

КОМПЛЕКС МОДИФИКАЦИЯЛАНГАН ҚЎШИМЧА ВА САНОАТ ЧИҚИНДИСИ АСОСИДА ОЛИНАДИГАН ЕНГИЛ БЕТОНЛАРНИНГ ХОССАЛАРИНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ

Отабеков У. Ғ.

Фан ва технологиялар университети катта ўқитувчиси (PhD)

Orcid ID0009-0006-7423-6798

Каримов А. А.

Фан ва технологиялар университети ўқитувчиси

Аннотация:

Ушбу илмий мақолада бугунги кунда қурилиш материаллари саноатида тобора кенг қўлам касб этаётган йенгил бетонлар ва уларнинг физик-механик хоссаларини яхшилаш бўйича маълумотлар келтирилган. Иссиқлик изоляция материалларга бўлган еhtiёж йил сайин ошиб бораётган бир вақтда маҳаллий ва саноат чиқиндилари асосида юқори самарадорликка ега композицион материалларни ишлаб чиқариш ушбу долзарб муаммони йечимларидан бири бўла олади.

Калит сўзлар: учувчан кул,кўпик бетон, микрокремнезем, иссиқлик, структура, зичлик, изоляция, портландцемент.

Introduction

Аннотация:

В данной научной статье представлена информация о легком бетоне, который сегодня становится все более популярным в промышленности строительных материалов, и улучшении его физико-механических свойств. При этом спрос на теплоизоляционные материалы, основанные на высокой эффективности, растет с каждым годом. Производство композиционных

материалов на основе бытовых и промышленных отходов может стать одним из решений этой актуальной проблемы.

Annotation:

This scientific article provides information on the improvement of lightweight concrete and their physical and mechanical properties, which are increasingly used in the construction materials industry today. At the same time that the demand for thermal insulation materials is increasing year by year, the production of high-efficiency composite materials based on local and industrial waste can be one of the solutions to the current problem.

Ключевые слова: летучая зола, пенобетон, микрокремнезем, тепло, структура, плотность, изоляция, портландцемент.

Keywords: Fly ash, foam concrete, microsilica, heat, structure, density, insulation, portland cement.

Кириш

Бугунги кунда қурилишга бўлган талаблар нихоятда ошди. Бунга сабаб ҳозирги кунда замонавий қурилиш учун конструкция ва буюмлар тайёрлашда, асосан енгил қурилиш ашёларидан кенг фойдаланилмоқда.

Қурилишда ишлатиладиган оғир бетон ўрнига замонавий енгил иссиқлик изоляцияловчи бетонларни ишлатиш бинонинг умумий оғирлигини 5 марта камайтириши мумкин. Республикамизда Президентимиз ташаббуслари билан қурилиш материаллари саноатига катта ўзгариш ва янгиланишлар бошланди.

Ўзбекистон Республикаси президенти 2019-йил 20-февралдаги “Қурилиш материаллари саноатини тубдан такомиллаштириш ва комплекс ривожлантириш чора тадбирлари тўғрисида” ги ПҚ-4198 қарори асосида [1].

Давлатнинг иқтисодиётдаги иштирокини янада қисқартириш, қурилиш материаллари саноатини бошқариш тизимининг самарадорлигини ошириш, маҳаллий хом ашёни чуқур қайта ишлашни ташкил этишни рағбатлантириш, илғор технологияларни жорий этиш, ишлаб чиқарилаётган маҳсулотлар турларини диверсификация қилиш ва экспорт ҳажмини

кенгайтириш, тармоққа инвестицияларни жалб қилиш ҳақидаги қарори ижроси ва Ўзбекистон Республикаси прездентининг 2019-йил 23-майдаги “Қурилиш материалари саноатини жадал ривожлантиришга оид қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида” ПҚ-4335 сонли қарорлар қабул қилинди. [2].

Ўзбекистон Республикаси прездентининг 2023 йил 16 февралдаги “2023-йилда қайта тикланувчи энергия манбаларини ва энергия тежовчи технологияларни жорий етишни жадаллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги ПҚ-57 сонли қарорига асосан 2023 йилда 250 та қурилиш материаллари ишлаб чиқарувчи корхоналарни (цемент – 23 та, ғишт – 101 та, охак – 126 та) табиий газдан қўмир ёқилғисига ўтказиш белгиланди.

Хозирги даврда мавжуд бўлган иссиқлик изоляцион материалларни янгилаш ва такомиллаштириш долзарб ҳисобланади. Иссиқлик изоляцион материалларга бўлган еhtiёж йил сайин ошиб бораётган бир вақтда маҳаллий ва саноат чиқиндилари асосида юқори самарадорликка эга композицион материалларни ишлаб чиқариш ушбу долзарб муаммони ечимларидан бири бўла олади. Саноат ишлаб чиқаришининг ҳозирги ўсиши табиий ресурсларни истеъмол қилишнинг доимий ўсишига, энергия истеъмолининг ошишига, чиқиндиларнинг кўпайишига ва атроф-муҳитнинг ифлосланишига олиб келади. Замонавий қурилиш материаллари шунослиги ишлаб чиқариш самарадорлигини ошириш, технологик жараёнларнинг таннархини ва меҳнат зичлигини камайтириш, моддий ва энергия ресурсларидан оқилона фойдаланиш каби муаммоларни ҳал қилиш билан чамбарчас боғлиқ. Самарали конструктив ва иссиқлик изоляцион материалларни яратиш мураккаб жараён бўлиб, қурилиш материаллари фанининг устувор йўналишларидан биридир. Айтиш жоизки, бу борада хомашёдан оқилона фойдаланиш, техноген чиқиндиларни ишлаб чиқаришга тўлиқ жалб этиш устувор аҳамиятга эга. Саноат чиқиндиларидан фойдаланиш қурилиш материалларини ишлаб чиқариш харажатларини табиий хом ашёлардан ишлаб чиқаришга нисбатан 10-30 фоизга камайтириш имконини беради.

Адабиётлар тахлили. Бугунги кунда енгил бетонга бўлган талаб ортиб бормоқда. Бунга сабаб бугунги кундаги қурилишда оғир бетон ўрнига замонавий енгил иссиқлик изоляциаловчи бетонларни ишлатиш бир қанча қулайликлар яратмоқда. Енгил бетонда цемент ва агрегат ўрнини босувчи сифатида чиқиндилар ва қўшимча маҳсулотлардан фойдаланишдир.

Шундай чиқиндилардан бири иссиқлик электр стансияларида кўшимча маҳсулот сифатида кўп миқдорда ишлаб чиқариладиган учувчан кулдир. Кучли кулнинг катта қисми фойдаланилмай қолиб, атроф-муҳит ва сақлаш муаммоларини келтириб чиқаради. Учувчан кул билан синтерланган енгил бетон ишлаб чиқариш кўп миқдорда кулни қайта ишлашнинг самарали усули ҳисобланади. Саноат чиқиндилари асосида енгил бетон олиш бўйича бир қанча хорижий олимлар тадқиқот ишларини олиб боришган.

1. Ехаб Мохамед Хосни Рагаб, “Иссиқликка чидамли енгил бетонлар, ичи бўш кул микросфералари бўлган композит бириктиргичлар ёрдамида олиш (Жаростойкие легкие бетоны на композиционных вяжущих с полыми зольными микросферами.)”. Ушбу тадқиқот ишининг мақсади; композит боғловчилар ва иссиқлик электр стансияси кулидан микрофиллер ёрдамида енгил иссиқликка чидамли бетонларни олишдир. (Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, Москва-2015 г) [3].

2. Сошкина, Галина Николаевна, “Минерал пахта ишлаб чиқаришнинг кул ва чиқиндиларига асосланган енгил автоклавланмаган бетонлар (Легкие бетоны неавтоклавного твердения на основе зол и отходов производства минеральной ваты)”. Ушбу тадқиқот ишининг мақсади; минерал пахта ишлаб чиқариш чиқиндилари ва иссиқлик электр стансиялари кулидан фойдаланиш асосида енгил автоклавланмаган бетон ишлаб чиқариш ва бетоннинг оптимал таркибини танлаш, уларнинг хусусиятларини ўрганиш; технологияларни ривожлантириш. (Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, Новосибирск-2002 г) [4].

3. Коваль Елене Сергеевне, “Кўмир кулининг чиқиндиларига асосланган уяли бетонлар (Ячеистые бетоны на основе золошлаковых отходов от сжигания угля)” Тадқиқот ишининг мақсади; кул ва шлак ёрдамида енгил бетон таркибини ишлаб чиқиш, тўлдирувчи ва мураккаб боғловчи сифатида чиқиндиларидан фойдаланиш. (Магистерская диссертация, Красноярск 2022 г) [5].

4. Klara Krizova, Jan Bubenik, Martin Sedlmajer, “Юқори ҳароратларда бетонда енгил синтерланган учувчи кул агрегатларидан фойдаланиш (Use of Lightweight Sintered Fly Ash Aggregates in Concrete at High Temperatures)”. Илмий тадқиқот ишида кул агрегати билан мустаҳкамланган енгил бетоннинг 600, 800 ва 1000 ° С ҳароратгача чидамлилигини ўрганилган,

юқори ҳароратнинг бетоннинг механик хоссаларига таъсири синов намуналарида аниқланилган ва микроструктурага таъсири рентген структуравий таҳлил ва сканерли электрон микроскоп ёрдамида ўрганилган. (“Journal Buildings” Чехия, 2022-йил) [6].

5. Mehmet Oğuzhan Kale, Hakan Çağlar, Arzu Çağlar, Ahmet Celal Aray, Selçuk Çimen, “Nevşehir вилоятидан пемза агрегати ёрдамида ишлаб чиқарилган енгил бетоннинг хусусиятларини учувчан кул билан алмаштириш орқали яхшилаш (Improving of Lightweight Concrete Properties Produced with Pumice Aggregate of Nevşehir Region with Fly Ash Substitutio)”. Ушбу тадқиқот саноат чиқиндиларини учувчан кул билан алмаштиришнинг енгил бетоннинг физик-механик хусусиятларига таъсирини аниқлашга қаратилган. Шу муносабат билан енгил бетон намуналари турли нисбатларда (1%, 3% ва 5%) цемент ўрнини босувчи материал сифатида учувчи кул ёрдамида тайёрланган. (Academic Platform Journal of Engineering and Science 9-2, 302-308, 2021) [7].

6. Mohammed Tijani, “Конструктив енгил бетон ишлаб чиқариш учун юқори ҳажмли учувчи кулни бирлаштириш (Incorporation Of High-Volume Fly Ash To Produce Structural Lightweight Concrete)”. Ушбу тадқиқотда катта ҳажмдаги чиқиндилар ва қўшимча маҳсулотлардан фойдаланган ҳолда конструктив енгил бетон ишлаб чиқариш истиқболлари кўриб чиқилади. Йирик тўлдирувчи сифатида ишлатиладиган енгил материал кенгайтирилган сланец ва кенгайтирилган керамзит фойдаланилади. Чиқиндилар ва қўшимча маҳсулотлар ҳажми бўйича цемент ўрнини босувчи учувчан кулнинг катта ҳажмидан (50% ва 70%) иборат бўлган. Сиқилишга мустаҳкамлик, эгилишга мустаҳкамлик, 28 ва 56 кун давомида қуритилганда еластиклик модули ва киришиши, шунингдек, янги ҳолатдаги зичлик учун чўкиш ва солиштирма оғирлик каби механик хусусиятлари ўрганилади. Шунингдек, ишқаланишга чидамлилик, сув шимувчанлик, хлор ионлари киришига чидамлилик, музлаш ва эришга чидамлилик каби чидамлилик хусусиятлари ўрганилган. Таркибида 50% учувчан кул бўлган барча енгил бетонлар механик хоссаларининг етарли даражада мустаҳкамлигини кўрсатган. (A thesis submitted to the Graduate Council of Texas State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science with a Major in Engineering August 2021) [8].

7. Seyed Navid Hashem Moniri, Fathoni Usman, “Кул билан аралаштирилган енгил кўпикбетон ғиштнинг хусусиятлари (Characteristics of Lightweight Foamed Concrete Brick Mixed with Fly Ash)”. Ушбу тадқиқотнинг асосий мақсади учувчан кулли енгил кўпикли бетондан тайёрланган ғиштнинг сиқилишдаги мустаҳкамлиги, эгилишдаги мустаҳкамлиги ва сув шимувчанлиги каби механик хусусиятларини баҳолашдан иборат. Таркибида 10% учувчан кул ва 10% кўпик бўлган намуналар 28 кун сувда қотгандан сўнг эгилиш ва сиқилишга енг юқори мустаҳкамликка деярли 3 МПа ва 9,1 МПа га мос равишда эришганлиги аниқланди. (“SSRG International Journal of Civil Engineering” 2019-йил, 28-Март) [9].

8. Павленко Т. М., “Кул ва шлак-бетонларнинг янги технологияси (Новая технология золошлаковых бетонов)”. Ушбу тадқиқотда кул ва шлакли бетон ишлаб чиқариш янги технологияларини яратиш. Ушбу технологик ечим бетоннинг мустаҳкамлигини оширишга имкон беради ва цемент сарфини камайтирилган. (Вестник Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры, 2017, №3 (229-230) ISSN 2312-2676) [10].

9. Ву Ким Зиен, Баженова С.И., Танг Ван Лам, “Таркибида минерал кўшимчалар, учувчан кул, домна шлак бўлган кўпик бетоннинг механик хусусиятларини яхшилаш (Влияние минеральных добавок, летучей золы, доменного шлака на механические свойства пенобетона)”. Тадқиқотдада органик-минералнинг биргаликдаги таъсири баҳоланади.

СР 5000Ф суперпластификаторли кўшимчалар ва фаол минерал кўшимчалар - кул, шлак ва микрокремнезэн МК-90 кўпикли бетоннинг хусусиятлари бўйича аралашмаларнинг нисбатларини ҳисобланган. Тадқиқотлар натижалари шуни кўрсатадики, олинган эгилиш ва босим кучи кўпикли бетон, мос равишда 0,526 дан 1,061 МПа ва 1,69 дан 8,22 МПа гача ўзгарган. (Журнал "Строительство и реконструкция" 2020г). [11].

Ушбу олинган тадқиқот ишлар тахлили учувчан кул асосида ишлаб чиқилган енгил бетон қоришмалари ва уларни ишлаб чиқаришда энергия самарадорликни ошириш ҳамда ресурс тежамкор технологияларни яратиш соҳасида ижобий натижалар олинганлигини кўрсатади. Аммо иссиқлик ўтказмайдиган енгил бетонларнинг физик-механик хоссаларини такомиллаштириш ва ғовак тузилмали бетонларга кўшиладиган кимёвий кўшимчалар устида етарлича илмий тадқиқотлар ва тажриба-синовларни олиб борилмаганини тасдиқлайди.

Тадқиқот методологияси. Иссиқлик электр стансияларининг кул ва шлаклари (ИЭС) – қаттиқ ёқилғининг ёниши натижасида минерал қолдиқ хисобланади. Хар йили ўртача қувватга эга битта электр стансияси 1 миллион тоннагача кул ва шлак чиқиндилари ҳосил бўлади, кул асосидаги ёқилгини ёқадиган иссиқлик электр стансияси эса 5 миллион тоннагача чиқинди ҳосил бўлади.

Енгил бетонларга кул чангини қўшилма сифатида киритиш орқали кумнинг бир қисмини алмаштириш ва цемент сарфини камайтириш мумкин. Енгил бетонга қўшиладиган кул миқдори 150-250 кг/м³ ва ундан кўпроқ олинади. Енгил бетон таркибига дисперслиги 3000-4500 см²/г бўлган куллар 70-90 кг/м³ қўшилганда енгил бетоннинг сув талабчанлиги амалда ўзгармайди. Кул миқдори 300 кг/м³ ва ундан ортиқ булганда эса енгил бетоннинг сув талабчанлиги хар 50 кг кулга 5-6 % ортади. Кимёвий таркибига кўра ёқилғи кул ва шлакдан иборат SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO ва бошқалардан иборат ва ёнмаган ёқилғини ҳам ўз ичига олади. Ёнилғи кули ва шлаки йиллик ишлаб чиқаришнинг атиги 3-4% учун ишлатилади.

Учувчан кул микроннинг улушларидан 0,14 мм гача бўлган ўлчамдаги енг майда заррачалар бўлиб, улар сиклонлар ва электрофилтрларни тозалаш жараёнида тушади, сўнгра кул йиғич ёрдамида курук ҳолда ажратиб олинади. Кул заррачаларининг кўпчилиги шарсимон шаклга ва силлик шишасимон юзага ега. Тутун газлари орқали йўқотиш жараёнида кул атмосферани ифлослантириши мумкин. Қозон агрегатларида ериган кул ўтхона экранлари, шчитлар ва бошқа элементларнинг трубалари сиртига ўтириб, куйган шлак массасини ҳосил қилади.

Турли хил ёқилғиларнинг ёнишидан ҳосил бўлган кул асосан кремний, алюминий, темир, калсий, магний, калий, натрий, титан ва олтингугурт каби турли хил элементларнинг оксидларидан иборат бўлиб, бутун даврий жадвал бўйлаб турли хил элементларни ўз ичига олиши мумкин. Кимёвий таркиби ва структуравий хусусиятларига кўра, кул-шлак материаллари шишасимон, кристалл ва органик материалларга бўлиниши мумкин. Шишасимон компонентлар юқори босим таъсирида ҳосил бўлади.

Иссиқлик электр стансияларининг кули майда дисперс аралашма бўлиб, асосан кулранг тусга ега. Хомашё материалларининг асосий параметрларидан бири уларнинг гранулометриқ таркибидир. Микродисперс

заррачалар миқдорининг кўпайиши материалнинг пластиклигини оширади. Шундай қилиб, хом ашё кучлироқ боғланишни намоён қилади, бу еса тайёр маҳсулотларнинг мустаҳкамлик хусусиятларига ижобий таъсир кўрсатади. Бундан ташқари, гранулометриқ таркиб материалнинг адсорбсион хусусиятларини аниқлашда муҳим аҳамиятга эга. Заррачаларнинг ўлчамлари бўйича тақсимланиш натижалари олинган. 10% гача кул (ҳажм бўйича) диаметри 11,53 мкм гача бўлган заррачалардан иборат. Кулнинг 50% гача қисмини диаметри 71,11 мкм гача бўлган зарралар ташкил этади. Кулнинг 90% ини диаметри 160,82 мкм гача бўлган заррачалар ташкил этади. Заррачаларнинг ўртача диаметри 80,93 мкм. 1000°C гача қиздирилганда йўқотишлар 5,2% ни ташкил этди. Сканерловчи электрон микроскоп (СЕМ) ёрдамида олинган ва майда кўмир заррачаларининг аксарияти нотекис ғовак юзали шар шаклида бўлиб, диаметри 80 дан 200 микрометргача. Бундан ташқари, кичикроқ соҳалар ҳам мавжудлиги таъкидланади.

Тадқиқот метадологияси кўшимча сифатида Ву Ким Зиен, Баженова С.И., Танг Ван Лам, “Таркибида минерал кўшимчалар, учувчан кул, домна шлак бўлган кўпикбетоннинг механик хусусиятларига яхшилаш (Влияние минеральных добавок, летучей золы, доменного шлака на механические свойства пенобетона)”. бўйича тадқиқот ишлари кўриб чиқилади. Ушбу тадқиқот методикасида органик-минералнинг биргаликдаги таъсири баҳоланади. СР 5000Ф (СилкРод-5000) суперпластификаторли кўшимчалар ва фаол минерал кўшимчалар - кул, шлак ва микрокремнезем МК-90 кўпикли бетоннинг хусусиятлари бўйича аралашмаларнинг нисбатларини ҳисобланган. Тадқиқотлар натижалари шуни кўрсатадики, олинган эгилиш ва сиқилишга бўлган мустаҳкамлик кучи кўпикли бетон, мос равишда 0,526 дан 1,061 МПа ва 1,69 дан 8,22 МПа гача ўзгарган.

Тадқиқот-синов тадқиқот усуллари. Тадқиқот ишда ишлатиладиган хом ашё кварц куми, учувчи кул, юқори гранулали домна шлаки, микросиликат ва портлендцемент ишлатилган. Ҳақиқий зичлиги 2,66 г/см³ ва ўлчамдаги Ло дарёсидан (Ветнам) кварц куми ўлчамлари 0,14 мм дан 1,25 мм гача бўлган кварц куми зарралари бетон аралашмалари учун нозик агрегат сифатида олинган. Бундан ташқари, бу ишда ҳақиқий зичлиги 2,34 г/см³ бўлган Ҳай Пхонг иссиқлик электр станциясининг учувчи кули ишлатилган, ва Кҳоа заводидан ҳақиқий зичлиги 2,29 г/см³ юқори

гранулали домна шлакидан фойдаланилган. Бундан ташқари, қўшимча сифатида бетон аралашмаларида ҳақиқий зичлиги 2,15 г/см³ бўлган микрокремнезем (МК-90) ишлатилган. Тадқиқотларни ўтказиш учун портландцемент (С) СЕМ И 42,5Н олинган. "Бут сон" (Ветнам) заводида ишлаб чиқарилган бўлиб, унинг ҳақиқий зичлиги 3,10 г/см³ га тенг. Материалларнинг физик-кимёвий характеристикалари 1-жадвалда келтирилган [11].

1-жадвал Материалларнинг физик-кимёвий хусусиятлари

Ўртача кимёвий таркиби, % масс.	Ц (цемент)	ЗУТЕС (учувчан кул)	ДШ (домна шлаки)	МК-90 (микрокремнезем)
SiO ₂	22,56	59,91	35,45	91,63
Al ₂ O ₃	5,29	23,29	13,52	2,24
Fe ₂ O ₃	3,47	5,67	-	2,48
SO ₃	-	0,49	0,14	-
K ₂ O	0,61	-	0,28	-
Na ₂ O	0,14	-	-	0,56
MgO	2,01	1,45	7,89	-
CaO	63,37	1,68	40,88	0,52
TiO ₂	-	-	0,50	-
п.п.п.*	2,55	7,51	1,34	2,57
Умумий зичлик, кг/м ³	1100	850	830	760
Махсус сирт майдони, см ² /г	3660	3980	4550	10150

* - ёнишдаги йўқотиш

Пластификацияловчи қўшимча сифатида CP5000 (СилкРоад-5000) суперпластификаторидан фойдаланилган. CP5000 сув сарфини камайтиради. Унинг ҳароратдаги зичлиги 25±5°С да 1,1 г/см³га тенг бўлган. Суперпластификаторнинг оптимал дозаси 1,5% ни ташкил этади портландцементнинг оғирлиги бетон қоришмаларида сув сарфини 30% га камайтириш имконини беради. Ғовакли тузилмани яратиш учун ҳақиқий зичлиги 1,02 г/см³ га тенг бўлган EABASSOC (E-A-B Associates Bayley-Edge Ltd. Англия) кўпик ҳосил қилувчи ишлатилган. Ушбу тадқиқотларда кўпик ҳосил қилувчи EABASSOC сув билан 2,5% нисбатда суюлтирилди. Кўпикнинг барқарорлиги каби кўпик ҳосил қилиш хусусиятлари усул билан баҳоланади. Юқори тезликда аралаштириш учун 100 мл ҳажмли EABASSOC (2,5%) кўпик ҳосил қилувчи моддани зангламайдиган пўлатдан тайёрланган 300 мл ҳажмли идишга солинади ва 10000 айл/мин тезликда 10 дақиқа давомида парракли аралаштиргичда

аралаштирилади. Кўпик ўлчов колбасига (200 мл) ўтказилди ва дарҳол кўпик ҳажми ўлчанади [11].

ЕАБАССОС кўпик ҳосил қилувчисининг синов натижалари 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал Кўпикли ҳосил қилувчини баҳолаш тести

Ҳажмий массавий зичлик (г/л)	45		
Тест вақти (соат)	1	2	3
Кўпик ҳосил бўлиш барқарорлиги (%)	92	76	65

Синовдан ўтказилган барча бетон намуналарининг зичлиги 900 кг / м³, зичлиги еса

танланган кўпикли бетон композицияларининг қаттиқлаштирилган ҳолатда сиқилиши 7,5÷ 10 МПа ни ташкил етди Бетон аралашмаларнинг таркибини ҳисоблашда куйидаги қоидалар ҳисобга олинган: Суперпластиклаштирувчисиз кўпикли бетон аралашмалари учун сув-цемент нисбати $W/C=0,5\%$ бўлиши керак. Тадқиқотлар натижасида аралашмалар учун суперпластификаторли кўпикли бетон $CP5000$ $W/C=0,25\%$ эканлиги аниқланди. Назорат таркибли кўпик бетон намунаси (Кн-1) минерал кўшимчаларни ўз ичига олмайди (учувчан кул, юқори гранулали домна шлаки, микрокремнезем) ва суперпластификатор. Кўпикли бетон Кб-2 ва Кб-3 композицияларида $W/(Ц+МК-90)=0,5\%$ билан 30% қумни массаси буйича алмаштириш учун домна шлак ва учувчан кул ишлатилган. Кўпикли бетон Кб-4, Кб-5, Кб-6 ва Кб-7 таркибига $CP5000$ суперпластиклаштирувчи ва 10% цемент ўрнини босувчи микрокремнезем МК-90 ишлатилган. Бундан ташқари, ушбу композициялар оғирлик бўйича 30% ва 100% қумни алмаштириш учун ДШ (домна шлаки) ва ЗУ (учувчан кул) дан фойдаланган. Кўпикли бетон аралашмаларнинг композициялари 3-жадвалда келтирилган. [11].

3-жадвал Кўпикли бетон қоришмаларининг таркиби.

п/п	В/Ц (Сув/цемент)	ДШ/П (домна шлаки/кўпик)	ЗУ/П (Учувчан кул/кўпик)	SR5000/Ц (SR5000/цемент)	МК-90/Ц (Микрокремнезем/цемент)	Ц (цемент)	Кў (кўпик)
Кб-1 (назорат намунаси)	0,5	-	-	-	-	350	375
Кб -2	0,5	-	0,3	-	-	350	263
Кб -3	0,5	0,3	-	-	-	350	263
Кб -4	0,25	-	0,3	0,015	0,1	315	345
Кб -5	0,25	0,3	-	0,015	0,1	315	345
Кб -6	0,25	-	1,0	0,015	0,1	315	-
Кб -7	0,25	1,0	-	0,015	0,1	315	-
п/п	SR5000 (SR5000/цемент)	ДШ (домна шлаки/кўпик)	ЗУ (Учувчан кул/ кўпик)	МК-90 (Микрокремнезем/цемент)	В (сув)	В* (сув)	Кў(м ³) (кўпик)
Кн-1 (назорат намунаси)	-	-	-	-	175	175	0,571
Кб -2	-	-	113	-	175	186,3	0,565
Кб -3	-	113	-	-	175	197,6	0,564
Кб -4	5,25	-	113	35	88	98,8	0,612
Кб -5	5,25	113	-	35	88	110,1	0,611
Кб -6	5,25	-	458	35	88	133,3	0,594
Кб -7	5,25	458	-	35	88	179,1	0,590

Қуруқ ҳолатда портландцемент, қум, учувчан кул, юқори гранулали домна шлаки ва микрокремнезем "МастерМих" аралаштиргичига солинади ва 50 айл/мин тезликда 20°C ҳароратда 1 дақиқадан 3 дақиқача аралаштирилади кейин сув ва суперпластификатор қўшилади ва 2 дақиқа давомида аралаштирилди. Бу вақтда ЕАБАССОС кўпик ҳосил қилувчи генераторга узатилиб турилади. Генератор ёрдамида кўпик бетон аралаштиргичга пуркалади ва 1 дақиқа давомида аралаштирилади. Аралаштирилгандан сўнг дарҳол кўпикли бетон қолипга қуйилди ва 24 соат давомида статик ҳолатда ушлаб турилади.

ГОСТ 12730.1-78 (Бетоннинг зичликни аниқлаш усуллари) талабларига мувофиқ 150x150x150 мм ўлчамдаги куб намуналарни синаш орқали аниқланади. Кўпикли бетоннинг сиқилишга бўлган мустаҳкамлик кучи (МПа) 1, 3, 7, 14 ва 28 суткаларда аниқланади, шу билан бирга кўпикли бетоннинг эгилишга бўлган мустаҳкамлик кучи (МПа) 100×100×400 мм ўлчамдаги намуналарида аниқланган [11].

Таҳлил ва натижалар. Таркибида портландцемент, қум, учувчан кул, юқори гранулали домна шлаки, микрокремнезем ва СР 5000Ф суперпластификатори бўлган кўпик бетон намуналари 1, 3, 7, 14 ва 28

суткаларда егилиш ва сиқилишга булган мустахкамлик чегаралари аниқланган. Аниқланган натижалар 4-жадвалда келтирилган.

4-жадвал Кўпикли бетон қоришмаларининг таркиби

п/п	Зичлик (кг/м ³)	1-3-7-14-28 кунлик сиқилишдаги мустахкамлик (МПа)					28 кунлик эгилишдаги мустахкамлик (МПа)
		1	3	7	14	28	
Кб-1 (назорат намунаси)	855	0,54	1,03	1,1	1,38	1,69	0,526
Кб -2	861	0,49	1,17	1,37	1,87	2,46	0,578
Кб -3	866	0,65	1,23	1,69	2,5	3,23	0,631
Кб -4	848	1,66	3,61	4,12	5,01	5,53	0,787
Кб -5	852	1,77	4,01	4,58	5,55	5,91	0,841
Кб -6	836	2,47	6,76	7,76	8,07	8,22	1,061
Кб -7	841	2,38	6,37	7,14	7,68	7,89	1,034

Бетон намуналарининг 28 кунликда эгилишдаги мустахкамлик ва сиқилишдаги мустахкамлик қийматлари кун давомида $0,526 \div 1,061$ МПа ва $1,69 \div 8,22$ МПа оралиғида бўлади. Барча намуналарнинг зичлиги курук ҳолатдаги кўпикли бетон ($W = 0\%$) ҳисобий намлик зичлигидан ($W = 100\%$) бўлиб, 900 кг/м^3 ни ташкил этади [11].

Хулоса ўрнида шуни айтиш мумкинки, sanoat корхоналари чиқиндилари, хусусан, металлургия шлакларидан бетон тўлдирувчилар ишлаб чиқаришда фойдаланиш натижасида ишлаб чиқарилаётган тўлдирувчи ва йенгил бетоннинг таннархи камаяди, чиқиндилар ташиш, ултизация қилиш харажатларини камайишига, атроф муҳит ва экология тозалигига эришилади, корхонанинг иқтисодиёти ўсиши таъминланади. Биз кўриб ўтган Ву Ким Зиен, Баженова С.И, Танг Ван Ламларнинг тадқиқот ишларида Кб-6, Кб -7 ($8,22$ МПа ва $7,89$ МПа) таркибли кўпикбетоннинг сиқилишдаги мустахкамлиги бўйича юк кўтара олиш хусусиятлари анча яхши натижа берган ва бу натижалар билан мос равишда керамик ғиштнинг мустахкамлиги ($\geq 7,5$ МПа) билан таққосланади, бу еса ғиштни кўпикбетон блоklarга алмаштириш имконияти яратади. Бундан кўриниб турубдики sanoat корхоналари чиқиндилари кўшган ҳолатда ҳам арзон ҳам мустахкамлиги бўйича янги қурилиш материалларини яратиш имкони беради.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 20 февралдаги № ПҚ-4198-сонли "Қурилиш материаллари саноатини тубдан такомиллаштириш ва комплекс ривожлантириш чора тадбирлари тўғрисида"ги Қарори.
2. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 23 майдаги № ПҚ-4335-сонли " Қурилиш материаллари саноатини жадал ривожлантиришга оид қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида"ги Қарори.
3. Ехаб Мохамед Хосни Рагаб., "Иссиқликка чидамли енгил бетонлар, ичи бўш кул микросфералари бўлган композит бириктиргичлар ёрдамида олиш. (Жаростойкие легкие бетоны на композиционных вяжущих с полимерными микросферами.)". (Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, Москва-2015 г). <https://www.dissercat.com/content/zharostoikie-legkie-betony-na-kompozitsionnykh-vyazhushchikh-s-polymy-zolnymi-mikrosferami>
4. Сошкина, Галина Николаевна., "Минерал пахта ишлаб чиқаришнинг кул ва чиқиндиларига асосланган енгил автоклавланмаган бетонлар. (Легкие бетоны неавтоклавного твердения на основе зол и отходов производства минеральной ваты)". (Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, Новосибирск-2002 г). <https://www.dissercat.com/content/legkie-betony-neavtoklavnogo-tverdeniya-na-osnove-zol-i-otkhodov-proizvodstva-mineralnoi-vat>
5. Коваль Елене Сергеевне., "Кўмир кулининг чиқиндиларига асосланган уяли бетонлар. (Ячеистые бетоны на основе золошлаковых отходов от сжигания угля)". (Магистерская диссертация, Красноярск 2022 г). <https://elib.sfu-kras.ru/handle/2311/149613>
6. Klara Krizova., Jan Bubenik, Martin Sedlmajer., "Юқори ҳароратларда бетонда енгил синтерланган учувчи кул агрегатларидан фойдаланиш (Use of Lightweight Sintered Fly Ash Aggregates in Concrete at High Temperatures)". ("Journal Buildings" Чехия, 2022-йил). <https://www.mdpi.com/2075-5309/12/12/2090>
7. Mehmet Oğuzhan Kale., Nakan Çağlar., Arzu Çağlar., Ahmet Celal Aray., Selçuk Çimen., "Nevşehir вилоятидан пемза агрегати ёрдамида ишлаб чиқарилган енгил бетоннинг хусусиятларини чивинли кулни алмаштириш орқали яхшилаш. (Improving of Lightweight Concrete Properties Produced

with Pumice Aggregate of Nevşehir Region with Fly Ash Substitutio)". (Academic Platform Journal of Engineering and Science 9-2, 302-308, 2021) <https://dergipark.org.tr/en/pub/apjes/issue/61426/732592>

8. Mohammed Tijani., “Конструктив енгил бетон ишлаб чиқариш учун юқори ҳажмли учувчи кулни бирлаштириш. (Incorporation Of High-Volume Fly Ash To Produce Structural Lightweight Concrete).” (A thesis submitted to the Graduate Council of Texas State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science with a Major in Engineering August 2021).<https://digital.library.txst.edu/items/041761fd-f88c-4dfd-a831-42ff1f9a43eb/full>.

9. Seyed Navid Hashem Moniri., Fathoni Usman., “Кул билан аралаштирилган енгил кўпик бетон ғиштнинг хусусиятлари. (Characteristics of Lightweight Foamed Concrete Brick Mixed with Fly Ash)”. (“SSRG International Journal of Civil Engineering” 2019-йил,28-Март). <https://www.internationaljournalsrsg.org/IJCE/paper-details?Id=323>

10. Павленко Т. М., “Кул ва шлак-бетонларнинг янги технологияси.(Новая технология золошлаковых бетонов)”. (Вестник Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры, 2017, №3 (229-230) ISSN 2312-2676) <https://cyberleninka.ru/article/n/novaya-tehnologiya-zoloshlakovyh-betonov>

11. Ву Ким Зиен., Баженова С.И., Танг Ван Лам., “Таркибида минерал кўшимчалар, учувчан кул, домна шлак бўлган кўпикбетоннинг механик хусусиятларини яхшилаш.(Влияние минеральных добавок, летучей золы, доменного шлака на механические свойства пенобетона)”(Журнал "Строительство и реконструкция" 2020г). <https://construction.elpub.ru/jour/article/view/265>