

АКАДЕМИЯИ МИЛЛИИ ИЛМҲОИ ТОҶИКИСТОН
Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экология

ВБД 691.3:669.184:504 (575.3)

Бо ҳуқуқи дастнавис



ИЗАТУЛЛОЗОДА Рамазон Хайрулло

**АРЗЁБИИ ЭКОЛОГИИ ИСТИФОДАИ ТАФОЛАҲОИ ОҲАНГУДОЗӢ ДАР
ИСТЕҲСОЛИ МАВОДИ СОХТМОНӢ (дар мисоли КВД «Коргоҳи машинасозӣ»)**

АВТОРЕФЕРАТИ

диссертатсия барои дарёфти дараҷаи илмии доктори фалсафа (PhD)-доктор аз рӯйи
ихтисоси 6D060800 – Экология
(6D060803 – Экология (илмҳои техникӣ))

Диссертатсия дар шуъбаи экологияи Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ иҷро шудааст.

Роҳбари илмӣ:

Зоиров Фирӯз Бахронович – номзади илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи бехатарии ғаболияти инсон ва экологияи Донишгоҳи техникӣ Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ.

Муқарризони расмӣ:

Рузиев Чура Раҳимназарович - доктори илмҳои техникӣ, профессори кафедраи «Химияи татбиқӣ», Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

Рахимов Илҳомиддин Мирзоевич - номзади илмҳои техникӣ, мудири озмоишгоҳи «Қорқарди комплекси ашё ва партовҳои саноатӣ», Институти кимиёи ба номи В.И. Никитин АМИТ

Муассисаи пешбар:

ҚВД «Пажӯҳишгоҳи илмию тадқиқотии сохтмон ва меъморӣ»-и Кумитаи меъморӣ ва сохтмони назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон»

Ҳимояи диссертатсия «15» сентябри соли 2026, соати « 16³⁰ » дар ҷаласаи шурои диссертатсионии 6D.ҚОА-091 назди Донишгоҳи техникӣ Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ баргузор мегардад. Суроға: Ҷумҳурии Тоҷикистон, 734042, ш. Душанбе, хиёбони академикҳо Раҷабовҳо, 10А. Е-mail: hboboev1967@gmail.com телефони котиби илмӣ: (+992) 933101167.

Бо диссертатсия ва автореферати он дар китобхона ва сомонаи расмии Донишгоҳи техникӣ Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ <http://www.ttu.tj> шинос шудан мумкин аст.

Автореферат « ____ » « _____ » соли 2026 равона карда шуд.

Котиби илмии шурои
диссертатсионӣ,
номзади илмҳои техникӣ



Бобоев Ҳ.Б.

МУҚАДДИМА

Мубрами мавзу таҳқиқот. Татбиқ намудани Барномаи давлатии экологии Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2023-2028, ки бо қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 1 март соли 2023, №53, инчунин стратегияи рушд додани соҳаҳои сохтмони Ҷумҳурии Тоҷикистон то давраи соли 2030, ки бо қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 27 апрели соли 2022 таҳти №203 тасдиқ гардидааст, барои қабул намудани чорабиниҳои комплекси ҳифзи муҳити зист ва сарфакорона истифода бурдани захираҳои табиӣ, беҳтар намудани ҳолати табиӣ муҳит ва таъмин намудани беҳатарии экологӣ барои дурнамои дарозмуҳлат равона карда шудаанд.

Аз ин лиҳоз, омӯзиши иваз кардани баъзе аз масолеҳи сохтмонӣ ва захираҳои асосии сохтмонӣ бо партовҳои аз ҷониби корхонаҳо истеҳсолшуда барои беҳтар кардани ҳосиятҳои сохтмонӣ ва техникаии маҳсулоти ҳосилшуда бо мақсади ҳалли масъалаҳои экологӣ вобаста ба нобуд кардани партовҳои тафолаи оҳангудозӣ яке аз самтҳои мубрами таҳқиқоти илмӣ ба ҳисоб мераванд.

Аҳаммияти кор бо коркарди ҳамаҷонибаи партовҳои тафолаи оҳангудозӣ, афзоиши заминаи ашёи хом барои истеҳсоли масолеҳи сохтмонӣ ва кам кардани таъсири экологӣ ба муҳити атроф алоқаманд аст.

Объекти баррасӣ дар таҳқиқоти илмӣ хиштҳои сафолӣ, блокҳои бетони сохтмонӣ ва тахтасангҳои пиёдароҳ мебошанд, ки дар КВД «Қорғоҳи машинасозӣ» истеҳсол шуда, хусусияти физикӣ-механикии онҳо ба талаботҳои меъёрҳои сохтмонӣ мувофиқат мекунанд.

Ба ҳамин тариқ, барои ҳал намудани масъалаҳои экологии додашуда ҷорӣ намудани технологияи аз нав коркарда баромадани партовҳо ва гузаронидани ин корхонаҳои сохтмонӣ барои аз нав коркард ва истифодаи партовҳои истеҳсолоти оҳангудозӣ имконпазир мебошад, ки ин раванд беҳатарии экологии маҳсулоти истеҳсолшудаи сохтмониро таъмин менамоянд.

Дарачаи коркарди илмӣ проблемаи мавриди омӯзиш.

Дар таҳқиқи тафолаҳои оҳангудозӣ ва истифодаи партовҳои саноатӣ барои истеҳсоли масолеҳ ва маснуоти сохтмонӣ бисёр олимони хориҷӣ ва муҳақиқони ватанӣ ҳиссаи худро гузоштаанд, аз қабилӣ Горшков Р.К. [1], Пугин К.Г. [2], Большина Е.П. [3], Бельский С.С. [4], Шаповалов Н.А. [5], Панковец А.М. [6], Ву К.З. [7], Рыщенко М.И. [8], Аксенова Л.Л. [9], Корнеева Е.М. [10], Гусева Ю.О. [11], Ляпкин А.А. [12], Бобоев Ҳ.Б., Насруллоев Ф. Ҳ. [13] ва дигарон.

Таҳқиқоти илмӣ нишон медиҳанд, ки истифодаи партовҳои техногенӣ ба сифати ашёи хоми дуҷумдараҷа дар истеҳсоли масолеҳи сохтмонӣ самаранокии баланд дорад.

Бо назардошти тағйироти назарраси таркиби тафолаҳои металлургияи сиёҳ ва ранга, зарурати татбиқи муносибати равиши инфиродӣ хангоми анҷом додани таҳқиқот ба миён меояд.

Робитаи таҳқиқот бо барномаҳо (лоиҳаҳо), мавзӯҳои илмӣ.

Асосҳои гузаронидани таҳқиқот дар мавзуи интиҳобшуда инҳоянд:

- Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон дар бораи «Барномаи давлатии экологии Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2023-2028» (аз 1-уми март соли 2023, №53);

- Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон дар бораи «Стратегияи рушди соҳаҳои сохтмони Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2030» (аз 27-уми апрели соли 2022, №203).

Диссертатсия дар шӯъбаи экологияи Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ ва озмоишгоҳи таълимӣ ва илмию истеҳсолии кафедраи сохтмони саноатӣ ва шаҳрвандии Донишгоҳи техникаи Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ иҷро шудааст.

ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИҚОТ

Мақсади таҳқиқот таъмини бехатарии экологӣ бо роҳи коркард ва истифодаи дубораи партовҳои саноатии чамъшуда, инчунин тасдиқи амалии имконият ва мувофиқати истифода бурдани тафолаҳои оҳангудозӣ барои истеҳсоли масолеҳ ва маҳсулоти сохтмонӣ мебошад.

Вазифаҳои таҳқиқот.

Барои расидан ба мақсадҳои, ки вогузор шудаанд, бояд чунин вазифаҳо иҷро карда шаванд:

1. Таҳлили таркиб ва хосиятҳои физикию химиявӣ, гранулометрӣ ва радиатсионии ашёи хоми гилии минтақаи Ваҳдат ва тафолаҳои истеҳсолоти оҳангудозии КВД «Коргоҳи машинасозӣ».

2. Омӯзиши хосиятҳои сохтмонӣ ва техникаи маводи истеҳсолгардида: хишти сафолӣ, блокаи бетонӣ, тахтасангҳои пиёдароҳ.

3. Муайян кардани истеҳсоли хиштҳои сафолӣ дар ҳароратҳои гуногуни пухтан дар хумдонҳои нақбии ҚДММ «Аква» ва арзёбии коҳишбёбии ҳаҷми хиштҳои сафолӣ бо назардошти фоизи миқдории тафолаи оҳангудозӣ.

4. Таҳияи нақшаи асосии технологияи истеҳсоли масолеҳи сохтмонӣ (хиштҳои сафолӣ, блокҳои бетонӣ, тахтасангҳои пиёдароҳ) дар асоси тафолаҳои оҳангудозӣ ва гузаронидани арзёбии самаранокии экологӣ ва иқтисодии маҳсулоти истеҳсолшуда (дар мисоли хиштҳои сафолӣ).

Объекти таҳқиқот – мавод ва масолеҳи сохтмонӣ дар асоси тафолаҳои оҳангудозии КВД «Коргоҳи машинасозӣ».

Мавзӯи таҳқиқот - омӯзиши хусусиятҳои маводҳои сохтмонӣ (хиштҳои сафолӣ, блокҳои бетонӣ, тахтасангҳои пиёдароҳ) дар асоси тафолаҳои оҳангудозӣ.

Навгонии илмӣ таҳқиқот.

Навгонии илмӣ таҳқиқот аз муайян кардани тартиб ва асосҳои технологияи истеҳсол намудани масолеҳи сохтмонӣ бо истифода бурдани тафолаҳои оҳангудозӣ КВД «Коргоҳи машинасозӣ» иборат аст. Аз ҷумла:

1. Таркиби физикӣ-химиявӣ, гранулометрӣ, радиатсионӣ ва хусусиятҳои ашёи хоми гилии минтақаи Ваҳдат ва тафолаҳои оҳангудозии КВД «Коргоҳи машинасозӣ» омӯхта шуд.

2. Дар асоси таҳқиқоти илмӣ таркиби муносиби қисматҳои часпандаи омехтаҳои сохтмонӣ ва ба таври босамар истифода бурдани тафолаҳои оҳангудозӣ барои истеҳсол намудани масолеҳи сохтмонӣ (хиштҳои сафолӣ, блокҳои бетонӣ, тахтасангҳои пиёдароҳ) муайян карда шуд.

3. Таркиби муносиби омехтаҳои сафолӣ сохтмонӣ дар асоси гили минтақаи Ваҳдат, ки дар он ба миқдори гуногун тафолаҳои оҳангудозӣ, бе истифода бурдани иловаҳои ангиштӣ муқаррар гардид.

4. Хусусиятҳои сохтмонӣ ва техникаи маводҳои бадастомада, инчунин коҳишбёбии ҳаҷми хиштҳои сафолӣ вобаста ба миқдори фоизии тафолаи оҳангудозӣ омӯхта шуданд.

5. Пешниҳод гардидааст, ки масолеҳ ва маҳсулоти сохтмонӣ бо нишондиҳандаҳои баланди сифат ва хосиятҳои сохтмонӣ - техникӣ истеҳсол карда шаванд ва бо кам кардани хароҷоти ашёи хоми асосӣ, инчунин ҳалли мушкилоти коркарди партовҳои тафолагӣ аз истеҳсолоти металлургӣ ва оҳангудозӣ мусоидат менамояд. Натиҷаҳои мазкур бо патенти Ҷумҳурии Тоҷикистон «Массаи сафолӣ барои истеҳсоли хишт» (№ ТҶ 1629, 2025) ҳифз шудааст.

Аҳамияти назариявӣ ва илмӣ амалии таҳқиқот.

Аҳамияти назариявӣ таҳқиқоти илмӣ дар коркарди масолеҳи сохтмонӣ таркибӣ дар асоси гили минтақаи Ваҳдат, семент ва тафолаҳои оҳангудозии КВД «Коргоҳи машинасозӣ» мебошад.

Дар доираи таҳқиқот коҳиши арзиши истеҳсоли масолеҳи сохтмонӣ дар асоси тафолаи оҳангудозӣ пешниҳод шудааст.

Имконияти ҳал намудани масъалаҳои экологӣ оид ба безаргардонӣ ва истифодаи партовҳои тафолаҳои оҳангудозӣ ва инчунин сарфачӯӣ кардани захираҳои табиӣ дар истеҳсоли масолеҳи сохтмонӣ муайян гардид.

Муқаррароти назариявӣ кори диссертатсионӣ ва натиҷаҳои таҳқиқоти таҷрибавӣ дар раванди таълим ҳангоми тайёр намудани муҳандисон, бакалаврҳо ва магистрҳо дар самтҳои «Сохтмони роҳҳо ва аэродромҳо», «Истеҳсоли конструксияҳо, маснуот ва масолеҳҳои сохтмонӣ», «Ҳифзи муҳандисии муҳити зист» дар муассисаҳои гуногуни олии таълимии Ҷумҳурии Тоҷикистон истифода бурда мешаванд.

Аҳаммияти назариявӣ ва амалии таҳқиқоти илмӣ аз чунин омилҳо иборат аст:

1. Барои ба даст овардани натиҷаҳои таҳқиқоти илмӣ таркиб ва хусусияти ашёи хом ва тафолаҳои (дажғолҳо) кӯраҳои оҳангудозӣ муайян карда шуд. Соҳаи истифода бурдани онҳо барои истеҳсол кардани маводҳои сохтмонӣ (хиштҳои сафолӣ, блокҳои бетонӣ, тахтасангҳои пиёдароҳ) тавсия гардид.

2. Натиҷаҳои таҳқиқоти илмӣ физикӣ-химиявӣ, гранулометрӣ ва радиатсионӣ, инчунин фаъолияти гидравликии тафолаҳои кӯраҳои оҳангудозиро, ки дар корхонаҳо чамбоварӣ шудаанд, барои коркарди технологияи истифодаи партовҳо дар дигар корхонаҳои металлургӣ истифода бурдан мумкин аст.

3. Таркиби муносиби моддаҳои часпандаи сохтмонӣ бо истифодаи тафолаҳои кӯраҳои оҳангудозӣ барои истеҳсоли хиштҳои сафолӣ, блокҳои бетонӣ ва тахтасангҳои пиёдароҳ бо нишон додани озмоиши илмӣ тасдиқ шудаанд.

4. Татбиқ намудани натиҷаҳои корҳои илмӣ дар корхонаҳое, ки дар онҳо хиштҳои сафолӣ, блокҳои бетонӣ ва тахтасангҳои пиёдароҳ бо беҳтарин тавсияҳои илмӣ истеҳсол мешаванд, имконият медиҳад, ки аз ҳисоби истифодаи тафолаҳои кӯраҳои оҳангудозӣ зарари экологӣ ба муҳити табиӣ кам карда шуда, самаранок коркард намудани партовҳои оҳангудозӣ ва ҳангоми истеҳсоли омехтаҳои сохтмонӣ сарфакорона истифода бурдани захираҳои табиӣ баланд бардошта шавад.

Нуктаҳои ба ҳимоя пешниҳодшаванда:

1. Натиҷаҳои таҳқиқоти илмӣ таркиби физикӣ-химиявӣ, гранулометрӣ, радиатсионӣ ва хусусиятҳои ашёи хом гилии минтақаи Ваҳдат ва тафолаҳои кӯраҳои оҳангудозӣ. Озмоишҳои физикию механикии намунаҳои масолеҳи сохтмонӣ, ки асоси онҳоро тафолаҳои оҳангудозӣ ташкил медиҳанд.

2. Натиҷаҳои раванди пухтани хиштҳои сафолӣ дар ҳароратҳои гуногун дар ҳумдони нақбии ҚДММ «Аква» ва муайян кардани коҳишбӣи ҳаҷми ашёи хом гилӣ бо фоизи микдори тафолаҳои оҳангудозӣ.

3. Сохтори нақшаи асосии технологияи истеҳсолот барои истеҳсоли масолеҳи сохтмонӣ дар асоси тафолаҳои оҳангудозӣ ва арзбӣи экологӣ -иқтисодии маҳсулоти истеҳсолшуда.

Дарачаи эътимоднокии натиҷаҳо.

Саҳеҳияти натиҷаҳои илмӣ ҳимояшаванда бо истифода бурдани усулҳои муосири назариявӣ ва озмоиши таҳқиқоти илмӣ вобастагӣ дорад.

Хусусиятҳои ашёҳои хом маводҳо ва маснуоти сохтмоние, ки истеҳсол карда шудаанд, мувофиқи меъёрҳои стандартӣ муайян карда шудаанд.

Қисми асосии таҷрибаҳо бо истифода аз мавод, дастгоҳҳо ва таҷҳизоти истифодашуда дар озмоишгоҳи «Сохтҳо ва маводҳои сохтмонӣ» -и ҚСК Пажуҳишгоҳи илмӣ ва лоихакашию ҷустуҷӯи «САНИИОСП», озмоишгоҳи «Масолеҳ, технология ва ташкили сохтмонӣ» - Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, озмоишгоҳи таълимӣ ва илмӣ истеҳсолии кафедраи сохтмони саноатӣ ва шаҳрвандии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ ва кафедраи бехатарии фаъолияти инсон ва экологияи Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ амалӣ карда шуд.

Озмоиши илмӣи намунаҳои маводҳои сохтмони истеҳсолшуда (хишти сафолӣ) бо патенти Ҷумҳурии Тоҷикистон «Массаи сафолӣ барои истеҳсоли хишт» (№ТJ 1629 аз 30 октябри соли 2025) ҳифз шудааст.

Мутобиқати диссертатсия ба шиносномаи ихтисоси илмӣ (бо шарҳ ва соҳаи таҳқиқот).

Мавзуи кори диссертатсионӣ бо банди 4-и шиносномаи ихтисоси 6D060803-Экология (илмҳои техника) дар соҳаи саноат: 4.9. «Таҳияи системаҳои идоракунии партовҳои истеҳсолӣ ва истеъмоли дар корхонаҳои саноатӣ» ва 4.12. «Таҳлил ва арзёбии экологии иншоотҳои партовнигоҳдорӣ, таъсири манфии партовгоҳҳо ба муҳити табиӣ (ҳаво, об, хок, растанӣ) дар минтақа, аз нав барқарорсозии (рекултиватсия) партовгоҳҳо ва таҳияи илмӣи пешгирии таъсири он» мувофиқат менамояд.

Саҳми шахсии доктарабӣ дар асоси илмӣ дар таҳқиқот.

Саҳми шахсии муаллиф дар таҳия ва татбиқи ҳадафҳои таҳқиқот, таҳлил ва систематизатсияи маълумоти адабиёти илмӣ, таҳлил ва ҷамъбасти натиҷаҳои таҳқиқот, гузаронидани таҷрибаҳои озмоишӣ, таҳияи хулосаҳо ва муқаррароти асосии диссертатсия ифода ёбад.

Илова бар ин, саҳми мустақими унвонҷӯ дар муайян кардани миқдори оптималии тафолаҳои оҳангудозӣ барои истеҳсоли хиштҳои сафолӣ дар ҚДММ «Аква», дар омехтаи семент барои ба даст овардани блокҳои бетонӣ бо нишондиҳандаҳои қобили қабули босифат ва мустақамӣ мебошад.

Тасвир ва амалисозии натиҷаҳои диссертатсия.

Натиҷаҳои асосии кори диссертатсионӣ дар конференсияҳои ҷарсолаи илмӣ-амалӣ, ки дар Донишгоҳи техникаи Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ (солҳои 2024 - 2025) гузаронида мешаванд, аз ҷумла, дар конференсияи илмӣ амалии ҷумҳуриявӣ «Илмҳои табиӣ дар давраи тағйирот: мушкилот ва роҳҳои ҳалли он» Филиали Донишгоҳи давлатии Москва (Душанбе, 2025), конференсияи байналмилалӣ илмӣ-амалии «Роҳи абрешим: ҳамкорӣ тавассути призмаи сайёҳӣ» (Тошканд, соли 2024). Конференсияи ҷумҳуриявӣ илмӣ-амалии «Рушди энергияи сабз ҳамчун омиле таъмини ҳадафҳои стратегии ҷумҳурӣ» дар Донишгоҳи байналмилалӣ сайёҳӣ ва соҳибкорӣ Тоҷикистон (2025) маъруза карда шудаанд.

Интишорот аз рӯи мавзуи диссертатсия.

Доир ба натиҷаҳои диссертатсия 15 кори илмӣ нашр шудааст, аз ҷумла 9 мақола дар маҷаллаҳо, ки аз ҷониби Комиссияи олии аттестатсионӣ назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон тавсия шудаанд, 5 мавод дар конференсияҳои илмӣ ва 1 нахустпатенти Ҷумҳурии Тоҷикистон барои ихтироъ.

Сохтор ва ҳаҷми диссертатсия.

Кори илмӣи диссертатсионӣ аз муқаддима, 4 боб, хулосаҳои асосӣ, рӯйхати адабиёти истифодашуда, ки аз 130 номгӯй иборат аст, ва замимаҳои иборат мебошад. Рисола дар 194 саҳифа пешниҳод шудааст, ки аз 20 ҷадвал ва 52 расм иборат мебошад.

МАЗМУНИ АСОСИИ ДИССЕРТАТСИЯ

Муқаддима аҳамияти мавзуи таҳқиқотро асоснок намуда, мақсад ва вазифаҳои кор, навоварии илмӣ ва аҳамияти натиҷаҳои бадастовардари пешниҳод мекунад, аҳамияти амалӣ ва самтҳои татбиқи онҳоро ошкор менамояд ва дар бораи санҷиши натиҷаҳо, сохтор ва ҳаҷми диссертатсия маълумот медиҳад.

Боби 1. Таъсири партовҳои металлургӣ (оҳангудозӣ) ба муҳити зист ва истифодаи тафолаҳои истеҳсолот дар саноати маводҳои сохтмонӣ (шарҳи адабиёт). Дар боби 1 шарҳи таҳлилии адабиёти илмӣ доир ба масъалаи истифодаи партовҳои тафолаҳои истеҳсолоти оҳангудозиро дар бар мегирад. Тафолаҳои истеҳсолоти металлургӣ маҳсули оксидшавии масолеҳи сохтмонӣ ба ҳисоб меравад.

«Корхонаи муосири металлургӣ барои истеҳсоли металҳои сиёҳ марҳилаҳои асосии зеринро дар бар мегирад: истеҳсоли гранул - агломерат, коркард ё гудозиши дубораи металпораҳо, коксохимия, хумдонҳои домнагӣ, кӯраи дуғаи барқӣ ва индуксионӣ барои истеҳсоли оҳангудозӣ.

Равандҳои технологияи дар боло овардашуда, манбаҳои асосии ифлоскунандаи муҳити зист буда, бо пайдоиши миқдори зиёди партовҳои дар шакли газу чанг ва тафолаҳо, ки дорои моддаҳои гуногуни химиявӣ мебошанд, ба ҳавои атмосфера, об, хок ва муҳити биологӣ таъсири назаррас доранд. Илова бар ин, партовҳои саҳти корхонаҳои металлургӣ майдонҳои калони истеҳсоли ва партовгоҳҳо ро ишғол мекунанд, ки дар ин самт бехатарии экологӣ ва коркарди партовҳои дар тули фаъолияти истеҳсоли бояд ба таври кофӣ таъмин карда шавад» [1].

Дар истеҳсолоти металлургӣ, бахусус дар саноати металлургияи сиёҳ, ҳангоми гузариши равандҳои технологӣ миқдори зиёди партовҳои саҳти саноатӣ аз қабилҳои тафола ва хокистар ба вуҷуд меоянд. Ин партовҳои яке аз омилҳои асосии ифлосшавии муҳити зист ба ҳисоб рафта, ба таркиби хок ва растаниҳо таъсири манфии назаррас мерасонанд.

Партовҳои истеҳсолоти металлургӣ дорои миқдори зиёди металҳои вазнин, пайвастиҳои сулфур, нитроген ва дигар моддаҳои захролудкунанда мебошад, ки ҳангоми ба муҳити зист ворид шудан, хусусияти физикӣ ва химиявии хокро тағйир медиҳад.

Хатари экологии ин партовҳои аз омезиши омилҳои зиёд вобаста буда, пеш аз ҳама, ҳолати физикӣ, таркиби химиявӣ ва мавҷудияти экотоксикантии партовро дар бар мегиранд. Ин партовҳои саноатӣ аксар вақт дорои унсурҳои хатарнок барои инсон ва экосистема буда, дорои моддаҳои хатарноки химиявӣ, аз ҷумла пайвастиҳои арсен, сулфур, фосфор ва металҳои вазнини ғайриорганикӣ (руҳ, сурб ва кадмий) мебошанд.

Имрӯз дар корхонаҳои металлургияи ҷаҳон тақрибан 3 млн. тонна партовҳои саҳт (тафола, хокистар) ҳосил мешаванд, ки танҳо 90%-и онҳо коркард мешаванд.

Саноати металлургӣ яке аз соҳаҳои мебошад, ки шароити кории он аз ҳама зараровар буда, партовҳои корхонаҳои металлургӣ ба муҳити зист ва ба саломатии аҳолии минтақаҳои саноатии шаҳрӣ таъсири назаррас дорад.

«Таркиби химиявии тафолаҳои истеҳсолоти металлургӣ аз раванди химиявии металҳо, намуди ашёи хом ва таркиби химиявии металли гудохташуда вобаста аст. Ба таркиби онҳо то 30 навъи элементҳои гуногуни химиявӣ, хусусан дар шакли оксидҳо ба миқдори зиёд SiO_2 , Al_2O_3 , FeO , CaO , MgO мавҷуд буда, элементҳои Fe_2O_3 , MnO_2 , P_2O_5 , V_2O_5 ва ғайра ба миқдори камтар мебошанд» [2, 3, 4, 5].

Бо назардошти ҳамаи омилҳои дар боло зикршудаи таъсири манфии саноати металлургӣ ба муҳити зист (ҳаво, об ва хок) ва саломатии инсон, андешидани чораҳо барои кам кардани партовҳои ба ҳавои атмосфера, инчунин тоза кардани обҳои партов ва коркарди ҳамачонибаи партовҳои саҳти ҳосилшуда зарур буда, яке аз масъалаҳои муҳими экологӣ ба ҳисоб меравад.

Истеъмолкунандагони асосии ин партовҳои саноати масолеҳи сохтмонӣ ва сохтмони роҳҳо мебошанд. Тафолаҳо ва дигар партовҳои истеҳсолоти металлургӣ сорбентҳои сифатнок ба ҳисоб рафта, барои тоза кардани обҳои партов аз пайвастиҳои моддаҳои органикӣ истифода мешаванд. Ҳамаи усулҳои коркарди партовҳои оҳангудозӣ ва металлургӣ ба илова кардани миқдори ками он ба масолеҳи гуногуни сохтмонӣ асос ёфтаанд.

Кишварҳои хориҷие, ки саноати металлургияи онҳо рушд ёфтааст, тамоми тафолаҳои кӯраи (печҳои) домнагӣ ва қисми назарраси тафолаҳои кӯраҳои оҳангудозиро коркард мекунанд.

Айни замон, то 90% тафолаҳои кӯраи (печи) домнагӣ ва оҳангудозӣ дар саросари ҷаҳон коркард мешаванд. Бо назардошти маълумоти дар боло баёншуда таҳлили, ки дар адабиёти илмӣ гузаронида шудаанд, барои аз нав коркард ва истифодаи партовҳои тафолаҳои кӯраҳои оҳангудозӣ ва металлургӣ ҳамчун манбаи ашёи хоми силикатӣ

(оксидҳои силитсӣ, алюминий, оҳан, калсий, магний, манган, сулфат ва ғайра) баррасӣ карда мешаванд.

Дар натиҷаи омӯзиши адабиёти илмӣ, самтҳои асосии таҳқиқот ва асосҳои назариявӣ муайян карда шуданд.

Боби 2. Тавсифи маводҳои истифодашаванда ва методикаи таҳқиқот

Дар боби дуҷум хусусиятҳои асосии физикӣ - химиявӣ ашёи хом: гили минтақаи Ваҳдат ва тафолаи истеҳсолоти оҳангудозии КВД «Коргоҳи машинасозӣ» оварда шудаанд.

Усулҳои физикӣ - механикии таҷрибавӣ, ки дар таҳқиқот истифода шудаанд, пешниҳод карда мешаванд. Кори илмӣ бо истифода аз усулҳои муосири таҳқиқотӣ бо ёрии таҳлили гамма-спектрометрӣ, рентгенофазавӣ, химиявӣ (методи титриметрии муайян намудани SiO_2 ва Fe_2O_3) ва дигар усулҳои таҳлилий иҷро карда шуд.

Самти асосии таҳқиқоти диссертатсия ба таҳлили ҳамаҷонибаи таркиби физикӣ, кимиёвӣ, минералогӣ ва гранулометрии ашёи хоми гилӣ ва тафолаи истеҳсолоти оҳангудозӣ равона карда шудааст, ки барои истеҳсоли маводи сохтмони самаранок мусоидат менамояд.

Таркиби минералогии ашёи хоми гил дар равандҳои технологияи пухташавӣ нақши муҳим мебозад. Гили минтақаи Ваҳдат ҳамчун ашёи хоми саноатӣ аз кварс (48,94%), каолинит (21,26%), магнезит (6,15%), калсит (5,45%) ва дигар маъданҳо иборат аст, ки хосиятҳои ёзандагӣ ва нармии онро ҳангоми коркард муайян мекунанд.

Таркиби гранулометрии гилҳо аз рӯи миқдори фраксияи камтар аз 0,25 мм - 23,15% ва фраксияи камтар аз 1,0-2,0 мм - 42,18% ташкил медиҳад ва ашёи хоми сохтмони таҳқиқ кардашуда ба ашёи хоми сохтмони гилии фраксияи 1- 0,05 мм тааллуқ дорад.

Таҳлили гранулометрии намунаҳои гил аз минтақаи Ваҳдат нишон медиҳад, ки намуна дорои зарраҳои андозаи <0,05 мм бештар аст, ки ин аз андозаи дисперсионии нисбатан баланди он шаҳодат медиҳад.

Таҳлили химиявӣ маводи хоми истифодашуда (гил+тафола) гузаронида шуд, ки натиҷаҳои он дар ҷадвали 1 нишон дода шудаанд.

Ҷадвали 1. Таркиби миёнаи химиявӣ гили минтақаи Ваҳдат ва тафолаи оҳангудозии КВД «Коргоҳи машинасозӣ»

Нишондиҳанда	Миқдори оксидҳо, масс. %							
	SiO_2	CaO	MgO	Al_2O_3	Fe_2O_3	K_2O	Na_2O	Дигар пайвастагиҳо
Гили минтақаи Ваҳдат	59,0	14,6	6,7	7,5	5,3	1,4	2,1	2,0
Тафолаи кӯраҳои оҳангудозӣ	48,0	1,63	-	3,12	47,0	0,13	0,25	-

Аз ҷадвали додашуда (ҷадвали 1) бармеояд, ки таркиби химиявӣ гили минтақаи Ваҳдат ва тафолаҳои оҳангудозии КВД «Коргоҳи машинасозӣ», ки дар таркибашон бо миқдори зиёд оксиди оҳан (Fe_2O_3 то 47%) ва диоксиди кремний (SiO_2 то 48%) мавҷуд аст, тавсиф карда мешавад.

Тафолаҳои партовҳои истеҳсолоти оҳангудозӣ ранги сиёҳтоб-хокистаранг, сиёҳ ва таркиби ковок доранд.

Таркиби гранулометрии тафола бо миқдори фраксияҳои 0,5-2,5 мм тавсиф мешавад. Таркиби оптималии омехтагии донагии барои истифода ҳамчун пуркунанда бо миқдори фраксияҳои камтар аз 0,14 мм - 5,7-8,5%; 0,14-0,63 мм - 30-35%; 0,63-5 мм - 55-65% мавҷуд аст.

Ҳангоми истеҳсол намудани хиштҳои сохтмони сафолӣ (керамикӣ) ва дигар маснуоти сохтмонӣ, ки дар онҳо тафолаҳои оҳангудозӣ истифода мебаранд, вазифаи аввалиндараҷа сермаҳсул кардани ғаёлнокии гидравликии онҳо ба ҳисоб рафта, дар асоси маълумотҳои илмии бадастомада модули кислотадори тафолаҳои кӯраҳои оҳангудозӣ муайян гардид.

Натиҷаҳои ҳисоби илмӣ нишон доданд, ки таркиби химиявии он тағйирёбии муҳимро аз кислотадорӣ ба модули асосӣ $M_a=0,02-0,04$ дар бар мегирад. Модули ғаёл низ аз $M_f = 0,05$ то $0,08$ хеле фарқ мекунад. Аз ин рӯ, мувофиқи стандарти давлатии умумииттифоқӣ (ГОСТ) 3476-74, модули ғаёли тафола ба дараҷаи 3 мувофиқат мекунад.

Беҳатарии радиатсионии масолеҳи сохтмонӣ, инчунин ҷузъҳои он, яке аз хусусиятҳои муҳими ин мавод мебошад. Навъи масолеҳи истифодашаванда дар сохтмон барои истифодабарандагон аҳамияти калон дорад, зеро он нишон медиҳад, ки оё масолеҳи сохтмонӣ барои қорҳои таъмиру сохтмони дохилии бино истифода мешаванд ё танҳо барои қисматҳои берунии он иҷозат дода мешаванд.

«Одатан, барои муайян кардани ғаёлнокии ҳоси радионуклидҳои табиӣ, аз масолеҳи сохтмон намунаҳо гирифта мешаванд ва ғаёлияти ҳоси се унсури асосии радиоактивӣ-радий-226, торий-232 ва калий-40 таҳқиқ карда мешавад» [6, 7]. Меъёри баҳодихӣ ин ғаёлнокии ҳоси самаранок (Аэфф) мебошад, ки мувофиқи он мавод ба гурӯҳи 1, 2 ё 3 шомил карда шуда, самтҳои эҳтимолии истифодаи он муайян карда мешаванд. Ин маълумотҳо ҳатман дар сертификатҳои беҳдошти масолеҳи сохтмонӣ нишон дода мешаванд.

Дар қори мазкур партовҳои металлургӣ (тафолаҳои оҳангудозӣ), ки дар КВД «Қоргоҳи машинасозӣ» ҳосил мешавад, мавриди омӯзиш қарор дода шудааст. Намунаи маводи интиҳобшуда тибқи тавсияҳои муқарраршуда интиҳоб карда шуд. Ҷудокунии намунаҳо аз рӯи фраксияҳои гранулометрӣ бо истифодаи маҷмуи ғалберҳо (элакҳо) анҷом дода шудааст. Дар натиҷа фраксияҳои зерини андозавӣ ҷудо карда шуданд: 2,25 - 2,5 мм ва 0,5 - 1,2 мм.

Натиҷаҳои таҳқиқоти илмие, ки дар «Озмоишгоҳи хизматрасонии техникӣ»-и Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон гузаронида шуд, нишон дод, ки тафолаҳои оҳангудозии омӯхташуда ба таҷзия дучор намешаванд, сохтори устувор доранд ва бо арзишҳои пасти ғаёлияти умумии муассири мушаххаси радионуклидҳои табиӣ тавсиф мешаванд ($A_{эфф} = 25,24$ Бк/кг).

Нишондиҳандаи муайян ба меъёрҳои гигиенӣ мувофиқат намуда, имконият медиҳад, ки маводи илмӣ додашуда ба гурӯҳи (синфи) 1 (якум) мансуб доништа мешавад ва барои дар амал дар истеҳсолоти маводҳои сохтмонӣ истифода бурдани онҳо бо аҳамиятнокии меъёрӣ на зиёдтар аз 370 Бк/кг бо стандарти байнидавлатии (ГОСТ) 30108-94 ва (СанПиН) санитарияю - техниकी 2.6.1.2523,09 тавсия дода шавад.

Усулҳои озмоишҳои илмӣ стандартии намунаҳои маводҳои сохтмоние, ки истеҳсол шудаанду дар Ҷумҳурии Тоҷикистон қабул гардидаанд, чунин тавсиф карда мешаванд: муайян намудани намуди берунаи маводҳои сохтмонӣ; обҷаббандагии маводҳои сохтмонӣ, мустаҳкамии намунаҳо дар ҳолати фишурдашавӣ ва ҳамиш.

Санҷишҳои мустаҳкамии бетон ва хиштҳои сафолӣ (ҳангоми фишурдашавӣ ва ҳамиш) мувофиқи талаботи стандарти байнидавлатии (ГОСТ) 10180–2012 «Бетон. Усулҳои муайян кардани мустаҳкамӣ бо истифода аз намунаҳои назоратӣ», Стандарти байнидавлатии (ГОСТ) 530–2012 «Хиштҳо ва сангҳои сафолӣ. Хусусиятҳои умумӣ» ва стандарти байнидавлатии (ГОСТ) 8462–85 «Маводҳои деворӣ. Усулҳои муайян кардани ҳадди мустаҳкамӣ ҳангоми фишурдашавӣ ва ҳамиш» гузаронида шуданд.

Боби 3. Озмоиши илмӣ физикӣ-химиявӣ хусусиятҳои намунаҳои маводҳои сохтмоние, ки истеҳсол карда шуданд.

Дар боби сеюм натиҷаҳои таҳқиқоти таҷрибавӣ, аз ҷумла озмоишҳои сохтмонӣ ва механикии намунаҳои хишти сафолӣ, омӯзиши ҳосиятҳои он дар ҳарорати гуногуни пухтани маҳсулот вобаста ба фоиизи гуногуни миқдори тафолаи оҳангудозӣ, инчунин

муайян кардани коҳишёбии мавод ҳангоми пухтани ашёи хоми гилӣ вобаста ба миқдори тафолаи оҳангудозӣ ва омӯзиши хосиятҳои физикӣ - механикӣ блокҳои бетонӣ ва тахтасангҳои пиёдароҳ, пешниҳод шудаанд. Дар таҳқиқот, тафолаи оҳангудозии КВД «Коргоҳи машинасозӣ» ҳамчун пурқунанда дар омехтаҳои сохтмонӣ барои истеҳсоли блокҳои бетонӣ, тахтасангҳои пиёдароҳ ва хиштҳои сафолӣ, ҳамчун ашёи хоми дуҷумдараҷа истифода шуданд, ки ин имкон дод, ки партовҳо нобуд ва безарар карда шаванд ва сатҳи бехатарии экологӣ беҳтар карда шавад.

Мачмӯи санчишҳои физикӣ - механикӣ намунаҳои хишти сафолӣ, аз ашёи хоми гилӣ бо илова намудани тафолаи оҳангудозӣ, дар ҚДММ «Аква» истеҳсол шуда, таҷрибаи илмӣ дар озмоишгоҳи «Сохтҳо ва маводҳои сохтмонӣ»-и ҚСК Пажӯҳишгоҳи илмӣ ва лоиҳакашию ҷустуҷӯи «САНИИОСП»-и ш. Душанбе гузаронида шуд.

«Хусусиятҳои қолаббандии намунаҳо мувофиқи талаботи стандарти байнидавлатии (ГОСТ) 21216–2014 арзёбӣ карда шуданд, то имконияти истифодаи ашёи хоми гилӣ дар истеҳсоли хиштҳои сафолӣ муайян карда шавад» [5]. Намунаҳои тайёр мувофиқи талаботи стандарти байнидавлатии (ГОСТ) 530–2012 «Хиштҳо ва сангҳои сафолӣ. Шартҳои техникӣ» аз озмоиши физикӣ - механикӣ гузаронида шуданд. Намунаҳои хишт мувофиқи стандарти байнидавлатии (ГОСТ) 8462–85 «Маводҳои деворӣ. Усулҳои муайян кардани ҳадди устуворӣ ҳангоми фишурдашавӣ ва ҳамиш» санчида шуданд.

Пеш аз таҷрибаи саноатӣ, тафолаи оҳангудозӣ ва гил аз рӯи раванди технологияи истеҳсолот дар ҚДММ «Аква» майда ва омехта карда шуд. Ба 1 м³ (1800 кг) гил ба миқдори зерин иловаҳои тафолаи оҳангудозӣ дохил карда шуданд: 2,5; 7,5; 15 ва 30 килограмм дар ҳар як намуна илова карда шуд. Намунаҳои хишти сафолӣ бо андозаи 250×120×65 мм аз маводҳои пайваस्तқунандаи омодашуда ташаккул ёфта, пеш аз раванди пухтан, дар шароити муқаррарӣ ба муддати 7 шабонарӯз дар ҳарорати миёна 27°С саҳт карда шуданд. Намунаҳо то ҳарорати ҳадди аксар 900°С пухта шуданд. Хунуккунии хиштҳои сохтмонии пухташуда дар дохили хумдони нақбӣ амалӣ мегардад.

Дар натиҷаи таҳқиқот маълумотҳои зерин ба даст оварда шудаанд: намуди зоҳирӣ, андозаи номиналии хишт, тағйирёбии ҳадди андоза, ғафсии маҳсулот, сурохиҳои холигӣ.

Андозаҳои умумии намунаҳо бо истифода аз хаткашҳои металӣ, ки ба талаботи стандарти байнидавлатии (ГОСТ) 427 мутобиқ мебошанд ва штангенглубиномер, ки тибқи талаботи стандарти байнидавлатӣ ГОСТ 166 истеҳсол шудааст, назорат карда шудаанд. Ҳатогии иҷозатдодашудаи ченкунӣ ±1 мм-ро ташкил медиҳад. Пас аз ин, намунаҳои пухташударо барои муайян намудани устуворӣ ба ҳамиш ва фишор мавриди озмоиш қарор дода шуданд.

«Муайян кардани мустаҳкамии ниҳони хиштҳои сафолӣ ҳангоми ҳамиш ва фишурдашавӣ дар асоси арзиши миёнаи арифметикӣ натиҷаҳои 5 санчиш барои ҳар як силсилаи панҷ намуна бо дақиқии то 0,05 МПа (0,5 кгс/см²) анҷом дода шуд. Дар ин ҳолат, ҳадди қувваи фишурдашавӣ бо афзоиши 0,1 МПа (1 кгс/см²) тавассути таҳлили натиҷаҳои ҳамаи намунаҳо дар мачмуъ муайян карда шуд» [8].

Озмоиш дар дастгоҳи пресси пачаққунандаи ПГМ-100МГ4 амалӣ гашта, маълумоти озмоишӣ дар ҷадвали 2 нишон дода шудааст.



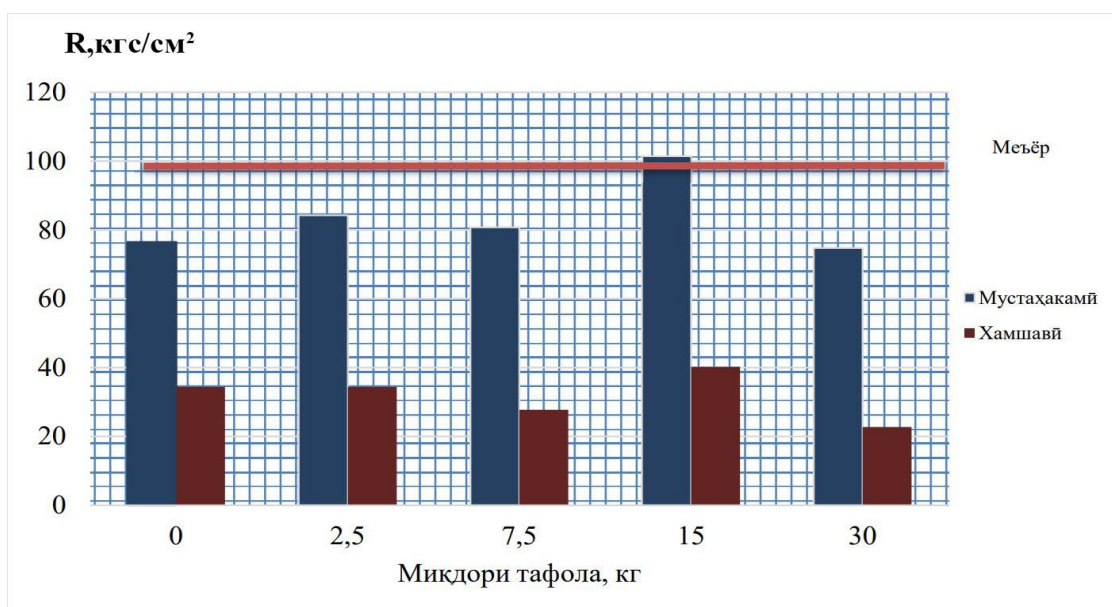
Расми 1. Намунаҳои санчишии хиштҳои сафолӣ пеш ва пас аз фишурдиҳӣ

Дар асоси маълумоти озмоиши илмии бадастовардашуда (ҷадвали 2) вобастагии мустаҳкамии хиштҳои сафолӣ сохтмонӣ ҳангоми фишурдашавӣ ва дар ҳолати ҳамиш, ки дар таркибашон бо миқдори муайян тафолаи оҳангудозӣ доранд, дар расми 2 оварда шудааст.

Ҷадвали 2. Натиҷаҳои санчишӣ

№	Маводҳои истифодашаванда дар 1 м ³ массаи гил	Андоза ва шакли дурусти хишт, мм	Камбудихо дар намуди зохирии хишт	Ҳудуди мустаҳкамии миёна кгс/см ²	Ҳудуди миёнаи қачшавӣ кгс/см ²	Зичӣ, кг/м ³
1	Гил + ангишт (бе илова кардани тафола)	250x120x65	-	76.50	25.80	1465
2	Гил + тафола (2,5 кг)	250x120x65	-	84.19	34.43	1470
3	Гил + тафола (7,5 кг)	250x120x65	-	80,73	27.69	1468
4	Гил + тафола (15 кг)	250x120x65	-	101.45	40.15	1476
5	Гил + тафола (30 кг)	250x120x65	-	74,71	22.76	1465

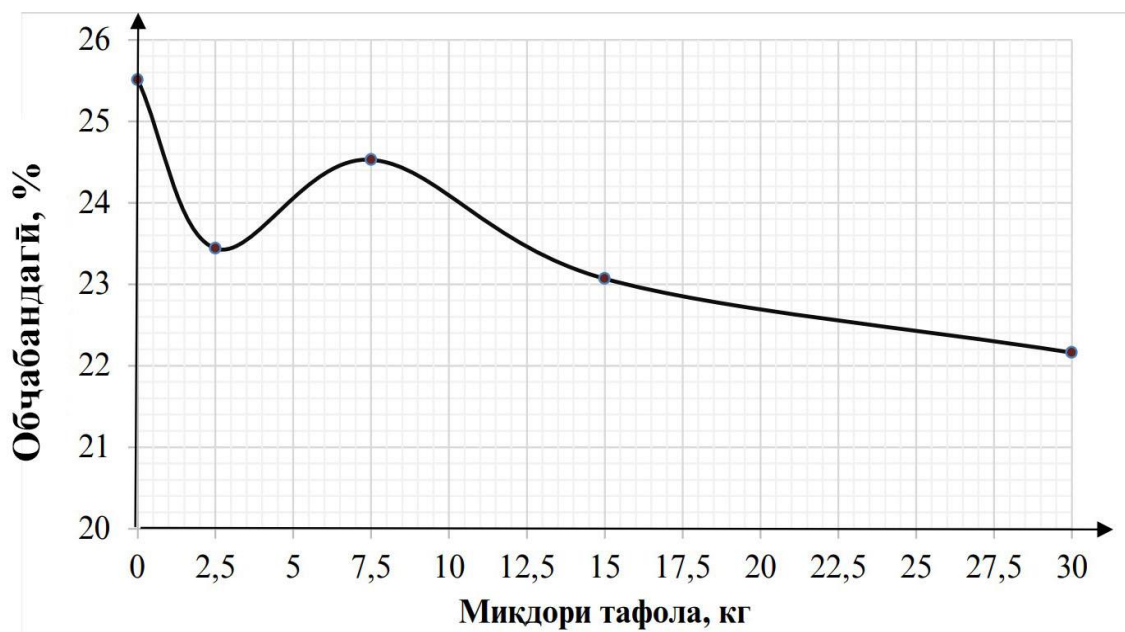
Таҳлили маълумоти таҷрибавӣ, ки дар расми 2 оварда шудааст, нишон медиҳад, ки бо илова намудани то 15 кг тафолаи оҳангудозӣ ба 1 м³ массаи гил, мустаҳкамии хишти сафолӣ дар ҳолати фишурдашавӣ 102.21–105.96 кгс/см² ва ҳадди устуворӣ дар ҳолати ҳамиш 36.96–43.35 кгс/см²-ро ташкил медиҳад. «Мувофиқи талаботи стандарти байнидавлатии (ГОСТ) 530–2012 (банди 5.2.3, ҷадвали 7), чунин хиштҳо ба тамғаи М100 мувофиқат мекунад» [9]. Миқдори зиёди тафолаи оҳангудозӣ (зиёда аз 20 кг дар 1 м³ гил) ба талабот мувофиқ нест. Паст шудани мустаҳкамии намунаҳои хишт бо паст будани реактиви тафола алоқаманд буда, сохтори он дар равандҳои физикӣ ва химиявӣ дар ҳарорати оташирии 950°C суст иштирок мекунад, ки боиси пайдоиши агрегатҳои ҷудошуда ба мустаҳкамии паст оварда мерасонад.



Расми 2. Вобастагии мустаҳкамӣ ва хамиши хишти сафолӣ аз миқдори тафолаи оҳангудозӣ

Бо вуҷуди ин, бо назардошти омилҳои экологӣ ва иқтисодӣ, иваз кардани як қисми ашёи хом (ангишт) ва илова кардани тафолаи оҳангудозӣ ба ҳаҷми 15-20 кг барои 1 м³ массаи гил талаботи хишти тамғаи М100-ро, ки мувофиқи таъинот истифода мешавад, пурра қонеъ мегардонад. Таҳлили вобастагии тағйирот дар хосиятҳои физикӣ ва механикӣ намунаҳо (ҷадвали 2) нишон дод, ки зичии миёнаи онҳо бо афзоиши миқдори тафолаи оҳангудозӣ дар таркиби часпандагии (пайвандкунанда) маснуоти сафолӣ меафзояд.

Мувофиқи талаботи стандарти байнидавлатӣ (банди 5.2.4-и (ГОСТ) 530–2012), обҷабандагии намудҳои гуногуни маҳсулоти сохтмонии сафолӣ (керамикӣ) набояд аз 6% аз рӯйи вазн кам бошад, ки ин хусусияти муҳимми сифати раванди пухтани маҳсулотро нишон медиҳад. Сатҳи обҷабандагии хиштҳои сафолӣ қолаббандшуда ба ҳисоби миёна 23,07% - ро ташкил медиҳад, ки ба талаботи ҳуҷҷатҳои меъерии муайяншуда ҷавобгӯ мебошад (расми 3).

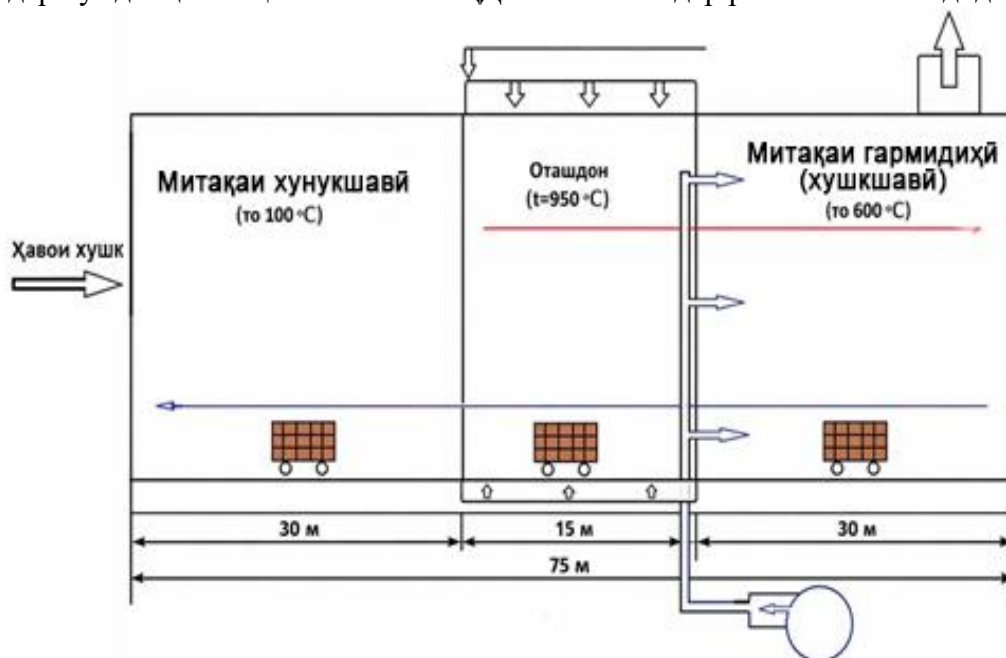


Расми 3. Вобастагии обҷабандагии намунаҳои сафолӣ аз миқдори илова намудани тафолаи оҳангудозӣ

Тафолаи оҳангудозӣ аз истеҳсолати металлургӣ, ки ба массаи сафолӣ дар асоси гили минтақаи Ваҳдат, ҳатто дар миқдори 10-15 кг ворид карда шавад, кафидан ва чаббидани обро кам мекунад, мустаҳкамии хиштро зиёд намуда, нуқсонҳои гуногуни маҳсулотро аз байн мебарад. Ҳамин тариқ, таҷрибаи гузаронидашуда имконияти истифодаи тафолаи оҳангудозиро дар истеҳсоли хиштҳои сафолӣ нишон дод. Истифодаи ин ашёи хоми техногенӣ пас аз майдакунии (ордгардонии) мувофиқи дақиқ (фраксияҳо то 0,5 мм) тавсия дода мешавад.

Омузиши хиштҳои сафолӣ вобаста ба ҳарорати пухтан ва фоизи миқдори тафолаи оҳангудозӣ.

Хусусиятҳои муҳими физикӣ-химиявии маснуоти сохтмонӣ мустаҳками устуворӣ, вайроннашавандагӣ ва сармобардорӣ дар натиҷаи пухтани онҳо ҳосил карда мешаванд. Ҳангоми пухтани маҳсулот дар хумдонҳои нақбӣ дар мавод равандҳои мубодилаи гармихориҷшавӣ ва мубодилаи масса, инчунин мубаддалшавии фазавӣ ва химиявӣ (равандҳои эндотермӣ ва экзотермӣ) ба миқдори зиёд ба вуҷуд меоянд. Раванди пухтани хиштҳои сафолӣ дар хумдонҳои нақбии саноатии ҚДММ «Аква» ба се минтақаи ҳароратӣ тақсим мешавад: омодакунӣ, пухтан, хушккунӣ. Диаграммаи каналии пухтани хиштҳои сафолӣ дар хумдонҳои нақбии саноатии ҚДММ «Аква» дар расми 4 нишон дода шудааст.



Расми 4. Нақшаи технологии пухтани хишти сафолӣ (керамикӣ) дар хумдони нақбӣ

Андозаҳои геометрии канали пухтани хиштҳои сафолӣ дар хумдонҳои нақбии ҚДММ «Аква» вобаста ба иқтидори истеҳсолии корхона ба таври назаррас фарқ мекунанд: дарозӣ – то 75 м, паҳноӣ (паҳмӣ) – то 5 м-ро ташкил мекунад.

Яке аз вазифаҳои муҳими технологӣ интихоби низоми мувофиқи хушккунӣ ба ҳисоб меравад. Дар истеҳсоли хишти сафолӣ интихоби ҳолати хушккунии маҳсулот вазифаи муҳим мебошад. Хушккунии табиӣ (дар ҳавои кушод) дар иншооти махсуси хушккунӣ (соябонҳо) анҷом дода мешавад, ки дар онҳо маҳсулоти хом дар рафҳо ҷойгир карда мешаванд.

Давомнокии раванди хушккунӣ аз таъсири мачмуии ҳарорат, намнокии нисбии ҳаво ва суръати ҳаракати он, инчунин шароити иқлимӣ минтақа вобаста мебошад. Дар ҳарорати миёнаи 27°C давомнокии хушккунӣ метавонад то 7 шабонарӯзро ташкил диҳад.

Хусусияти асосии пухтани хиштҳои сафолӣ речаи дурусти ҳарорати пазиши маҳсулот мебошад. Дар ибтидои қор дар муддати 4-6 соат намунаҳои маҳсулоти сафолии сохтмонӣ гарм карда мешаванд. Сипас дар муддати 8 соат нигоҳдории ҳароратӣ ба вуҷуд

меояд. Баъд аз ин марҳилаи пухтани маҳсулоти сохтмонӣ сар мешавад. Ҳарорати максималии пухтани маҳсулот дар минтақаи дуҷуми хумдони нақбӣи ҚДММ «Аква» ба ҳисоби миёна 900-950°C аст. Ҷадвали ҳарорат барои раванди технологияи пухтани маҳсулот дар хумдони нақбӣ дар расми 5 нишон дода шудааст.



Расми 5. Диаграммаи пухтани хишти сафолӣ (керамикӣ) дар хумдони нақбӣ ҚДММ «Аква»

Истеҳсоли хишт бо усули пухтан дар хумдони нақбӣ, ки бо сӯзишвории сахт (ангишт) фаъолият мекунад, амалӣ мегардад. Дар марҳилаи гармкунии пешакӣ ҳарорат аз 300 то 600°C баланд мешавад ва дар ҳоле, ки дар минтақаи асосии пухтан ҳарорат дар ҳудуди 850-950°C нигоҳ дошта мешавад.

Идоракунии ва назорати низоми ҳарорат бо истифода аз асбобҳои метрологии сабткунандаи РМТ-39D ва табдилдиҳандаҳои ҳароратии тамғаи ХА (ДТПК) анҷом дода мешавад.

Дар минтақаи хунуккунӣ ҳарорат аз 600 то 100°C паст гардида, ҳамзамон вагонҳо низ тадриҷан хунук карда мешавад. Давомнокии умумии давраи пурраи технологӣ зиёда аз як шабонарӯзро ташкил медиҳад.

Газу дудҳо (CO_2 , NO_x , SO_2 ва ғайра) тавассути дастгоҳҳои ҳавокашанда (вентилятор), ки дар охири минтақаи омодаسازی хумдонҳои нақбӣ (туннелӣ) насб шудааст, хорич гардида, ба ҳавои атмосфера партоб карда мешаванд.

Ҳамин тариқ, дар натиҷаи таҳқиқоти гузаронидашуда муайян карда шуд, ки ҳарорати оптималии пухтани хиштҳои сафолӣ дар хумдонҳои нақбӣ (туннелӣ) зиёда аз 950°C аст. Таҳлили зоҳирии маҳсулот нишон дод, ки дар ҚДММ «Аква», ҳангоми пухтани хиштҳои сафолӣ ба ҳисоби миёна маҳсулоти сохтмони нуксдор то 1,0% аз миқдори умумии маҳсулоти истеҳсолшударо ташкил медиҳад.

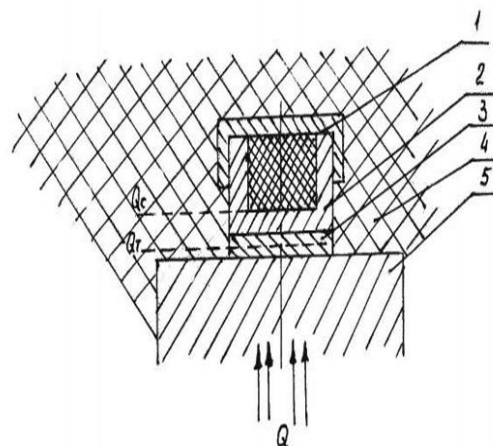
Таҳқиқоти гармиғунҷоиши хоси хишти сафолӣ (гил+тафолаи оҳангудозӣ). Муайянкунии гармиғунҷоиши маводи композитивии системаи гил + тафолаи оҳангудозӣ дар озмоишгоҳи кафедраи «Техника ва энергетикаи гармо»-и Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ анҷом дода шудааст.

Дастгоҳи ченкунии гармиғунҷоиши хос ИТ-Ср-400 барои муайян кардани гармиғунҷоиши хоси ҷисмҳои сахт, моеъҳо, маҳлулҳо ва маводи донагӣ, инчунин моддаҳои нахдор дар диапазонҳои гуногуни ҳарорат истифода бурда мешавад.

Принсипи кори дастгоҳ ба усули муқоисаи калориметри динамикӣ бо ҳисобкунаки гармӣ ва қабати адиабатӣ (расми б), яъне гармкунии мунтазам асос ёфтааст. Бояд қайд кард, ки асбоб аз ҷониби профессор Платунов Е.С. таҳия шуда, дар кафедраи «Техника ва энергетикаи гармо»-и ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ автоматикунонида шудааст.



а)



б)

Расми 6. Намуди зохири дастгоҳи ченкунии навъи ИТ–Ср–400 (а) ва нақшаи гармии усули калориметри динамикии-с (б): 1 - намунаи таҳқиқшаванда; 2 - ампула; 3 - гармиченкунак (тепломер); 4 - қабати адиабатӣ; 5 - поя.

«Намунаи таҳқиқшаванда (1) ба ампулаи металлӣ (2) ҷойгир карда шуда, якҷоя бо сарпӯш пӯшида мешавад. Қисми болоии дастгоҳ тавасути ҷараёни гармӣ, ки ба воситаи ампула аз тариқи гармиченкунак (тепломер) дода мешавад, ба тақриқи монотонӣ гарм карда мешавад» [10, 11].

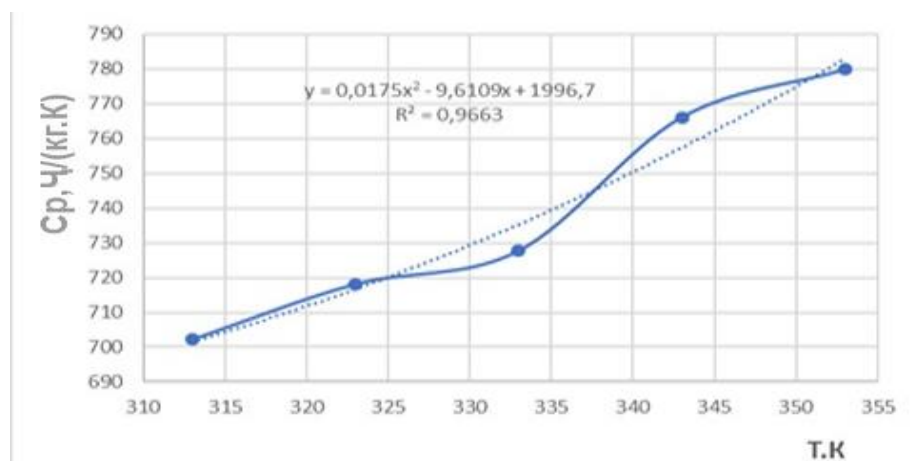
«Суръати гармкунии қисмати ченкунандаи дастгоҳ дар марҳилаи ибтидоӣ вобаста ба суръати тағйирёбии он муайян карда мешавад. Қисме, ки барои ҷойгир кардани намунаҳои таҷрибавӣ пешбинӣ шудааст, аз тана, қабати гармигиранда ва ядро иборат мебошад. Барои омода кардани мавод аз миси тамғаи МО 9995 (стандартҳои давлатии умумииттифоқӣ (ГОСТ) 97172-82) ва хокаи тафолаи оҳангудозӣ» [11, 12] истифода бурда шуд.

Дар ҷадвали 3 ва расми 7 маълумоти таҷрибавӣ оид ба гармиғунҷоиши системаи гил + тафолаи оҳангудозӣ дар ҳудуди ҳарорат аз 313 то 353 К оварда шудааст.

Ҷадвали 3. Гармиғунҷоиш (C_p , $J/(kg \cdot K)$) - и маводи сохтмони системаи гил+тафолаи оҳангудозӣ дар ҳароратҳои гуногун

T, K	313	323	333	343	353
C_p , $J/(kg \cdot K)$	702,14	718,1	727,67	766,1	779,87

Гармиғунҷоиши хоси тафолаи оҳангудозӣ $C_p = (700-783,5) J/(kg \cdot K)$ мебошад.



Расми 7. Вобастагии гармиғунҷоиши изобарии хос (C_p) аз ҳарорат (T, K) - и намуна

Чи тавре ки аз расми 7 дида мешавад, гармиғунҷоиши системаи гил + тафолаи оҳанғудозӣ бо афзоиши ҳарорат зиёд мешавад.

Вобастагии ҳароратии гармиғунҷоиши хос барои тафолаи оҳанғудозӣ дар шакли муодилаи зерин ба даст оварда мешавад:

$$C_p = a + bT + cT^2 + dT^3 \quad (1)$$

$$\text{ё: } C_p = 0,0175T^2 - 9,6109T + 1996,7, \text{ Ҷ/(кг*К)} \quad (2)$$

Ҳатогии натиҷаҳо (расми 7) бо дарназардошти муодилаи (2) санҷида мешавад.

T, К	313	323	333	343	353
$C_p, \text{ Дх/кг*К}$	702,95	718,14	736,83	759,02	784,71
$\sum \%$	0,13	0,12	1,2	0,92	0,73
0,62%					

Муодилаи (2) - ро бо дарназардошти ҷадвали 3 истифода бурда, метавон ҳарорати сардшавии тафолаи оҳанғудозиро бо ҳатогии на бештар аз 0,62% муайян намуд.

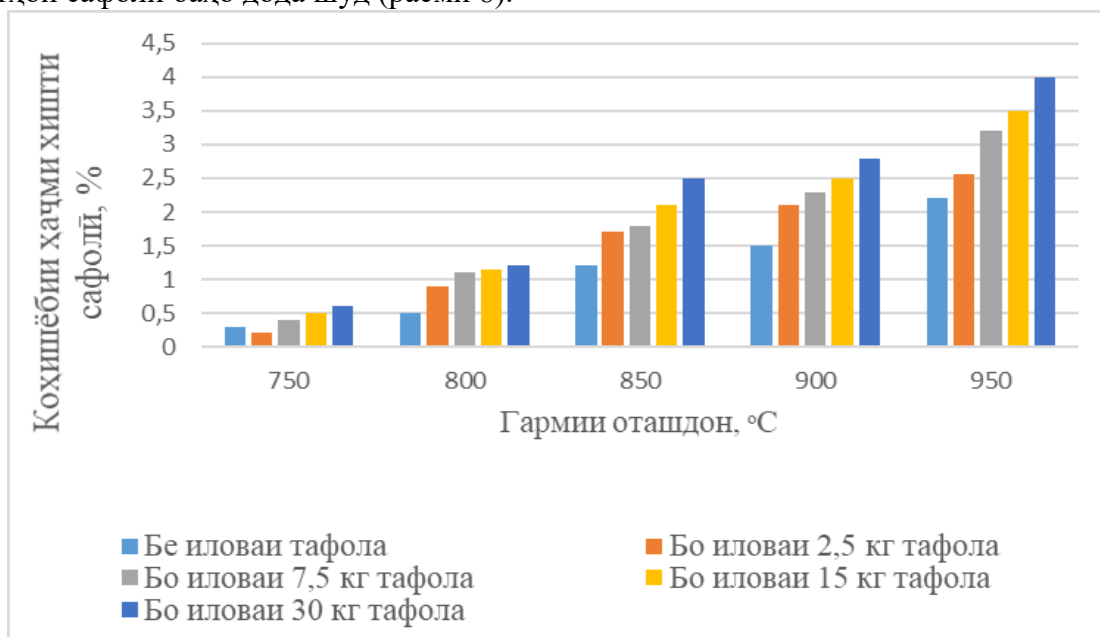
Барои исбот аз усулҳои зерин истифода карда мешавад: мувофиқи расми 7 муодилаи (2) ба шакли зерин соҳиб мегарданд:

$$C_p = [(0,0175T^2 - 9,6109T + 1996,7) (-9 * 10^{-6}\tau^2 + 0,0782\tau + 31,915)], \text{ Ҷ/(кг*К)} \quad (3)$$

Тибқи баҳодихҳои гузаронидашуда, муодилаи (3) имкон медиҳад, ки гармиғунҷоиши изобарии хоси намуна бо эътимоднокии 95% ва бо ҳатогии на бештар аз 0,47% муайян карда шавад.

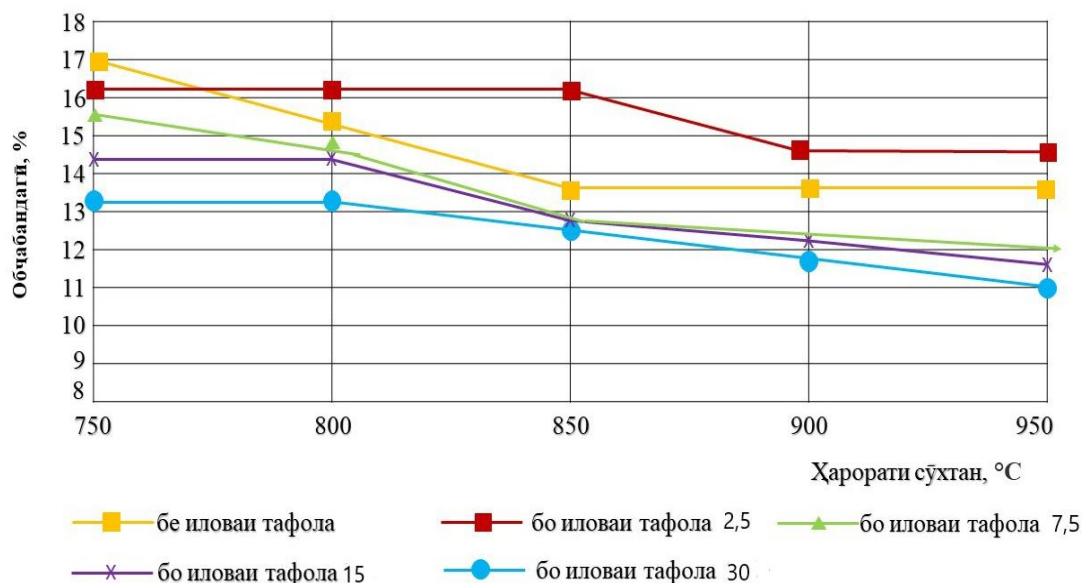
Ҳамин тариқ, муайян карда шуд, ки ҳангоми илова кардани тафолаи оҳанғудозӣ ба гил гармиғунҷоиши хоси намунаҳо ба таври хаттӣ зиёд мешавад, дар ҳоле ки афзоиши ҳарорат ба зиёдшавии гармиғунҷоиши намунаҳо оварда мерасонад.

Муайян кардани коҳишҳои хишти сафолӣ дар хумдонҳои нақбӣ. Санҷишҳо барои муайян кардани коҳишҳои зоҳирии (усадка) ашёи хоми гилӣ (хиштиҳои сафолӣ) дар хумдонҳои нақбӣ мувофиқи талаботи стандарти байнидавлатии (ГОСТ) 21216–2014 «Маводи хоми гилӣ. Усулҳои озмоишӣ» гузаронида шуданд. Барои омӯзиши раванд аз кӯраи муфелии силсилаи ПМ (400-1000°C) истифода шуд. Пухтани маҳсулот дар ҳарорати 650-950°C анҷом дода шуд. Пас аз пухтан (маҳсулоти тайёр), коҳишҳои зоҳирии (усадка) хиштиҳои сафолӣ баҳо дода шуд (расми 8).



Расми 8. Коҳишҳои хишти сафолӣ ҳангоми пухтан

Ҳангоми баланд шудани ҳарорати оташгирӣ дар ҳудуди 750–950°C, фишурдашавии сохти хишти сафолӣ мушоҳида мешавад, ки ин дар коҳиши суръати ҷаббиши об ба таври возеҳ инъикос меёбад (расми 9). Ғайр аз ин, арзишҳои пасттарин дар намунаҳое, ки миқдори зиёди тафола доранд (20кг), мушоҳида мешаванд.



Расми 9. Нишондиҳандаҳои обҷабандагии намунаҳо

Ҳамин тариқ, хусусиятҳои мустаҳкамии хиштҳои сафолӣ барои таркибҳо бо миқдори максималии тафола 10-15кг, ки дар ҳарорати сӯхтани 900-950 °C ба даст оварда шудаанд, сифатнокии он муайян карда шуд.

Санҷишҳои физикӣ - механикӣ намунаҳои блокҳои бетонӣ бо истифода аз тафолаҳои оҳангудозӣ.

Омӯзиши хосиятҳои омехтаҳои бетонӣ мутобикати талаботи стандарти байнидавлатии (ГОСТ) 27006-86 «Бетон. Қоидаҳои интихоби таркиб», стандарти байнидавлатии (ГОСТ) 7473-2010 «Омехтаҳои бетон. Шартҳои техникӣ», стандарти байнидавлатӣ (ГОСТ) 10181-2014 «Омехтаҳои бетон. Усулҳои озмоишӣ» ва стандарти байнидавлатии (ГОСТ) 18105-2010 «Бетон. Қоидаҳои назорат ва арзёбии мустаҳкамӣ» анҷом дода шуд.

Дар рафти таҳқиқот, компонентҳо (тафола) бо таносуби ғоизии зерин нисбат ба массаи сементи хушк интихоб карда шуданд: 20%, 30%, 40% ва 50%. Намунаҳои бадастомада барои муайян кардани қувваи фишурдашавии блоки сементӣ ва арзёбии мутобикати он ба талаботи техникӣ истифода шуданд. Бо таносубҳои додашуда, миқдори зарурии об 8-9% гирифта шуд. Дар ҳар як намунаи минбаъда, миқдори сементи портландӣ бо иваз кардани миқдори он ва бо иловаи тафола кам карда шуд (ҷадвали 4).

Ҷадвали 4. Таносуби вазни сементи портландӣ бо иловаи тафолаи оҳангудозӣ, %

Иловаи тафолаҳо, %	Миқдори масолеҳи хом барои 0,005 м³				
	Семент	Тафола	Рег	Шағал	Оби технологӣ
0	0,972	-	4,599	5,853	1,075
20	1,528	0,382	3,640	5,800	1,1
30	1,337	0,573	3,640	5,800	1,1
40	1,146	0,764	3,640	5,800	1,1
50	0,955	0,955	3,640	5,800	1,1

Таркиби химиявии тафолаҳои оҳангудозӣ ва портландсемент дар ҷадвали 5 нишон дода шудааст.

Чадвали 5. Таркиби химиявии тафолаҳои оҳангудозӣ ва портландсемент

Номгӯй	Миқдори оксидҳо, % аз рӯйи вазн							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O + Na ₂ O ₃	Дигар пайвастигиҳо
Сементи портландӣ ПС- 400	20-21	4,7-5,1	2,9-3,5	60-63	2,2-2,7	2,0-2,5	0,3-0,5	1,0-3,0
Тафолаи оҳангудозӣ	48,0	3,1	47,0	1,6	-	-	0,1-02	-

Дар чадвали 6 натиҷаҳои омӯзиши вақти сахтшавии семент вобаста ба миқдори тафолаҳои оҳангудозӣ нишон дода шудаанд.

Чадвали 6. Вақти оғоз ва анҷоми сахтшавии намунаҳои озмоишӣ бо миқдори гуногуни тафолаи оҳангудозӣ

Иловаи тафола, аз рӯйи вазн %	Муҳлати сахтшавӣ, дақ.	
	Оғоз	Анҷом
0	45-55	120-150
20	90-105	210-250
30	110-125	240-260
40	180-200	280-320
50	210-240	330-350

Усули нигоҳдорӣ ва озмоиши намунаҳо чунин сурат мегирад. Намунаҳои навтаҳияшуда дар қолабҳо ба муддати як шабонарӯз нигоҳ дошта мешавад. Пас аз як шабонарӯз намунаҳоро аз қолабҳо ҷудо намуда, вазнашон чен карда шуда, андозаҳои кунҷояшон бо хати металлӣ муайян гардидаанд.

Барои гузаронидани таҳқиқот таҷҳизоти озмоишии зерин истифода гардидаанд: қолаби стандартии металли 100x100x100 мм барои мукаабҳои бетонӣ, тарозуи лаборатории барқӣ ва дастгоҳи универсалии озмоишии гидравликӣ (1000 кН) WES-1000B.

Дастгоҳи универсалии гидравликии озмоишии WES-1000B барои санҷиши кашӣ, фишор, ҳам кардан ва буридани ҳамаи намуди маводи металлӣ, инчунин барои санҷиши семент, бетон ва дигар масолеҳи сохтмонӣ мутобиқи стандарти байнидавлатии (ГОСТ) 10180-2012 истифода мешавад.

Ҳангоми санҷиши намунаҳо, фишор ба онҳо бо суръати $0,2 \pm 0,6$ МПа/сония тадричан зиёд карда мешуд. Барои муайян кардани мустақамии фишорӣ миқдори миёнаи арифметикии панҷ намуна истифода шуд (агар ягон нишондиҳанда аз арзиши миёна бештар аз 15% фарқ мекард, он аз таҳлил хориҷ карда мешуд).

Интиҳоби таркиби бетон бо иловаи тафолаҳои оҳангудозӣ бояд ба тавре анҷом дода шавад, ки хусусиятҳои зарурии омехтаи бетон ва худӣ бетон бо сарфи ҳадди ақали семент ба даст оварда шаванд. Барои гузаронидани таҷриба аз ҳар як таркиб 4 намунаи мукаабшакли блокҳо интиҳоб гардидаанд, ки дар онҳо миқдори тафолаҳои оҳангудозӣ аз 20% то 50% вазни умумии омехтаро ташкил медед. Намунаҳои омодашуда пас аз 28 шабонарӯзи нигоҳдорӣ дар дастгоҳи фишордиҳии WES-1000B аз озмоишҳои физикӣ-механикӣ гузаронида шуданд (расмҳои 10 ва 11). Озмоиши намунаҳои блоки сементӣ дар озмоишгоҳи таълимӣ ва илмию истеҳсолии ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ гузаронида шудааст.



Расми 10. Озмоиши мустаҳкамӣ ба фишор дар дастгоҳи фишордиҳии WES-1000B



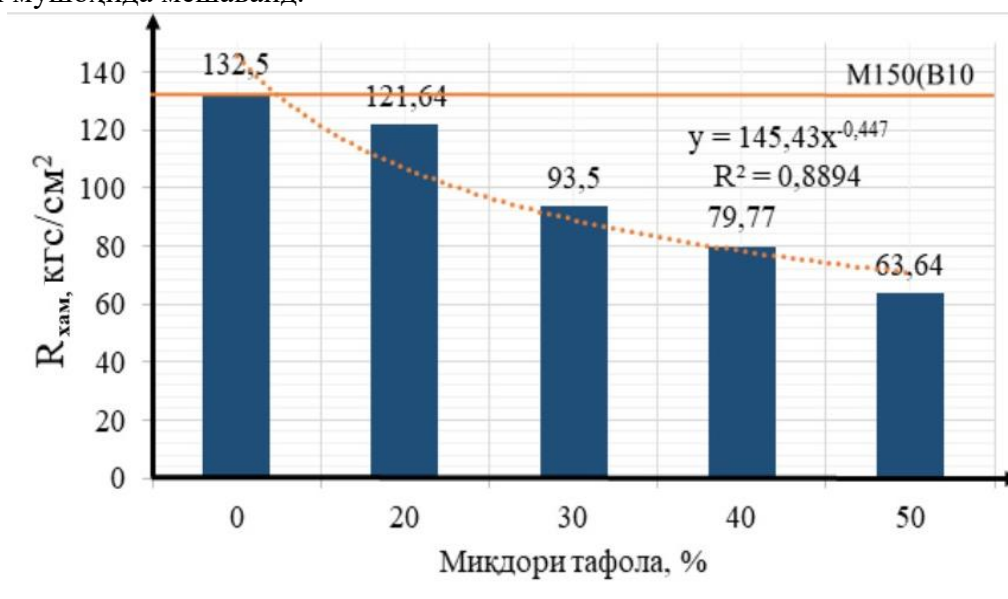
Расми 11. Блокҳои тафолаву бетонӣ пас аз озмоиши мустаҳкамӣ (дар дастгоҳи фишордиҳии WES-1000B)

Натиҷаи санҷишҳо дар ҷадвали 7 ва расми 12 пешниҳод шудаанд.

Ҷадвали 7. Натиҷаҳои санҷиши мустаҳкамии бетон бо иловаи тафолаи оҳангудозӣ

Санаи озмоиш	Нишондодҳои физикӣ - механикӣ	Миқдори иловаҳои тафолаи оҳангудозӣ, % (ба ҳисоби миёна аз 5 намунаи мукаабшакли блокҳои бетонӣ)				
		0	20	30	40	50
16.05. соли 2025	Ҳарорати ҳаво, °C	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9
	Намнокӣ, %	40	40	40	40	40
	Муҳлати нигоҳдории блокҳои бетонӣ, шабонарӯз	28	28	28	28	28
	Қувваи вайронкунанда, F, кН	140,5-143,7	139,5 – 161,8	112,4 – 131,1	98,5 - 110,5	79,4 – 95,5
	Ҳадди мустаҳкамӣ, кгс/см ²	131-134	113,1 – 134,2	87,5-105,1	74,5 - 85,8	56,5 – 71,7
	Ҳадди мустаҳкамӣ ба ҳисоби миёна, кгс/см ²	132,5	121,64	93,5	79,77	63,64
	Синфи бетон	M150 (B10)	M100 (B7,5)	M75 (B5)	M75 (B5)	M50 (B3,5)

Ҳадди миёнаи мустаҳкамии таркиби тафоласемент дар расми 12 нишон дода шудааст. Арзишҳои максималии мустаҳкамӣ бо миқдори иловаи 20-30%-и тафолаи оҳангудозӣ мушоҳида мешаванд.



Расми 12. Мустаҳкамии таркиби тафолаи сементӣ ба фишор пас аз 28 шабонарӯзи нигоҳдорӣ

Дар натиҷаи озмоишҳо муайян карда шуд, ки ҳангоми истифодаи усули рехтани омехтаи сементӣ ва саҳтшавии табиӣ он дар асоси тафолаи оҳангудозӣ пас аз 28 шабонарӯзи нигоҳдорӣ нишондиҳандаи мустаҳкамӣ аз 93,5 то 121,64 кгс/см² тағйир меёбад, ки ба бетони навъи М100 (В7,5) мутобиқат мекунад.

Таҳлили таркибҳои пешниҳодшуда нишон медиҳад, ки илова намудани тафолаи оҳангудозӣ ба ҳисоби миёна имкон медиҳад то 20% семент дар истеҳсоли блокҳои бетонӣ сарфа карда шавад.

Бетони М100 (В7,5) яке аз навъҳои арзони бетон ба ҳисоб меравад ва онро бетони «лоғар» низ меноманд. Чунин бетон дар раванди саҳтшавӣ хуб мустаҳкам намегардад ва ва аз ин рӯ барои соҳтмони иншоотҳои зерӣ борҳои зиёд мувофиқ нест. Ин навъи бетон асосан барои рехтани пояи мустаҳкамии таҳкурсии биноҳо, дар соҳтмони роҳҳо ва соҳтмони хусусии биноҳои на он қадар баланд (то 3 метр) бо шартӣ арматурагузорӣ дар деворҳо истифода мешавад. Ғайр аз ин, он дар соҳтмони роҳравҳои боғҳо, майдончаҳои кӯдакона ва варзишӣ, пиёдароҳҳо, пайроҳаҳо, деворҳои муҳофизатӣ ва дигар ҷойҳои истифода мешавад, ки дар он ҷо борҳои калон пешбинӣ нашудаанд.

Истеҳсоли бетони синфи В7,5 тибқи стандарти байнидавлатӣ (ГОСТ) 7473-2010 танзим мешавад ва барои омехтаи дурусти он малакаи махсуси касбӣ талаб карда намешавад. Аз ин рӯ, бетони М100 (В7,5) дар соҳтмони фардӣ бисёр васеъ истифода бурдан мумкин аст.

Бояд қайд кард, ки пуркунандаҳои омехтаҳои соҳтмонӣ дар омехтаи бетон аксар вақт аз ду гурӯҳи алоҳидаи мавод иборат аст: санги майда ва қум. Дар баъзе дастурҳо, танҳо қуму рег ҳамчун пуркунанда истифода мешавад. Омехтаҳои соҳтмоние, ки дар таркибашон шағал, сангрёза ё сангрёзаи майда, инчунин ин намунаҳои номбаршуда бо фраксияи калон нисбат ба қум дар омехтаҳои соҳтмонӣ мавҷуданд, нишондиҳандаи баланди устуворӣ, мустаҳкамии омехтаҳои соҳтмониро нишон медиҳанд. Истифодаи бурдани фраксияи шағали майда аз ҳисоби пурра кардани омехтаҳои соҳтмонӣ, устуворӣ ва мустаҳкамии бетони соҳтмониро баланд мебардорад.

Истеҳсол ва озмоиши намудани тахтасангҳои пиёдароҳ. Муайян намудани мустаҳкамӣ, устувории бетонҳои сохтмонӣ бо стандарти байнидавлатии (ГОСТ) 22690-2015 «Бетон. Муайян кардани мустаҳкамӣ бо усулҳои механикии санҷиши вайроннашавандагӣ» муайян ва арзёбӣ карда шуд. Арзёбии намуди зохирии тахтасангҳои пиёдароҳ ва мустаҳкамии маводҳо (намунаҳо) дар озмоишгоҳи «Маводҳо, технология ва ташкили сохтмон»-и Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ гузаронида шуд. Барои истеҳсол намудани тахтасангҳои пиёдароҳ ба сифати маводи сохтмонию часпанда портландсементи ПС-400 ҚСҚ «Ғаюр семент» истифода бурда шуданд. Дар рафти ин кор қуми сохтмонӣ дар мувофиқа бо талаботи стандарти байнидавлатии (ГОСТ) 8336-93 «Қум барои корҳои сохтмонӣ» амалӣ гардид. Қуми сохтмонӣ дар намии муқаррарии 6-7% омехта карда шуд. Модули калони он ба ҳисоби миёна 2,5 мм ва зичии воқеии донаҳо 2650 кг/м³ баробар аст.

Тахтасангҳои пиёдароҳ мувофиқи стандарти байнидавлатии (ГОСТ) 17608-2017 истеҳсол карда шуданд. Дар рафти таҳқиқот, таркиби маҳсулоти зикргардида аз вазни сементи хушк бо фоизҳои зерин интиҳоб карда шуданд: 10%, 15%, 20% ва 30%. Натиҷаҳо дар муайян намудани мустаҳкамии тахтасангҳои пиёдароҳ таҳти фишор ва мутобиқат ба талаботи техникӣ истифода шуданд. Дар ҳар як намунаи маҳсулоти истеҳсолшаванда миқдори сементи портландӣ бо иваз намудани қисми он бо иловаи тафолаи оҳангудозӣ иваз карда шуданд (ҷадвали 8).

Ҷадвали 8. Таносуби массаи сементи портландӣ ба миқдори иловаҳои сохтмонӣ (таркиби тафолаҳои оҳангудозӣ ба ҳисоби фоиз -%).

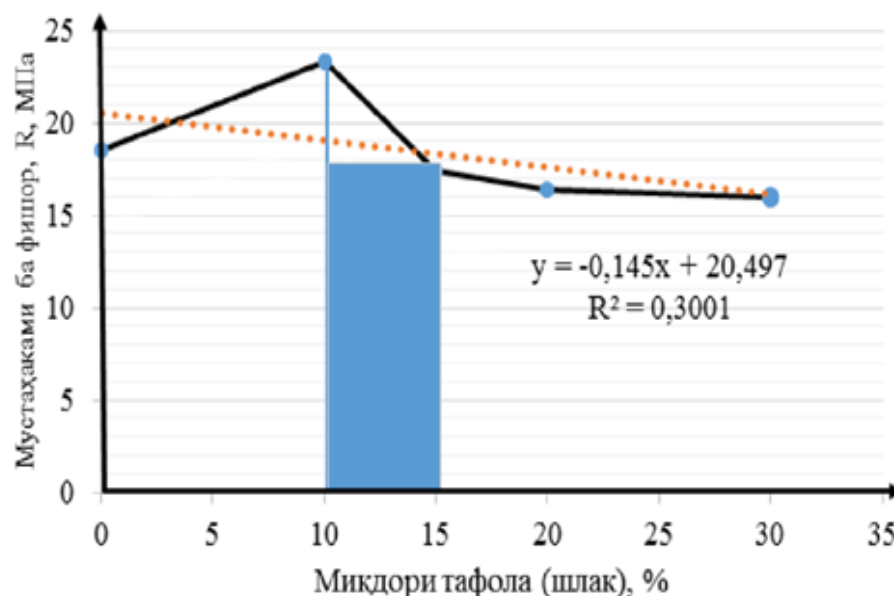
Миқдори тафола, %	Масрафи ашёи хом барои 0,0091м ³ (кг)				
	Семент	Тафола	Гил	Шағал	Об
0	2,730	-	5,46	10,01	1,55
10	2,475	0,273	5,46	10,01	1,55
15	2,325	0,410	5,46	10,01	1,55
20	2,184	0,546	5,46	10,01	1,55
30	1,911	0,819	5,46	10,01	1,55

Аз рӯи усули пешниҳодгардида, озмоиши навъҳои пешниҳод кардашудаи маводҳои сохтмонӣ аз руи намунаи 250×130×40 мм барои муайян намудани ҳудуди устуворӣ дар вақти озмоиш фишор додани онҳо, гузаронида шуд. Натиҷаҳои ҳосилшуда дар ҷадвали 9 нишон дода шудааст.

Ҷадвали 9. Озмоиши мустаҳкамии механикии маҳсулоти сохтмонӣ ҳангоми фишурдан

Рақами намуна	Миқдори тафола, %	Ҳади мустаҳкамӣ ҳангоми фишордиҳӣ, МПа	Ҳади миёнаи мустаҳкамӣ, МПа
1	0	18,4-18,6	18,5
2	10	22,87-23,77	23,32
3	15	17,34-17,47	17,41
4	20	16,38-16,45	16,41
5	30	15,89-16,05	15,97

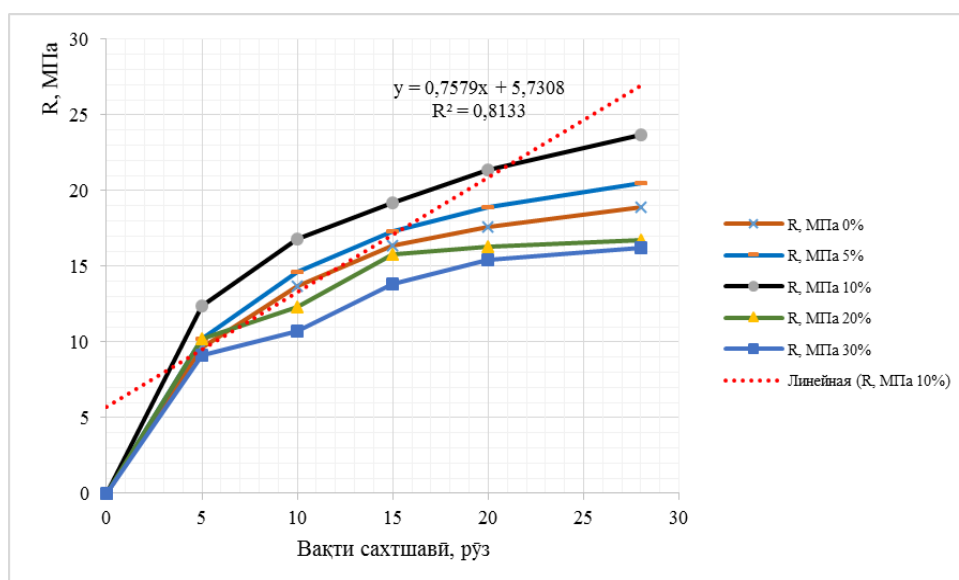
Дар асоси маълумоти ба дастовардашудаи ҷадвали 9, графики вобастагии намунаҳои сохтмонӣ, ки дар таркибашон тафолаҳои гуногуни кӯраҳои оҳангудозӣ мавҷуданд ва ин намунаҳо дар озмоишгоҳ аз ҷиҳати саҳти устуворӣ ҳангоми фишордиҳӣ санҷида шуданд, тартиб доданд. Вобастагии онҳо дар расмҳои 13 ва 14 нишон дода шудааст.



Расми 13. Вобастагии қувваи фишурдашавии намунаҳо (МПа) бо микдори гуногуни тафолаҳои оҳангудозӣ (%)

Мувофиқи таҳлили маълумоти бадастомада (расмҳои 13 ва 14), илова кардани тафолаҳои оҳангудозӣ дар ҳаҷми 10-15% ба мустаҳкамӣ бетон таъсири мусбат мерасонад. Афзоиши бештари мустаҳкамӣ (20,6% дар муқоиса бо намунаҳои назоратӣ) бо илова намудани тафолаи 10% мушоҳида мешавад, ки ин бо беҳсозии шароит барои равандҳои гидрататсия дар матритсаи семент шарҳ дода мешавад.

Бо зиёдшавии микдори тафола то 20-30%, қувваи фишурдашавии бетон пас аз 28 шабонарӯзи сахтшавӣ нисбат ба намунаҳои назоратӣ 2.09-2.53 МПа коҳиш меёбад. Таҳлили хати қувваи фишурда нишон медиҳад, ки тафолаи оҳангудозӣ, ки маводи реаксионӣ буда, бо сементи порتلандӣ мубодилаи фаъол дорад, афзоиши мустаҳкамӣ маҳсулотро дар микдори оптималии он таъмин мекунад (Расми 14).



Расми 14. Вобастагии қувваи фишурдашавии намунаҳо аз вақти сахтшавӣ бо микдори гуногуни тафолаҳои оҳангудозӣ

Ҳамин тариқ, натиҷаҳои озмоишҳои намунаҳои тахтасангҳои пиёдароҳ нишон доданд, ки барои баланд бардоштани хусусияти истифодаи ин маҳсулот илова намудани тафолаи оҳангудозӣ то 15% таъсири мусбат дода мешавад.

Боби 4. Таҳияи усулҳои истифодаи тафолаҳои оҳангудозӣ дар истеҳсоли мавод ва маҳсулоти сохтмонӣ

Дар боби чорум принципҳои технологияи истеҳсоли хиштҳои сафолӣ, блокҳои бетонӣ ва тахтасангҳои (плитаҳои) пиёдароҳ бо истифодаи партовҳои тафолаи оҳангудозӣ тавсия дода мешаванд. Самаранокии экологӣ ва иқтисодии истифодаи тафолаи оҳангудозӣ дар истеҳсоли хиштҳои сафолӣ нишон дода шудааст.

Бо мақсади муайян намудани коршоямӣ ва сифатнокии хиштҳои сафолӣ сохтмонӣ, ки дар асоси тафолаҳои кӯраи оҳангудозии КВД «Коргоҳи машинасозӣ» истеҳсол гардидаанд, барои арзёбии самаранокии истифодаи онҳо ҳамчун маводҳои сохтмонӣ дар ҚДММ «Аква» таҳқиқоти илмӣ гузаронида шуд.

Нақшаи технологияи истеҳсол намудани хиштҳои сохтмони сафолӣ ба вазифаҳои гузашташуда мувофиқат намуда, озмоиши саноатӣ бе ягон тағйирот дар корхонаи технологӣ амалӣ гардид.

Тамоми марҳалаҳои технологияи истеҳсоли хиштҳои сафолӣ сохтмонӣ дар асоси тафолаҳои кӯраи оҳангудозӣ, ки аз гил, об ва партовҳои тафолаи оҳангудозии КВД «Коргоҳи машинасозӣ» иборат аст, нишондиҳандаҳои технологияи истеҳсолот дар ҳар як марҳала муайян ва муқаррар карда шуда, ҳангоми гузаронидани озмоиши таҷрибавӣ-озмоишӣ муфассал тавсиф гардид.

Дар муқоиса бо технологияи маъмулии истеҳсоли хишти сафолӣ, нақшаи принципалии технологияи истеҳсоли хишти сафолӣ сохтмонӣ аз ҷиҳати конструксия содатар буда, дар раванди технологӣ истифодаи ангиштсанг барои илова намудан ба массаи керамикӣ пешбинӣ нашудааст. Санҷишҳои таҷрибавӣ-саноатӣ дар ширкати ҚДММ «Аква» нишон медиҳанд, ки омехтаҳои сафолӣ, ки дар асоси тафолаҳои пӯлодгудозӣ истеҳсол мешаванд, ба талаботи ҷаҳорҷӯбаи меъёрии ҷорӣ ва имконияти истифодаи васеъи онҳо дар соҳаи истеҳсоли сафолӣ мувофиқат мекунанд.

Нақшаи принципалии технологияи истеҳсоли хишти сафолӣ сохтмонӣ, дар расми 15 нишон дода шудааст.

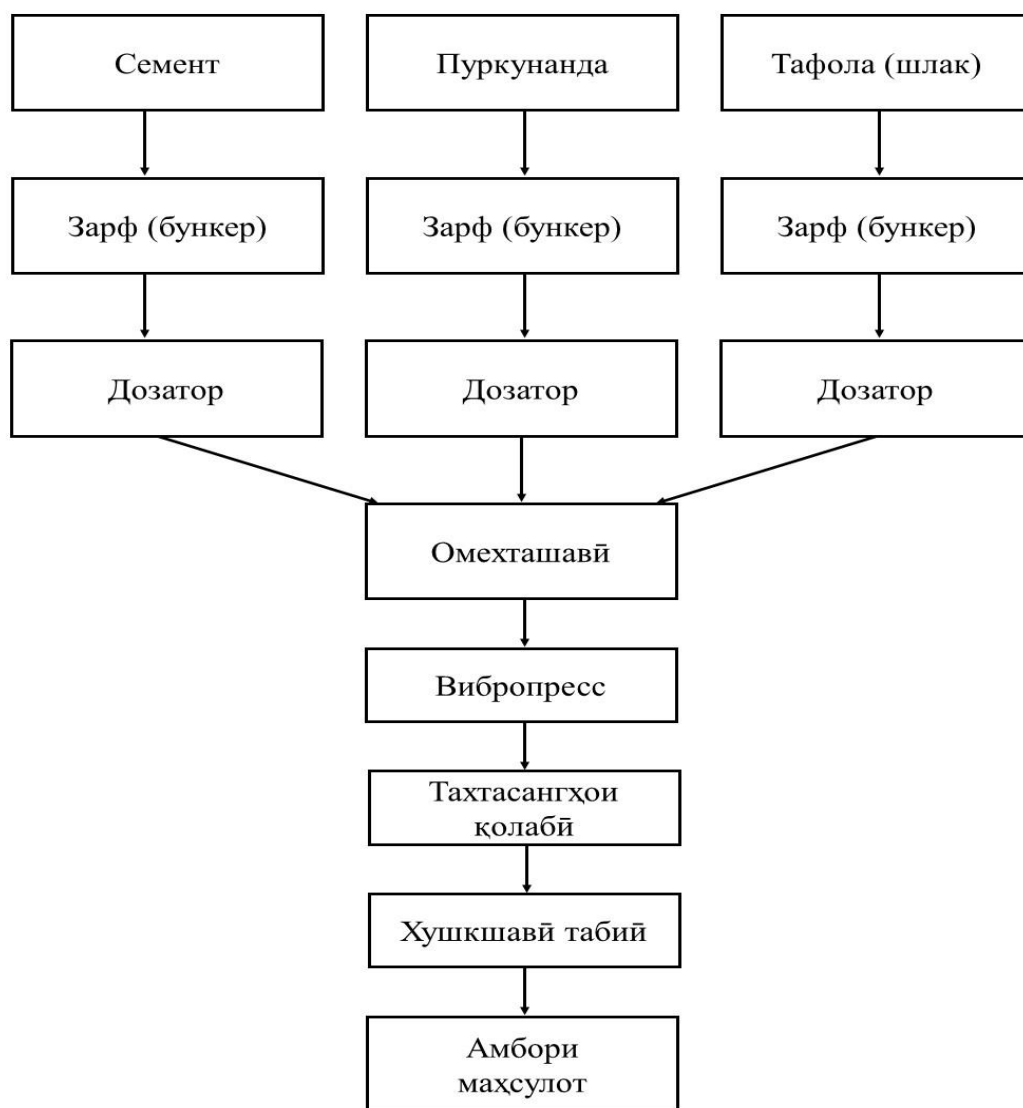


Расми 15. Нақшаи принципалии ҳатти муосиргардонидашудаи истеҳсоли хишти сафолӣ дар ҚДММ «Аква»

Истифодаи тафолаи оҳангудозӣ ҳамчун иловаҳо-модификатсиякунандаҳо (10-15%) дар вазни (массаи) ашёи хоми хиштҳои сафолӣ, блокҳои бетонӣ ва тахтасангҳои пиёдароҳ баъзе тағйиротро дар занҷири раванди технологӣ талаб мекунад, ки партовҳои тафолаги ҳамчун ашёи хоми дуюмдараҷа то фраксияи зарурии 0,1-2,5 мм дар осеби курави майда (орд) карда шаванд.

Озмоиши саноатии ин хати технологӣ нишон дод, ки дар муқоиса бо нақшаи технологии мавҷудбуда як қатор бартариҳо дорад: хатти раванди истеҳсолот аз рӯи конструксияи техникӣ мураккаб набуда, соддатар аст; дар ин раванд тафолаи оҳангудозӣ ҳамчун иловаи тағйирдиҳанда ба ҷои ангишт истифода мешавад; ба сифатнокӣ, намуди берунӣ ва мустаҳкамӣ, устувории маснуоти сохтмонӣ мусоидат менамояд.

Нақшаи принципалии технологии истеҳсоли блокҳои бетонӣ ва тахтасангҳои пиёдароҳ дар расми 16 нишон дода шудааст.



Расми 16 – Нақшаи технологии истеҳсол кардани блокҳои бетонӣ ва тахтасангҳои пиёдароҳ

Нақшаи технологии пешниҳодшуда барои истеҳсоли блокҳои бетонӣ дорoi нишондиҳандаҳои баланди сифатӣ мебошад, ки ин ба ворид намудани тафолаи оҳангудозӣ ва пайваस्तкунандаи (часпандагӣ) бетонӣ вобаста аст. Ҳангоми истифода

бурдани чунин технологияи истеҳсоли маҳсулот дар муқоиса бо нақшаи анъанавии технологӣ дар раванди истеҳсоли блокҳо ва маҳсулоти бетонӣ то 20% камтар сарф мешавад.

Дар кори илмӣ ҳисобкунии самаранокии иқтисодии истеҳсолот дар мисоли ҶДММ «Аква» бо иқтисоди 4 миллион хишти сафолӣ дар як сол бо истифода аз илова кардани тафолаи оҳангудозӣ пешниҳод шудааст. Дар натиҷаи татбиқи ин пешниҳод, таъсири экологӣ ва иқтисодӣ аз коҳиши хароҷоти ашёи хом ва мавод ҳангоми истифодаи партовҳои тафолаи оҳангудозӣ ҳамчун ашёи хоми дуюмдараҷа (бо иловаҳои модификаторҳо) ба 1000 дона хишти сохтмонӣ 135,21 сомонӣ рост меояд.

Дар хотима натиҷаҳои асосии илмии корҳои диссертатсионӣ оварда шудаанд.

ХУЛОСАҲОИ УМУМӢ

1. Таҳлили шарҳи адабиёти илмӣ нишон медиҳад, ки дар таҷрибаи илмии ҷаҳонӣ партовҳои тафолаҳои истеҳсолоти металлургӣ ба сифати иловаи сохтмонӣ-тағйирдиҳандаи химиявии сохтмонӣ барои истеҳсоли маснуот ва масолеҳи сохтмонӣ (хишти сафолӣ, блокҳои бетонӣ ва таҳкурсиҳои бетонӣ, тахтасангҳои пиёдароҳ) истифода бурда мешаванд [1-М, 3-М, 4-М, 5-М, 12-М, 13-М, 14-М].

2. Хусусияти физикӣ-химиявии гили минтақаи Ваҳдат ва таркиби химиявии тафолаҳои кӯраҳои оҳангудозии КВД «Қорғоҳи машинасозӣ» омӯхта шуданд. Барои тавсифи гили минтақаи Ваҳдат муҳим он аст, ки дар таркиби он Al_2O_3 (7,5%) ва SiO_2 (59%) мавҷуд аст, ин аз оташтобоварии он шаҳодат медиҳад. Мавҷудияти CaO ва MgO аз 10% зиёд нест, барои пухтан ва мустаҳкамии маснуоти сохтмонӣ таъсири назаррас намерасонад.

Таҳлилҳои гузарондашуда нишон медиҳанд, ки тафолаҳои оҳангудозӣ бо миқдори нисбатан баланди Fe_2O_3 (то 47%) ва SiO_2 (то 48%) тавсиф мешаванд. Истифода бурдани SiO_2 то 45% аз рӯи масса ба афзоиши мустаҳкамӣ, устувории хиштҳои сафолиро дар вақти фишурдан ва қад кардан, ба сармо тобоварии хиштҳои сафолӣ, коҳишёбии шиштани маҳсулоти сохтмонӣ ҳангоми пухтан мусоидат менамояд [1-М, 3-М, 4-М, 11-М].

3. Аз рӯи таҳқиқоти илмии бехатарии радиатсионӣ муайян карда шуд, ки ҳангоми истифода бурдани тафолаҳои оҳангудозӣ дар омехтаҳои маводҳои сохтмонӣ, ки дар он радионуклидҳо мавҷуд ҳастанд, ба меъёрҳои техникӣ-санитарии ҚС.2.6.1.798-99, стандарти байнидавлатии (ГОСТ) 30108-94 ва МҚС.2.6.1. 2523-09 мувофиқат менамояд ва ба 25,24 Бк/кг баробар аст [2-М].

4. Таҳлили натиҷаҳои илмӣ нишон доданд, ки ҳангоми пухтани хиштҳои сафолӣ дар ҳарорати гармии аз 900 °С дар 1м³-ии массаи гилии сохтмонӣ илова кардани 15кг тафолаҳои оҳангудозӣ устуворӣ, мустаҳкамии масолеҳи сохтмонӣ ба фишор 102,21-105,96 кг/см² ва мустаҳкамии он ҳангоми хамиш 36,96-43,35 кг/см² -ро ташкил медиҳанд.

Мувофиқи талаботи банди 5.2.3 ҷадвали 7 стандарти байнидавлатии (ГОСТ) 530-2012, чунин нишондиҳандаҳо ба хишти тамғаи М100 мувофиқат мекунад. Агар дар таркиби хишти сафолӣ ба миқдори зиёд (зиёда аз 20кг) партовҳои тафолаҳои кӯраҳои оҳангудозӣ илова карда шаванд, ин хишти сафолӣ ба талаботи стандарти байнидавлатии (ГОСТ) 530-2012 оид ба сифат мувофиқат намекунад [3-М, 4-М].

5. Дар натиҷаи таҳқиқоти илмии блокҳои бетони сохтмонӣ муайян карда шуд, ки тафолаҳои кӯраҳои оҳангудозӣ (дар шакли хона) ба сифати ашёи хоми дуюмдараҷа метавонад то 20% вазни портландсементро иваз намояд. Инчунин исбот карда шуд, ки талабот барои обҷаббандагии маҳсулоти сохтмонӣ дар асоси тафолаҳои кӯраҳои оҳангудозӣ ба ҳисоби миёна 20-25% кам карда мешаванд. Қайд кардан мумкин аст, ки тафолаҳои кӯраҳои оҳангудозӣ фаъолнокии гидравликии баланд доранд ва блокҳои бетони сохтмоние, ки дар таркибашон ба ҳисоби миёна то 25% тафолаҳои кӯраҳои оҳангудозӣ доранд, тавсияи хуби устувории масолеҳи сохтмониро 93,5 то 121,64 кгс/см² ба муддати 28 рӯз нишон медиҳанд, ки ба бетони сохтмонии тамғаи М100 (В7,5) мувофиқи стандарти байнидавлатии 7473-2010 мувофиқат мекунад.

Аз рӯйи натиҷаҳои озмоиши илмӣ, мустаҳкамӣ, устувории тахтасангҳои пиёдароҳ дар ҳудуди 22,8-23,7 МПа (класси В, гурӯҳи В) рост меояд, ки пурра бо шиносномаи техникӣ ва ҳуҷҷатҳои меъёрии стандарти байнидавлатии (ГОСТ) 22690-2015 ва стандарти байнидавлатии (ГОСТ) 17608-2017 мувофиқат менамояд [3-М, 4-М, 14-М].

6. Ба ҷадвали технологии асосии истеҳсол намудани хиштҳои сафолӣ, блокҳои бетони сохтмонӣ ва тахтасангҳои пиёдароҳи сохтмонӣ ворид намудани партовҳои тафолаҳои истеҳсолоти оҳангудозӣ пешниҳод гардид. Истифода бурдани тафолаҳои истеҳсолоти оҳангудозӣ ба сифати иловаҳои сохтмонӣ ва тағйирдиҳандаҳои химиявии сохтмонӣ дар массаи ашёи хоми хиштҳои сафолӣ (то 0,83%) блокҳои бетони сохтмонӣ ва тахтасангҳои пиёдароҳ (то 20%) таҷҳизоти ташкилии иловагиро барои майда-майда ва сипас орд кардани партовҳои тафолагӣ ба сифати ашёи хоми дуюмдараҷа то дисперсии зарурии 0,1-2,5мм талаб менамояд. Усулҳои технологи истеҳсол намудани хиштҳои сафолӣ, ки дар таркиби он партовҳои истеҳсолоти оҳангудозиро истифода мебаранд, бо патенти давлатии барои ихтироъкории №Tj 1629 Ҷумҳурии Тоҷикистон Ҷимоя карда шудаанд [3-М, 4-М, 10-М, 14-М].

7. Ҳисоб карда шудааст, ки самаранокии техникӣ-иқтисодии истеҳсоли ҶДММ «Аква» ҳангоми қисман иваз намудани гил ва ангишт (иловаҳои сохтмонӣ-тағйирдиҳандаи химиявии сохтмонӣ) ба партовҳои истеҳсолоти оҳангудозӣ ба миқдори то 0,83% самаранокии экологӣ-иқтисодӣ барои 1000 дона хишти сафолӣ 135,21 сомониро ташкил медиҳад.

Тавсия барои дар амал истифода бурдани натиҷаҳои илмӣ

1. Аз рӯйи натиҷаҳои таҳлили маводҳои илмӣ чунин хулоса баровардан мумкин аст, ки партовҳои тафолаҳои истеҳсолоти металлургӣ (оҳангудозӣ) захираи арзишманд ба ҳисоб рафта, дар ҳолати мувофиқи қоида аз нав коркард кардани ин партовҳои дар боло номбаршуда барои истеҳсоли масолеҳи сохтмонӣ, барои сохтмони роҳҳои гуногун истифода бурда, ба таври алоҳида аз нав коркарда баромадани инҳо мусоидат менамоянд. Чунин ашёи хоми сохтмонӣ арзон буда, бисёр корхонаҳои металлургӣ ва оҳангудозии ҷумҳурӣ тайёранд, ки ин партовҳои техникий худро бепул диҳанд ва ҳудуди корхонаҳоро аз ин партовҳои техникий холӣ намоянд.

2. Нахустпатент барои ихтирои «Массаи сафолӣ барои истеҳсоли хишт» (TJ 1629) ба даст оварда шудааст, ки дар амал ҷорӣ ва татбиқ намудани он сатҳи устувории хишти сафолӣро то 102,21-105,96 кгс/см² баланд мебардорад, ки таъсири зарарноки партовҳои тафолаҳои истеҳсолоти металлургӣ (оҳангудозӣ) ба муҳити атроф коҳиш медиҳад [10-М].

3. Барои сарфакорона истифода бурдани масолеҳи сохтмоние, ки барои истеҳсоли тахтасангҳои пиёдароҳ зарур аст, тавсия дода мешаванд, ки омехтаҳои бетони сохтмонӣ дар асоси тафолаҳои истеҳсолоти майдакардашуда истифода бурда шаванд.

4. Натиҷаҳои таҳқиқоти илмӣ бояд дар амал дар корхонаҳое, ки барои истеҳсоли маҳсулоти сохтмонӣ машғуланд, барои истифодабарии кормандони илмӣ-таҳқиқотӣ, инчунин барои тайёр намудани бакалавр ва магистрҳо бо ихтисоси 700301.1 «Сохтмони роҳҳо ва фурудгоҳҳо», ихтисоси 700101 «Истеҳсоли материал, маснуот ва конструкцияҳои сохтмонӣ», ихтисоси 33010105 «Муҳофизати муҳандисии муҳити табиӣ» дар мактабҳои олии гуногуни Ҷумҳурии Тоҷикистон истифода бурда, татбиқ намоянд.

АДАБИЁТ

[1]. Горшков Р.К. Использование вторичных ресурсов в промышленности строительных материалов: методология и практика./ Р.К. Горшков // монография. М.: Экслибрис-Пресс, 2004. 288 с.

[2]. Пугин К.Г. Снижение экологической нагрузки при обращении со шлаками черной

металлургии: монография / К.Г. Пугин, Я.И. Вайсман, Б.С. Юшков, Н.Г. Максимович. // – Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2008. – 316 с.

[3]. Большина Е.П. Экология металлургического производства / Е.П. Большина // Новотроицк.: НФ НИТУ «МИСиС», 2012 - 155 с.

[4]. Бельский С. С. Современное состояние переработки шлаков сталеплавильного производства. /С.С. Бельский, А. А. Зайцева, А. А. Тютрин, З. З. Исмоилов, А. Н. Баранов, Ю. В. Сокольников // Polytech Journal. 2021. Т. 25. № 6. С. 782–794.

[5]. Шаповалов Н. А. Рациональные пути использования сталеплавильных шлаков / Н. А. Шаповалов, Л. Х. Загороднюк, И. В. Тикунова, А. Ю. Шекина // Фундаментальные исследования. 2013. № 1-2. С. 439-443.

[6]. Панковец А. И. Утилизация электросталеплавильных шлаков / А. И. Панковец, С. В. Мироевский // Литье и металлургия. 2013. №1. С. 26-27.

[7]. Ву К.З. Применение доменного шлака в растворах и бетоне / К. З. Ву, С.И.Баженова // в сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Сборник Материалы VII-ой Международной научно-практической конференции. 2020. С. 279-283.

[8]. Рыщенко М.И. Утилизация металлургических шлаков в производстве стеновой керамики / М.И. Рыщенко, Л.А. Белостоцкая, Л.П. Щукина, Ю.Д. Трусова, Л.В. Павлова, Я.О. Галушка // Экология и промышленность. 2017. № 2. С. 78-84.

[9]. Аксенова, Л.Л. Использование отходов предприятий черной и цветной металлургии в строительной индустрии /Л. Л. Аксенова, Л. В. Хлебенских // Технические науки в России и за рубежом: материалы III Междунар. науч. конф. – Москва: Буки-Веди, 2014. – С. 106-108.

[10]. Корнеева, Е.В. Использование электросталеплавильного шлака в производстве строительных материалов / Е. В. Корнеева, В. А. Корнеев // Вестн. Волгоградского гос. архитектурно-строительного ун-та. Серия: Строительство и архитектура. – 2016. – №45 (64). – С. 45-53.

[11]. Гусева Ю.О. Формирование шлаков металлургического передела и основные направления их применения. / Ю.О. Гусева, Т.С. Сычева, О.С. Моторина, Ю.С. Сериченко, З.М. Боброва // Экология и охрана окружающей среды. МГТУ. Магнитогорск – 2013. №3 (13) С. 59-62

[12]. Ляпкин А. А. Комплексная переработка отходов литейного производства / А. А. Ляпкин, Н. С. Чураков // – М.: НИИОТ, 1992. – 56 с.

[13]. Насруллоев Ф. Х., Бобоев Х. Б. и др. Отходы Душанбинской ТЭЦ-2 - сырье для производства стройматериалов / Ф.Х. Насруллоев, Х.Б. Бобоев, Х.Ш. Гулахмадов, М.М. Сафаров // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. 2018. № 1(41). С. 291-304.

ИНТИШОРОТ АЗ РҶӢИ МАВЗУИ ДИССЕРТАТСИЯ

Мақолаҳои дар маҷаллаҳои илмӣ тавсиянамудаи ҚОА – и назди Президенти

Ҷумҳурии Тоҷикистон навишта

[1-М]. Изатуллозода Р. Х. Таҳқиқи физикӣ-химиявӣ таркиби пӯлодгудохтаҳои кафҳосилкунанда дар КВД «Қорхонаи машинасозӣ» / Р. Х. Изатуллозода, Х. Б. Бобоев, Ф. Б. Зоиров // Илм ва фановарӣ. – №2. – Душанбе: ДМТ, 2023. – С. 252-256. ISSN 2312-3648

[2-М]. Изатуллозода Р. Х. Омӯзиши вазъи радиатсионӣ тафолаи пӯлодгудозӣ (дар мисоли КВД «Қорхонаи мошинсозӣ») / Р. Х. Изатуллозода // Илм ва инноватсия. Баҳши илмҳои геологӣ ва техникӣ. – 2024. – № 2. – Душанбе: ДМТ, 2024. – С. 135-138.

[3-М]. Изатуллозода Р. Х. Хусусиятҳои физикӣ - механикӣ намунаҳои хишти сафолӣ дар асоси тафолаи оҳани оҳангудозӣ (натичаҳои озмоишҳои саноатӣ ва лабораторӣ) / Р.Х. Изатуллозода, Х.Б. Бобоев, Ф.Б. Зоиров // Илм ва инноватсия. Баҳши илмҳои геологӣ ва техникӣ. – №. 4. – Душанбе: ДМТ, 2024. – С. 175-180. ISSN 2664-1534

[4-М]. Изатуллозода Р. Х. Озмоишҳои физикӣ ва механикӣ намунаҳои блоки сементӣ бо истифода аз тафолаҳои пӯлодгудозии КВД «Коргоҳи машинсозӣ» / Р.Х. Изатуллозода, Ҳ.Б. Бобоев, Ф.Б. Зоиров // Паёми ДМТ. Илм ва инноватсия. Бахши илмҳои геологӣ ва техникӣ. №3. – Душанбе: ДМТ, 2025. – С. 187-193. ISSN: 2664-1534

[5-М]. Изатуллозода Р. Х. Арзёбии истифодабарии тафолаҳои оҳангудозӣ дар истеҳсоли плитаҳои роҳи пиёдагард / Б.Ҳ. Бобоев., Р.Х. Изатуллозода, Б.Ф. Зоиров // Вестник Филиала Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в городе Душанбе. – 2025. – № 4. – С. 54 – 65.

[6-М]. Изатуллозода Р. Идоракунии партовҳо: аз мушкилот то рушди сабз /Р.Х. Изатуллозода // Паёми донишгоҳи омӯзгорӣ. Бахши илмҳои табиӣ. №3. – Душанбе: ДДОТ, 2025. –С. 13-19. ISSN: 2707-9996

[7-М]. Изатуллозода Р.Х. Таъсири технологияи нав ба раванди коркарди партовҳои истеҳсолӣ / Р.Х. Изатуллозода // Илм ва инноватсия. Бахши илмҳои геологӣ ва техникӣ. №2. – Душанбе: ДМТ, 2025. – С. 147-152. ISSN: 2664-1534

[8-М]. Изатуллозода Р. Омӯзиши таҷрибаи хоричии идоракунии партовҳои саҳти коммуналӣ/ Р.Х. Изатуллозода // Илм ва инноватсия. Бахши илмҳои геологӣ ва техникӣ. №1. – Душанбе: ДМТ, 2025. – С. 221-227. ISSN: 2664-1534

[9-М]. Изатуллозода Р. Механизми экологӣ-иқтисодии коркарди партовҳо ҷиҳати гузариш ба иқтисоди даврӣ / Ф.Р. Шарофзода, Ф.П. Арабов, Р.Х. Изатуллозода // Экономика и туризм: тенденции и перспективы. – 2026. – №. 1(9). – С. 282-296.

Нахустпатент

[10-М]. Изатуллозода Р. Малый патент Республики Таджикистан № ТЈ 1629. Керамическая масса для производства кирпича // Изатуллозода Р. (ТЈ); Бобоев Ҳ.Б. (ТЈ); Зоиров Ф.Б. (ТЈ). // Республика Таджикистан. Патентное ведомство. На изобретение выдан малый патент № ТЈ 1629. Душанбе: 2025.: Заявление №2502074.

Фишурдаи мақолаҳои дар маводҳои конференсияҳои ҷумҳуриявӣ ва байналмилалӣ навиштаҷод

[11-М]. Изатуллозода Р. Химические исследования состава сталеплавильных шлаков, образующихся на ГУП «Корхонаи машинсозӣ» для использования в производстве строительных материалов / Р. Изатуллозода // Международная научно-практическая конференция “Шёлковый путь: сотрудничество через призму туризма” сборник материалов. Часть 2 –Ташкент, 2024 г. – С. 803-805.

[12-М]. Изатуллозода Р. Использование техногенных отходов для строительных материалов / Х.Б. Бобоев, Р.Х. Изатуллозода // Материалы международной научно-практической конференции “Актуальные проблемы развития текстильной промышленности РТ в период ускоренной индустриализации” ТТУ им. акад. М.С. Осими. Душанбе, 2024. – С. 42-45.

[13-М]. Изатуллозода Р. Сталеплавильные шлаки как перспективное вторичное сырьё для производства строительных материалов / Р.Х. Изатуллозода // Республиканской научно-практической конференции «Естественные науки в эпоху перемен: вызовы и решения» - Душанбе, МГУ, 2025г. – С. 60-63.

[14-М]. Изатуллозода Р. Утилизация шлаков сталеплавильного производства для получения вяжущих материалов / Х.Б. Бобоев, Р. Изатуллозода, Ф.Б. Зоиров // Политехнический вестник. Серия: Техника и общество. – 2025. – № 1(9). – С. 16-18.

[15-М]. Изатуллозода Р. Иқтисоди даврӣ ҳамчун омилҳои асосии идоракунии устувори партовҳои маишӣ ва ҳифзи муҳити зист / Ф. Р. Шарофзода, Ф. П. Арабов, Р. Х. Изатуллозода // Рушди энергияи сабз ҳамчун омилҳои таъмини ҳадафҳои стратегии ҷумҳурий: Маводи конференсияи ҷумҳуриявӣ илмӣ-амалӣ, Душанбе, 22 декабри 2025 года. – Дешанбе: Донишгоҳи байналмилалӣ сайёҳӣ ва соҳибкорӣ Тоҷикистон, 2026. – С. 209-216.

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ТАДЖИКИСТАНА
Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии

УКД 691.3:669.184:504 (575.3)

На правах рукописи



ИЗАТУЛЛОЗОДА Рамазон Хайрулло

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ
ШЛАКОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ (НА ПРИМЕРЕ
ГУП «Коргохи машинасози»)**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD)-доктора по
специальности 6D060800 – Экология

(6D060803 – Экология (технические науки))

Работа выполнена в отделе экологии Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ.

- Научный руководитель:** **Зоиров Фируз Бахронович**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности и экология» Таджикского технического университета имени академика М. С. Осими
- Официальные оппоненты:** **Рузиев Джура Рахимназарович**, доктор технических наук, профессор кафедры прикладной химии Таджикского национального университета
Рахимов Илхомиддин Мирзоевич, кандидат технических наук, заведующий лабораторией «Комплексная переработка сырья и промышленных отходов» Института химии имени В.И. Никитина НАН Таджикистана
- Ведущая организация:** Государственное унитарное предприятие «Научно - исследовательский институт строительства и архитектуры» Комитета по архитектуре и строительству при Правительстве Республики Таджикистан

Защита диссертации состоится «15» сентября 2026 года в «16³⁰» часов на заседании диссертационного совета 6D.КОА-091 при Таджикском техническом университете имени академика М.С. Осими по адресу: 734042, г. Душанбе, ул. академиков Раджабовых, 10а. E-mail: hboboev1967@gmail.com тел.: (+992) 933101167.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке и на сайте Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими www.ttu.tj.

Автореферат разослан «__» _____ 2026 года

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат технических наук



Бобоев Х.Б

Введение

Актуальность темы исследования. Реализация Государственной экологической программы Республики Таджикистан на 2023–2028 годы, утверждённой постановлением Правительства Республики Таджикистан от 1 марта 2023 года, № 53, а также Стратегии развития строительной отрасли Республики Таджикистан на период до 2030 года, утверждённой постановлением Правительства Республики Таджикистан от 27 апреля 2022 года, № 203, направлена на принятие комплекса мер по охране окружающей среды, рациональному использованию природных ресурсов, улучшению состояния окружающей среды и обеспечению экологической безопасности в долгосрочной перспективе. Поэтому, изучение замены части основных строительных материалов и ресурсов на образующиеся отходы предприятий для улучшения строительно-технических свойств полученного изделия с целью решения экологических вопросов по утилизации отходов сталеплавильного производства является одним из наиболее востребованных направлений для исследования.

Актуальность работы связана со всесторонней переработкой отвалных сталеплавильных шлаков, увеличением сырьевой основы для изготовления строительных материалов и уменьшением экологической нагрузки на окружающую среду.

Объектом рассмотрения в настоящем исследовании являются керамический кирпич, бетонные блоки и тротуарная плитка, изготовленные с применением сталеплавильного шлака на базе ГУП «Коргохи машинасози», физико-механические свойства которых соответствуют требованиям строительных нормативов.

Таким образом, решение данной экологической проблемы возможно через разработку и внедрение технологий комплексной переработки отходов и перевода предприятий строительных отраслей на переработку и применение металлургических отходов, которые обеспечивают экологическую безопасность производимых продукции

Степень научной разработанности изучаемой проблемы.

В изучении сталеплавильных шлаков и использования отходов промышленности для производства строительных материалов и изделий внесли свой вклад многие таджикские и зарубежные учёные и исследователи: Горшков Р.К. [1], Пугин К.Г. [2], Большина Е.П. [3], Бельский С.С. [4], Шаповалов Н.А. [5], Панковец А.М. [6], Ву К.З. [7], Рыщенко М.И. [8], Аксенова Л.Л. [9], Корнеева Е.М. [10], Гусева Ю.О. [11], Ляпкин А.А. [12], Бобоев Х.Б., Насруллоев Ф. Х. [13] и др.

Проведенные исследования показывают высокую эффективность применения техногенных отходов в качестве вторичного сырья при производстве строительных материалов. Большое изменение состава образующихся шлаков черной и цветной металлургии предполагает использование индивидуального подхода к исследованию.

Связь исследования с программами (проектами) и научной тематикой.

Основой для выполнения исследований по выбранной теме являются:

- Постановление Правительства Республики Таджикистан «Государственная экологическая программа Республики Таджикистан на 2023-2028 годы» (от 1 марта 2023 года, №53).

- Постановление Правительства Республики Таджикистан «Стратегия развития строительной отрасли Республики Таджикистан на период до 2030 года» (от 27 апреля 2022 года, №203).

Работа выполнена в лаборатории экологии Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ и учебно-научно-производственной лаборатории кафедры промышленного и гражданского строительства Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью исследования является обеспечение экологической безопасности путем утилизации накопленных промышленных отходов и практическое подтверждение возможности и целесообразности использования сталеплавильных шлаков для получения строительных материалов и изделий.

Задачи исследования.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Проанализировать физико-химический, гранулометрический и радиационный состав и свойства глинистого сырья Вахдатского месторождения и сталеплавильных шлаков ГУП «Коргохи машинасози».
2. Исследовать строительно-технические свойства полученного материала: керамический кирпич, бетонный блок, тротуарная плитка.
3. Определить параметры производства керамического кирпича при различной температуре обжига в туннельной печи ООО «Аква» и оценить огневую усадку керамического кирпича при процентном содержании сталеплавильного шлака.
4. Разработать принципиальную технологическую схему производства для изготовления строительных материалов (керамический кирпич, бетонный блок, тротуарная плитка) на основе сталеплавильных шлаков и определить эколого-экономическую эффективность выпускаемой продукции (керамического кирпича).

Объект исследования - строительные материалы и изделия на основе сталеплавильного шлака на примере ГУП «Коргохи машинасози».

Предмет исследования - изучение строительно-технических свойств материала (керамического кирпича, бетонных блоков, тротуарной плитки) на основе сталеплавильного шлака.

Научная новизна исследования заключается в определении состава и технологических принципов получения строительных материалов с использованием сталеплавильного шлака в ГУП «Коргохи машинасози»:

1. Изучены физико-химический, гранулометрический и радиационный состав и свойства глинистого сырья Вахдатского месторождения и сталеплавильных шлаков ГУП «Коргохи машинасози».
2. На основании экспериментальных исследований установлен оптимальный состав вяжущих компонентов и эффективность применения сталеплавильного шлака при производстве строительных материалов (керамический кирпич, бетонный блок, тротуарная плитка).
3. Определён оптимальный состав керамических смесей на основе глины Вахдатского месторождения с различным содержанием сталеплавильного шлака без использования угольных добавок.
4. Исследованы строительно-технические свойства полученных материалов, а также огневая усадка керамического кирпича в зависимости от процентного содержания сталеплавильного шлака.
5. Предложено изготавливать строительные материалы и изделия с высокими показателями качества и строительно-техническими свойствами при снижении затрат на основное сырье, а также решения проблемы утилизации шлакоотвалов сталеплавильного и металлургического производства, которая защищена патентом Республики Таджикистан (Керамическая масса для производства кирпича, № ТЈ 1629, 2025 г).

Теоретическая и научно-практическая значимость исследования.

Теоретическая значимость исследования заключается в разработке составов композиционных материалов на основе глины Вахдатского месторождения, цемента и сталеплавильных шлаков ГУП «Коргохи машинасози». Предложен подход к оптимизации технологии получения строительных материалов на основе сталеплавильного шлака. Выявлены возможности решения экологических вопросов по утилизации сталеплавильных шлаков и экономии природных ресурсов на производстве строительных

материалов. Теоретические положения диссертационной работы и результаты экспериментальных исследований используются в учебном процессе при подготовке инженеров, бакалавров и магистров по направлению: «Строительство дорог и аэродромов», «Производство строительных материалов, изделий и конструкций», «Инженерная защита окружающей среды» различных ВУЗов Таджикистана.

Научно-практическая значимость результатов исследования состоит в следующем:

1. По полученным результатам исследования определены состав и свойства сырья и сталеплавильного шлака. Рекомендованы области их использования при получении строительных материалов (керамический кирпич, бетонный блок, тротуарная плитка).

2. Результаты исследований физико-химического, гранулометрического и радиационного состава, а также гидравлической активности отвальных сталеплавильных шлаков могут быть использованы в разработке технологии утилизации отходов в других металлургических предприятиях.

3. Экспериментально подтвержден оптимальный состав вяжущих веществ с использованием сталеплавильных шлаков в производстве керамического кирпича, бетонных блоков и тротуарной плитки.

4. Реализация результатов работы на предприятиях по производству бетонных блоков, тротуарной плитки и керамического кирпича с улучшенными характеристиками позволит снизить экологический ущерб окружающей среде за счет использования сталеплавильных шлаков, повысить эффективность переработки сталеплавильных отходов и рационального использования природных ресурсов при производстве строительных смесей.

Положения, выносимые на защиту.

1. Результаты исследований физико-химического, гранулометрического, радиационного состава и свойств глинистого сырья и сталеплавильных шлаков, физико-механических испытаний образцов строительных материалов, основой которых является сталеплавильный шлак.

2. Результаты процесса обжига керамического кирпича при различной температуре в туннельной печи ООО «Аква» и определение огневой усадки глинистого сырья с процентным содержанием сталеплавильного шлака.

3. Технологическая схема производства строительных материалов на базе сталеплавильных шлаков и эколого - экономическую оценку выпускаемой продукции.

Степень достоверности результатов. Достоверность результатов обусловлена использованием современных методов теоретических и экспериментальных исследований. Свойства сырьевых материалов и полученных изделий определялись согласно стандартным методикам. Основная часть экспериментов проведена с использованием материалов, приборов и оборудования, применяемых в лаборатории «Строительные конструкции и строительные материалы» ОАО «Научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт САНИИОСП», лаборатории «Материалы, технологии и организация строительства» Таджикского технического университета имени акад. М.С. Осими, учебно-научно-производственной лаборатории кафедры промышленного и гражданского строительства, а также на кафедре «Безопасность жизнедеятельности и экология» Таджикского технического университета имени акад. М.С. Осими. Испытание образцов полученных строительных материалов (керамического кирпича) защищена патентом Республики Таджикистан (Керамическая масса для производства кирпича, № ТЖ 1629 от 30 октября 2025 года).

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Тема диссертационной работы соответствует пункту 4 паспорта специальности 6D060803 Экология (технические науки) в области промышленности: 4.9. «Разработка систем управления производственными и потребительскими отходами на промышленных предприятиях» и 4.12. «Экологический анализ и оценка объектов хранения отходов,

негативное воздействие объектов хранения отходов на природную среду (воздух, вода, почва, растение) в регионе, восстановление (рекультивация) объектов хранения отходов и научной разработки предотвращения ее воздействия».

Личный вклад соискателя ученой степени в исследования.

Личный вклад автора выражается в постановке и реализации задач исследования, анализе и систематизации литературных данных, анализе и обобщении результатов исследований, выполнении лабораторных экспериментов, формулировке основных выводов и положений диссертации. Кроме того, прямой вклад диссертанта заключается в определении оптимальной дозировки сталеплавильного шлака в производстве керамического кирпича на ООО «Аква», в цементную смесь для получения бетонных блоков с допустимыми показателями прочности.

Апробация и реализация результатов диссертации. Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на: ежегодных научно-практических конференциях, проходивших в ТТУ им. академика М.С. Осими (2024-2025 г.), на республиканской научно-практической конференции «Естественные науки в эпоху перемен: проблемы и решения» филиала Московского государственного университета (Душанбе, 2025 г.), международной научно-практической конференции «Шелковый путь: сотрудничество через призму туризма» (Ташкент, 2024 г.), республиканской научно-практической конференции «Развитие зеленой энергетики как фактор обеспечения стратегических целей республики» Международного университета туризма и предпринимательства Таджикистана (2025 г.).

Публикации по теме диссертации. По теме диссертации опубликовано 15 работ, в том числе 9 статей, опубликованные в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан, и 5 в материалах научных конференций, и 1 малый патент Республики Таджикистан на изобретение.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа включает введение, четыре главы, основные выводы, перечень использованной литературы, состоящий из 130 наименований и приложений. Работа изложена на 194 страницах, в которой приведены 20 таблиц и 52 рисунка.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи работы, представлены научная новизна и значимость полученных результатов, раскрыто их практическое значение и области применения, а также приведены сведения об апробации результатов, структуре и объёме диссертации.

Глава 1. Влияние металлургических (сталеплавильных) отходов на окружающую среду и использование производственных отходов в строительной отрасли (обзор литературы).

Первая глава содержит аналитический обзор литературы по проблеме утилизации сталеплавильных и металлургических шлаков. Шлаки сталеплавильного производства являются продуктами окисления исходных материалов.

«Современное металлургическое предприятие по производству черных металлов включает следующие основные стадии: производство окатышей и агломерата, переработку или переплавку металлолома, коксохимическое производство, доменные печи, электродуговые и индукционные печи для выплавки металла.

Вышеуказанные технологические процессы являются основными источниками загрязнения окружающей среды и вследствие образования значительного количества отходов в виде газов, пыли и шлаков, содержащих различные химические вещества, оказывают существенное воздействие на атмосферный воздух, воду, почву и биологическую среду. Кроме того, твердые отходы сталеплавильных предприятий занимают значительные производственные площади и полигоны для размещения отходов,

в связи с чем экологическая безопасность и переработка отходов в течение всего производственного цикла должны обеспечиваться на должном уровне» [1].

В сталеплавильном производстве, особенно в черной металлургии, в ходе технологических процессов образуется значительное количество твердых промышленных отходов, таких как шлак и зола. Эти отходы являются одним из основных факторов загрязнения окружающей среды и оказывают существенное негативное воздействие на состав почвы и растительность.

Отходы сталеплавильного производства содержат большое количество тяжелых металлов, соединений серы, азота и других токсичных веществ, которые при попадании в окружающую среду изменяют физические и химические свойства почвы.

Экологическая опасность данных отходов зависит от совокупности многих факторов и, прежде всего, включает их физическое состояние, химический состав и наличие экотоксикантов. Эти промышленные отходы часто содержат опасные для человека и экосистем элементы, а также опасные химические вещества, включая соединения мышьяка, серы, фосфора и неорганические тяжелые металлы (цинк, свинец и кадмий).

В настоящее время на сталеплавильных предприятиях мира образуется около 3 млн тонн твердых отходов (шлака и золы), из которых перерабатывается около 90%.

Металлургическая промышленность является одной из отраслей с наиболее вредными условиями труда, а отходы сталеплавильных предприятий оказывают существенное воздействие на окружающую среду и здоровье населения промышленных зон городов.

«Химический состав шлаков зависит от сталеплавильного процесса, типа сырья, химического состава выплавляемого металла. В их состав может входить до 30 различных химических элементов, преимущественно в виде оксидов, среди которых в наибольшем количестве содержатся SiO_2 , Al_2O_3 , FeO , CaO , MgO , а в меньших количествах присутствуют Fe_2O_3 , MnO_2 , P_2O_5 , V_2O_5 и др» [2, 3, 4, 5]. Основными потребителями данных отходов являются промышленность строительных материалов и дорожное строительство.

Шлаки и другие отходы сталеплавильного производства являются хорошими сорбентами для очистки сточных вод от органических соединений. Все методы переработки сталеплавильных и металлургических шлаков опираются на добавлении небольшого его количества к различным строительным материалам.

Зарубежные страны с развитой металлургической промышленностью перерабатывают все доменные шлаки и значительную часть сталеплавильных шлаков. В настоящее время в мире перерабатывается до 90% доменных и сталеплавильных шлаков. Исходя из вышеизложенного, проведенный анализ литературы позволяет предложить для переработки и утилизации сталеплавильных шлаков рассматривать его как источник силикатного сырья (окислов кремния, алюминия, железа, кальция, магния, марганца, серы и др.).

В результате изучения литературы сформулированы теоретические предпосылки и основные направления исследований.

Глава 2. Характеристика, применяемых материалов и методов исследования.

Во второй главе приведены основные физико-химические характеристики сырьевых материалов: глины Вахдатского месторождения и шлака сталеплавильного производства ГУП «Коргохи машинасози».

Приведены физико-механические методики экспериментов, которые применялись в исследовании. Работа выполнена с применением современных методов исследования с помощью гамма-спектрометрического, рентгенофазового анализа, химического (титриметрический метод определения SiO_2 и Fe_2O_3) и других методов анализа.

Диссертационное исследование ориентировано на комплексный анализ физического, химического, минералогического и гранулометрического составов

глинистого сырья и сталеплавильного шлака, направленный на создание эффективного строительного материала.

Важную роль в процессах спекания глинистого сырья играет его минералогический состав. Глина Вахдатского месторождения представляет собой горную породу, в состав которой входят кварц (48,94 %), каолинит (21,26%), магнезит (6,15%), кальцит (5,45%) и другие минералы, обуславливающие её пластические свойства.

Гранулометрический состав глин по содержанию фракции менее 0,25 мм – 23,15 % и фракции менее 1,0 -2.0 мм составляет 42,18 % и исследуемое сырьё относится к сырью с песчаной фракцией (1-0,05 мм).

Гранулометрический анализ проб глины Вахдатского месторождения показывает, что проба содержит больше частиц размером <0,05 мм, что говорит об ее относительно высокой дисперсности.

Был проведен химический анализ используемых сырьевых компонентов (глина + шлак), результаты которого представлены в таблице 1.

Таблица 1. Усреднённый химический состав глины Вахдатского месторождения и сталеплавильного шлака ГУП «Коргохи машинасози»

Показатель	Содержание оксидов, мас. %							
	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	ППП
Глина Вахдатского месторождения	59,0	14,6	6,7	7,5	5,3	1,4	2,1	2,0
Сталеплавильный шлак	48,0	1,63	-	3,12	47,0	0,13	0,25	-

Из данных таблицы 1 следует, что химический состав глины Вахдатского месторождения и сталеплавильного шлака ГУП «Коргохи машинасози» характеризуется повышенным содержанием оксида железа (Fe₂O₃ - до 47 %) и диоксида кремния (SiO₂ - до 48 %).

Шлак представляет собой отход сталеплавильного производства, имеющий цвет от темно-серого до черного и пористую структуру. Гранулометрический состав шлаков характеризуется содержанием в нем фракций 0,5 – 2,5 мм. Оптимальный зерновой состав смеси для использования в качестве заполнителя характеризуется содержанием в нем фракций менее 0,14 мм – 5,7-8,5 %; 0,14-0,63 мм- 30-35 %; 0,63-5 мм- 55-65 %.

При изготовлении керамического кирпича и иных строительных материалов с использованием шлаков сталеплавильного производства приоритетной задачей является интенсификация их гидравлической активности, для чего на основе полученных данных определён модуль кислотности (М) сталеплавильного шлака. Расчётные значения показали, что его химический состав имеет значительные колебания от кислого с модулем основности $M_0 = 0,02 - 0,04$. Модуль активности также меняется в широких пределах $M_a = 0,05 - 0,08$. Поэтому, в соответствии с ГОСТ 3476-74, модуль активности шлака, соответствует 3 сорту.

Радиационная безопасность строительных материалов, а также их компонентов, является одной из важнейших характеристик данных материалов. Вид строительных материалов, используемых в строительстве, имеет большое значение для потребителей, поскольку определяет, могут ли данные материалы применяться для внутренних строительно-отделочных работ или допускаются только для использования во внешних конструкциях зданий.

«Обычно для определения удельной активности природных радионуклидов из строительных материалов отбираются образцы и исследуется удельная активность трех основных радиоактивных элементов - радия-226, тория-232 и калия-40» [6, 7]. Критерием оценки служит эффективная удельная активность (Аэфф), в соответствии с которой

материал относится к 1, 2 или 3 классу и определяются возможные направления его применения. Эти данные в обязательном порядке указываются в санитарно-гигиенических сертификатах строительных материалов.

В данной работе исследованию подвергались отходы (сталеплавильные шлаки), образующиеся на ГУП «Коргохи машинасози». Отбор образцов исследуемого материала осуществлялся в соответствии с установленными рекомендациями. Разделение образцов по гранулометрическим фракциям проводилось с использованием комплекта сит. Были выделены следующие фракции: 2,25-2,5 мм и 0,5-1,2 мм.

Результаты исследований, проведённых в лаборатории технических услуг Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАНТ, показали, что исследуемые сталеплавильные шлаки не подвержены распаду, обладают устойчивой структурой и характеризуются низкими значениями суммарной удельной эффективной активности естественных радионуклидов ($A_{эфф} = 25,24$ Бк/кг). Указанный показатель соответствует гигиеническим нормативам, что позволяет отнести данный материал к I классу и рекомендовать его для применения в производстве строительных материалов в соответствии с требованиями СП 2.6.1.798-99, ГОСТ 30108-94 и СанПиН 2.6.1.2523-09, при нормативном значении не более 370 Бк/кг.

Описаны стандартные физико-механические методы испытаний образцов полученных материалов, принятых в Республике Таджикистан: определение внешнего вида образцов, водопоглощения исследуемого материала, прочности образцов на сжатие и изгиб. Испытания на прочности бетона и керамического кирпича (при сжатии и изгибе) проводились в соответствии с требованиями ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам», ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камни керамические. Общие технические условия» и ГОСТ 8462-85 «Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе».

Глава 3. Исытание физико-механических свойств образцов полученных строительных материалов.

В третьей главе представлены результаты экспериментальных исследований, включающие строительно-механические испытания образцов керамического кирпича, изучение его свойств при различных температурах обжига и различном процентном содержании сталеплавильного шлака, а также определение огневой усадки глинистого сырья в зависимости от содержания сталеплавильного шлака и исследование физико-механических свойств бетонных блоков и тротуарной плитки. В исследовании в качестве заполнителя в составе строительных смесей для изготовления бетонных блоков, тротуарной плитки и керамического кирпича использовались сталеплавильные шлаки ГУП «Коргохи машинасози» как вторичное сырьё, что позволило обеспечить утилизацию отходов и повысить уровень экологической безопасности.

Комплекс физико-механических испытаний образцов керамического кирпича, изготовленных из глинистого сырья, применяемого на ООО «Аква», с добавлением сталеплавильных шлаков проведён в лаборатории строительных материалов ОАО «Научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт САНИИОСП» (г. Душанбе).

«Формовочные свойства образцов оценивались со стандартными требованиями ГОСТ 21216-2014 с целью установления возможности использования глинистого сырья в производстве керамического кирпича» [8]. Готовые образцы подвергались физико-механическим испытаниям в соответствии с требованиями ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камни керамические. Технические условия». Испытания образцов кирпича на сжатие и изгиб проводились по ГОСТ 8462-85 «Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе».

По итогам выполненных опытов до начала смешивания шлак и глину, согласно технологической схеме завода ООО «Аква», подвергали измельчению. Добавки сталеплавильного шлака вводились в 1 м^3 (1800 кг) массы глины в количестве: 2,5; 7,5; 15

и 30 кг. без добавки угля. Образцы керамического кирпича, изготовленные из заданных связующих смесей и имеющих габариты 250×120×65 мм, подвергались естественному твердению в нормальных условиях на протяжении недели (7 суток) при средней температуре 27 °С перед началом этапа обжига. Образцы подвергались обжигу с достижением максимальной температуры 900 °С. Остывание кирпичей происходило совместно с печью.

В результате исследования получены следующие данные: внешний вид, номинальные размеры кирпича, предельные отклонения размеров, толщина изделий, пустот. Габаритные размеры продукции контролировались с использованием металлической линейки, соответствующей стандарту ГОСТ 427, и штангенглубиномером, изготовленным в соответствии с требованиями ГОСТ 166. Допустимая погрешность измерений составляла ±1 мм. После этого обожженные образцы подвергали испытаниям на изгиб и сжатие.

«Расчет предельной прочности керамического кирпича на изгиб и сжатие проводился на основе среднего арифметического показателя пяти тестов для каждой партии из пяти образцов, с погрешностью не более 0,05 МПа (0,5 кгс/см²). При этом предел прочности при сжатии определялся с шагом 0,1 МПа (1 кгс/см²) путем анализа результатов всех образцов в комплекте» [8]. Испытания выполнялись на раздавливающем прессе ПГМ-100МГ4 (рисунок 1), а экспериментальные данные представлены в таблице 2.



Рисунок 1. Образцы керамического кирпича до и после раздавливания

На основании полученных экспериментальных данных (таблица 2) была построена зависимость прочности на изгиб керамического кирпича от содержания сталеплавильного шлака в составе (рисунок 2).

Таблица 2 - Результаты исследований

№	Содержание компонента на 1м ³ массы глины	Размеры и правильность формы кирпича, мм	Дефекты внешнего вида кирпича	Средний предел прочности, кгс/см ²	Средний предел изгиба, кгс/см ²	Плотность, кг/м ³

1	Глина + уголь (без добавки шлака)	250x120x65	-	76,50	25,80	1465
2	Глина + шлак (2,5кг)	250x120x65	-	84,19	34,43	1470
3	Глина + шлак (7,5кг)	250x120x65	-	80,73	27,69	1468
4	Глина + шлак (15кг)	250x120x65	-	101,45	40,15	1476
5	Глина + шлак (30кг)	250x120x65	-	74,71	22,76	1465

Анализ экспериментальных данных, представленных на рисунке 2, показывает, что при добавлении до 15 кг сталеплавильного шлака на 1 м³ глиняной массы прочность керамического кирпича составляет 102,21-105,96 кгс/см², а предел прочности на изгиб - 36,96–43,35 кгс/см². «Согласно требованиям, ГОСТ 530–2012 (п. 5.2.3, табл. 7), такой кирпич соответствует марке М100» [9]. Более высокое содержание сталеплавильного шлака (свыше 20 кг на 1 м³ глины) не удовлетворяет требованиям указанного стандарта. Падение прочностных характеристик образцов обусловлено слабой реакционной способностью шлака. При обжиге в температурном режиме до 950 °С его структура практически не участвует в физико-химических превращениях, в результате чего формируются слабо связанные разрозненные агрегаты, обладающие пониженной прочностью.

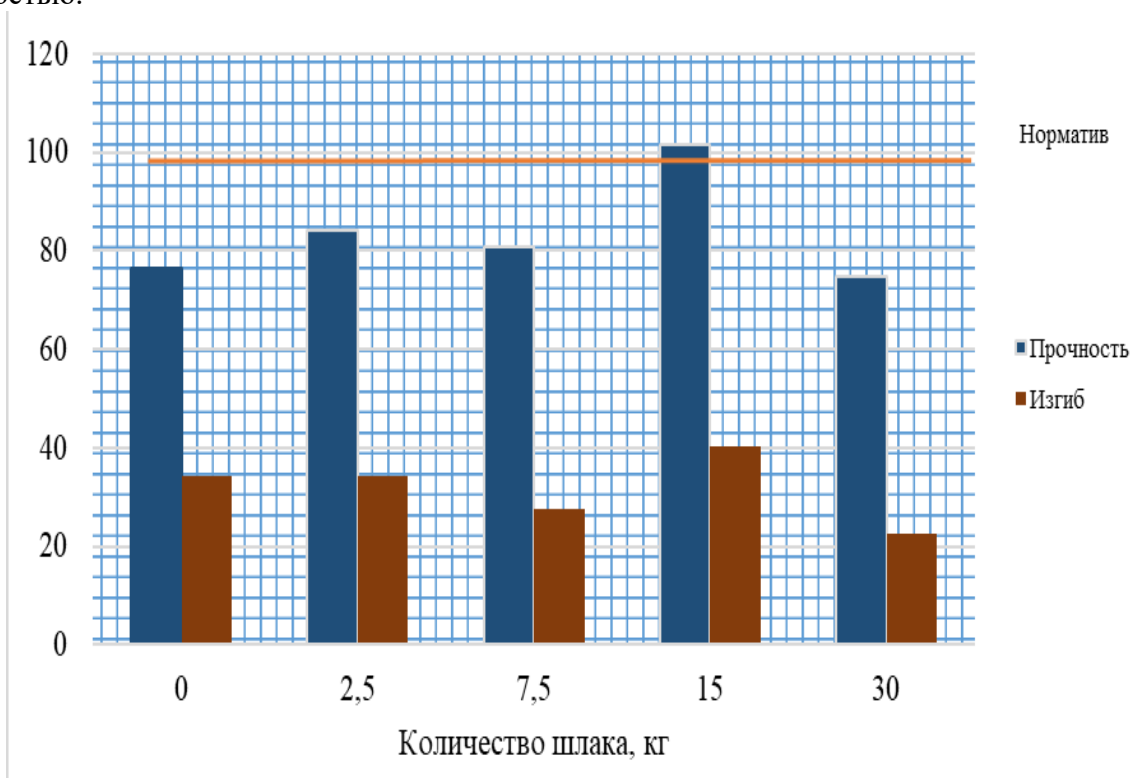


Рисунок 2. Зависимость прочности и изгиба керамического кирпича от содержания сталеплавильного шлака.

Тем не менее, учитывая экологические и экономические факторы, замена части природной глины и угля на 15–20 кг сталеплавильного шлака на 1 м³ массы глины

позволяет получить кирпич марки М100, пригодный для промышленного применения. Анализ зависимости изменения физико-механических свойств образцов (табл. 2) показал, что их средняя плотность возрастает с увеличением количества шлака в составе керамического вяжущего.

В соответствии с нормативными требованиями (п. 5.2.4 ГОСТ 530–2012) водопоглощение для различных видов строительных изделий не должно быть менее 6% по массе что является важной характеристикой качества процесса спекания. Водопоглощение полнотелого керамического кирпича пластического формования составило в среднем 23,07 %, что соответствует требованиям указанных нормативных документов (рисунок 3).

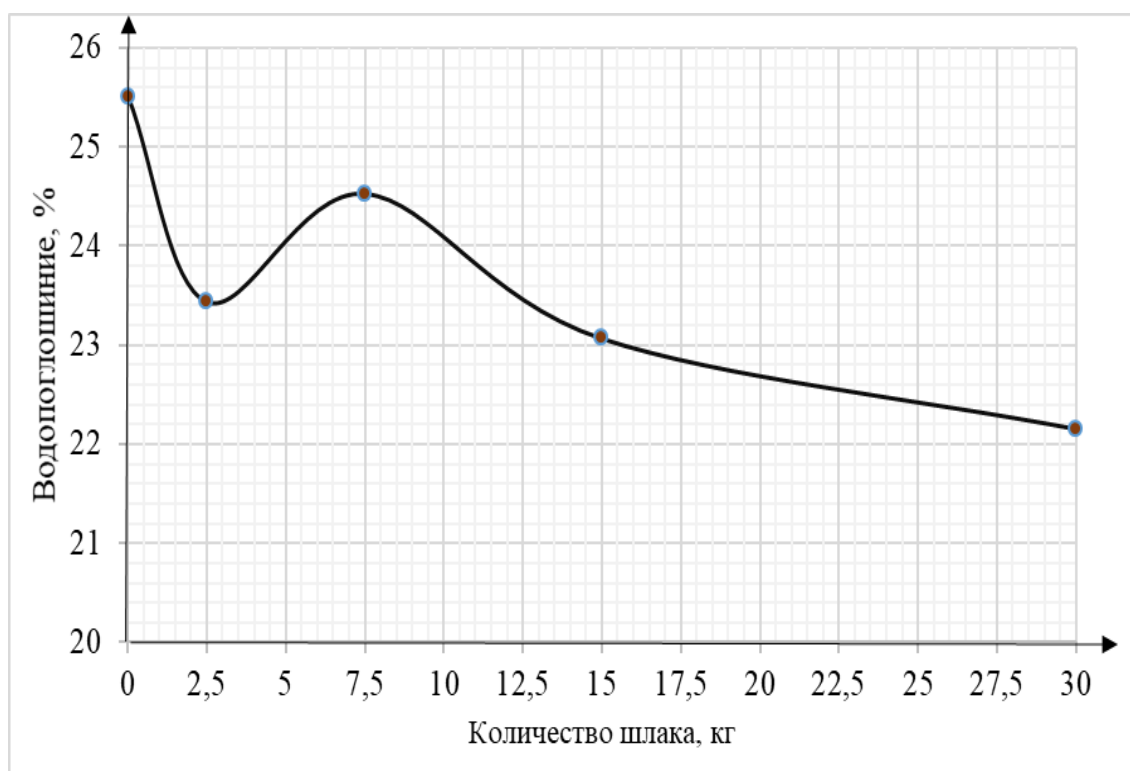


Рисунок 3. Зависимость водопоглощения керамических образцов от количества вводимого сталеплавильного шлака

Сталеплавильный шлак металлургического производства, введенный в керамическую массу на основе глины месторождения Вахдат, даже в количестве 10-15 кг снижает трещинообразование, водопоглощение и повышает прочность кирпича и исключает различные виды брака на изделиях.

Таким образом, в результате проведения эксперимента установлены возможности использования сталеплавильного шлака на производства керамического кирпича. Данное сырье рекомендуется после соответствующего тонкого помола (фракций до 0,5 мм).

Исследование керамического кирпича в зависимости от температуры обжига и процентного содержания сталеплавильного шлака.

Ключевые физико-химические характеристики керамики, такие как плотность, устойчивость к замораживанию и прочность, формируются непосредственно в ходе обжига. Данный процесс сопровождается одновременным протеканием обмена теплом и веществом, а также физико-химических и фазовых преобразований, включающих реакции с поглощением и выделением тепла. Процесс обжига керамического кирпича в туннельной печи ООО «Аква» по температурному режиму разделён на три зоны: подготовительную, обжиговую и охлаждения. Схема обжигательного канала туннельной печи приведена на рисунке 4.

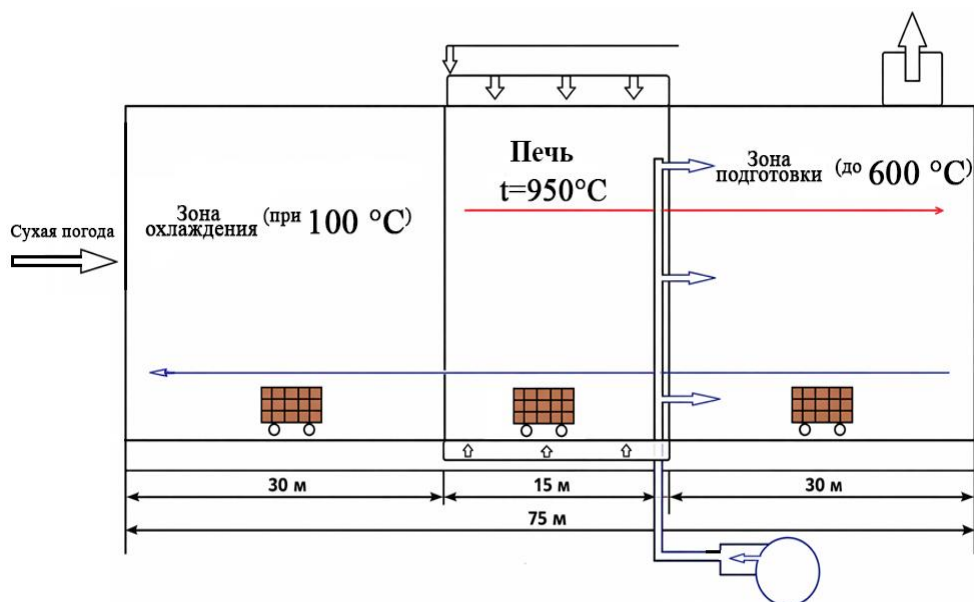


Рисунок 4. Технологическая схема обжига керамических кирпичей в туннельной печи

Геометрические размеры печного канала варьируются в значительных пределах в зависимости от производительности предприятия: длина – до 75м, ширина – до 5м. Важной задачей стал подбор режима сушки. Естественная сушка проводится в специализированных сушильных сооружениях (навесах), в которых сырые изделия размещаются на стеллажах. Продолжительность процесса сушки определяется совокупным воздействием температуры, относительной влажности и скорости движения окружающего воздуха, а также климатическими условиями региона, и при средней температуре 27 °С составляет до 7 суток.

Основной характеристикой обжига керамического кирпича является температурный режим. Во-первых, в течение 4–6 часов осуществляется постепенный прогрев керамического кирпича. Затем в течение 8 часов проводится длительная стадия термической выдержки образцов, после чего следует этап обжига. Максимальная температура обжига в туннельной печи ООО «Аква» составляет в среднем 900-950°C. Температурный график технологического процесса обжига на туннельной печи производства представлен на рисунке 5.

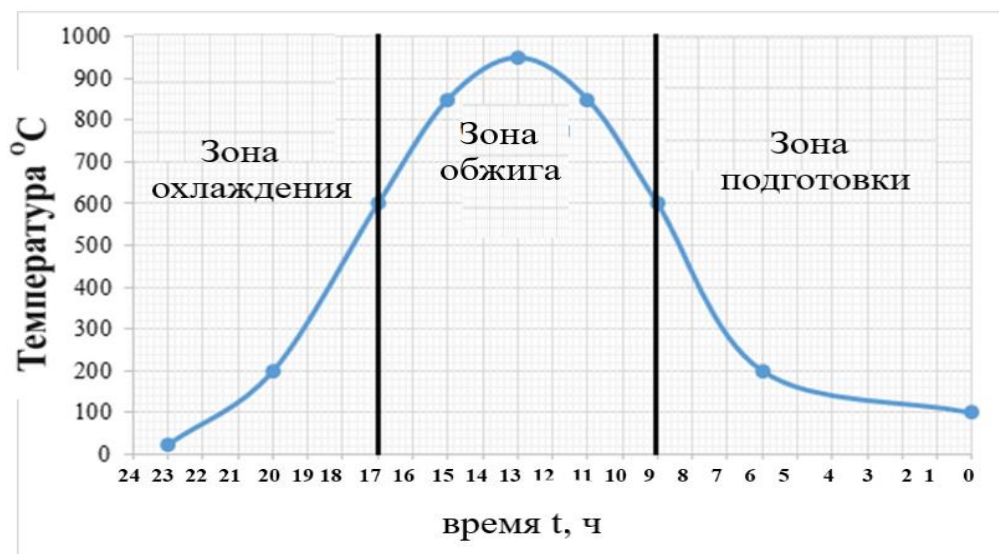


Рисунок 5. Температурный график процесса производства керамического кирпича в туннельной печи ООО «Аква»

Производство кирпича методом обжига протекает в тоннельной печи, функционирующей на твердом топливе (угле). На этапе предварительного нагрева температура поднимается до отметки 300-600 °С, тогда как в основной зоне обжига она удерживается на уровне 850-950 °С. Управление и мониторинг температурного режима осуществляются с помощью термопреобразователей ХА (ДТПК) и прибора регистрации РМТ-39D. В секции охлаждения температура понижается от 600 до 100 °С, при этом параллельно происходит остывание футеровки вагонеток. Общий временной интервал полного технологического цикла составляет свыше суток. Дымовые газы (CO₂, NO_x, SO₂ и др.) отбирают вентилятором, который установлен в конце зоны подготовки, и выбрасываются в атмосферу.

Таким образом, в результате проведенных исследований была установлена, что оптимальная температура обжига керамического кирпича составляет более 950 °С. Результаты исследования продукции ООО «Аква» свидетельствуют, что доля бракованного керамического кирпича в процессе обжига в среднем не превышала 1 % от всего объема выпускаемой продукции.

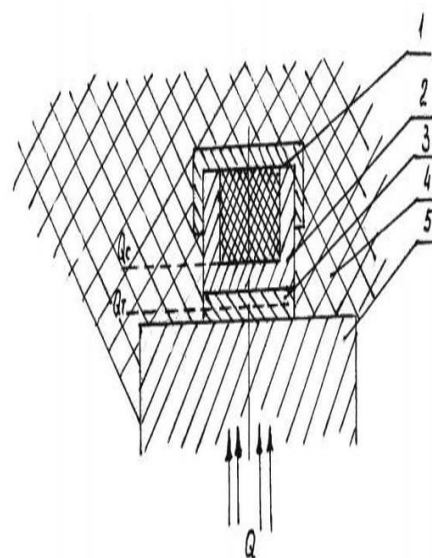
Исследования удельной теплоемкости композиционных материалов: глина + сталеплавильный шлак. Определение теплоемкости композиционных материалов системы глина + сталеплавильный шлак осуществлялась в лаборатории кафедры «Теплотехника и теплоэнергетика» Таджикского технического университета имени академика М.С.Осими.

Прибор для измерения теплоемкости ИТ–Ср–400 используется для определения теплоемкости твердых тел, жидкостей, растворов и сыпучих материалов, а также, волокнистых веществ при разных диапазонах температуры.

Принцип работы прибора основан на методе сравнения динамического калориметра с тепломером и адиабатической оболочкой (рис. б) то есть, монотонного разогрева. Надо отметить, что прибор, разработанный профессором Е.С. Платуновым, автоматизирован учеными ТТУ им. акад. М.С. Осими.



а)



б)

Рисунок 6. Внешний вид измерителя типа ИТ–ср–400 (а) и тепловая схема метода динамического с-калориметра (б):

1 - образец испытуемый; 2 - ампула; 3 - тепломер, 4 - оболочка адиабатическая; 5 - основание.

«Исследуемый образец 1, помещается в металлическую ампулу 2, и вместе закрываются крышкой. Верхняя часть прибора с ячейкой за счет теплового потока, подаваемого через тепломер ампуле, монотонно нагревается» [10, 11].

«Скорость нагрева измерительной части установки уточняется величиной напряжения на начальном этапе в зависимости от скорости его изменения. Ячейка, предназначенная для размещения опытных образцов, включает корпус, теплоизолированную разъемную оболочку и ядро, выполненное из металла. Для приготовления материалов использовали мед марки МО 9995 (ГОСТ 97172-82) и порошок сталеплавильного шлака» [11, 12].

В таблице 3 и рис. 7 приведены экспериментальные данные по теплоемкости системы глина + сталеплавильный шлак при интервале температур от 313 до 353 К.

Таблица 3. Теплоемкость (C_p , Дж/кг·К) композиционных строительных материалов системы глина + сталеплавильный шлак при различных температурах

Т, К	313	323	333	343	353
C_p , Дж/(кг·К)	702,14	718,1	727,67	766,1	779,87

Удельная теплоемкость сталеплавильного шлака $C_p = (700 - 783,5)$ Дж/(кг·К).

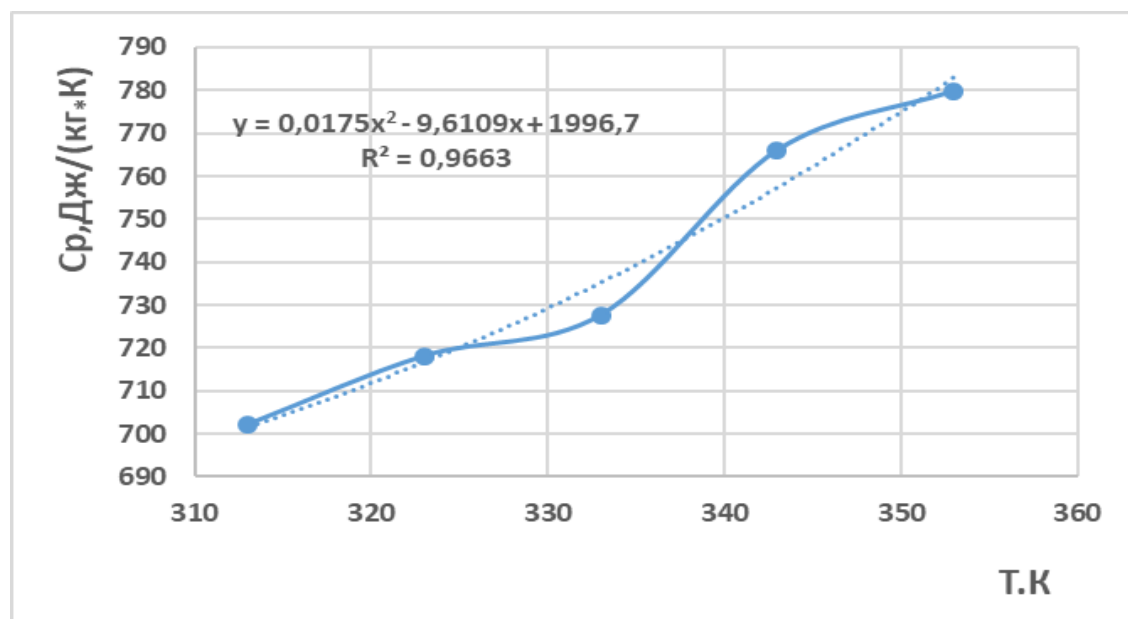


Рисунок 7. Зависимость удельной изобарной теплоемкости (C_p) от температуры (T , К) образца

Как видно из рисунка 7 теплоемкость системы глина + сталеплавильный шлак с ростом температуры увеличивается.

Получена зависимость температурной теплоемкости для шлака в виде следующего уравнения: $C_p = a + bT + cT^2 + dT^3$ (1)

или: $C_p = 0,0175T^2 - 9,6109T + 1996,7$, Дж/(кг·К) (2)

Проверяем погрешность рисунка 7 с учетом уравнения (2)

Т,К	313	323	333	343	353
C_p , Дж/кг·К	702,95	718,14	736,83	759,02	784,71
\sum %	0,13	0,12	1,2	0,92	0,73
0,62%					

Используя выражение (2) с учетом таблицы (3), можно определить температуру охлаждения сталеплавильного шлака с погрешностью не более 0,62%.

Для доказательства, решаем следующими методами: для рисунка 7 уравнение (2) имеет следующий вид:

$$C_p = [(0,0175T^2 - 9,6109T + 1996,7) (-9 * 10^{-6}\tau^2 + 0,0782\tau + 31,915)], \text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К}) \quad (3)$$

Согласно проведенным оценкам, выражение (3) позволяет с доверительной вероятностью 95 % определять удельную изобарную теплоёмкость образца с погрешностью не более 0,47%.

Таким образом, установлено, что при добавлении сталеплавильного шлака в глину удельная теплоёмкость образцов линейно возрастает, в то время как повышение температуры приводит к увеличению теплоемкости образцов.

Определение огневой усадки керамического кирпича. Испытания по определению огневой усадки глинистого сырья проводились в соответствии с требованиями ГОСТ 21216–2014 «Сырьё глинистое». Методы испытаний». Для исследования процесса использовались муфельная печь серии ПМ (400-1000°C). Обжиг проводился при температурах 650 – 950 °С. После обжига оценивалась огневая усадка керамического кирпича (рис. 8).

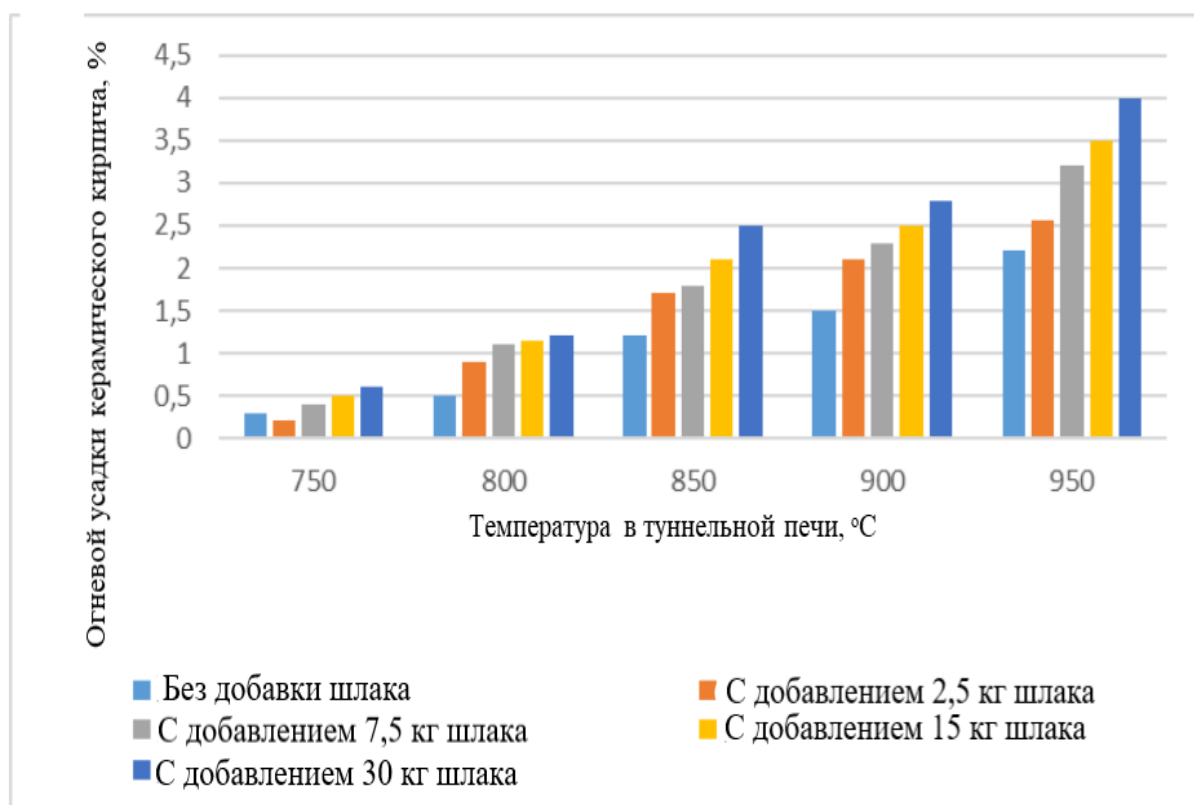


Рисунок 8. Огневая усадка керамического кирпича

Повышение температуры обжига в диапазоне от 750 до 950 °С приводит к уплотнению структуры керамического кирпича, что выражается в уменьшении его водопоглощения (рис. 9). При этом минимальные значения этого показателя фиксируются для образцов, содержащих 20 кг шлака.

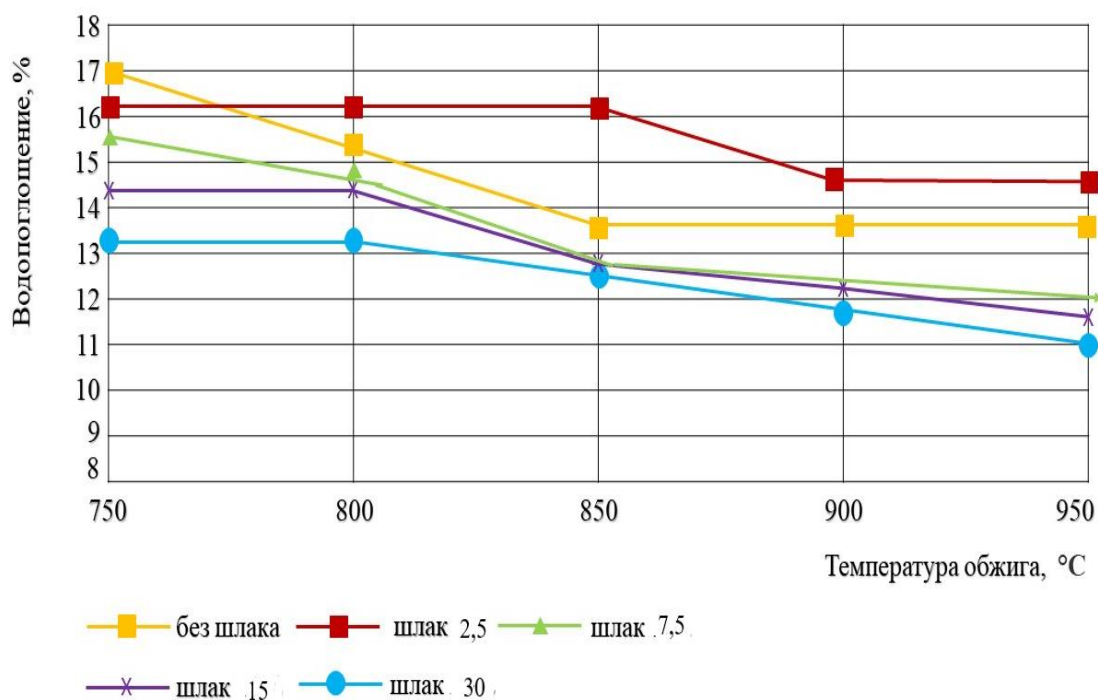


Рисунок 9. Показатели водопоглощения образцов

Таким образом, прочностные характеристики для кармического кирпича определялись для составов с максимальным содержанием сталеплавильного шлака 10–15 %, полученных при температуре обжига 900–950°C.

Физико-механические испытания образцов цементного блока с применением сталеплавильных шлаков.

Изучение свойств бетонной смеси проводилось в соответствии с требованиями ГОСТ 27006-86. «Бетоны. Правила подбора состава», ГОСТ 7473-2010 «Смеси бетонные. Технические условия», ГОСТ 10181-2014 «Смеси бетонные. Методы испытаний» и ГОСТ 18105-2010 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности».

В ходе исследования были выбраны компоненты в следующих процентных соотношениях относительно массы сухого цемента: 20 %, 30 %, 40 % и 50 %. Полученные образцы использовались для определения прочности цементного блока на сжатие и оценки его соответствия техническим требованиям. При указанных соотношениях необходимое количество воды составило 8–9 %. В каждой последующей партии количество портландцемента сокращалось за счет замены его части на добавку - сталеплавильный шлак (табл. 4).

Таблица 4. Соотношение массы портландцемента с количеством добавки сталеплавильного шлака, %

Состав шлака, %	Расход сырьевых компонентов для 0,005м ³ (кг)				
	Цемент	Шлак	Песок	Щебень	Вода
0	0,972	-	4,599	5,853	1,075
20	1,528	0,382	3,640	5,800	1,1
30	1,337	0,573	3,640	5,800	1,1
40	1,146	0,764	3,640	5,800	1,1
50	0,955	0,955	3,640	5,800	1,1

Химический состав сталеплавильного шлака и портландцемента представлен в таблице 5.

Таблица 5. Химический состав портландцемента и сталеплавильного шлака

Наименование	Количество оксидов, % по массе							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O + Na ₂ O ₃	П.П.П
Портландцемент ПЦ- 400	20-21	4,7-5,1	2,9-3,5	60-63	2,2-2,7	2,0-2,5	0,3-0,5	1,0-3,0
	48,0	3,1	47,0	1,6	-	-	0,1-0,2	-

В таблице 6 приведены результаты изучения времени схватывания цемента в зависимости от содержания в нем сталеплавильного шлака.

Таблица 6. Время начального и конечного схватывания испытываемых образцов с различным содержанием сталеплавильного шлака

Содержание шлака, масс %	Сроки схватывания, мин.	
	Начало	конец
0	45-55	120-150
20	90-105	210-250
30	110-125	240-260
40	180-200	280-320
50	210-240	330-350

Методика хранения и испытания образцов включает следующие этапы. Свежеотформованные образцы выдерживали в формах в течение суток. По истечении этого времени образцы извлекали из форм, после чего определяли их массу и размеры граней с помощью металлической линейки.

Для проведения исследований использовались: металлическая стандартная форма для бетонных кубиков размером 100×100×100 мм, лабораторные электрические весы и универсальная гидравлическая испытательная машина WES-1000B с усилием до 1000 кН.

Испытательная гидравлическая машина WES-1000B обеспечивает проведение механических испытаний металлических материалов на растяжение, сжатие, изгиб и срез, а также позволяет испытывать цемент, бетон и иные строительные материалы на сжатие в соответствии с ГОСТ 10180–2012.

В ходе испытаний нагрузка на образцы повышалась равномерно со скоростью 0,2±0,6 МПа/с. Предел прочности при сжатии рассчитывался по среднеарифметическому значению результатов пяти испытаний. В случае, если показатель одного из образцов отличался от среднего более чем на 15 %, данный результат исключали из расчёта.

Подбор составов бетона с добавкой сталеплавильных шлаков должен заключаться в определении такого соотношения компонентов, при котором требуемые свойства бетонной смеси и бетона достигаются при минимальном расходе цемента.

Для проведения опыта с каждого состава были подобраны 4 образцы-кубы цементных блоков с содержанием сталеплавильного шлака от 20 % до 50% от общей массы смеси. Физико-механические испытания подготовленные образцы проходили после 28 суток выдержки с использованием прессы WES-1000B (рис. 10 и 11). Испытание образцов цементного блока было проведено в учебной и научно-производственной лаборатории ТТУ имени академика М.С. Осими.



Рисунок 10. Испытание на прочность при раздавливании на прессе WES-1000B



Рисунок 11. Цементные блоки после испытания на прочность (прессе WES-1000B)

Результаты испытаний приведены в таблице 7 и рисунке 12.

Таблица 7. Результаты испытаний прочности бетона с добавкой сталеплавленного шлака

Дата испытания	Физико-механические характеристики	Количество добавок сталеплавленного шлака, % (в среднем по 5 образцам цементных блоков)				
		0	20	30	40	50
	Температура воздуха, °С	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9
	Влажность, %	40	40	40	40	40
16.05. 2025г.	Срок хранения цементных блоков, сутки	28	28	28	28	28
	Разрушительная сила, F, кН	140,5-143,7	139,5 – 161,8	112,4 – 131,1	98,5 - 110,5	79,4 – 95,5
	Предел прочности, кгс/см ²	131-134	113,1 – 134,2	87,5-105,1	74,5 - 85,8	56,5 – 71,7
	Предел средней прочности, кгс/см ²	132,5	121,64	93,5	79,77	63,64
	Класс бетона	M150 (B10)	M100 (B7,5)	M75 (B5)	M75 (B5)	M50 (B3,5)

Предел средней прочности шлако-цементной композиции представлено на рисунке 12. Максимальные значения прочности наблюдаются при содержании вяжущего вещества в пределах 20–30 %.

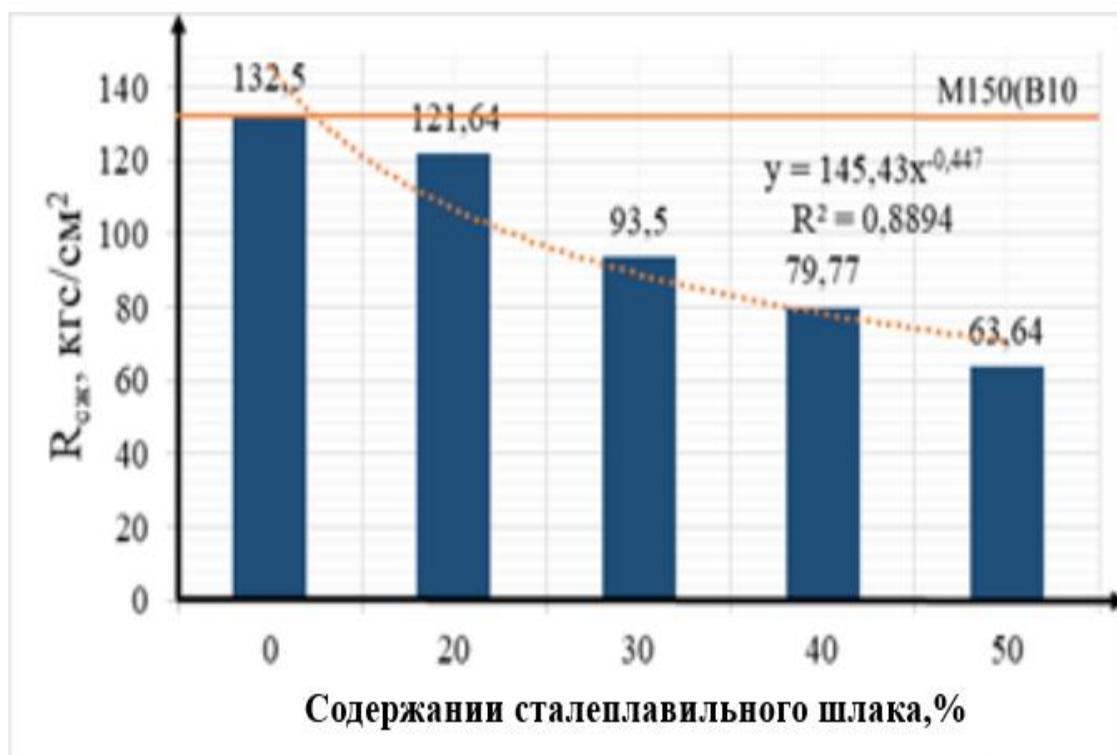


Рисунок 12. Прочность шлакоцементной композиции при сжатии после 28 суток

По результатам испытаний установлено, что при применении метода заливки с последующим естественным твердением цементной смеси на основе сталеплавильного шлака прочность на сжатие через 28 суток выдержки находится в пределах 93,5–121,64 кгс/см², что соответствует классу бетона М100 (В7,5).

Анализ приведенных составов показывает, что введение сталеплавильного шлака позволяет экономить в среднем до 20 % цемента в изготовлении бетонных блоков.

Бетон М100 (В7,5) относится к наиболее экономичным классам бетона с ограниченной прочностью и не предназначен для сооружений с высокими нагрузками. Рекомендуемые области применения включают заливку фундаментов, дорожное строительство, строительство низких зданий (до трёх метров) с армированием стен, а также устройство детских и спортивных площадок, пешеходных зон и других объектов с низкой эксплуатационной нагрузкой.

Изготовление класса В7,5 регламентируется ГОСТом 7473-2010, причем для правильного смешения композита не требуется квалификация. Поэтому бетон М100 (В7,5) часто используется в индивидуальном строительстве.

Следует отметить, что заполнитель в бетонной смеси часто представлен двумя отдельными группами материалов: щебнем и песком. В отдельных рецептурах в качестве заполнителя используется только песок. Наибольшие прочностные показатели проявляют смеси, содержащие щебень или гравий с более крупной фракцией по сравнению с песком. Использование щебня мелких фракций позволяет повысить прочность бетона за счёт плотного примыкания частиц внутри смеси.

Изготовление и испытание образцов бетонной тротуарной плитки.

Определяли прочность бетонов оценивалась согласно ГОСТ 22690-2015 «Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля». Оценка внешнего вида тротуарной плитки и контроля прочности материалов (образцов) была проведена в испытательной лаборатории «Материалы, технология и организация строительства» ТТУ имени академика М.С. Осими.

Для изготовления тротуарной плитки в качестве вяжущего вещества использовался портландцемент ПЦ-400 производства ОАО «Гаюр цемент». В работе использовался песок в соответствии с требованиями ГОСТ 8736-93 «Песок для строительных работ. Песок поставляется в естественной влажности 6–7 %. Средний модуль крупности составляет 2,5 мм, а истинная плотность зерен равна 2650 кг/м³.

Тротуарные плитки изготавливались по ГОСТ 17608-2017. В ходе исследований были выбраны компоненты в следующем процентном соотношении: 10%, 15%, 20%, и 30% от веса сухого цемента, результаты которых использованы для определения прочности тротуарной плитки на сжатие и соответствия техническим требованиям. В каждой последующей партии количество портландцемента сокращалось за счет замены его части на добавку сталеплавленного шлака (табл.8).

Таблица 8. Соотношение массы портландцемента с количеством добавки (состав сталеплавленного шлака, %)

Содержание шлака, %	Расход сырьевых компонентов для 0,0091м ³ (кг)				
	Цемент	Шлак	Песок	Щебень	Вода
0	2,730	-	5,46	10,01	1,55
10	2,475	0,273	5,46	10,01	1,55
15	2,325	0,410	5,46	10,01	1,55
20	2,184	0,546	5,46	10,01	1,55
30	1,911	0,819	5,46	10,01	1,55

Согласно приведённой методике, была проведена серия испытаний образцов бетонной тротуарной плитки размером 250×130×40 мм для определения предела прочности на сжатие. Полученные результаты представлены в таблице 9.

Таблица 9. Механическая прочность изделий на сжатие

Номер образца	Содержание шлака, %	Предел прочности при сжатии, МПа	Средний предел прочности, МПа
1	0	18,4-18,6	18,5
2	10	22,87-23,77	23,32
3	15	17,34-17,47	17,41
4	20	16,38-16,45	16,41
5	30	15,89-16,05	15,97

С использованием данных, приведённых в таблице 9, выполнено построение графика, отображающего зависимость прочности образцов на сжатие от содержания сталеплавленного шлака и длительности твердения. Эти зависимости визуализированы на рисунках 13 и 14.

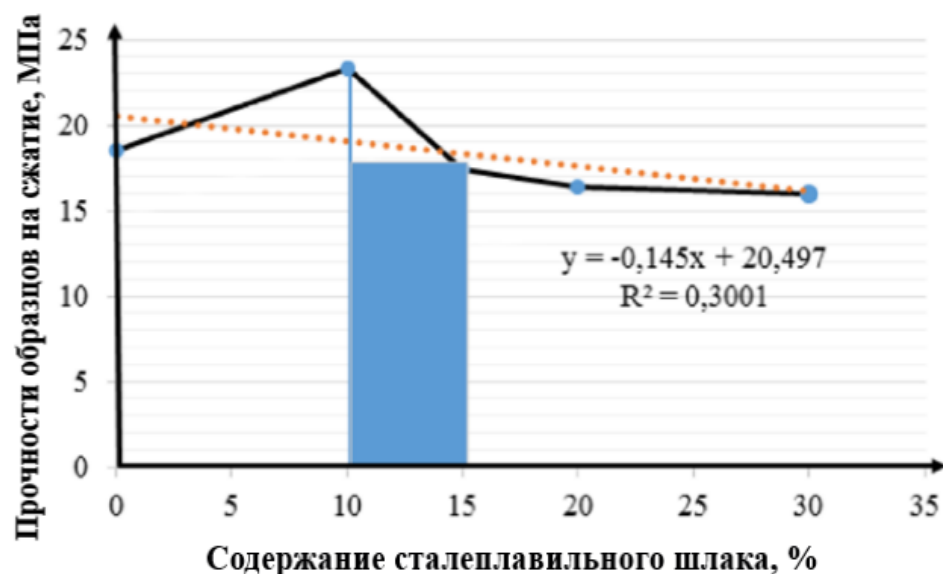


Рисунок 13. Зависимость прочности образцов на сжатие (МПа) при различном содержании сталеплавильного шлака (%)

Согласно анализу данных (рис. 13 и 14), добавление сталеплавильного шлака в пределах 10–15 % положительно влияет на прочность бетона при сжатии. Наибольшее увеличение прочности (на 20,6 % по сравнению с контрольными образцами) наблюдается при 10 % шлака, что объясняется оптимизацией условий протекания гидратационных процессов в цементной матрице.

С увеличением содержания сталеплавильного шлака до 20–30 % прочность бетона на сжатие через 28 суток твердения снижается относительно контрольных образцов на 2,09–2,53 МПа. Анализ кривой прочности на сжатие демонстрирует, что сталеплавильный шлак, будучи реакционно-активным материалом, вступает во взаимодействие с портландцементом, что обеспечивает повышение прочности при его оптимальном содержании (рис.14).

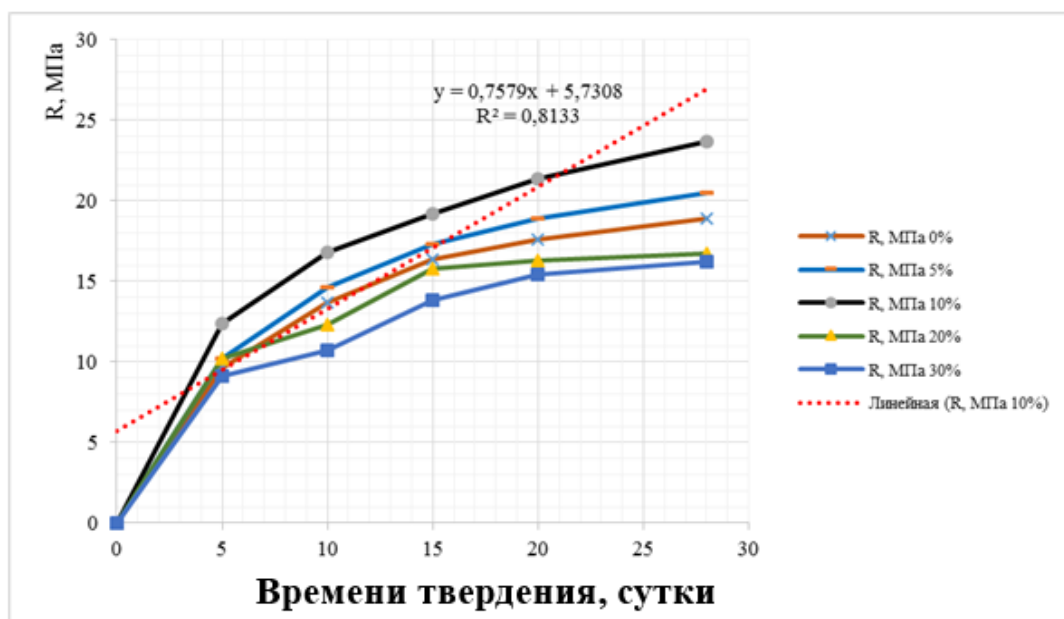


Рисунок 14. Зависимость прочности образцов на сжатие от времени твердения при различном содержании сталеплавильного шлака

Таким образом, результаты испытаний лабораторных образцов тротуарного изделия показали, что для повышения эксплуатационных свойств тротуарной плитки рекомендуется использование до 15% сталеплавильных шлаков.

Глава 4. Разработка способов использования сталеплавильных шлаков в производстве строительных материалов и изделий

В четвертой главе рекомендованы технологические принципы получения керамического кирпича, цементных блоков и тротуарной плитки с применением шлаковых отходов сталеплавильного производства. Приведена эколого-экономическая эффективность применения сталеплавильных шлаков при производстве керамического кирпича.

Для определения пригодности и качества керамических строительных кирпичей, производимых на основе отходов сталеплавильного производства ГУП «Коргохи машинасози», на предприятии ООО «Аква» было проведено научное исследование с целью оценки эффективности их использования в качестве строительных материалов.

Технологическая схема производства керамических строительных кирпичей соответствовал поставленным целям, а промышленные испытания проводились без каких-либо изменений на технологическом процессе предприятия.

Все технологические этапы производства керамических строительных кирпичей на основе отходов сталеплавильного производства ГУП «Коргохи машинасози», глины и воды, на каждом этапе были определены и установлены технологические показатели производства, которые подробно описаны в ходе экспериментальных испытаний.

По сравнению с традиционной технологией производства керамического кирпича, принципиальная технологическая схема производства керамического строительного кирпича проще с точки зрения конструкции, и технологический процесс не предполагает использования угля для добавления в керамическую массу.

Опытно-промышленные испытания в ООО «Аква» свидетельствуют о соответствии керамических смесей на основе сталеплавильных шлаков требованиям действующей нормативно-технической базы и о возможности их широкого применения в сфере керамического производства.

Предлагаемая принципиальная технологическая схема производства керамического кирпича представлена на рисунке 15.



Рисунок 15. Принципиальная схема модернизированной линии производства строительного керамического кирпича на ООО «Аква»

Использование сталоплавильных шлаков в качестве добавки-модификатора (10-15 %) в сырьевой массе керамического кирпича, бетонных блоков и тротуарной плитки требует некоторые изменения в цепочку технологического процесса, позволяющего измельчать шлаковые отходы в качестве вторичного сырья до необходимой дисперсности 0,1-2,5 мм в шаровой мельнице.

Опыт промышленных испытаний такой линии показал, что она имеет ряд преимуществ по сравнению с существующими схемами: сама линия проще по конструкции; в технологическом процессе в качестве добавки-модификатора вместо угля используется сталоплавильный шлак; лучше внешний вид и выше прочность изделий; не снижается качество изделий.

Принципиальная технологическая схема производства цементных блоков и тротуарных плиток показана на рисунке 16.

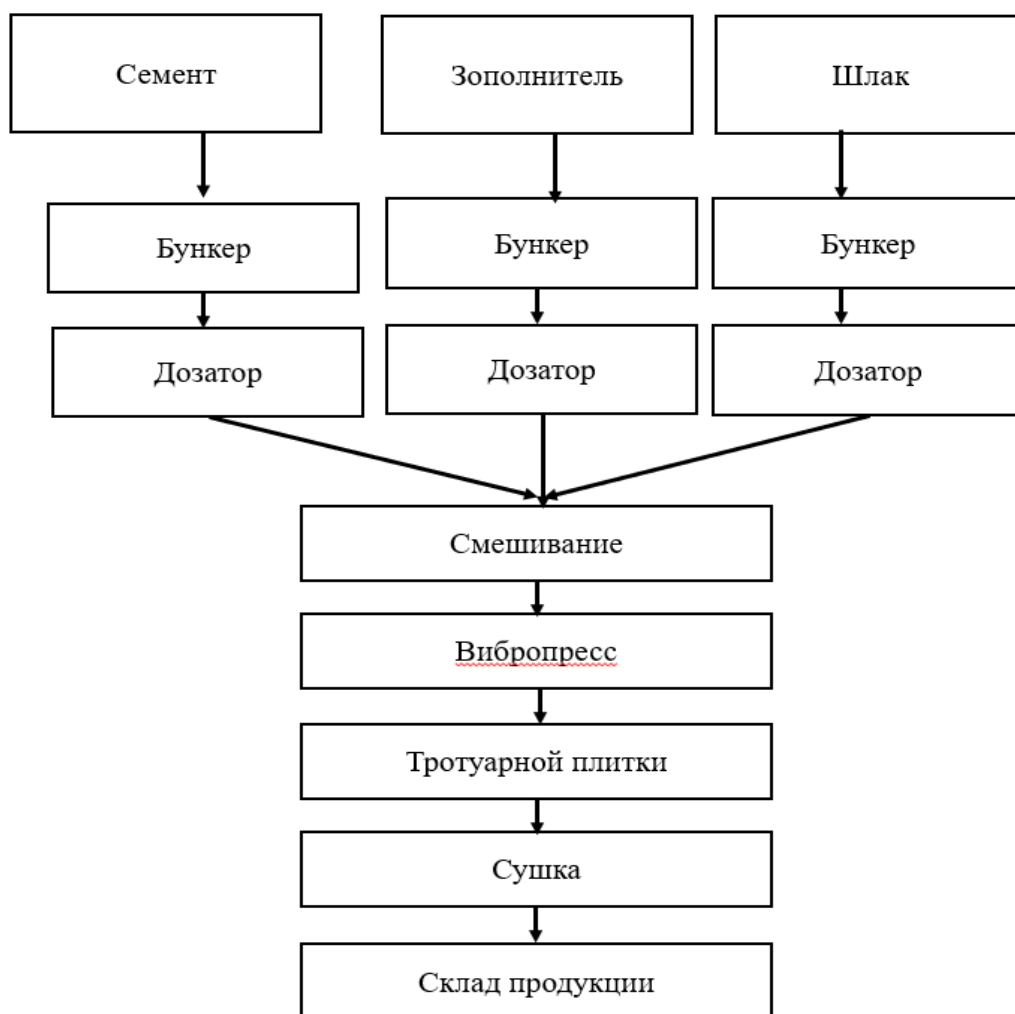


Рисунок 16. Принципиальная технологическая схема получения бетонных блоков и тротуарной плитки

Представленная технологическая схема получения бетонных блоков обладают высокими характеристиками, за счет введения в бетонное вяжущее тесто сталеплавильных шлаков. Расход цемента при использовании данной схемы до 20% меньше по сравнению с обычной технологической схемой изготовления бетонных блоков и изделий.

В работе проведён расчет экономической эффективности производства на примере ООО «Аква» с мощностью 4 млн условных кирпичей в год при использовании добавки сталеплавильного шлака.

В результате реализации данного предложения эколого-экономический эффект от снижения расходов на сырье и материалы при использовании сталеплавильных шлаковых отходов в качестве вторичного сырья (добавки-модификаторы) составляет 135,21 сомони /1000 штук условного кирпича.

В заключении приведены основные итоги диссертационной работы.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Анализа литературного обзора показывает, что в мировой практике сталеплавильные шлаковые отходы в качестве добавок-модификаторов могут использоваться для производства строительных материалов и изделий (керамического

кирпича, фундаментных и бетонных блоков, тротуарной плитки и др.). [1-А, 3-А, 4-А, 5-А, 12-А, 13-А].

2. Изучены физико-химические свойства глины Вахдатского месторождения и химический состав сталоплавильного шлака ГУП «Коргохи машинасози». Очень важно для характеристики глины содержание в ней глинозёма Al_2O_3 (7,5%) и SiO_2 (59%), что свидетельствует о его большой огнеупорности. Содержание CaO и MgO не превышает 10%, что не влияют на спекаемость и прочность керамических изделий. Применение сталеплавильного шлака с массовой долей SiO_2 до 45 % обеспечивает рост прочностных характеристик керамического кирпича на сжатие и изгиб, улучшение морозостойкости и уменьшение огневой усадки материала. [1-А, 3-А, 4-А, 11-А].

3. По результатам исследований радиационной безопасности установлено, что при применении сталеплавильного шлака в строительных материалах содержание радионуклидов соответствует санитарно-техническим нормам СП 2.6.1.798–99, ГОСТ 30108–94 и СанПиН 2.6.1.2523–09 и составляет 25,24 Бк/кг (класс I), что существенно ниже допустимого значения в 370 Бк/кг [2-А].

4. Анализ результатов показывает, что при обжиге керамического кирпича при температуре выше $900^{\circ}C$ с добавкой 15 кг сталеплавильного шлака на 1 м^3 глиняной массы прочность материала составляет 102,21–105,96 кгс/см², а прочность на изгиб — 36,96–43,35 кгс/см². Согласно требованиям пункта 5.2.3 таблицы 7 ГОСТ 530–2012, такие показатели соответствуют кирпичу марки М100. При добавлении большого количества отходов сталеплавильного шлака (более 20кг) кирпич не соответствует требованиям стандарта (ГОСТ 530-2012) к качеству. [3-А]

5. В результате исследования цементных блоков было установлено, что сталеплавильный шлак (в порошкообразном виде) в качестве вторичного сырья при производстве бетонных материалов может заменить до 20% портландцемента по весу. Также было доказано, что требования к водопоглощению цементных растворов на основе сталеплавильного шлака снижаются в среднем на 20-25%. Стоит отметить, что сталеплавильный шлак обладает гидравлической активностью, и цементные блоки, содержащие в среднем до 25% шлака, демонстрируют хорошие прочностные характеристики от 93,5 до 121,64 кгс/см² в течение 28 дней, что соответствует бетону класса М100 (В7.5) согласно ГОСТ 7473-2010.

По результатам испытаний прочность тротуарных плит находится в пределах 22,8–23,7 МПа (класс В25, группа В), что полностью соответствует требованиям технического паспорта и нормативных документов ГОСТ 22690-2015 и ГОСТ 17608-2017. [4-А, 13-А].

6. Предложена принципиальная технологическая схема получения керамического кирпича, бетонных блоков и тротуарной плитки с добавлением шлаковых отходов сталеплавильного производства. Использование сталоплавильных шлаков в качестве добавки-модификатора в сырьевой массе (1 м^3) керамического кирпича (до 0,83%), бетонных блоков и тротуарной плитки (до 20%) требует дополнительного оборудования (шаровая мельница) для дробления и измельчения шлаковых отходов в качестве вторичного сырья до необходимой дисперсности 0,1-2,5мм. Технологические принципы получения керамического кирпича с применением шлаковых отходов сталеплавильного производства защищена патентом на изобретение № ТЈ 1629. [3-М, 4-М, 10-М, 13-М].

7. Подсчитана технико-экономическая эффективность производства керамического кирпича на ООО «Аква». При частичной замене глины и угля (добавками-модификаторами) на шлаковые отходы сталеплавильного производства в количестве до 0,83%, эколого-экономический эффект составляет 135,21 сомони /1000 штук условного кирпича.

Рекомендации по практическому использованию результатов:

1. По результатам анализа материалов можно заключить, что шлаковые отходы сталеплавильного производства представляют собой ценные ресурсы, которые при правильной переработке могут эффективно использоваться для производства

строительных материалов и в дорожном хозяйстве, обеспечивая рациональную утилизацию производственных отходов. Сырье для их производства крайне дешевое, многие заводы республики готовы бесплатно отдавать шлаки, лишь бы его вывозили с территории предприятия.

2. Получен малый патент на изобретение «Керамическая масса для производства кирпича» (№ ТЖ 1629), внедрение которого повышает уровень прочности керамического кирпича до 102,21 - 105,96 кгс/см², снижает вредное влияние отвалов сталеплавильного производства на окружающую среду.

3. Рекомендуются, чтобы для экономичного использования материалов, необходимых для производства тротуарной плитки, применялись бетонные смеси на основе измельченного шлака.

4. Результаты исследования могут быть внедрены на предприятиях, занимающихся производством строительных материалов и дорожным хозяйством, для использования сотрудниками научно-исследовательского профиля, а также в образовательном процессе при подготовке бакалавров и магистров по направлениям 700301.01 «Строительство дорог и аэродромов», 1-700101 «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» и 330101.05 «Инженерная защита окружающей среды» в различных вузах Таджикистана.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Горшков Р.К. Использование вторичных ресурсов в промышленности строительных материалов: методология и практика:/ Р.К. Горшков // монография. М.: Экслибрис-Пресс, 2004. 288 с.

[2]. Пугин К.Г. Снижение экологической нагрузки при обращении со шлаками черной металлургии: монография / К.Г. Пугин, Я.И. Вайсман, Б.С. Юшков, Н.Г. Максимович. // – Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2008. – 316 с.

[3]. Большина Е.П. Экология металлургического производства / Е.П. Большина // Новотроицк.: НФ НИТУ «МИСиС», 2012 - 155 с.

[4]. Бельский С. С. Современное состояние переработки шлаков сталеплавильного производства. /С.С. Бельский, А. А. Зайцева, А. А. Тютрин, З. З. Исмоилов, А. Н. Баранов, Ю. В. Сокольников // Polytech Journal. 2021. Т. 25. № 6. С. 782–794.

[5]. Шаповалов Н. А. Рациональные пути использования сталеплавильных шлаков / Н. А. Шаповалов, Л. Х. Загороднюк, И. В. Тикунова, А. Ю. Шекина // Фундаментальные исследования. 2013. № 1-2. С. 439-443.

[6]. Панковец А. И. Утилизация электросталеплавильных шлаков / А. И. Панковец, С. В. Мироевский // Литье и металлургия. 2013. №1. С. 26-27.

[7]. Ву К.З. Применение доменного шлака в растворах и бетоне / К. З. Ву, С.И.Баженова // в сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Сборник Материалы VII-ой Международной научно-практической конференции. 2020. С. 279-283.

[8]. Рыщенко М.И. Утилизация металлургических шлаков в производстве стеновой керамики / М.И. Рыщенко, Л.А. Белостоцкая, Л.П. Щукина, Ю.Д. Трусова, Л.В. Павлова, Я.О. Галушка // Экология и промышленность. 2017. № 2. С. 78-84.

[9]. Аксенова, Л.Л. Использование отходов предприятий черной и цветной металлургии в строительной индустрии /Л. Л. Аксенова, Л. В. Хлебенских // Технические науки в России и за рубежом: материалы III Междунар. науч. конф. – Москва: Буки-Веди, 2014. – С. 106-108.

[10]. Корнеева, Е.В. Использование электросталеплавильного шлака в производстве строительных материалов / Е. В. Корнеева, В. А. Корнеев // Вестн. Волгоградского гос. архитектурно-строительного ун-та. Серия: Строительство и архитектура. – 2016. – №45 (64). – С. 45-53.

[11]. Гусева Ю.О. Формирование шлаков металлургического передела и основные направления их применения. / Ю.О. Гусева, Т.С. Сычева, О.С. Моторина, Ю.С. Сериченко, З.М. Боброва // Экология и охрана окружающей среды. МГТУ. Магнитогорск – 2013. №3 (13) С. 59-62

[12]. Ляпкин А. А. Комплексная переработка отходов литейного производства / А. А. Ляпкин, Н. С. Чураков // – М.: НИИОТ, 1992. – 56 с.

[13]. Насруллоев Ф. Х., Бобоев Х. Б. и др. Отходы Душанбинской ТЭЦ-2 - сырье для производства стройматериалов / Ф.Х. Насруллоев, Х.Б. Бобоев, Х.Ш. Гулахмадов, М.М. Сафаров // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. 2018. № 1(41). С. 291-304.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ СТАТЕЙ СОИСКАТЕЛЯ

А) Статьи, опубликованные в рецензируемых журналах из перечня ВАК при Президенте Республики Таджикистан:

[1-А]. Изатуллозод Р. Х. Таҳқиқи физикӣ-химиявии таркиби ӯлодгудохтаҳои кафҳосилкунанда дар КВД «Корхонаи машинасозӣ» / Р. Х. Изатуллозод, Х. Б. Бобоев, Ф. Б. Зоиров // Илм ва фановарӣ. – №2. – Душанбе: ДМТ, 2023. – С. 252-256. ISSN 2312-3648

[2-А]. Изатуллозода Р. Х. Омӯзиши вазъи радиатсионии тафолаи ӯлодгудозӣ (дар мисоли КВД «Корхонаи мошинсозӣ») / Р. Х. Изатуллозода // Илм ва инноватсия. Баҳши илмҳои геологӣ ва техникӣ. – 2024. – № 2. – Душанбе: ДМТ, 2024. – С. 135-138.

[3-А]. Изатуллозода Р. Х. Хусусиятҳои физикӣ - механикии намунаҳои хишти сафолӣ дар асоси тафолаи оҳани оҳангудозӣ (натичаҳои озмоишҳои саноатӣ ва лабораторӣ) / Р.Х. Изатуллозода, Х.Б. Бобоев, Ф.Б. Зоиров // Илм ва инноватсия. Баҳши илмҳои геологӣ ва техникӣ. – №. 4. – Душанбе: ДМТ, 2024. – С. 175-180. ISSN 2664-1534

[4-А]. Изатуллозода Р. Х. Озмоишҳои физикӣ ва механикии намунаҳои блоки сементӣ бо истифода аз тафолаҳои ӯлодгудозии КВД «Коргоҳи машинсозӣ» / Р.Х. Изатуллозода, Х.Б. Бобоев, Ф.Б. Зоиров // Паёми ДМТ. Илм ва инноватсия. Баҳши илмҳои геологӣ ва техникӣ. №3. – Душанбе: ДМТ, 2025. – С. 187-193. ISSN: 2664-1534

[5-А]. Изатуллозода Р. Х. Арзёбии истифодабарии тафолаҳои оҳангудозӣ дар истеҳсоли плитаҳои роҳи пиёдагард / Б.Х. Бобоев., Р.Х. Изатуллозода, Б.Ф. Зоиров // Вестник Филиала Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в городе Душанбе. – 2025. – № 4. – С. 54 – 65.

[6-А]. Изатуллозода Р. Идоракунии партовҳо: аз мушкилот то рушди сабз /Р.Х. Изатуллозода // Паёми донишгоҳи омӯзгорӣ. Баҳши илмҳои табиӣ. №3. – Душанбе: ДДОТ, 2025. –С. 13-19. ISSN: 2707-9996

[7-А]. Изатуллозода Р.Х. Таъсири технологияи нав ба раванди коркарди партовҳои истеҳсолӣ / Р.Х. Изатуллозода // Илм ва инноватсия. Баҳши илмҳои геологӣ ва техникӣ. №2. – Душанбе: ДМТ, 2025. – С. 147-152. ISSN: 2664-1534

[8-А]. Изатуллозода Р. Омӯзиши таҷрибаи хоричии идоракунии партовҳои сахти коммуналӣ/ Р.Х. Изатуллозода // Илм ва инноватсия. Баҳши илмҳои геологӣ ва техникӣ. №1. – Душанбе: ДМТ, 2025. – С. 221-227. ISSN: 2664-1534

[9-А]. Изатуллозода Р. Механизми экологӣ-иқтисодии коркарди партовҳо чиҳати гузариш ба иқтисоди даврӣ / Ф.Р. Шарофзода, Ф.П. Арабов, Р.Х. Изатуллозода // Экономика и туризм: тенденции и перспективы. – 2026. – №. 1(9). – С. 282-296.

Б) Изобретения по теме диссертации

[10-А]. Изатуллозода Р. Малый патент Республики Таджикистан № ТЈ 1629. Керамическая масса для производства кирпича // Изатуллозода Р. (ТЈ); Бобоев Х.Б. (ТЈ); Зоиров Ф.Б. (ТЈ). // Республика Таджикистан. Патентное ведомство. На изобретение выдан малый патент № ТЈ 1629. Душанбе: 2025.: Заявление №2502074.

В) Статьи, опубликованные в материалах конференции

[11-А]. Изатуллозода Р. Химические исследования состава сталеплавильных шлаков, образующихся на ГУП «Қорхонаи машинсозӣ» для использования в производстве строительных материалов / Р. Изатуллозода // Международная научно-практическая конференция «Шёлковый путь: сотрудничество через призму туризма» сборник материалов. Часть 2 –Ташкент, 2024 г. – С. 803-805.

[12-А]. Изатуллозода Р. Использование техногенных отходов для строительных материалов / Х.Б. Бобоев, Р.Х. Изатуллозода // Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы развития текстильной промышленности РТ в период ускоренной индустриализации» ТТУ им. акад. М.С. Осими. Душанбе, 2024. – С. 42-45.

[13-А]. Изатуллозода Р. Сталеплавильные шлаки как перспективное вторичное сырьё для производства строительных материалов / Р.Х. Изатуллозода // Республиканской научно-практической конференции «Естественные науки в эпоху перемен: вызовы и решения» - Душанбе, МГУ, 2025г. – С. 60-63.

[14-А]. Изатуллозода Р. Утилизация шлаков сталеплавильного производства для получения вяжущих материалов / Х.Б. Бобоев, Р. Изатуллозода, Ф.Б. Зоиров // Политехнический вестник. Серия: Техника и общество. – 2025. – № 1(9). – С. 16-18.

[15-А]. Изатуллозода Р. Иқтисоди даврӣ ҳамчун омили асосии идоракунии устувори партовҳои маишӣ ва ҳифзи муҳити зист / Ф. Р. Шарофзода, Ф. П. Арабов, Р. Х. Изатуллозода // Рушди энергияи сабз ҳамчун омили таъмини ҳадафҳои стратегии чумхурӣ: Маводи конференсияи чумхуриявӣ илмӣ-амалӣ, Душанбе, 22 декабри 2025 года. – Дешанбе: Донишгоҳи байналмилалӣ сайёҳӣ ва соҳибқорӣ Тоҷикистон, 2026. – С. 209-216.

АННОТАТСИЯИ

диссертатсияи Изатуллозода Рамазон Хайрулло дар мавзуи «Арзёбии экологии истифодаи тафолаҳои оҳангудозӣ дар истеҳсоли маводи сохтмонӣ (дар мисоли КВД «Коргоҳи машинасозӣ»)» барои гирифтани дараҷаи илмии доктори фалсафа (PhD)-доктор аз рӯи ихтисоси 6D060800 – Экология (6D060803 – Экология (илмҳои техникаӣ))

Калимаҳои калидӣ: партовҳои техногенӣ, тафолаи оҳангудозӣ, масолеҳи сохтмонӣ, намунаҳо, бетон, хишти сафолӣ, тахтасангҳои пиёдароҳ, мустаҳкамии механикӣ, қувваи фишурдашавӣ.

Объекти таҳқиқот: - истеҳсоли масолеҳ ва маҳсулоти сохтмонӣ дар асоси тафолаи оҳангудозии КВД «Коргоҳи машинасозӣ».

Мақсади кор таъмин намудани беҳатарии экологӣ тавассути коркард намудани партовҳои ҷамъшудаи саноатӣ ва тасдиқи амалии имконпазирии истифодабарии тафолаи оҳангудозӣ барои истеҳсоли масолеҳ ва маҳсулоти сохтмонӣ мебошад.

Усулҳои таҳқиқот: дар қисми диссертатсионии қисми асосии таҷрибаҳо бо истифодаи маводҳо, асбобҳо ва таҷҳизотҳои дар ҶСК Пажӯҳишгоҳи илмӣ ва лоиҳакашию ҷустуҷӯи «САНИИОСП» истифодашавандаи озмоишгоҳи «Конструксия ва маводҳои сохтмонӣ»-и ш. Душанбе ва дар озмоишгоҳи «Масолеҳ, технология ва ташкили сохтмонӣ»-и Донишгоҳи техникаи Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ гузаронида шудааст.

Натиҷаҳои бадастомада ва навоариҳои онҳо:

1. Таркиб ва хосиятҳои физикию химиявӣ, гранулометрӣ ва радиатсионии ашёи хоми гилӣ минтақаи Ваҳдат ва тафолаи оҳангудозии КВД «Коргоҳи машинасозӣ» омӯхта шуданд.

2. Дар асоси таҳқиқоти таҷрибавӣ, таркиби оптималии моддаҳои пайвастукунанда ва самаранокии истифодабарии тафолаи оҳангудозӣ дар истеҳсоли масолеҳи сохтмонӣ (хишти сафолӣ, блокҳои бетонӣ, тахтасангҳои пиёдароҳ) муқаррар карда шуданд.

3. Таркиби оптималии омехтаҳои хишти сафолӣ дар асоси гили минтақаи Ваҳдат, ки дорои тафолаи оҳангудозӣ буда, бе иловаи ангишт истеҳсол мешавад, муайян карда шуд.

4. Хусусиятҳои сохтмонӣ-техникаи маводи истеҳсолшуда ва фишурдашавии оташтобоварии хиштҳои сафолӣ вобаста бо ҷои микдори тафолаи оҳангудозӣ омӯхта шуданд.

5. Пешниҳод шудааст, ки масолеҳ ва маҳсулоти сохтмонӣ бо нишондиҳандаҳои баланди сифат ва хосиятҳои сохтмонӣ - техникаи истеҳсол гардида, бо кам кардани хароҷоти ашёи хоми асосӣ, инчунин ҳалли мушкилоти коркарди партовҳои тафола аз истеҳсолоти оҳангудозӣ ва металлургӣ, ки бо патенти Ҷумҳурии Тоҷикистон (Массаи сафолӣ барои истеҳсоли хишт, № ТҶ 1629, 2025) ҳифз шудааст.

Дараҷаи истифодабарӣ:

Натиҷаҳои бадастомада аз омӯзиши сохтор, таркиб ва хосиятҳои тафолаи (шлаки) оҳангудозии КВД «Коргоҳи машинасозӣ» ш. Душанбе истифодабарии онҳо дар истеҳсоли хиштҳои сафолӣ, блокҳои бетонӣ ва тахтасангҳои пиёдароҳ тавсия карда шудааст. Натиҷаҳои таҳқиқотҳои таркиби кимиёвӣ, гранулометрӣ, минералӣ ва радиоактивии намунаҳо метавонад дар таҳияи дигар технологияҳои аз нав коркарди партовҳои тафолаи оҳангудозӣ дар масолеҳи сохтмонӣ истифода бурда шавад.

Соҳаи татбиқот: Тафолаҳои оҳангудозӣ метавонанд дар истеҳсоли масолеҳи сохтмонӣ (намудҳои гуногуни бетон, маҳлул, маводҳои сафолӣ, сохтмони роҳ) истифода шаванд, ки дар он тафола ҳамчун қисман ивазкунандаи қум, гил ва семент истифода бурда мешавад.

АННОТАЦИЯ

диссертации Изатуллозода Рамазон Хайрулло на тему «Экологическая оценка использования сталеплавильных шлаков в производстве строительных материалов (на примере ГУП «Коргохи машинасози»)» на соискание учёной степени доктора философии (PhD)-доктора по специальности 6D060800 – Экология (6D060803 – Экология (технические науки))

Ключевые слова: техногенные отходы, сталеплавильный шлак, строительные материалы, образцы, бетон, керамический кирпич, тротуарные плитки, механическая прочность, прочность на сжатие.

Объект исследования: производство строительных материалов и изделий на основе сталеплавильного шлака ГУП «Коргохи машинасози».

Цель работы: обеспечение экологической безопасности посредством переработки накопленных промышленных отходов и практическое подтверждение возможности использования сталеплавильного шлака для производства строительных материалов и изделий.

Методы исследования: в диссертационной работе основная часть экспериментов проведена с использованием материалов, приборов и оборудования лаборатории «Конструкции и строительные материалы» ОАО Научно-исследовательского и проектно-изыскательского института «САНИИОСП» г. Душанбе, а также лаборатории «Материалы, технология и организация строительства» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими.

Полученные результаты и их научная новизна:

1. Изучены состав и физико-химические, гранулометрические и радиационные свойства глинистого сырья Вахдатского месторождения и сталеплавильного шлака ГУП «Коргохи машинасози».

2. На основе экспериментальных исследований установлены оптимальный состав связующих веществ и эффективность использования сталеплавильного шлака в производстве строительных материалов (керамического кирпича, бетонных блоков, тротуарных плит).

3. Определён оптимальный состав смесей керамического кирпича на основе глины Вахдатского месторождения, содержащего сталеплавильный шлак и производимого без добавления угля.

4. Изучены строительно-технические характеристики производимых материалов и огнеупорность керамических кирпичей в зависимости от процентного содержания сталеплавильного шлака.

5. Предложено производство строительных материалов и изделий с высокими показателями качества и строительно-техническими свойствами при сокращении расхода основного сырья, а также решение проблемы переработки шлаковых отходов литейного и сталеплавильного производства, что защищено патентом Республики Таджикистан (Керамическая масса для производства кирпича, № TJ 1629, 2025).

Степень внедрения:

Результаты, полученные при изучении структуры, состава и свойств сталеплавильного шлака ГУП «Коргохи машинасози» г. Душанбе, рекомендованы для использования в производстве керамических кирпичей, бетонных блоков и тротуарных плиток. Результаты исследований химического, гранулометрического, минерального и радиоактивного состава образцов могут быть использованы при разработке других технологий повторной переработки сталеплавильных шлаковых отходов в строительные материалы.

Область применения: Сталеплавильные шлаки могут использоваться при производстве строительных материалов (различных видов бетона, растворов, керамических материалов, дорожном строительстве), где шлак применяется в качестве частичного заменителя песка, глины и цемента.

ABSTRACT

Izatullozoda Ramazon Khairullo's dissertation on «Environmental Assessment of the Use of Steelmaking Slag in the Production of Building Materials (using the example of the State Unitary Enterprise «Korgokhi Mashinasozi») » submitted for the degree of Doctor of Philosophy (PhD)-Doctor of Science in the specialty 6D060800 – Ecology (6D060803 – Ecology (Engineering))

Keywords: man-made waste, steelmaking slag, building materials, samples, concrete, ceramic brick, paving slabs, mechanical strength, compressive strength.

Objective: Production of building materials and products using steelmaking slag from the State Unitary Enterprise «Korgokhi Mashinasozi».

Objective: Ensuring environmental safety through the recycling of accumulated industrial waste and practical confirmation of the feasibility of using steelmaking slag in the production of building materials and products.

Research Methods: The majority of the experiments in this dissertation were conducted using materials, instruments, and equipment from the "Structures and Construction Materials" laboratory of the JSC Scientific Research, Design, and Survey Institute "SANIIOSP" in Dushanbe, as well as the "Materials, Technology, and Organization of Construction" laboratory of the Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi.

Results and their scientific novelty:

1. The composition and physicochemical, granulometric, and radiation properties of clay raw materials from the Vahdat deposit and steelmaking slag from the State Unitary Enterprise «Korgokhi Mashinasozi» were studied.

2. Based on experimental studies, the optimal composition of binders and the efficiency of using steelmaking slag in the production of building materials (ceramic bricks, concrete blocks, and paving slabs) were determined.

3. The optimal composition of ceramic brick mixtures based on Vahdat deposit clay containing steelmaking slag and produced without the addition of coal was determined. 4. The construction and technical characteristics of the produced materials and the refractoriness of ceramic bricks were studied depending on the percentage of steelmaking slag.

5. The production of building materials and products with high quality indicators and construction and technical properties while reducing the consumption of primary raw materials was proposed, as well as a solution to the problem of recycling slag waste from foundries and steelmaking, which is protected by a patent of the Republic of Tajikistan (Ceramic mass for brick production, № TJ 1629, 2025).

Degree of implementation:

The results obtained from studying the structure, composition, and properties of steelmaking slag from the State Unitary Enterprise «Korgokhi Mashinasozi» in Dushanbe are recommended for use in the production of ceramic bricks, concrete blocks, and paving slabs. The results of studies of the chemical, granulometric, mineral, and radioactive composition of the samples can be used in the development of other technologies for recycling steelmaking slag waste into building materials.

Application area: Steel slags can be used in the production of building materials (various types of concrete, mortars, ceramic materials, road construction), where the slag is used as a partial substitute for sand, clay and cement.

Ба чоп имзо шуд _____
Формат 6x84/16. Қоғаз офсетӣ
Теъдоди нашр 100 нусха. Ҳаҷм _____ ҷ.ҷ.
Дар нашрияи «ДТТ ба номи М.С. Осимӣ» чоп шуд