилиб, бунда асосий модел суюқлик сифатида Na_2SO_4 тузининг (ГОСТ 4166) 5 %ли эритмаси ва NaCl тузининг (ГОСТ 28234-89) 3 %ли эритмаларидан фойдаланилди. Олинган натижаларни ГОСТ 13996-2019 ва ГОСТ 27180-2019 давлат андозалари асосида таққослаш ҳисобига мақбул таркиб танланди.

5-жадвал

Тажриба намуналарининг физик-кимёвий хоссалари (пишириш ҳарорати 950 °С)

Кўрсаткичлар	Таркиблар, №					
	1	2	3	4	5	6
Сув ютувчанлиги, %	17,0	10,0	8,0	5,6	3,0	3,0
Ўртача зичлиги, кг/м ³	1800	1860	1900	1950	2150	2250
Сиқилишга нисбатан механик мустаҳкамлиги, Мпа	8,0-9,0	14,5	22,5	28,5	40,0	35,0
Эгилишга нисбатан механик мустаҳкамлиги, Мпа	1,3	2,1	2,18	2,25	2,30	2,20
Ишқаланишга нисбатан мустаҳкамлиги, г/см ²	-	0,44	0,43	0,43	0,42	0,41
- 5 % ли Na_2SO_4 эритмасига нисбатан	62,0	78,0	83,0	88,0	95,0	96,0
- 3 % ли NaCl эритмасига нисбатан	61,0	76,0	82,0	86,0	95,0	96,0

Шиша кукуни миқдорининг 25 %га ортиши 950 °С ва юқори ҳароратларда 6-намунанинг ташқи шакли деформацияланишига олиб келди. Бу ҳолат масса таркибидаги суюқ фаза миқдорининг ортиши ҳисобига содир бўлади. Физик-кимёвий таҳлиллар асосида 5-таркибни энг мақбул таркиб деб топилди ва массани куйдириш ҳарорати 950 °С этиб белгиланди.

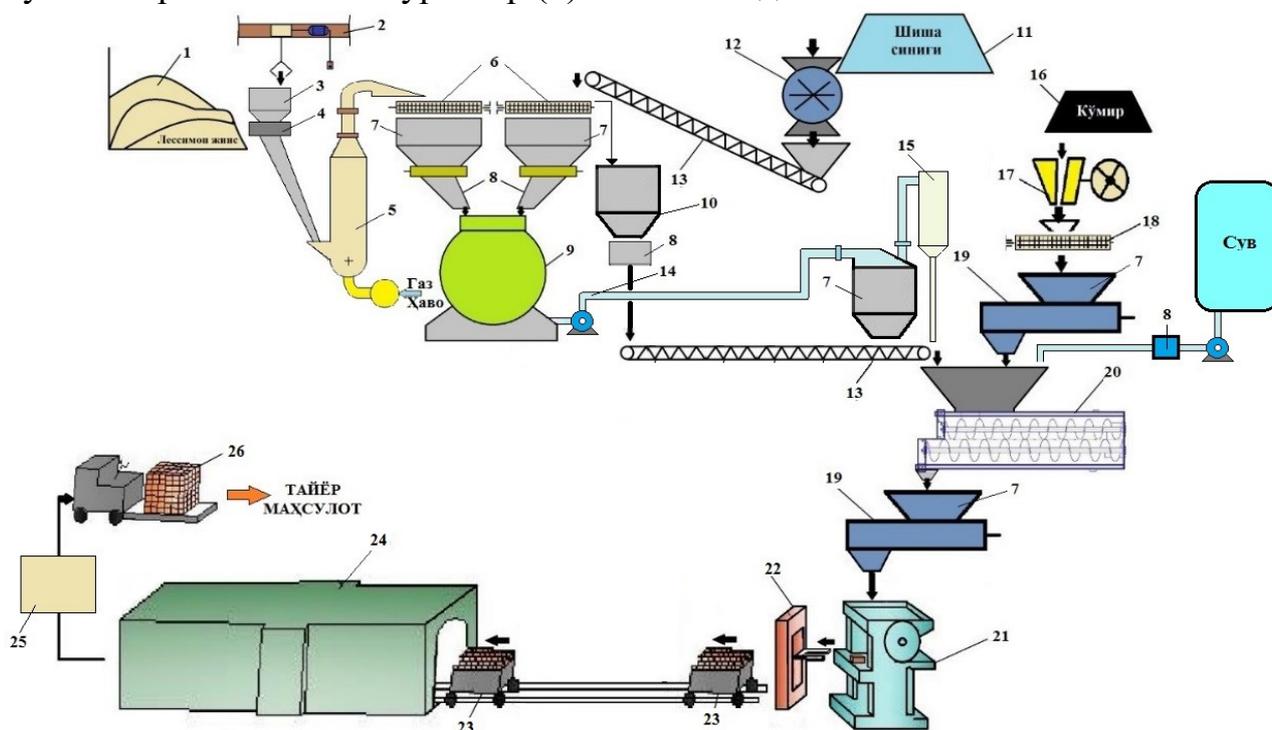
Керамик йўлак тоши ўзининг юқори механик мустаҳкамликка эгаллиги (камида М350), намликни кам ютиши (сув ютувчанлиги 3,0 % атрофида), юқори совуққа чидамлилиги (200 циклгача), ишқаланишга чидамлилиги, турли рангларда ишлаб чиқариш имкониятининг мавжудлиги, экологик тозаллиги, хизмат муддатларининг узоклиги кенг кўламда ишлатилиши билан фарқ қилади.

Диссертациянинг «**Керамик йўлак тоши ишлаб чиқариш технологиясини ишлаб чиқиш, уни эксплуатация хусусиятлари ва саноат-тажриба тадбиқи**» деб номланган тўртинчи бобида маҳаллий лёссимон жинслардан фойдаланиб юқори сифатли керамик йўлак тошлари олишнинг

такомиллашган технологик тизими ишлаб чиқилди. Унга биноан хом ашёларга қуйидагича ишлов берилади.

Керамика технологияси бўйича керамик йўлак тошлар олишнинг принципиал технологик тизими қуйидаги 7-расмда келтирилган.

Ишлаб чиқилган технологик схемага кўра лёссимон жинслар корхона ҳудудига автотранспортлар ёрдамида ташиб келтирилади ва сақлаш қатлаванларида (1) сақланади. У ердан масса электрик тельфер юклагич (2) орқали бункерга (3) юкланади. Бункернинг остки қисмида тарелкали таъминлагич (4) жойлашган бўлиб, у бир меъёрда массани болғали майдалагиччи қуритиш мосламаси - аэробилли майдалагиччи қуритгич (5)га юклаб беради. Аэробилли қуритгичда масса бир вақтнинг ўзида ўлчамлари 0,2-0,5 мм гача майдаланади ва қолдик намлиги 1 % га қадар қилиб 200 - 250 °С ҳароратда қуритилади. Қуритилган масса ҳаво оқимида тешик ўлчами 0,5 мм бўлган барабанли сито-буратлар (6)га етказилади.



7-расм. Керамик йўлак тош ишлаб чиқаришнинг таклиф қилинаётган технологик схемаси

1-лессимон жинс сақлаш қатлави; 2-электрик тельфер юклагич; 3-бункер; 4-тарелкали таъминлагич; 5-аэробилли майдалагич-қуритгич; 6-барабанли сито-бурат; 7-бункерлар; 8-ўлчов дозаторлар; 9-шарли тегирмон; 10-йирик фракция учун бункер; 11-шиша чиқиндисидики сақлаш отсеки; 12-болғали майдалагич; 13-конвейерлар; 14-пневматик узатиш мосламаси; 15-циклон; 16-кўмир сақлаш отсеки; 17-жағли майдалагич; 18-сито; 19-бункер дозатор; 20-шнекли аралаштиргич; 21-тирсак валли пресс; 22-тамғалаш қурилмаси; 23-вагонетка; 24-камерали хумдон; 25-маҳсулотни саралаш; 26-тайёр маҳсулот.

Барабанли сито-буратлар бункер (7) устига жойлашган, унинг вазифаси массани саралаш бўлиб, у ердан ўтган масса бункерларда сақланади. Ўтмаган қисми эса сарф идишларига тушурилади ва аравачалар ёрдамида даврий равишда олиб турилади (схемада келтирилмади). Бункернинг остки қисмида

ўлчов дозаторлари (8) жойлашган бўлиб, у ерда масса белгиланган рецептурага асосан ўлчаниб шарли тегирмон (9)га юкланади. Барабанли сито-буратлардан ўтмаган масса йирик фракциялар учун мўлжалланган (10) бункерларга узатилади. Шарли тегирмонга иккинчи томондан шиша чиқиндиси юкланади. Бунинг учун у даставвал қўл кучи ёрдамида болғали майдалагич (12)га юкланади ва ўлчамлари 0,3 – 0,6 мм гача қилиб майдаланади. Майдаланган масса бункер (7)да сақланади ва лентали таъминлагич (13) орқали тешик ўлчами 0,5 мм бўлган барабанли сито-бурат (6)га етказилади. Ўтмаган қисми эса йирик фракциялар учун мўлжалланган (10) бункерларга тушурилади ва аравачалар ёрдамида даврий равишда олиб турилади (схемада келтирилмади). Сараланган масса бункер (7)да сақланади ва ўлчов дозатори (8) орқали белгиланган рецептурага асосан ўлчаниб шарли тегирмон (9)га юкланади. Шарли тегирмонда масса 2 соат давомида майдаланади ва ундан кейин пневматик узатиш мосламаси (14) ёрдамида бункер (7)га юкланади ва конвейер (13) орқали масса тайёрлаш бўлимига узатилади. Бункерга узатишда ҳосил бўлган чанг циклон (15) ёрдамида ушлаб қолиниб масса тайёрлаш бўлимига берилади. Масса тайёрлаш жараёнида хом ашёлар омихтасига кўмир қўшиш ҳам назарда тутилган бўлиб, бунинг учун унга қуйидаги тартибда ишлов берилади. Кўмир сақлаш бўлими (16)дан масса қўл кучи ёрдамида жағли майдалагич (17)га юкланади ва ўлчамлари 0,5 мм гача қилиб майдаланади. Майдаланган масса тешик ўлчамлари 0,5 мм бўлган сито (18)га юкланади ва сараланиб лентали таъминлагич (19) билан жиҳозланган бункер (7)га юкланади ва масса тайёрлаш бўлимига берилади. Масса тайёрлаш бўлимида масса омихтаси шнекли аралаштиргич (20)да аралаштирилади ва лентали таъминлагич (19) билан жиҳозланган бункер (7)га юкланади. Кейинчалик масса қолиплаш учун тирсак валли пресс (21)га порция қилиб таъминлаб берилади. Пресслаш босими 20,0 МПа бўлиб прессланган ярим маҳсулотлар тамғалаш столи (22)га ўтказилади ва тамғалангандан кейин вагонеткалар (23)га тахланади. Вагонеткаларга тахланган ярим маҳсулот пишириш учун камерали хумдон (24)га киритилади. Пишириш вақти 20 соат максимал ҳарорат 950 °С. Унга кўра, керамик йўлак тошини максимал ҳароратгача қиздириш 5 °С/мин тезликда 3 соат давом қилади. Керамик масса кейинчалик 950 °С ҳароратда 3 соат давомида ушлаб турилади. Бу ҳароратда масса таркибида суюқ фаза миқдори кескин ортади. Кейинчалик масса қисқа совутиш даврига ўтказилади, бунда совутиш тезлиги 1,6 °С/мин. Кейинги босқичда намуналар 850 °С ҳароратда тоблаш жараёнига ўтказилади. Жараённи давомийлиги 4 соат. Бундай шароитда олинган массани секин совутиш талаб қилинади. Совутиш жараёнини 2 та босқичда олиб бориш тавсия қилинади. 1-босқич SiO₂ нинг полиморф ўзгаришини эътиборга олган ҳолда 500 °С гача 5 соат давомида совутиш тезлиги 1,16 °С/мин.да амалга оширилади. 2-босқич 500 °С дан 100 °С гача совутиш тезлиги 1,66 °С/мин тезликда 4 соат давомида амалга оширилади. Қуйдирилган маҳсулот саралаш (25) жараёнидан ўтказилади ва тайёр бўлган маҳсулот (26) сақлаш омборига жўнатилади.

ХУЛОСА

1. Замонавий физик-кимёвий таҳлиллардан фойдаланиб Қурбонов кони лёссимон жинсларининг кимёвий-минералогик таркиблари, физик-кимёвий хоссалари ўрганилди ва ушбу хомашё керамик қурилиш материаллари олишда истиқболли хомашё ресурси сифатида тавсия этилди.

2. Лёссимон жинс ва шиша кукунидан иборат 80:20 керамик массанинг мақбул таркиби яратилиб, 90-120 дақиқа давомида механик фаоллаштириш жараёнининг таъсири ўрганилди ва юқори физик-кимёвий хоссаларга эга бўлган - зичлиги 2150 кг/м^3 , сиқилишга механик мустаҳкамлик кўрсаткичи 40 МПа, сув ютувчанлиги 3,0 %, ишқаланишга нисбатан мустаҳкамлик кўрсаткичи $0,42 \text{ г/см}^2$, кимёвий бардошлилиги 95 % га тенг бўлган керамик йўлак тошнинг технологик параметрлари аниқланди.

3. Масса таркибига 5 % гача кўмир кукунини қўшиш ҳисобига пишиш жараёнида оксидловчи-қайтарувчи муҳит таъсири ўрганилиб, натижада, масса таркибидаги қийин эрувчан компонентлар нисбатан $50 \text{ }^\circ\text{C}$ паст ҳароратларда мустаҳкам алюмосиликатларнинг ҳосил бўлиш реакциялари тадқиқ қилинди.

4. Хоразм вилояти Қурбонов кони лёссимон жинслари асосида илк бор паст пишиш ҳароратида $950 \text{ }^\circ\text{C}$ да, шўрланиш таъсирига чидамли керамик йўлак тоши олинди.

5. Керамик массани ярим қуруқ усулда пресшлашнинг мақбул параметри сифатида 20 МПа босимда пресшлаш ижобий натижа бериши қайд қилинди. Керамик масса омиктасига иссиқлик ёрдамида ишлов беришнинг мақбул мароми ишлаб чиқилди; ишланма саноат миқёсида синовдан ўтказилиб маҳсулот олишнинг барча параметрлари корхона миқёсига мослиги, олинган маҳсулотлар эса физик-механик кўрсаткичлари бўйича давлат андозалари талабларига мос келиши аниқланди.

6. Керамик йўлак тошини пишириш мароми ва ишлаб чиқаришнинг такомиллаштирилган технологик тасвири ва технологик регламенти ишлаб чиқилди. Ишланманинг илмий янгилигига оид давлат патентига талабнома берилиб ижобий қарор олинди. Тадқиқот натижалари “Дилшодғиштқурилиш” МЧЖ ва “Жайхун” хусусий корхонасида синовдан ўтказилди. Саноат миқёсида ишлаб чиқариладиган 1 м^2 йўлак тошини сотишдан кутиладиган фойда 11477,76 сўмни ташкил қилиши ҳисобланди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc03/30.12.2019.Т.04.01
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ
ТАШКЕНТСКОМ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

УРГЕНЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ДЖУМАНИЯЗОВ ЗОКИР БАЗАРБАЕВИЧ

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИ ПРОЧНОЙ,
ХИМИЧЕСКИ УСТОЙЧИВОЙ КЕРАМИЧЕСКОЙ БРУСЧАТКИ
НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ**

02.00.15 - Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов

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

Ташкент - 2021

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2020.4.PhD/T435

Диссертация выполнена в Ургенчском Государственном университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещён на веб-странице Научного совета по адресу www.tkti.uz и информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу www.ziyo.net

Научный руководитель:

Бабаев Забибулла Камилович
кандидат технических наук, доцент

Официальные оппоненты:

Бабаханова Зебо Абдуллаевна
доктор технических наук (DSc)

Шерназарова Махфуза Тургунбаевна
кандидат технических наук

Ведущая организация:

Ташкентский архитектурно-строительный институт

Защита диссертации состоится «10» 08 2021 г. в 9⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc03/30.12.2019.T.04.01 при Ташкентском химико-технологическом институте по адресу: 100011, г. Ташкент, Шайхонтаурский район, ул. А. Навои, 32. Тел.: (99871) 244-79-20, факс: (99871) 244-79-17, e-mail: tkti_info@edu.uz.

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ташкентского химико-технологического института за № 114, с которой можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре (100011, г. Ташкент, Шайхонтаурский район, ул. А. Навои, 32. Тел.: (99871)244-79-20, факс: (99871)244-79-17, e-mail: tkti_info@edu.uz.)

Автореферат диссертации разослан «20» 07 2021 года.
(протокол рассылки № 25 от 20.07. 2021 года).



С.М. Турабджанов
Председатель Научного совета по
присуждению учёных степеней,
д.т.н., профессор

Х.И. Кадиров
Учёный секретарь Научного совета по
присуждению учёных степеней, д.т.н. (DSc)

М.Х. Арипова
Председатель Научного семинара при Научном
совете по присуждению учёных степеней,
д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации (PhD) доктора философии)

Актуальность и востребованность темы диссертации. На сегодняшний день в сфере строительства из года в год растёт объём использования керамических брусчаток для улучшения устойчивости к воздействиям внешней среды и декоративных свойств дорожных покрытий современных зданий и сооружений. Наряду с этим, имеет важное значение получение керамических брусчаток на основе композиций, состоящих из минерального и техногенного сырья, предотвращающих преждевременный износ под воздействием солёной среды в регионах с повышенной засоленностью.

Во всём мире ведутся интенсивные научные исследования по развитию производства керамических брусчаток и других смежных строительных материалов для регионов с повышенной влажностью и засоленностью. В исследованиях особое внимание уделяется совершенствованию процесса обжига керамической массы, введению в композиционный состав модифицирующих добавок, разработке технологий получения новых материалов с кристаллическими структурами и формированию их свойств.

В результате проводимых комплексных мер в Республике Узбекистан достигнуты значительные результаты по модернизации промышленных предприятий, выпуску химической продукции и строительных материалов, расширению ассортимента новых видов конкурентоспособных современных строительных материалов, созданию местных запасов сырья, разработке на их основе составов и технологий производства импортозамещающих, химически стойких керамических строительных материалов с высокой механической прочностью. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы поставлены важные задачи по «... подъёму промышленности на новый уровень качества, глубокой переработке местных сырьевых ресурсов, ускорению выпуска готовой продукции, освоению новых технологий...»¹. В связи с этим, проведение научных исследований по разработке состава и технологии производства химически стойких керамических брусчаток с высокой механической прочностью и низким значением показателя водопоглощения, используя лёссовые породы Курбановского месторождения и порошка стеклобоя является актуальным.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнением задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан за № УП-4947 от 7 февраля 2017 г. «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» и в Постановлениях Президента Республики Узбекистан за № ПП-3182 от 8 августа 2017 года «О первоочередных мерах по обеспечению ускоренного социально-экономического развития регионов», за № ПП-2731 от 18 января 2017 года «О Государственной программе по развитию региона Приаралья на 2017-2021 годы», за № ПП-4335 от 23 мая 2019 года «О дополнительных мерах по

¹ Указ Президента Республики Узбекистан «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан в 2017-2021 годы»

ускоренному развитию промышленности строительных материалов» а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий Республики Узбекистан. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики VII. «Химические технологии и нанотехнологии».

Степень изученности проблемы. Научные исследования и предложения по улучшению качества керамических материалов с целью повышения их устойчивости к внешним воздействиям и декоративных свойств проведены такими учёными, как R. Socolar, S. Gerl, N. Napke, K. Nikolson, E. Sundermena, K. Engeltamera, В.Д. Котляр, Б.К. Кара-Сал, Л.Л. Масленникова, А.Ю. Столбоушкин, Н.Г. Чумаченко, Н.Д. Яценко, П.П. Будников, В.Н. Бурмистров, А.Е. Бурученко, В.И. Верещагин, Н.А. Сирожиддинов, А.А. Исматов, М.Х. Арипова, М.Ю. Юнусов, А.А. Эминов, Ф.А. Мингулова, З.Р. Кадырова, М.Т. Шерназарова, И.У. Касимов, М.К. Тохиров, А.И. Одилхужаев, Н.А. Самигов, Х.А. Акроров, С.А. Ходжаев, М.М. Мирахмедов, Б.Б. Хасанов, Р.Д. Тешабаев, У.Р. Жаббаров, Н.Х. Талипов, А.А. Ашрабов, Б.А. Аскарров, А.А. Султонов, У.А. Газиев, Л.М. Ботвина, З.К. Бабаев, Т.Н. Якубов и др.

Ими созданы материалы с кристаллической структурой нового вида, разработаны технологии усовершенствования обжига керамической массы и технологии получения керамических материалов с высокой механической прочностью.

Наряду с этим, мало сведений о научных исследованиях, направленных на разработку керамических материалов для регионов с высокой засоленностью и влажностью, о производстве керамических брусчаток на основе лёссовых пород и стеклобоя методом полусухого прессования, о расширении промышленного производства керамических материалов с высокими физико-химическими свойствами на основе недефицитного местного сырья.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ университета, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом научно-исследовательских работ Ургенчского Государственного университета в рамках инновационного проекта № И-2016-7-11 «Разработка эффективной технологии получения дешевых, устойчивых к засоленности и с высокой механической прочностью керамических плиток» (2016-2017 гг.) и прикладного проекта №ОТ-А12-07 «Разработка эффективной технологии получения керамических плиток, устойчивых к воздействию засоленности» (2017-2018 гг.).

Целью исследования являются разработка технологии получения химически стойких и механически прочных керамических брусчаток на основе местного недефицитного сырья и отходов – лёссовой породы Курбановского месторождения и стеклобоя.

Задачами исследования являются:

проведение рентгенофазовых, микроскопических, дифференциально-термических и ИК-спектроскопических анализов лёссовых пород

Курбановского месторождения Хорезмской области;

разработка основных технологических параметров модифицирования массы на основе лёссовых пород с помощью стеклобоя для получения керамических брусчаток;

изучение влияния состава массы, методов обработки сырья и давления прессования при формировании структуры керамических брусчаток и подбора оптимальных параметров;

разработка состава керамических брусчаток, устойчивых к условиям повышенной засоленности и влажности, получение образцов, изучение их физико-химических и механических свойств;

разработка технологии получения механически прочных и химически устойчивых керамических брусчаток на основе местного сырья.

Объектами исследования являются лёссовые породы Курбановского месторождения Хорезмской области, стеклобой, смеси на их основе, опытные образцы и керамическая брусчатка, полученная в производственных условиях.

Предметом исследования является изучение химико-минералогического и гранулометрического состава лёссовых пород, технологические параметры производства химически устойчивых керамических брусчаток.

Методы исследования. В диссертационной работе использованы рентгенофазовые, ИК-спектроскопические, дифференциально-термические, электронно микроскопические методы анализа. При определении физико-механических и химических свойств полученных керамических брусчаток применялись традиционные методы по требованиям ГОСТ.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

определен химический и минералогический состав лёссовых пород Курбановского месторождения Хорезмской области, которые состоят из кварца (SiO_2), кальцита (CaCO_3), гидрослюда ($\text{K}_{<1}\text{Al}_2[\text{OH}]_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})\cdot n\text{H}_2\text{O}$), альбита ($\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{SiO}_2$), каолинита ($\text{Al}_2[\text{OH}]_4(\text{Si}_2\text{O}_5)$), гематита (Fe_2O_3) и монтмориллонита ($\text{Al}_2[\text{OH}]_2(\text{Si}_4\text{O}_{10})\cdot m\text{H}_2\text{O}$);

доказана возможность получения химически устойчивых, механически прочных керамических брусчаток на основе масс, состоящих из лёссовых пород и стеклобоя;

определено влияние степени помола сырья, количества модифицирующих добавок и давления прессования на формирование структуры керамических брусчаток;

обосновано образование анортита, диопсида и кварца в структуре черепка брусчатки при высоких температурах за счет добавления в состав керамической массы добавок, снижающих температуру обжига;

за счёт формирования минералов анортита, диопсида и кварца, получен керамический черепок, устойчивый к влажности, засоленности и механическому износу;

разработана технология производства механически прочных, химически устойчивых керамических брусчаток на основе лёссовых пород Курбановского месторождения.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

определен химико-минералогический и гранулометрический состав лёссовой породы Курбановского месторождения и получены керамические материалы;

разработаны составы керамических масс в системе «лёссовой породы-угольные отходы-стеклобой» и выявлены условия получения керамических брусчаток;

создана энергосберегающая технология производства керамических брусчаток.

Достоверность результатов исследования объясняется тем, что при анализе использованы современные рентгенофазовые, ИК-спектроскопические, оптические и растровые электронно-микроскопические, дифференциально-термические физико-химические методы анализа, также соответствием полученных результатов требованиям Государственных стандартов, параметрам и закономерностям получения силикатных материалов, внедрением их в производство.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов заключается в определении зависимости физико-химических свойств керамических материалов от условий синтеза, состава и структуры, интенсификации образования кристаллических фаз при использовании методов механической активации исходных материалов.

Практическая значимость результатов исследований заключается в том, что на основе лёссовых пород Курбановского месторождения разработан состав и создана энергосберегающая технология эстетически красивых, химически устойчивых, дешевых и экологически безопасных, импортозамещающих конкурентоспособных керамических брусчаток с высокими физико-техническими свойствами с относительно высоким сроком службы.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по разработке технологий механически прочных и химически устойчивых керамических брусчаток:

технология получения керамической массы на основе лёссовых пород и порошков стеклянных отходов внедрена на АО «Юггазбутлаш» и ЧП «Жайхун» (справка ассоциации «Узсаноатқурилишматериаллари» за № 05/15-116 от 14 января 2021 года). В результате этого доказана возможность производства легкоплавкой керамической массы на основе лёссовых пород и техногенных отходов;

технология получения керамических брусчаток внедрена на АО «Юггазбутлаш» и ЧП «Жайхун» (справка ассоциации «Узсаноатқурилишматериаллари» за № 05/15-116 от 14 января 2021 года). В результате этого, установлена возможность получения импортозамещающих, механически прочных и химически устойчивых керамических брусчаток, со сниженной в 12,6 % раз себестоимостью.

Апробация работы. Результаты проведенных исследований доложены на 3 международных и 3 республиканских научно-практических конференциях и симпозиумах.

Опубликованность результатов. По теме диссертации опубликованы 13 научных работ. Из них 7 научных статей, в том числе 2 в республиканских и 5 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 120 стр.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и востребованность проведенного исследования, сформулированы цель и задачи исследования, охарактеризованы объект и предмет исследований, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, изложены научная новизна и практические результаты исследования, раскрыты научная и практическая значимость полученных результатов, внедрение в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе «Современное состояние и перспективы развития использования минеральных и техногенных сырьевых ресурсов при получении материалов, устойчивых к засоленности» приведён обзор результатов научных исследований, зарубежной и местной литературы по данной теме. Сведения обобщены и научно проанализированы. Исследователями широко изучены своеобразные свойства засоленных регионов, проблемы производства строительных материалов и их износ за счет внешних факторов. В результате критического анализа опубликованных работ, определены цели и задачи исследований.

Во второй главе «Методы исследований и характеристика исходного сырья» описаны методы, использованные в исследовании, приведены сведения по подбору сырья. При идентификации состава, строения и физико-химических свойств использованы современные методы анализа. Для получения керамической брусчатки выбраны лёссовые породы Курбановского месторождения, стеклобой и порошок бурого угля Шаргунского месторождения в количестве 3-5% от общей массы.

В третьей главе «Исследование состава, физико-химических свойств местных лёссовой породы и получение на их основе керамической брусчатки» приведены результаты исследований по изучению химико-минералогического состава, физико-механических свойств лёссовых пород Курбановского месторождения, механической активации, прессовании под разными давлениями и обжига полученных образцов, результаты исследований по разработке составов для получения керамических брусчаток и их обжиг в разных условиях, по изучению устойчивости керамических брусчаток к солевым растворам. При анализе химического состава лёссовых пород выявлено, что они относятся к группе глинистых кислых пород с низкой пластичностью (табл. 1).

По результатам исследований гранулометрического состава опытных проб преобладают частицы с размером 0,063-0,01 мм (43,88%), доля частиц с размером 0,01-0,001 мм составляет 35,19% и количество частиц меньше 0,001 мм составляет 19,34 %.

Таблица 1

Результаты химического анализа лёссовой породы Курбановского месторождения (рентгенофлуоресцентный анализ)

№	Количество оксидов, масс. %:										
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	TiO ₂	H ₂ O
1	52,27	15,76	15,04	5,73	4,44	2,31	2,12	0,61	0,59	0,58	0,55
2	52,59	15,64	15,09	5,69	4,33	2,29	2,08	0,59	0,57	0,56	0,57
3	52,02	15,59	15,32	5,81	4,47	2,33	2,08	0,62	0,54	0,59	0,63
4	52,60	15,27	15,31	5,71	4,39	2,31	2,11	0,60	0,54	0,58	0,58
5	52,31	14,56	15,14	5,83	4,45	2,41	2,02	0,51	0,49	0,48	1,80
6	52,39	13,74	15,29	5,79	4,43	2,39	2,18	0,49	0,47	0,46	2,37
7	52,42	14,39	15,12	5,71	4,37	2,23	2,05	0,52	0,52	0,51	2,16
8	53,10	14,57	15,11	5,61	4,49	2,41	2,14	0,30	0,55	0,52	1,20
9	52,69	13,54	15,39	5,69	4,33	2,33	2,28	0,47	0,37	0,56	2,35
10	52,72	14,49	15,22	5,51	4,47	2,43	2,07	0,50	0,42	0,53	1,64
Средн.	52,51	14,75	15,20	5,70	4,41	2,34	2,11	0,52	0,50	0,53	1,43

При анализе фазового состава сырья рентгенофазным методом, выявлено наличие таких минералов, как кварц (SiO₂) (d/n=0,166; 0,169; 0,228; 0,270; 0,334; 0,424 нм), кальцит (CaCO₃) (d/n=0,160; 0,162; 0,191; 0,208; 0,249 нм), гидрослюда (K₁Al

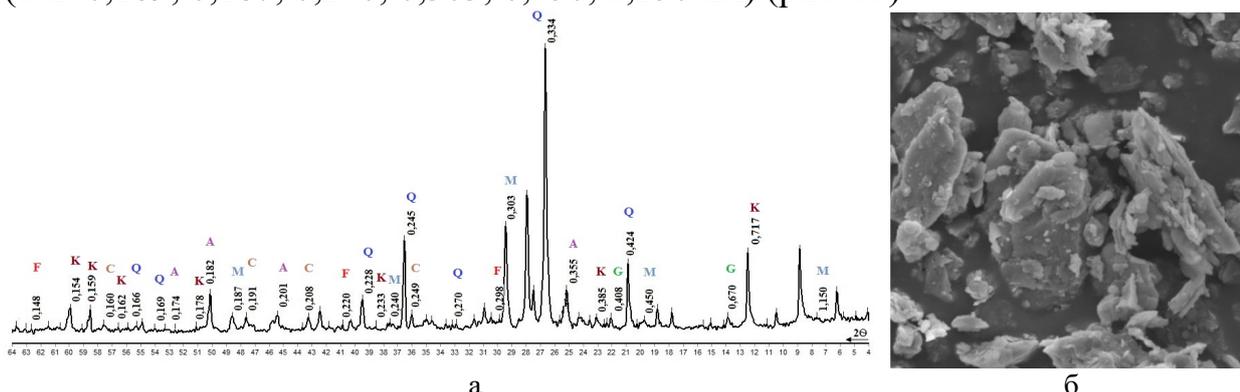


Рис. 1. Рентгенограмма (а) и электронно-микроскопический вид снимка (б) лёссовой породы Курбановского месторождения
 Q-кварц, К-каолинит, G-гидрослюда, А- альбит, С-кальцит, F-гематит, М-монтмориллонит

Электронно-микроскопическим исследованием сырья (рис. 1б) определено, что частицы изометрического, чешуйчатого типа относятся к

минералу монтмориллонита, овальные и шестигранные со сломанными краями – к минералу кварц, темные кристаллы - к гематиту.

Дифференциально-термический анализ лёссовых пород показывает наличие в нем нескольких эндо- и экзоэффектов (рис. 2). При этом, эндотермический эффект в температурном интервале 69-121,4 °С соответствует испарению гигроскопической влаги, а экзотермический эффект, наблюдающийся в интервале температур 390-420 °С образован за счет сгорания органических соединений образца. Появившийся на термической кривой при температуре 575,6 °С малый эндотермический эффект соответствует модификационному переходу минерала кварца, эндотермический эффект температуры 726,2 °С связан с испарением кристаллизационной воды, эндотермический эффект, образованный при температурах 850-880 °С относится к разложению соли карбоната кальция, экзотермические эффекты 896,5, 910 и 950 °С объясняется образованием кристаллических фаз новых кристаллических структур. Образцы обладают следующими технологическими свойствами: огнеупорность – 1150 °С; число пластичности по Аттербергу - 180; предел механической прочности при сжатии - 2,30 МПа; средняя плотность - 1475 кг/м³.

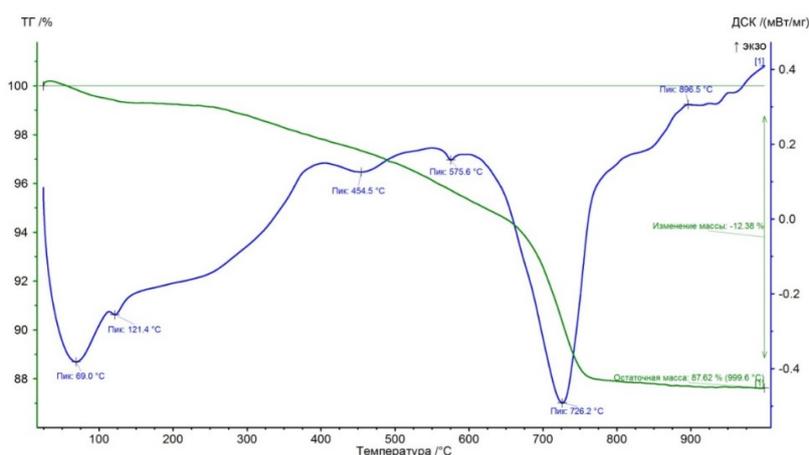


Рис. 2. Дерииватограмма лёссовой породы Курбановского месторождения

Изучение ИК-спектров лёссовой породы показали поглощение волн, соответствующих типичным силикатам (рис. 3). Волны в интервале 465,33 см⁻¹ и 704,99 см⁻¹ показывают колебания связей Ca-O и Mg-O. Соединение со связью Si-O-Si(Al) соответствуют колебания высокочастотных ассиметричных валентных волн при длине волны 500 - 700 см⁻¹ и 900 - 1200 см⁻¹, деформационные колебания при 645 см⁻¹ и 785 см⁻¹ соответствуют связи O-Si(Al)-O. Антисимметричные валентные колебания при длине волн 880 и 1026 см⁻¹ принадлежат группе Si-O-Si. Среднечастотные антисимметричные валентные колебания при длине волн 500 - 550 см⁻¹ соответствуют группам Si-O. C-O валентные колебания при длине волн 1300-1600 см⁻¹ и деформационные колебания при 715 см⁻¹ характеризуют связи, типичные для кальцита. Колебания при длине волн 3200 - 3600 см⁻¹ относятся к -ОН группе, диапазон

при длине волн $3500 - 3600 \text{ см}^{-1}$ соответствует $-\text{OH}$ группе, химически связанной с минералами монтмориллонита и гидрослюда.

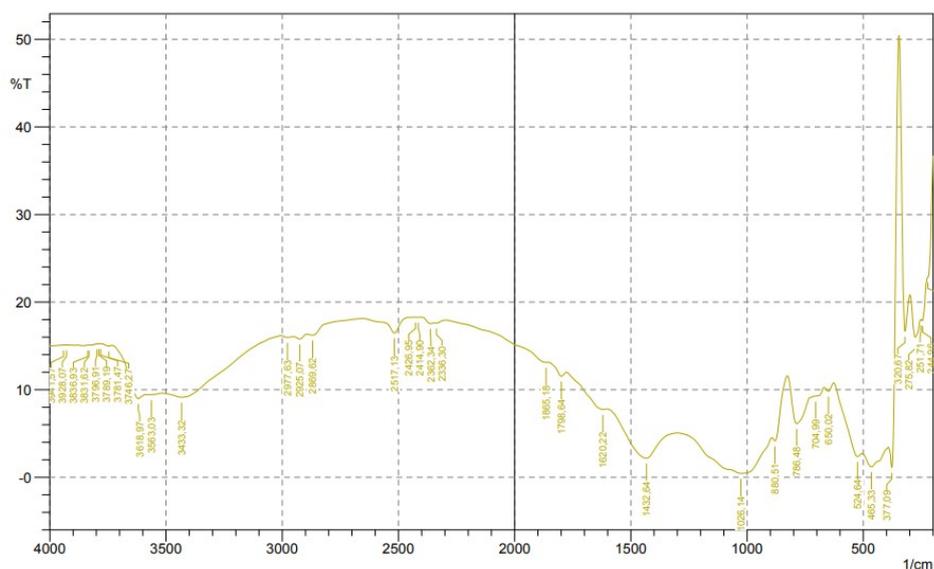


Рис. 2. ИК-спектр лёссовой породы Курбановского месторождения

В качестве стеклобоя использовали стеклобой бутылок и оконных стекол. Его химический состав приведен в таблице 2.

Таблица 2

Химический состав стеклянных отходов, %

Вид стекла	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	RO	R ₂ O	SO ₃	Cr ₂ O ₃
Стеклобой	71,0	3,5	0,6	10,5	14,0	0,3	0,1
	70,6	5,0	0,8	9,1	14,1	0,4	-

Добавление стеклянного порошка в массу на основе лёссовой породы при получении продукта привело к следующему: – в качестве компонента, снижающего усадку - введение стеклобоя в массу предотвращает усадку полупродуктов при низких температурах. Это помогает предотвращать образование трещин, пор и вздутий на поверхности полупродукта; - в качестве разжижителя при температурах 600 - 700 °С стеклобой начинает размягчаться и образует в массе жидкую фазу. С повышением температуры увеличивается её количество и приводит к растворению легкоплавких компонентов лёсса. В результате процесс образования силикатов происходит раньше по времени и протекает при относительно низких температурах.

Скопление стеклянных отходов и анализ их объема показывают приемлемость их использования. Исходя из этого, в наших исследованиях предпочитали использовать стеклянные отходы. Использование стеклянных отходов различного вида не вызывает затруднений в технологическом процессе.

Угольный порошок накапливается в больших объемах в виде отходов на предприятиях, обеспечивающих углем население Хорезмской области. В настоящее время не имеются предприятий или отраслей, которые напрямую используют этот отход. Его использование с одной стороны не ограничено

улучшением экологической обстановки, а служит в качестве энергоносителя - горючего материала при получении керамических брусчаток и восстановителя среди неорганических веществ при высоких температурах. Технические характеристики использованного в научных исследованиях угольного порошка-отхода бурого угля поставленного АО "Шаргункумир": количество серы 10,0-16,0 %, влажность 8,0-12,0 %, теплоотдача 32000-33000 кДж, зола 10,0-15,0 %.

Следующие наши исследования направлены на механическую активизацию лёссовой породы. При процессе измельчения сырья происходит разрушение структур минералов и наблюдается химическое реформирование, при этом изменяется длина и угол межатомных связей, в структуре наблюдаются точечные дефекты, дислокации, деформации решеток в больших количествах. Наряду с этим, также наблюдается разрыв связей между фрагментами структуры и переход части массы в рентгеноаморфное состояние.

В экспериментальных исследованиях для измельчения сырья использовали лабораторные шаровые мельницы. В качестве измельчающего элемента применены уралитовые камни. Измельчение сырья проводили в 2 этапах. Сначала навеску лёссового сырья загружали в шаровую мельницу и измельчали в течении времени, до половины времени всего процесса. Дальше, в мельницу загружали стеклянный порошок и продолжили измельчение. По методу Руктовского находили процентные содержания каждой фракции. В 3-таблице приведены результаты влияния соотношения глинистых, песочных и пыльных фракций на продолжительность процесса измельчения.

Таблица 3

Изменение гранулометрического состава сырьевой смеси по продолжительности времени помола

Продолжительность, мин.	Глинистая фракция (меньше 0,005 мм), %	Пылевидные частицы (0,005-0,05 мм), %	Песчаная фракция (0,05-1 мм), %	Площадь удельной поверхности, см ² /г
30	12,57	43,45	43,93	1620
60	13,58	58,24	28,18	1870
90	16,32	60,56	23,12	2200
120	20,01	61,12	18,87	2380

Как видно из таблицы 3, доведение времени измельчения массы до 120 минут приводит к увеличению количества глинистых и пылевидных частиц. Механическая обработка за счет измельчения лёссовых пород и стеклянного порошка привело к увеличению количества глинистых частиц на 63,7%, пылевидных частиц на 28,25%, снижению количества песчаной фракции на 58,7%, наблюдалось увеличение дисперсности массы по сравнению с исходным сырьем.

Измельчение сырьевой смеси в течении 150 минут привело к увеличению в его составе количества песчаной фракции, а количество глинистых частиц уменьшалось. Наряду с этим, наблюдается увеличение количества песчаной

фракции. Это соответствует принципу Ле-Шателье, то есть наблюдается конгломерация частиц за счет адгезионных сил.

Были проведены рентгенофазные анализы образцов, измельченных при разной продолжительности времени. Полученные результаты представлены на рис. 4. При сопоставлении дифрактограмм образцов, измельченных в разные промежутки времени зафиксировано следующее: за счет увеличения времени увеличивается рентгеноаморфность материала; за счет его измельчения наблюдается резкое уменьшение размеров частиц композиции материала.

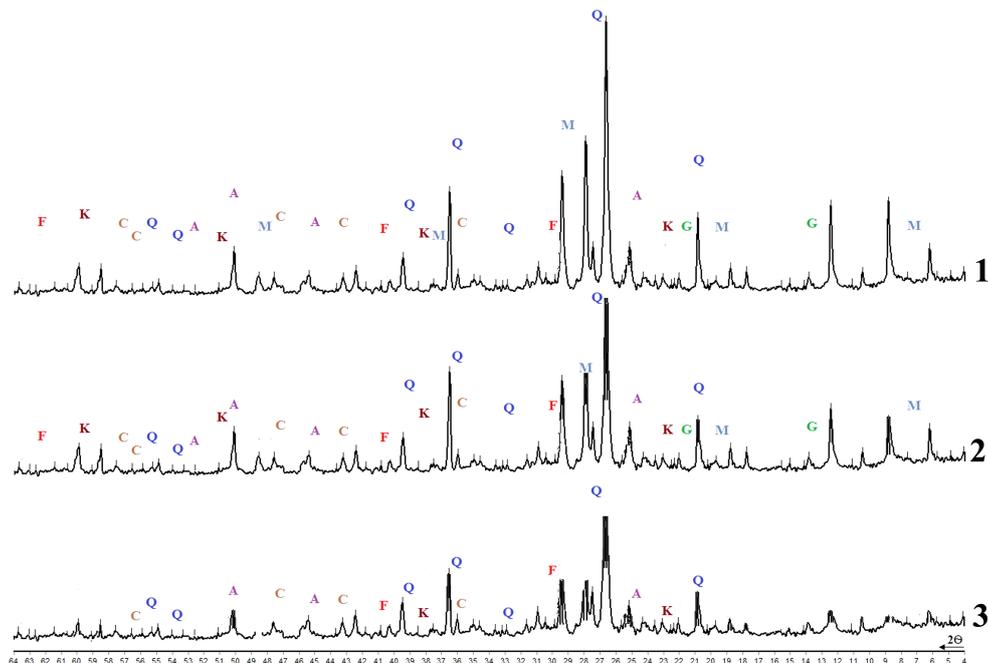


Рис. 4. Дифрактограммы механически неактивированной (1), активированной в течении 90 минут (2) и 120 минут (3) массы

Рентгенофазовый анализ показал, с увеличением продолжительности времени измельчения наблюдалось “шлифование” дифракционных пиков волн, соответствующих монтморилланиту. При визуальном анализе образцов, полученных обжигом измельченных и неизмельченных масс в одинаковых условиях выявлено, что образцы, полученные на основе измельченных масс имеют ровную поверхность, обладают высоким уровнем обжига, при шелчке металлом дают звонкий звук.

Повышение времени измельчения смеси (от 30 до 120 минут) на основе лёссовых пород и стеклянных порошков приводит к увеличению удельной поверхности и реакционной способности частиц. При этом наблюдается повышение механической прочности к сжатию у полупродуктов.

Для получения подтверждения полученных результатов провели обжиг измельченных смесей в течение 90 и 120 минут при температуре 900-1000°C. Полученные результаты представлены на рис. 5.

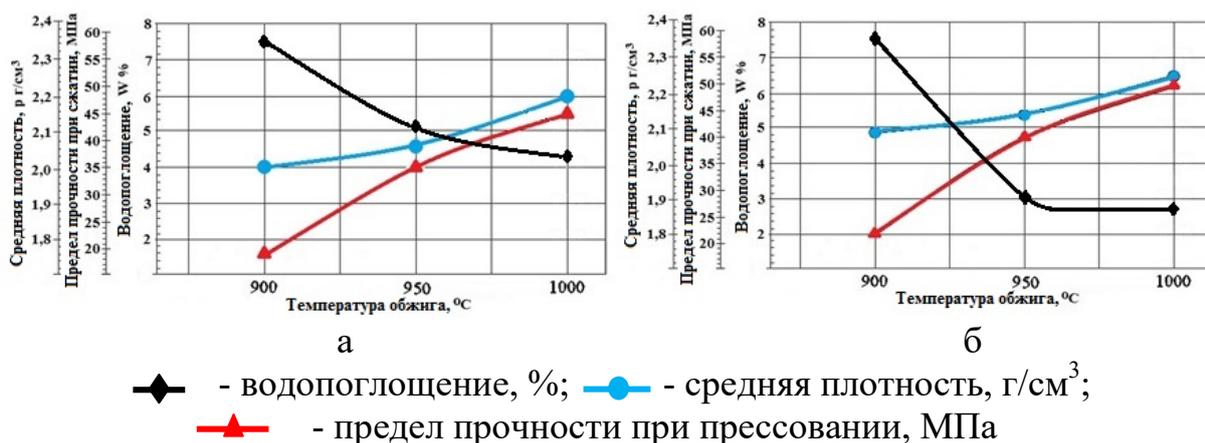


Рис. 5. Показатели обожженных при различных температурах масс, измельченных при разной продолжительности смесей на основе лёссовой породы Курбановского месторождения (80%) и стеклобоя (20%)
 а - масса, измельченная в течении 90 мин. и б - 120 мин.

На следующих этапах наших исследований изучалась возможность изменения физико-химических свойств изменением температуры обжига образцов, полученных формованием при различных давлениях прессования. Сырье измельчали до удельной поверхности 3000 см²/г, гомогенизировали при влажности смеси 10 %. Изготовление образцов проводили прессованием под давлением 5-25 МПа с шагом вариации в 5. Образцы кубической формы готовились размерами 50×50×50 мм, сушились при температуре 120 °С и обжигались в лабораторной муфельной печи при температурах 900, 950, 1000 °С.

Время изотермического удерживания при максимальной температуре составило 1 час. Режим охлаждения: до 500 °С со скоростью 2-3,5 °С/мин, время - 8 часов. В продолжении наших исследований выбрали метод полусухой формовки измельченной смеси сырья с влажностью 8-10 %. Время измельчения лёссовых пород и стеклянных порошков - 120 минут. Получены керамические массы с добавлением стеклобоя в количестве 0-25 % (таблица 4).

Таблица 4

Экспериментальные составы керамических масс

Название сырья и показатели	Экспериментальный составы, №					
	1	2	3	4	5	6
Лёссовые породы	100	95	90	85	80	75
Стеклобой	-	5	10	15	20	25

При высоких температурах (950 и 1000 °С) содержание стеклобоя в составе массы приводит к образованию жидкой фазы при более низких температурах. В данном случае формирующаяся стеклянная фаза не должна препятствовать образованию керамического каркаса, вместе с тем, улучшает физико-механические свойства материала, участвуя в качестве связующего между частиц керамики, наполняя крупные пористые образования.

Определение состава стекляннной фазы, участвующей в качестве связующего и подбор её количества оказывает большое влияние на свойства готовой продукции.

Стекланный порошок в количестве 20 % исполняет роль связующего и в виде жидкой фазы покрывает твердые частицы. За счет этого стекланный фаза уменьшает пористость и наполняет поры. По результатам электронно-микроскопического анализа (рис. 6а) установлено повышение в составе массы количества минералов пластинчатой и призматической формы.

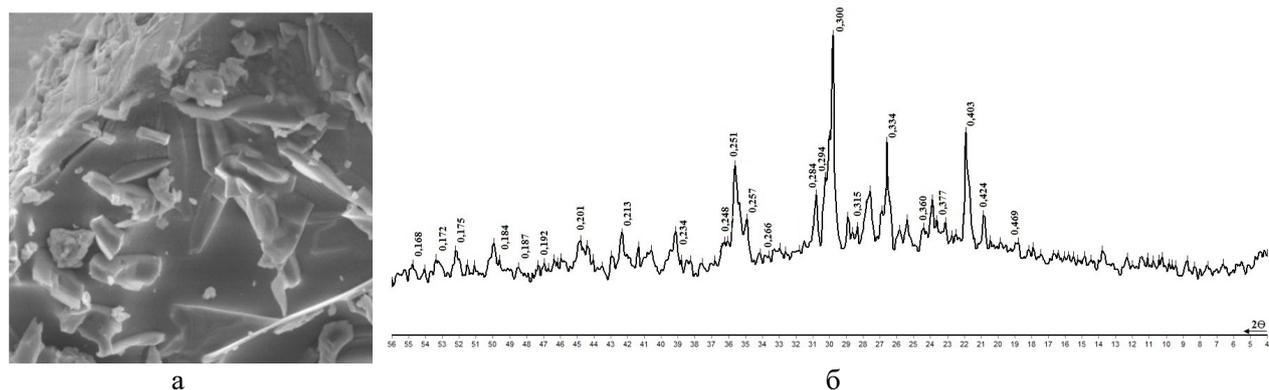


Рис. 6. Электронно-микроскопический снимок (а) и дифрактограмма (б) образцов, полученных на основе лёссовых пород (80%) и стеклнного порошка (20%) после обжига при температуре 950°С

При сопоставлении дифрактограмм образцов (рис. 6 б), полученных на основе лёссовых пород и стеклнного порошка с рентгенограммой исходных образцов, установлено образование в результате обжига новых фаз: анортита ($\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) ($d/n = 0,168; 0,172; 0,175; 0,184; 0,187; 0,192; 0,201; 0,213; 0,234; 0,248; 0,266; 0,284; 0,294; 0,315; 0,334; 0,360; 0,377; 0,403$), диопсида ($\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$) ($d/n = 0,168; 0,172; 0,175; 0,184; 0,201; 0,213; 0,234; 0,251; 0,257; 0,284; 0,294; 0,300$) и кварца (SiO_2) ($d/n = 0,234; 0,334; 0,424$).

Изучение физико-механических свойств опытных образцов, результаты приведены в таблице 5, показало, что с повышением количества порошка стеклнного отхода в составе керамических масс, наблюдалось улучшение всех его свойств. Одновременно повышается плотность и понижается огневая усадка керамических образцов. Улучшение свойств материалов связано с физико-химическими процессами, протекающими в составе массы. Также, увеличение количества стеклнного порошка в составе образцов и повышением температуры повышается устойчивость к модельным химическим растворам.

Изучена химическая устойчивость образцов, при этом в качестве модельных растворов использованы 5 % ный раствор Na_2SO_4 (ГОСТ 4166) и 3 % ный раствор NaCl (ГОСТ 28234-89).

Таблица 5

**Физико-химические свойства опытных образцов
(температура обжига 950°C)**

Показатели	Составы, №					
	1	2	3	4	5	6
Водопоглощение, %	17,0	10,0	8,0	5,6	3,0	3,0
Средняя плотность, кг/м ³	1800	1860	1900	1950	2150	2250
Предел механической прочности при сжатии, Мпа	8,0-9,0	14,5	22,5	28,5	40,0	35,0
Предел механической прочности при изгибе, Мпа	1,3	2,1	2,18	2,25	2,30	2,20
Устойчивость к истиранию, г/см ²	-	0,40	0,43	0,46	0,42	0,50
5 %ный раствор Na ₂ SO ₄	62,0	78,0	83,0	88,0	95,0	96,0
3 %ный раствор NaCl	61,0	76,0	82,0	86,0	95,0	96,0

Увеличение содержания порошка стекла до 25 % приводит к деформации образца № 6 при температурах более 950 °С. Это происходит за счет повышения содержания жидкой фазы в составе массы. На основе анализа физико-химических свойств, образец № 5 выбран как оптимальный состав и установлена температура обжига - 950 °С.

Экспериментальная керамическая брусчатка оптимального состава №5 отличается своей высокой механической прочностью (не менее М350), низким показателем водопоглощения (в пределах 3%), высокой устойчивостью к морозу (до 200 циклов), устойчивостью к трению, возможностью производить с разной окраской, экологичностью, высоким сроком службы.

В четвертой главе «Разработка технологии производства керамической брусчатки, эксплуатационные свойства и опытно-промышленная апробация» приведены результаты по разработке усовершенствованной технологической линии получения керамических брусчаток высокого качества, с использованием местных лёссовых пород.

Принципиальная технологическая схема получения керамических брусчаток по керамической технологии показана на рис. 7.

По разработанной технологической схеме, лёссовые породы в предприятие привозят автотранспортом и хранят в котлованах (1). Оттуда массу электрическим тельферным погрузчиком (2) передают в бункер (3). В нижней части бункера находится тарельчатый питатель (4), который равномерно подаёт массу на измельчающую сушильную установку – аэробильный измельчитель (5). На аэробильной установке масса измельчается до размеров частиц 0,2-0,5 мм и влажность доводится до 1 % и высушивается при температуре 200-250 °С. Высушенная масса воздушным потоком подаётся в сито-бурат с размерами отверстий в 0,5 мм.

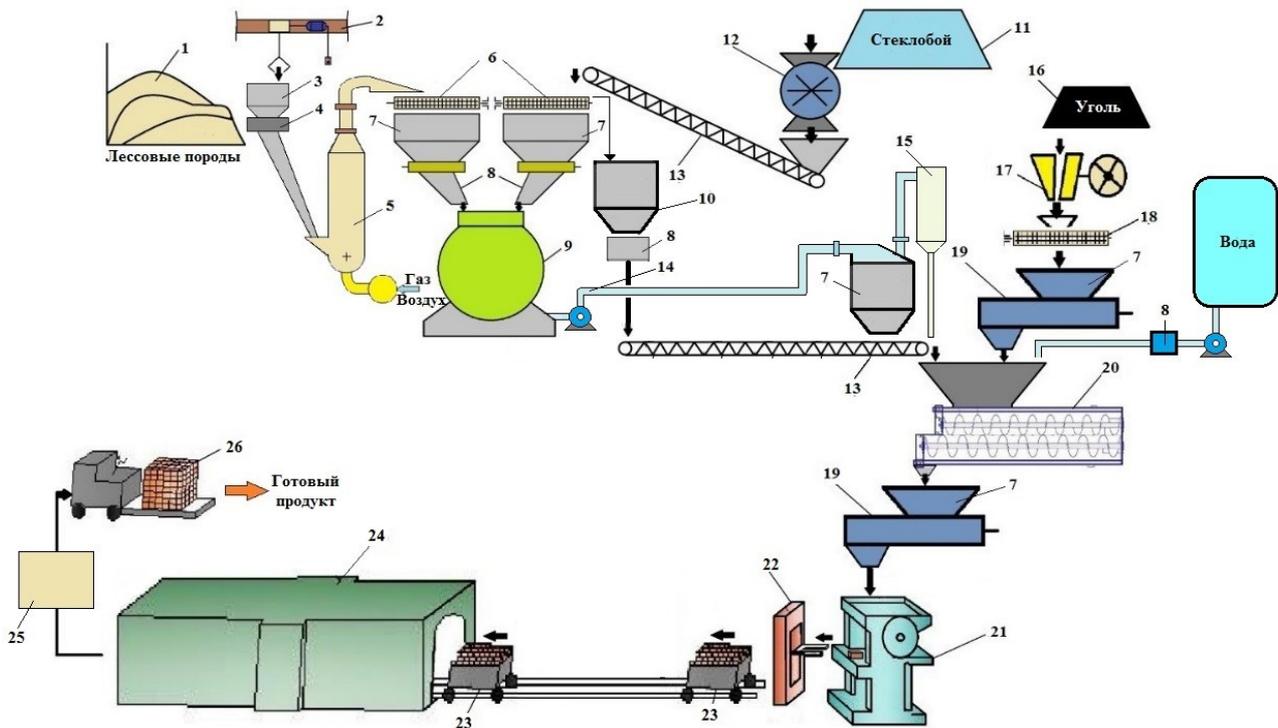


Рис. 7. Предлагаемая технологическая схема производства керамической брусчатки

1-котлован для хранения лёссовой породы; 2-электрический тельферный погрузчик; 3-бункер; 4-тарельчатый питатель; 5-аэробильная сушильная установка; 6-барабанный сито-бурат; 7-бункеры; 8-дозаторы; 9-шаровая мельница; 10-бункер для крупной фракции; 11-отсек для хранения стеклянного отхода; 12-молотковая мельница; 13-конвейеры; 14-установка пневматической установки; 15-циклон; 16-отсек хранения угля; 17-измельчитель; 18-сито; 19-бункер-дозатор; 20-шнековый смеситель; 21-пресс с коленчатым валом; 22-установка пломбирования; 23-вагонетка; 24-камерная печь; 25-сортировка продукции; 26-готовый продукт.

Сито-бураты установлены на верхней части бункера (7), их назначение заключается в сортировании массы, которую передают на хранение в бункере. Не прошедшую из сита часть подают в ёмкости и периодически убирают с помощью вагонеток (в схеме не показано). В нижней части бункеров располагаются дозаторы (8), где масса взвешивается по установленной рецептуре и передаётся на шаровую мельницу (9). Крупная масса, не прошедшая через сито-бураты передают на соответствующий бункер (10). С другой стороны, в шаровую мельницу загружают стеклянные отходы. Для этого сначала стеклянные отходы вручную загружают в молотковую мельницу и измельчают до размеров частиц 0,3-0,6 мм. Измельченную массу хранят в бункере (7) и оттуда ленточным транспортером (13) передают на сито-бураты (6) с размерами отверстий в 0,5 мм. Не прошедший часть опускают в ёмкость (10) и периодически убирают с помощью вагонеток (в схеме не показано). Отборную массу хранят в бункере (7), которая через дозатор (8) взвешивается по установленной рецептуре и передаётся на шаровую мельницу (9). Массу измельчают на шаровой мельнице в течении 2 часов и с помощью пневматической установки (14) передают на бункер (7) и с помощью конвейера (13) передают в отдел приготовления массы. В процессе приготовления массы предусмотрено добавление угля в состав смеси, процесс происходит по

нижеследующей схеме. Уголь из отсека хранения (16) вручную загружают в щековую дробилку (17) и измельчают до размера частиц 0,5 мм. Измельченная масса загружают в сито (18) с размерами отверстий в 0,5 мм и сортируя передают ленточным транспортером (19) в бункер (7). Затем, массу порцируют для прессования коленчато-валовым прессом (21). Давление прессования составляет 20 МПа, прессованные полупродукты передают на стол формования (22) и после формования кладут на вагонетку (23). Полупродукты в вагонетках отправляют в камерную печь (24) для обжига. Время обжига 20 часов, максимальная температура 950 °С. При этом повышение температуры обжига керамической брусчатки продолжается 3 часа со скоростью 5 °С/мин. Затем керамическая масса удерживается при температуре 950 °С в течении 3 часов. При такой температуре резко повышается количество жидкой фазы в составе массы. Затем переходят к стадии краткого охлаждения массы, скорость охлаждения при этом составляет 1,6 °С. На следующих этапах образцы передают на обжиг при температуре 850 °С. Продолжительность процесса 4 часа. Массу, полученную в таких условиях, требуется охлаждать медленно. Рекомендуется проведение процесса охлаждения в 2 этапах. Учитывая полиморфные изменения SiO₂, 1 этап следует охлаждать до 500 °С со скоростью 1,16 °С/мин в течении 5 часов. 2 этап охлаждения от 500 до 100 °С проводят со скоростью 1,66 °С/мин в течении 4 часов. Продукт после обжига сортируют (25) и передают на склад (26) готовой продукции.

ВЫВОДЫ

1. Используя современные методы физико-химических анализов, изучены химико-минералогический состав и физико-химические свойства лёссовой породы Курбановского месторождения и данное сырье рекомендовано для использования в качестве перспективного сырья для получения керамических строительных материалов.

2. Разработан оптимальный состав керамической массы на основе лёссовой породы и стеклобоя в соотношении 80:20, изучено влияние процесса механоактивации в течение 90-120 минут и определены технологические параметры получения керамической брусчатки с высокими физико-химическими свойствами - плотность 2150 кг/м³, механическая прочность 40 МПа, водопоглощение 3,0%, устойчивость к истиранию 0,42г/см², химической стойкостью 95%.

3. Добавлением в состав массы угольного порошка в количестве 5 % изучено влияние на процесс спекания окислительно-восстановительной среды, в результате установлено ускорение образования прочных алюмосиликатов с тугоплавкими компонентами массы при реакциях на 50°С ниже от обычного.

4. Впервые на основе лёссовой породы Курбановского месторождения Хорезмской области при низкой температуре спекания 950 °С получены устойчивые в выщелачиванию керамические брусчатки.

5. Методом полусухого прессования при давлении 20 МПа установлен оптимальный режим термической обработки керамической массы. Испытания в

промышленных условиях показали соответствие физико-механических и химических свойств изделий, отвечающие требованиям государственного стандарта.

6. Разработаны режим обжига, схема усовершенствованной технологии производства и технологический регламент производства керамической брусчатки. На основе научной разработки получено положительное решение на заявку патента изобретения (полезной модели, промышленного образца). Результаты исследований испытаны на ООО «Дилшодгишткурилиш» и ЧП «Жайхун». Рассчитанная сумма прибыли, ожидаемая от реализации 1 м² керамической брусчатки, произведенного в промышленных условиях составляет 11477,76 сум.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.03/30.12.2019.T.04.01 AT
TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

URGANCH STATE UNIVERSITY

DJUMANIYAZOV ZOKIR BAZARBAYEVICH

**TECHNOLOGY OF PRODUCING STRONG MECHANICAL, CHEMICAL
RESISTANT CERAMIC BARS ON THE BASIS OF LOCAL RAW
MATERIALS**

02.00.15 – Technology of Silicate and Refractory Nonmetallic Materials

**DISSERTATION ABSTRACT FOR THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
OF TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2021

The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan by B2020.4.PhD/T435 number

Dissertation was carried out at Urganch State University.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (uzbek, russian, english (resume)) on the scientific council website www.tkti.uz and on the website of «ZiyoNet» Information and educational portal www.ziynet.uz.

Research supervisors: **Babayev Zabibulla Kamilovich**
candidate of technical sciences, associate professor

Official opponents: **Babaxanova Zebo Abdullaevna**
doctor of technical sciences (DSc)
Shernazarova Maxfuza Turgunbaevna
doctor of technical sciences, professor

Leading organization: **Tashkent Architecture and Construction Institute**

The defence of the dissertation will be held « 9⁰⁰ » on « 10 » 08 in 2021 at the meeting of the Scientific Council DSc.30/03.12.2019.T.04.01 at the Tashkent Chemical Technological Institute (Address: 100011, Tashkent, st.Navoi, 32, tel.: (99871) 244-79-20, fax: (99871) 244-79-17, E-mail: info_tkti@mail.uz)

The dissertation has been registered at the Information Resource Center (IRC) of the Tashkent Chemical Technological Institute under № 111 (Address Navoi str., 32, Tashkent 100011, Administrative Building of the Tashkent Chemical Technological Institute, tel. (99871)244-79-20).

The abstract of the dissertation is distributed on « _____ » on « 20 » 07 in 2021
Protocol at the register № 25 dated « _____ » on « 20 » 07 in 2021.



S.M. Turabdjano
Chairman of the scientific council
awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences

X.I. Kadirov
Scientific secretary of the scientific council
awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences (DSc)

M.X. Aripova
Chairman of scientific seminar at scientific council on
awarding of scientific degrees,
doctor of technical sciences

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work is development of a technology for producing chemically resistant and mechanically strong ceramic paving stones based on local raw materials - loess rocks of the Kurbanovsk deposit and glass wastes.

The objects of the research. The loesslike rocks of Kurbanov deposit in Khorezm region, glass waste, mixtures based on them, experimental samples and ceramic paving stones obtained in production conditions.

The scientific novelty of the dissertational research are:

chemical and mineralogical composition of loesslike rocks of Kurbanov deposit of Khorezm region is quartz (SiO_2), calcite (CaCO_3), hydromica ($\text{K}_{<1}\text{Al}_2[\text{OH}]_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})\cdot n\text{H}_2\text{O}$), albite ($\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{SiO}_2$), kaolinite ($\text{Al}_2[\text{OH}]_4(\text{Si}_2\text{O}_5)$), hematite (Fe_2O_3), montmorillonite ($\text{Al}_2[\text{OH}]_2(\text{Si}_4\text{O}_{10})\cdot m\text{H}_2\text{O}$);

the possibility of obtaining chemically resistant, mechanically strong ceramic paving stones on the basis of masses consisting of loess rocks and glass wastes has been proved;

the influence of the degree of grinding of raw materials, the amount of modifying additives and the pressing pressure on the formation of the structure of ceramic paving stones has been determined;

substantiated the formation of anorthite, diopside and quartz in the structure of a shard of paving stones at high temperatures due to the addition of additives to the composition of the ceramic mass to reduce the firing temperature;

due to the formation of anorthite, diopside and quartz minerals, ceramic that resistant to moisture, salinity and mechanical wear was obtained;

a technology for the production of mechanically strong, chemically resistant ceramic paving stones based on the loess rocks of the Kurbanov deposit has been developed.

Implementation of the research results. Based on the scientific results obtained on the development of technology for the production of mechanically strong, chemically stable ceramic paving stones on the basis of local raw materials:

the technology of production of ceramic mass based on loesslike rocks and glass waste powder was introduced in JSC "Yuggazbutlash" and PC "Jayhun" (reference of the «Uzsanoatqurilishmaterillari» society № 05/15 -116 dated January 14, 2021). As a result was the production of low-melting ceramic masses based on loesslike rocks and technogenic wastes;

the technology of obtaining ceramic paving stones was introduced in JSC "Yuggazbutlash" and PC "Jayhun" (reference of the «Uzsanoatqurilishmaterillari» society № 05/15 -116 dated January 14, 2021). As a result, it is possible to obtain import-substituting, mechanically strong, chemically stable ceramic paving stones with a reduction in cost by 12.6%.

The structure and the volume of the thesis. The dissertation consists of the introduction, four chapters, the conclusion, the bibliography and appendices. The volume of the dissertation is 120 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLICATIONS

I бўлим (I часть; I part)

1. Babaev Z.K., Djumaniyazov Z.B., Yaqubov Yu. X., Xudayberganov E.X. Development of structure of ceramic brick with regard to environmental factors // *Elektronic journal of actual problems of modern science, education and training in the region.* - Urgench, 2018. - №1.- P. 24-27 (02.00.00 №15).

2. Djumaniyazov Z.B., Babaev Z.K., Djabberganov Dj.S., Karimov Sh.Kh., Yaqubov Yu.Kh. Modified forest ceramics for wall products with high quality indicators // *International journal of advanced research in science, engineering and technology.* India №10. 2018. P. 7088-7090 (05.00.00 №8).

3. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Бабаев З.К., Джуманиязов З.Б. Анализ причин образования высолов в кирпичных кладках в регионах Приаралья // *Стекло и керамика.* – Москва, 2020. - №7. - С.39-41 (Springer (11), IF=0,471).

4. Lesovik V.S., Zagorodnyuk L.Kh., Babaev Z.K., Djumaniyazov Z.B. Analysis of the causes of brickwork efflorescence in the Aral sea region // *Journal Glass and Ceramics.* – Moscow, 2020. -№7-8. – P.277-279 (Springer (11), IF=0,473).

5. Бабаев З.К., Шарипов Д.Ш., Джуманиязов З.Б. Дорожная керамическая брусчатка на основе лессовых пород Узбекистана // *Universum: Технические науки: электрон. научн. журн.* Москва, 2021. № 1. (82). -С. 59-62 (02.00.00 №1).

6. Джуманиязов З.Б., Бабаев З.К., Шарипов Д.Ш. Дорожная керамическая брусчатка на основе местных лессовидных пород модифицированный стеклоблом // *Universum: Технические науки: электрон. научн. журн.* Москва, 2021. № 1. (82). -С. 76-79 (02.00.00 №1).

7. Babaev Z.K., Djumaniyazov Z.B. Kurbanov's mine studies on the extraction of ceramic paving stones with high strength and chemically stable on the basis of lyosslime rocks and glass wastes // *Elektronic journal of actual problems of modern science, education and training in the region.* - Urgench, 2021. - №2.- P. 101-106 (02.00.00 №15).

II бўлим (II часть; part II)

1. Бабаев З.К., Джабберганов Дж.С., Джуманиязов З.Б., Рузимов Ё.С., Рузимова Ш.У. Значение физико-химических процессов при производстве дорожных и фасадных клинкерных кирпичей // *Центр научного знания “Логос” XI Международной научно-практической конференции. Проблемы и перспективы современной науки.* Ставрополь, 2016. -С. 204-208.

2. Бабаев З.К., Матчанов Ш.К., Джуманиязов З.Б., Джабберганов Дж.С. Керамик ғишт ишлаб чиқаришда қумли созгупрокдан фойдаланиш истиқболлари // *Материалы Республиканской научно-технической конференции горно-металлургический комплекс: достижения, проблемы и перспективы инновационного развития.* – 2016. С. 405.

3. Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Джуманиязов З.Б., Исчанов Ф.А. Намлик ва шўрланиш таъсири юқори бўлган худудлар учун қурилиш ғишти композицияси // "Новые композиционные и нанокomпозиционные материалы: структура, свойства и применение" номли Республика илмий-техникавий конференцияси. - Ташкент, 2018 йил. С.212-214.

4. Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Джабберганов Дж.С., Джуманиязов З.Б. Керамик ғиштнинг намлик ва шўрланиш таъсирида емирилиш жараёнининг таҳлили // "Новые композиционные и нанокomпозиционные материалы: структура, свойства и применение" номли Республика илмий-техникавий конференцияси. - Ташкент, 2018 г. С.202-204.

5. Бабаев З.К., Джуманиязов З.Б., Джабберганов Дж.С. Механоактивация лессовидного суглинка и возможности производства высококачественного кирпича в условиях Узбекистана // Международная научно-практическая конференция, посвященная 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова Научные технологии и инновации. Белгород, 2019. Часть 1. -С. 11-17.

6. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Бабаев З.К., Джуманиязов З.Б. Возможность получения дорожной клинкерной керамики и её применение в условиях Приаралья // Всероссийская научная конференция, сборник докладов, БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2019. - С. 230-234.

Автореферат «Кимё ва кимё технологияси» журнали таҳририятида
таҳрир қилинди.

Бичими: 84x60 ¹/₁₆. «Times New Roman» гарнитураси.
Рақамли босма усулда босилди.
Шартли босма табағи: 3,25. Адади 100. Буюртма № 20/21.

Гувоҳнома № 851684.
«Тирограф» МЧЖ босмаҳонасида чоп этилган.
Босмаҳона манзили: 100011, Тошкент ш., Беруний кўчаси, 83-уй.