

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
МИРЗО УЛУҒБЕК НОМИДАГИ САМАРҚАНД ДАВЛАТ
АРХИТЕКТУРА – ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ

Қўл ёзма ҳуқуқида

УДК 691:666.943

Қахоров Шерзод Хасанович
Ишқорли ячейкали бетонларни самардорлигини янада ошириш
йўллари

5A340501 - Қурилиш материаллари, буюмлари ва конструкцияларини
ишлаб чиқариш

Магистр
академик даражасини олиш учун ёзилган
диссертация

Илмий рахбар:
***т.ф.н.доц:* Султанов А.А.**

САМАРҚАНД 2013й.

Мундарижа

Кириш	3
I боб. Ишқорли цементлар хоссаларини бошқариш принциплари ва ячейкали бетонлар	5
1.1. Ишқорли цементлар ва бетонлар хоссаларини бошқариш принциплари	5
1.2. Ишқорли ячейкали бетонлар	10
1.3. Тадқиқот мақсади ва вазифалари	14
I боб бўйича хулосалар	15
II боб. Хом ашёлар ва тадқиқот усуллари танлаш	16
2.1. Тадқиқот учун хом ашёлар	16
2.2. Тадқиқот усуллари танлаш	22
II боб бўйича хулосалар	24
III боб. Самарадор ишқорли ячейкали бетонлар таркибини ишлаб чиқиш ва хоссаларини урганиш	25
3.1. Ишқорли купикбетон хоссаларини бошқариш йулларини ишлаб чиқиш	25
3.2. Ишлаб чиқилган ишқорли ячейкали бетонларнинг физикавий-механикавий хоссаларини тадқиқотлаш	48
III боб бўйича хулосалар	52
Хулоса	53
Иловалар	55
Фойдаланилган адабиётлар рўйхати	57

КИРИШ

Қурилиш материаллари ва буюмларини ишлаб чиқариш соҳасини ривожлантириш мақсадида қатор ҳужжатлар қабул қилинди, хусусан, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 24.03.2006 йилдаги «Қурилиш материаллари саноатини ривожлантириш ва иқтисодий ислоҳотларни чуқурлаштириш ва тезлаштириш тўғрисида»ги № ПФ-3586 Фармони, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 19.06.2009 йилдаги «Деворбоп материаллар ишлаб чиқаришни ошириш ва сифатини яхшилаш бўйича қўшимча тадбирлар тўғрисида»ги № ПП-1134 Қарори, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 17.06.2010 йилдаги «Қишлоқ жойларда шахсий уй қурилишини намунавий лойиҳалар асосида кенгайтириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида» ги Қарори. Бу қурилиш материаллари ишлаб чиқариш соҳасида, қурилишни ривожлантиришда муҳим силжишларга олиб келади.[1,2]

Ресурсларни тежашнинг асосий мақсади - моддий ва энергетик ресурслардан тежамли ва рационал фойдаланишдир. Қурилиш материаллари саноатида ресурсларни тежашнинг асосий йўналиши иккиламчи минерал ресурслар-ишлаб чиқариш чиқиндилари ва маҳаллий хом-ашёлардан кенг фойдаланиш ҳисобланади [1,2,3]. Бундай ресурс тежаш материал-ларига қурилиш ишлаб чиқаришига кенг тарқалган юқори кимёвий фаоллиги моддаларни, жумладан, ҳозирги пайтгача рационал қўлланилишга эга бўлмаган маҳаллий хом-ашё ва саноат чиқиндиларини жалб қилишга имкон берувчи ишқорли металллар бирикмалари асосида боғловчи моддаларни киритиш мумкин.

Ишқорли цементлар ва уларнинг ётиш назарияси ўтган асрнинг 60-йилларида профессор В.Д.Глуховский томонидан ишлаб чиқилган бўлиб уларни ишлаб чиқаришига иссиқлик ва электроэнергиянинг кам сарфланиши, юқори физик-механик кўрсаткичлари, узоқ муддатли чидамлилиги билан бу цементлар характерланади. Бу ишқорли

боғловчилар асосида қотган табиий тош тузилиши боғланишларни ҳосил қилувчи янги бирикмалар билан шартланган [5,8,10,12,51].

Ишқорли цементлар алюмосиликат ва ишқорли компонентлардан ташкил топган. Алюмосиликат компоненти сифатида домен ва электротермофосфор шлаклари ҳам, фаол минерал моддалар ҳам фойдаланилиши мумкин. Бундай цементлар қиздирилмай олиниди, яъни портландцементдан фарқли қиздириш жараёни бўлмайди.[9,17,18,28]

Профессор В.Д.Глуховский ишлаб чиққан ишқорли боғловчиларнинг қотиш назариясини давом эттириб профессор П.В. Кривенко қотувчи ишқорли тош таркибида янги бирикмаларни йўналтирилган синтез йўли билан якуний маҳсулотнинг хоссаларини бошқариш принципларини ишлаб чиқди, бу эса алюмосиликат ташкил этувчининг кимёвий-минералогик таркибидан қатъий назар башоратланувчи хоссаларини таъминловчи бирикма ҳосил қилувчи элементларнинг берилган фазавий таркибига эга бўлган ишқорли боғловчиларни яратишга имкон берди (4,5).

Бу принципларни асос сифатида қабул қилган СамДАҚИ бир гуруҳ олимлари маҳаллий фаол минерал моддалар, жумладан, махсус вазифали ишқорли боғловчилар-фаол маҳаллий минерал моддалар ва саноат чиқиндилари асосида паст экзотермияли юқори мустаҳкамлик, тезқотувчан, сульфатга чидамли цементлар ва улар асосида оғир бетонларни ишлаб чиқди. Бундан ташқари охирги йилларда ишлаб чиқилган ишқорли цементлар асосида самарадор купик бетонларнинг таркиби ҳам ишлаб чиқилди, унинг хоссалари ўрганилди. Қотувчи ишқорли боғловчи тошининг таркибида керакли янги тузилмаларни ва структурани ҳосил қилиш имкониятларидан келиб чиқиб янада самарадор ва ўз физикавий-кимёвий хоссалари билан фарқ қилувчи кўпик бетонларни ишлаб чиқиш имконияти туғилади [12,15,17,18,22,25,27].

Мазкур иш Самарқанд Давлат архитектура-қурилиш институти 5-сонли Илмий тадқиқот ва синов лабораториясида (лаборатория мудирини т.ф.н. доцент Султанов А.А.), Ўзбекистон Республикаси Давлат илмий-техник дастури дорасида (ИТД-16-021) ва маъсулияти чекланган

Ўзбекистон-Белоруссия –Россия қўшма корхонаси «ALINA INVEST буюртмаси (5/13-сонли хўжалик шартномаси) бўйича бажарилди.

I-БОБ. Ишқорли цементлар хоссаларини бошқариш принциплари ва ячейкали бетонлар

I.1. Ишқорли цементлар ва бетонлар хоссаларини бошқариш принциплари

Боғловчи моддалар ҳақидаги илмнинг ривожланиш тарихи шуни кўрсатадики, минерал боғловчи моддалар асосан кальций асосида, баъзи боғловчилар эса магний асосида олинган. Бу икки кимёвий элемент Менделеев даврий тизимининг иккинчи устуни, яъни еришқорли металллар устунида жойлашган. Бундан олдинги устунда ишқорли металллар, кейинги устунда эса амфотер металллар жойлаштирилган. Боғловчи моддаларнинг турлари, таркиби, олиниш технологияси, қотиши, ҳосил қилинган сунъий тошдаги янги тузилмалар таҳлили шуни кўрсатадики, ишқорли металллар ер ишқорли металлларга нисбатан ҳам кучли боғлаш хусусиятига эга. Бу Менделеев даврий тизимининг гениаллигини яна бир бор кўрсатади, чунки аввал юқори боғлаш хусусиятига эга бўлган ишқорли металллар, кейин боғлаш хусусияти нисбатан пастроқ ер ишқорли металллар, ундан кейин эса ишқоли муҳитда асос ва кислотали муҳитда кислота хоссаларини намоён этувчи амфотер оксидларни ҳосил қилувчи металллар жойлаштирилган [5,7,8,9,13,15].

Ишқорли металллар оксидлари ва тузлари юқори эриш хусусиятига эга бўлганлиги сабабли олдинги даврларда боғловчилар таркибига солинмаган. Кейинчалик ишқорли металлларни кальцийли боғловчи тизимга фаоллаштирувчи қўшимча сифатида кам миқдорда солишган. Бу қўшилган ишқор кальцийли боғловчи тизимидаги кремний эришини

тезлаштириб, охир-оқибатда янги тузилмаларга бирикмасдан оқ туз шаклида конструкция сиртига чиқиб қолган [5,8,11,15,22].

Бу муаммони профессор В.Д.Глуховский боғловчи тизимга учинчи компонент- амфотер оксидини киритиб ечган ва ишқорли металлни сувга чидамли юқори мустаҳкамликги эга бўлган уч компонентли янги бирикмалари- ишқорли металлнинг гидроалюмосиликатини ҳосил қилган. Шундай қилиб 1957 йилда еришқорли металллар- Ca, Mg, Sr, Ba қаторида ишқорли металллар- Li, Na, K, Rb, Cs- ҳам боғлаш хусусиятига эга эканлиги аниқланди [5,10,12,13,24,34].

Ишқорли цемент деб алюмосиликат билан ишқорли ташкил этувчилар асосида олинган гидравлик боғловчи моддага айтилади. Ишқорли цементларнинг чуқур тадқиқотланган тури шлакишқорли боғловчилардир. Бунда алюмосиликат ташкил этувчи сифатида қора (домен, пўлат эритиш шлаклари), рангли металлургия- никель, мис, кўрғошин шлаклари ҳамда кимё саноати чиқиндиси бўлган электртермофосфор шлаки ишлатилади. Бу шлаклардаги оксидларнинг сифатий таркиби портландцемент таркибига мос келиб, миқдори жиҳатдан фарқ қилади: портландцемент таркибида CaOнинг миқдори шлаклардагидан кўра кўп, SiO₂ кам, шу сабабли портландцемент табиий шароитда қотади, шлаклар эса йўқ (1.1-жадвал).

Жадвал-1.1.Шлакларнинг кимёвий таркиби

Шлакнинг номланиши	Оксидларнинг миқдори, масса бўйича % ҳисобида					
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ + FeO	CaO	M ₀ [*]	M _a ^{**}
Домен донали	35÷39	7÷17	1÷3	35÷49	0,9÷1,13	0,16÷0,48
Рангли металлургия	29÷45	6÷12	18÷34	11÷22	0,3÷0,6	0,13÷0,27
Электротермофосфор	41÷42	2÷4	То 1 гача	44÷46	1,05÷1,13	0,07÷0,08

Портландцемент клинкери	21÷24	4÷8	2÷4	63÷66	~3	0,17÷0,39
----------------------------	-------	-----	-----	-------	----	-----------

* M_0 – асосийлик модули ($CaO+MgO/SiO_2+Al_2O_3$)

** Ма-фаоллик модули (Al_2O_3/SiO_2).

Алюмосиликатнинг минералогик таркиби тадқиқотланганда аниқланганки минералогик таркиб асосан паст асосли кальцийнинг силикатлари, хусусан электротермофосфор шлакида- волластонит, алюминатлари, ферритлари ва кўп миқдорларда аморф ҳолатдаги кремний оксидидан ва бошқа минераллардан иборат [8,13,15,30]. Маълумки бу минераллар одатда табиий шароитда сув билан реакцияга крмайдилар ва демак гидратланиш рўй бермайди.

Шлакишқорли цементлар майин туйилган металлургия ёки электротермофосфор шлаklarини сувда ишқорли муҳитни ҳосил қилувчи ишқорли металлар (натрий, калий, литий) бирикмаларининг сувли эритмаси билан аралаштириб олинади. Агар ишқорли ташкил қилувчининг гигроскопиклик хусусияти паст бўлса, унда ушбу икки компонент биргаликда майин туйилиб, ҳосил бўлган парошок сув билан қориштирилади.

Ишқорли ташкил қилувчи сифатида ишқорли металларнинг сувли эритмада ишқорли муҳитни ҳосил қилувчи оксид ва тузлари, ҳамда ушбу ашёлар таркибида мавжуд бўлган кимёвий чиқиндилар ишлатилади.

Шлакишқорли цементнинг ва ундан олинadиган сунъий тошнинг хоссаларини бошқариш мақсадида туйишда ёки аралаштириш суюқлиги билан бирга минерал ёки органик қўшимчалар солиниши мумкин.

Шлакишқорли цемент икки усулда ишлаб чиқарилиши мумкин. Биринчи усулда қуритилган ва ўлчанган алюмосиликат ва ишқорли компонентлар, қўшимча тегирмонда биргаликда туйиб олинади. Иккинчи усулда эса ишқорли компонент алоҳида сувга эритиб қоришмага солинади.

Шлакишқорли цемент сув (боғловчи биринчи усулда тайёрланган бўлса) ёки ишқорли компонентнинг сувли эритмаси (иккинчи усулда

тайёрланган бўлса) билан аралаштирганда пластик масса ҳосил бўлади ва бу масса аста-секин қота бошлайди. Қотиш натижасида олинган сунъий тош минерологик таркиби кальцийнинг паст асосли гидросиликатлари, кальцитлардан ташқари ишқорли металнинг гидроалюмо- ва гидроферросиликитларидан ташкил топган. Бундай минерологик таркиб шлакишқорли цементнинг юқори физикавий-механикавий хоссаларини асослайди.

Профессор В.Д.Глуховскийнинг ишлаб чиққан назариясига кўра қотувчи “алюмосиликат-ишқор-сув” тизимда ишқорнинг ва алюмосиликатдаги минералларнинг, яъни паст асосли кальцийнинг силикатлари, хусусан электротермофосфор шлагида- волластонит, алюминатлари, ферритлари, орасида “катион алмашиш ва қайта алмашиш” жараёни кечади ва бу жараён токи барча сувсиз минералларнинг сувли ҳолатга ўтишигача давом этади. Натижада кальцийнинг паст асосли гидросиликатлари, гидроалюминатлари ва гидроферритлари олдин гел ҳолатида кейин эса бу гелдан кристаллар ҳосил бўлади [5,7,12,51].

Профессор В.Д.Глуховский ишлаб чиққан ишқорли боғловчиларнинг қотиш назариясини давом эттириб профессор П.В. Кривенко қотувчи ишқорли тош таркибида янги бирикмаларни йўналтирилган синтез йўли билан якуний маҳсулотнинг хоссаларини бошқариш принципларини ишлаб чиқди, бу эса алюмосиликат ташкил этувчининг кимёвий-минерологик таркибидан қатъий назар башоратланувчи хоссаларини таъминловчи бирикма ҳосил қилувчи элементларнинг берилган фазавий таркибига эга бўлган ишқорли боғловчиларни яратишга имкон берди [5,8,12].

Демак, бизларнинг мақсадимиз бўлган ишқорли ячейкали бетонларни самардорлигини янада ошириш йўллариини ишлаб чиқишда юқорида келтирилган принциплардан фойдалансак мақсадга мувофиқ бўлади.

Бу принципларни асос сифатида қабул қилган СамДАҚИ бир гуруҳ олимлари маҳаллий фаол минерал моддалар, жумладан, махсус хоссали ишқорли боғловчилар-фаол маҳаллий минерал моддалар ва саноат

чиқиндилари асосида паст экзотермияли юқори мустаҳкамлик, тезқотувчан, сульфатга чидамли цементлар ва улар асосида оғир бетонларни ишлаб чиқди. Қотувчи ишқорли боғловчи тошининг таркибида керакли янги тузилмаларни ва структурани ҳосил қилиш имкониятларидан келиб чиқиб янада самарадор ва ўз физикавий-кимёвий хоссалари билан фарқ қилувчи кўпик бетонларни ишлаб чиқиш имконияти туғилади [12,15,17,18,22,25,27].

Шлакишқорли цементнинг асосий хоссаларидан бири юқори сульфатбардошлиқдир.

Юқорида келтирилган асосий хоссалар шлакишқорли цементнинг ишлатилиш соҳаларини асослайди. Бу цементлар саноат ва фуқаро қурилиши учун бетон ва темирбетон билан бирга гидротехник иншоотларда, йўл қурилишида ва бошқа жойларда ишлатилади.

Ишқорли цементларнинг узига хос афзалликлари улар асосида ячейкали бетонлар олиш имконини беради.

1.2.Ишқорли ячейкали бетонлар

Мамлакатимизда янги турар жой бинолари қурилиши ошиб бориши ишқорли цементларларнинг янги турларини, айниқса ишқорли ячекали бетонларни ишлаб чиқишни талаб этмоқда.

Анъанавий потрландцемент, шлакпортландцемент ва портландцемент билан бир қаторда ишқорли эритмаларда шлак цементлардан фойдаланилмоқда. Хусусан, грануланган электротермофосфор шлаклар асосидаги цемент, қўрғошин қуймасидан грануланган иккиламчи шлаклар асосида цементлар ва ҳ.к. лар ишлаб чиқилган (32). Шлакишқорли ячейкали бетонларни олиш соҳасида Шерман А.Ю. [62]нинг иши ҳам маълум, унда ўртача зичлиги $400..1200 \text{ кг/м}^3$ чегараларда ҳам тўғри келадиган куйидирилмайдиган ячейкали шлакишқорли бетонларни олиш принципиал имконияти кўрсатилган. Унинг томонидан бундай бетонлар хоссалари қўлланилаётган шлак турига боғлиқ равишда ўзгариши ўрнатилган кўрсаткичларини жуда ошириш мумкин. Лекин бундай бетонлар паст к.с.к.га эга.

Конструктив автоклав газобетон шлакишқорли бирикма ва лессли тупроклар асосида Сикорский О.Н.[54] томонидан олинган. Унинг томонидан ўтказилган тадқиқотлар натижасида ўртача $800...1500 \text{ кг/м}^3$ зичликда 25...125 мустаҳкамлик бўйича марказдаги ва ўртача $400... 800 \text{ кг/м}^3$ зичликда 15... 80 марказдаги газобетон ишлаб чиқилди.

Шлак ишқорли ячейкали композицияларни яратиш бўйича ишларда олинган маълумотлар таҳлили шуни кўрсатадики, бу соҳадаги биринчи тадқиқотларда ғовакли тузилишнинг ячейкали шлакишқорли бетонлар шаклланишига таъсири ҳисобга олинган.

Кейинги ишларда яна юқори даражада бу масала қаралган ва шлакишқорли бетонларга олдиндан берилган хоссаларни бериш мақсадида уларнинг ғовакли тузилишини бошқаришга йўналтирилган.

Бунда ячейкали материаллар олишнинг қуйидаги йўллари аждатиш мумкин: автоклав ишловни қўллаш ёки унингсиз газобетон ва пенобетон технологиялари бўйича. Бундан ташқари, қатор тадқиқотларда ҳароратнинг материал тузилишига таъсири акс эттирилган.

Шлакишқорли ячейкали бетонларнинг ўрганишга Багров Б.О. [44, 45, 46] нинг кўпгина ишлари бағишланган. Унинг томонидан грануланган домна шлаки асосида автоклавсиз ячейкали бетонлар тадқиқ этилган. Бундай бетонлар мустаҳкамлиги $700...1000 \text{ кг/м}^3$ зичликда 2,8...7,8 МПа га етади. Унинг томонидан материалнинг сув ютилишини камайтириш учун бетон таркибига ғоваклар деворларини қолмаловчи полистрол бисер киритиш таклиф қилинган. Лекин Багров Б.О. асосий эътиборни рағли металлургия шлаклар асосида иссиқ изоляцияли ячейкали бетонларга қаратди ва бундай материалларни газобетон ҳам, пенобетон технологиялари бўйича олишнинг принциплал имкониятини ўрнатди.

У олинган композицияларнинг тузилишини шакллантириш жараёнида анъанавий кальций бирикмалар композициялардаги қаб қонунларга бўйсунушига асосланди [44, 45].

Унинг ишлари натижасида потрландцементдан анънавий ячейкали бетонлар кўрсаткичларидан ошувчи кўрсаткичларга эга автоклавсиз ячейкали бетонлар олинмади.

Багров Б.О.нинг[45] фикрича шлакишқорли ячейкали бетонлар мустаҳкамлик характеристикаларининг ошиши автоклав ишловини қўллагандагина мумкин. Сиқилишда 3,2...5,9 МПа мустаҳкамликка ва 500...1200 кг/м³ зичликка эга автоклав шлакишқорли ячейкали бетонларни олишга мос равишда Багров Б.О.[40, 41] ва Баранов А.Т. ишларида таъкидланган.

Қаралаётган тадқиқотлар асосан материалнинг иссиқлик изоляцияси хоссаларини таъминловчи ғовакларнинг текис тақсимотига, доиравий ва уларнинг зич жойлаштиришига эга бетонни олишга йўналтирилган. Шу билан бирга шлакишқорли газобетонда Сикорский О.Н.нинг[63] аввал ўтказган тадқиқотларидан келиб чиқадики, кесувчан ғоваклар мавжуд, бу эса унинг фикрича материалнинг хусусияти ҳисобланади. Бундай махсуслик акустик, хусусан, товуш ютувчи хоссаларга эга бўлган материални олишда қўлланилиши мумкин. Турли шлакларда шлакишқорли газобетонлар соҳасидаги ишларга силикомарганец шлак ишлаб чиқариш асосида шлакишқор автоклав газобетоннинг таркибига ва технологияси ишаб чиқишга бағишланган Кривенко П.В. ва Мельник Г.Б. [4]лар томонидан ўтказилган тадқиқотлар ҳамда суюқ шишада иссиққа чидамли газобетон соҳасида Кривенко П.В. ва Ушаткин С.М. ишланмалари киради [4].

Бу тадқиқотлар натижалари юқори ҳароратлар таъсирида массаларда ўтадиган янги тузилмалар ҳосил бўлиш жараёнларини бошқариш жуда самарали бўлишидан далоат беради. Газобетон аралашмада электр қиздиришни қўллаш кенг чегараларда газ ажратиб чиқариш тезлигини ўзгартиришга ва ғовак тузилишини шакллантиришни бошқаришга имкон беради[4].

Румина Г.В., Гоц В.И, Числицкий Е.В. ва Омельчук В.П.[51, 52, 61] тадқиқотлари шлакишқорли пенобетоннинг макро- ва микротузилиши шаклланиши ҳақида маълумотларни ўз ичига олади.

Шлакишқорли ячейкали бетонларнинг тузилиши ҳосил бўлиши жараёнларининг асосий қонуниятлари Омельчук В.П.[51, 52, 62] ишларида ўрнатилган. У конструкцион шлакишқорли пенобетон технологиясини ишлаб чиқишга бағишланган.

Олиб борилган тадқиқотлар натижасида Омельчук В.П.[51, 52, 77) пенобетон композиция таркибига пўлат эритилган шлакни киритишни таклиф этади ва бунда ҳосил бўлган жараёнларини бошқариш мумкинлиги исботлайди. Унинг томонидан шлак ишқорли ячейкали бетонлар тузилишини шакллантириш кўп жиҳатдан системанинг бошланғич босқичларида гидратация жараёнларининг бориш тезлиги билан боғлиқлиги кўрсатилган. Бу ишлар мос равишда ўртача $600...900 \text{ кг/м}^3$ ва $1000...1200 \text{ кг/м}^3$ зичликда ва сиқилишда $2,5...12,8 \text{ МПа}$ ва $12,0...19,6 \text{ МПа}$ мустаҳкамликка эга автооклавида ячейкали бетон олишга имкон беради.

Шлакишқорли газобетонлар олишда Атабаев К.К. бир қатор илмий-тадқиқот ишларини олиб борган[43]. Бу ишлар натижасида электротермофосфор грануллиланган шлаклари ва ишқорлар асосида ўртача зичлиги $600...900 \text{ кг/м}^3$ бўлган газобетонлар олинган. Лекин бу олинган материаллар товуш изоляцияси учун мўлжалланган, яъни газобетон ғовакликлари бир-бири билан бириккан, боғланган.

Шлакишқорли пенобетонлар соҳасидаги тадқиқотлар шуни кўрсатадики, иссиқ сақлаш хоссаларни шаклланаётган композиция таркибига ёпиқ ғовакликни яратишга ёрдам берувчи қўшимчаларни киритиш билан таъминлаш мумкин. Бунда қўшимчаларга биринчи навбатда цемент ва толали материаллар киради.

Шундай қилиб, келтирилган тадқиқотлар натижалари пенобетон олишда шлакишқорли композицияларнинг истиқболилигидан далолат беради ва бу соҳада кейинги тадқиқотларнинг олиб борилиши учун асос бўлади.

СамДАҚИ №5-илмий-тадқиқот лабораториясида олиб борилган тадқиқотлар натижасида қатор йиллар давомида маҳаллий хом ашё ва саонат чиқиндилар асосида 120 МПа гача мустаҳкамликка, совуққачидамли, сульфатга чидамли ва бошқа хоссаларга эга ишқорли цементлар ишлаб чиқилди ва ишлаб чиқаришга жорий этилди. Бундай ишқорли цементлар асосида ишқорли пенобетоннинг таркиблари ишлаб чиқилди, уларнинг физикавий-кимёвий хоссалари ўрганилди (). Бу хоссалар 1.2-жадвалда келтирилган.

Жадвал 1.2. Ишқорли пенобетоннинг физико-механик хоссалари

№т/р	Кўрсаткичлар номлари	Ўлчов бирлиги	Кўрсаткич қиймати
1.	Курук ҳолатдаги ўртача зичлик Зичлик бўйича марка	кг/м ³	595 D 700
2.	Қисишдаги мустаҳкамлик чегараси Қисишга мустаҳкамлик бўйича бетон синфи	МПа	2,0 В 2,5
3	Қуришдаги ўтириш	мм/м	2,5
4	Ҳавонинг нисбий намликда сорбцион намлик:75% 90%	%	10 15
5	Иссиқлик ўтказувчанлик	Вт/(м·°С)	0,16
6	Совуққа чидамлилик Совуққачидамлилик маркаси	цикллар	20 F25

Олинган натижалар таҳлили шундан далолат берадики, пенобетоннинг ишлаб чиқилган таркиби ГОСТ 25485-89 «Ячейкалы бетонлар.Техник шартлар»ни қаноатлантирувчи физико-механик хоссаларга эга D 600 зичлик бўйича маркага мос келади. Шу билан бирга ҳозирги замон қурилиши шу соҳа олимларидан ишқорли ячейкалы бетонларнинг янада самарадор турларини ишлаб чиқишни талаб этади. Шу сабабли ушбу ишда

ишқорли ячейкали бетонларни самардорлигини янада ошириш йўллари ишлаб чиқишни мақсад этиб олинган.

1.3. Тадқиқот мақсади ва вазифалари

Танланган мавзу бўйича қилинган адабиётларнинг таҳлили қотувчи ишқорли боғловчи тошининг таркибида керакли янги тузилмаларни ва структурани ҳосил қилиш имкониятларидан келиб чиқиб янада самарадор ва ўз физикавий-кимёвий хоссалари билан фарқ қилувчи кўпик бетонларни ишлаб чиқиш имконияти борлигини кўрсатади.

Шу хулосадан келиб чиққан ҳолда мазкур ишнинг мақсади $300...1200 \text{ кг/м}^3$ зичликка эга ишқорли цементлар асосида ишқорли пенобетонларнинг самардорлигини янада ошириш йўллари ва таркибларини ишлаб чиқиш, уларнинг хоссаларини тадқиқ этиш ва уларни қўллаш бўйича тавсиялар ишлаб чиқишдан иборат.

Бу мақсадга эришиш учун қуйидаги вазифалар қўйилди:

- танланган йўналиш бўйича адабиётларда келтирилган материаллар билан ранишиш ва уларни танқидий нуқтаи назар билан таҳлил этиш;
- хом-ашё материалларини танлаш, йиғиш ва тадқиқ қилиш;
- тадқиқотлар усулларини ва методикасини танлаш;
- ячейкали бетонларни қаноатлантирувчи ишқорли цементлар асосий хоссаларини яхшилаш йўллари ишлаб чиқиш;
- ишқорли ячейкали бетонлар таркибларини ишлаб чиқиш, уларнинг хоссаларини ўрганиш.

I боб бўйича хулосалар

1. Юқорида келтирилган адабиётлар таҳлили қотувчи ишқорли боғловчи тошининг таркибида керакли янги тузилмаларни ва структурани ҳосил қилиш имкониятларидан келиб чиқиб янада самарадор ва ўз физикавий-кимёвий хоссалари билан фарқ қилувчи кўпик бетонларни ишлаб чиқиш имконияти борлигини кўрсатади..

2. Шлакишқорли пенобетонлар соҳасидаги олиб борилган тадқиқотлар натижалари келтирилган адабиётларнинг таҳлили шуни кўрсатадики янада самарадор ва ўз физикавий-кимёвий хоссалари билан фарқ қилувчи кўпик бетонларни олишнинг йўлларида бири толасимон қўшимчаларни киритиш билан таъминлаш мумкин.
3. Ҳозирги замон қурилиши қурилиш материаллари соҳа олимлари ва мутахассисларидан ишқорли ячейкали бетонларнинг янада самарадор турларини ишлаб чиқишни талаб этади. Шу сабабли ушбу ишда ишқорли ячейкали бетонларни самардорлигини янада ошириш йўллариини ишлаб чиқишни мақсад этиб олинган.

II-боб. Хом ашёлар ва тадқиқот усулларини танлаш

2.1. Тадқиқот учун хом ашёлар

Тадқиқотларда алюмосиликат ташкил қилувчи сифатида Чимкент (Қозоқистон) “Фосфор” бирлашмасининг электротеромофосфор шлаки ишлатилди. Бу ашёнинг кимъевий таркиби қуйидагича, % ҳисобида: SiO_2 - 41,24, Al_2O_3 - 2,72, Fe_2O_3 - 0,45, CaO - 44,87, MgO - 5,00, SO_3 - 0,83. Шлакнинг асос модули 1,13, фаоллик модули эса 0,07. Уш-бу шлаклар фосфат минерал хом ашёлар – фосфорит ва апатитларни электротермик қайта ишлаш натижасида ҳосил бўлган чиқинди ашё ҳисобланади.

Хом ашё 1550...1550 °C да эритилади, натижада фосфор оксидлардан тикланиш жараёни ўтади ва фосфор ўғити олинади. Эритма фосфор ажратиб олингандан сўнг сув ёрдамида доналаштирилади ва натижада майда донали шлак ҳосил бўлади. Бир тонна фосфор ўғити олишда 10...12 т шлак ҳосил бўлади.

Ишқор ташкил қилувчи сифатида ГОСТ 5100-85 бўйича “Б” маркали калцийлаштирилган техник сода ишлатилди. Унинг сифат курсаткичлари қуйидаги жадвал 2.1-да берилган. Калцийлаштирилган сода сувдаги эритма зичлиги 1180 кг/м³ шаклида ишлатилди.

Жадвал 2.1 Кальцийлаштирилган сода сифат кўрсаткичи

№ Т/р	Курсаткичларнинг номланиши	Марка «Б»				
		Юкори сорт.				
1	Курилиш ҳолати	Ок кукун порошок				
2	Углекис натрий масса микдори (N)	99.4				
3	Маҳсулотни печда	98.9				

	куйдирилмаган ҳолатдаги углекис натрий масса миқдори (Na_2CO_3), %					
4	Куйдиришдаги йўқолиш масса миқдори (270-300 ⁰ С булгандаги), %	0.5				
5	Хлориднинг қайта ҳисобий массавий миқдори NaCl , %	0.4				
6	Темирнинг қайта ҳисобий массавий миқдори Fe_2O_3 , %	0.003				
7	Сувда эримайдиган моддалар массавий миқдори, %	0.03				
	Сульфатнинг қайта ҳисобий массавий миқдори Na_2SO_4 , %	0.04				

Содадан ташқари ишқорли ташкил қилувчи сифатида зичлиги 1300 кг/м³, силикат модули 1, 2, 3 бўлган юқори модулли саноат суюқ шишаси ишлатилди.

Боғловчининг алюмосиликат ташкил қилувчиси бўлган шлак тегирмонда то 300...310 м²/кг га солиштирма юза олингунча мийин туйилиб солиштирма юзаси ПСХ-2 ускунасида назорат қилинди.

Кўпик бетон тайёрлашда майда тўлдирувчи сифатида ГОСТ 8269-93 талабларига мос келувчи йириклик модули $M_{\text{й}}=2,1...2,3$ бўлган Зарафшон карьерининг дарё куми ишлатилди. Бу қум қум-шағал аралашмасидан элаб ва ювиб олинган.

Боғловчи моддаларни стандарт маркаси ва активлигини аниқлашда ГОСТ 310.4-84 талабларига мос келувчи қум ишлатилди.

Солиштириш мақсадида ва юқори асосли кўшимча сифатида пенобетон тайёрлаш учун ОАЖ “Қизилқумцемент” портландцементи ишлатилди. Бу цементнинг кимёвий таркиби 2.2-жадвалда келтирилган.

Жадвал-2.2. Хом ашёларнинг кимёвий таркиби

Хом ашё	На мун а №	Оксидларнинг массавий миқдори, %									
		қ.м. к.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	R ₂ O	жами	W
Портланд цемент клинкери	1	0,30	21,84	4,78	3,75	64,7 9	2,59	0,33	1,47	99,82	0

Пенобетон қоришмасини тайёрлаш учун кўпик ҳосил қилувчи сифатида Россияда ишлаб чиқарилган ПБ-2000 маркали пенообразователь ишлатилди. ПБ-2000 суёқ ҳолатда бўлиб ранги сарғич.

Тадқиқотларда пенобетонларнинг мустаҳкамлигини ошириш мақсадида толасимон тузилишга эга, ранли оч кўк бўлган ва ГОСТ 80692-91 талабларига мос келувчи Қўйтош конингнинг волластонити ишлатилди. Волластонит лаборатория тегирмонида доналарининг ўлчамлари 0,16 дан то 0,63 мм ўлчамларгача туйилди, яъни алюмосиликат доналаридан йирикроқ ва қум доналаридан майдароқ. Керакли ўлчамдаги волластонит доналарини олиш учун №0,16 ва №0,63 элаклардан ойдаланилди.

Маълумки волластонит қурилиш соҳасида сопол буюмлари, ҳар хил бўёқлар асбестоцемент буюмлари, цемент саноатида ва бетон учун майда ва йирик тўлдирувчилар сифатида кенг ишлатиладиган янги хом ашёлардан биридир [15]. Унинг заҳиралари Ўрта Осиё минтақасида, жумладан Республикамизда ўндан ортиқ конлари мавжуд. Шунингдек ҳали очилмаган жуда кўп конлари мавжуд.

Волластонитнинг кристалл структурасида анион радикали бир қатор занжирдан иборат бўлиб, бунда иккита тетраэдрнинг актив кислородли учи ўққа нисбатан бир томонга бу билан алмашинадиган учинчи тетраэдри бошқа томонга йўналган бўлади. Мазкур тузилишнинг хоссалари шу гуруҳ минералларида уланиш текислиги борлиги ва шунга боғлиқ кристалл бўлақларининг тахта-тахта бўлиб топилиши, агрегатларнинг тола-тола бўлиб тузилиши каби хусусиятлари билан мос

келади. Унинг агрегатлари варақсимон, радиал шуъласимон ёки найзасимон пўчоқсимон, баъзан параллел ва тўрдек тўкилиб кетган толалардан иборатдир [15].

Волластонитнинг ранги кул ранг–оқ ёки кизғиш тусли оқ, гоҳо гўштдек қизғишдир. Унинг рангсиз, мутлақо шаффоф бўлган хиллари ҳам учрайди. Ялтираш шишадек, уланиш текислиги юзалари садафдек товланиб туради. Солиштирма оғирлиги $\rho=2,78\div2,91\text{г/см}^3$, эриш ҳарорати 1540°C [15].

Тадқиқотчилар Х.Қ.Қўлдошев ва А.Х.Қўлдошевларнинг олиб борган тадқиқотларидан маълумки цемент ишлаб чиқаришда волластонит минерал қўшимча сифатида ва бетон тайёрлаш учун эса йирик ва майда тўлдирувчилар сифатида ишлатилиши мумкин. Ўтказилган тажрибалар шуни кўрсатадики, минерал қўшимча сифатида цемент клинкерига қўшилган волластонит талқони (10-30% миқдорда) унинг хоссаларини сезиларли даражада ўзгартиради. Яъни бундай цементлар кам деформацияланадиган, ташқи муҳит таъсирига чидамли, совуқбардошли ва нормал қотувчан хусусиятларига эга бўлади. Юқоридагиларга асосан қайд қилиш мумкинки волластонит ашёсини минерал қўшимча сифатида цемент ишлаб чиқаришда ишлатиш мумкин. Цемент таркибига волластонит киритилгач (айниқса оқ цементга), унинг техник-қурилиш таркиби яхшиланади. Волластонитнинг гидраidlаниши ва цемент таркибида қаттиқ ҳолатга ўтиши зич тузилишни ҳосил қилади (бир калцийли гидросиликат $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot\text{aq}$). Бу минерал (волластонитли цемент) ташқи муҳитнинг физик ва химик таъсирларига чидамли ҳисобланади (гидратланган клинкер минерали C_2SH_2 га нисбатан).

Тадқиқотчилар Х.Қ.Қўлдошев ва А.Х.Қўлдошевлар бетон қоришмани тайёрлаш учун фракцияси $0,16\div5$, $5\div10$ ва $10\div20$ мм ли волластонит куми ва чақилган тоши тўлдирувчи сифатида ишлатиб, натижада юқори мустаҳкам бетонлар ($R_b=60\div100$ МПа) олиш мумкинлигини исботладилар. Уларнинг фикрича волластонитли массалардан тайёрланадиган ашёлар волластонит заррачалари игнасимон

шаклга эгалиги туфайли, осон ва тез қурийди, ёрилмайди ва ўз шаклини йўқотмайди. Бундан ташқари, волластонитнинг ҳажми вақт ўтиши билан деярли ўзгармайди, сувни кам шимади, ўта қаттиқ ва иссиқ-совуққа чидамлилиқ каби бир қатор ажойиб хусусиятларга эгадир.

Волластонит асосида олинадиган бетонларнинг эгилишга ва чўзилишга мустаҳкамлиги жуда юқоридир: 7 кунлик бетоннинг эгилишдаги мустаҳкамлик чегараси оддий бетонникига нисбатан $1,9 \div 2,4$ маротаба юқори бўлади. Бу ерда албатта цемент тошининг ҳам мустаҳкамлигининг ортиши содир бўлади [15].

Бундай юқори мустаҳкам бетонлардан айниқса қуруқ ва иссиқ иқлим шароитига чидамли қурилмалар ишлаб чиқариш имкони вужудга келади.

Бундай бетонларга цемент миқдори оддий бетонларга нисбатан олганда кам сарф қилинади (яъни бир хил тартиб ва мустаҳкамлик талаб қилинганда) ва иқтисодий жиҳатдан самарадорликка эришилади .

Волластонит солинган ишқорли цементнинг физик ва механик хоссалари, уларнинг таркиби ва деформацияланиш механизми деярли ўрганилмаган. Шу сабабли олдин волластонитнинг ўзи рентгеноструктур ва микроскопик анализ усуллари билан тадқиқотланди. Олинган расмдан кўриниб турибдики электрон микроскопда 4500 маротаба катталаштирилганда волластонитнинг толасимон тузилиши тасдиқланди (2.1 ва 2.2-расмлар). Ушбу хулоса рентгеноструктуравий анализда ҳам тасдиқланди, чунки рентгенограммадаги $d=0,335; 0,348; 0,313\text{Å}$ дифракцион чизиқлар волластонит минералига хос чизиқлардир (2.3-расм). Волластонит эса толасимон тузилишга эга ва ишқорли цемент ва кўпик бетон тошини микроарматуралаши мумкин.

Бундан ташқари ишқорли ячейкали кўпик бетонларни микро арматуралаш мақсадида TSh 64-22165747-01:2009 мос келувчи базальтли фибро толлаларидан фойдаланилди.

Базальт фибросини унинг қуйидаги асосий хусусиятлари характерлайди:

-фибро толасининг чўзилишга юқори мустаҳкамлиги ва узоққа чидовчанли;

-иссиқлик таъсирига бардошлилиги ва умуман ёнмайдиганлиги;

-агрессив муҳитга чидамлилиги;

-экологик тозаллиги.

Фибро толасининг диаметри 20-50мм бўлиб, толанинг узунлиги 20-50мм оралиғида; ишчи ҳарорат диапазони -260°C дан $+700^{\circ}\text{C}$ гача; намлик миқдори массасига нисбатан 10% дан ошмайди.

Базальт фибро толалари бетонни микро арматуралашда кенг тарқалган, ундан ташқари ҳар хил пластикларда тўлдирувчи сифатида, шунингдек зичланган материалларни ишлаб чиқаришда ҳам ишлатилади.

Базальт фиброси 10 кг ли полиэтилен қопларида қадоқланади ва унинг асосий ишлатилиш соҳалари қуйидагилардир:

-турар жой қурилиши учун портландцемент асосидаги бетонларни микроарматуралашда;

-сақлаш жойларини реконструкциясида ва банк сейфларини қуришида;

-кўприк қурилиши, аэродром йўллари, гидротехника қурилмалари (соҳил дамбалари, платиналар, шалюзалар, ариқ , каналларда);

-атом реакторларининг бўлинмаларининг қурилишида, радиоактив чиқиндиларининг сақлаш контейнерларида;

-ер ости йўллари ва шахталарни тамирлашда;

-йўл плиталари қурилишида, йиғма ва монолит плиталарда, бардюрлар, тротуар плиткаларида ва портландцемент асосидаги кўпик бетонларда.

Адабиётлар таҳлили шуни кўрсатдики базальтли фибробетоннинг одий бетонга нисбатдан қуйдаги афзаллик бор:

- зарб ва чарчаш мустаҳкамлигининг юқорилиги;

-чўзилиш ва кесилиш мустаҳкамлигининг юқорилиги;

-ёриқ бардошлилиги, совуқ бардошлилиги, сув ўтказмаслиги, ёнғинга чидамлиги ва иссиқлик таъсирига мустаҳкамлиги.

2.2. Тадқиқот усуллари танлаш

Боғловчи моддалар ГОСТ 310.1...310.3.-76, ГОСТ 310.4-81 ларда келтирилган усуллар билан синалди. Бунда сув ўрнига сувда эритилган ишқорли ташкил этувчи ишлатилди.

Пенобетон қоришмасини таёрлаш учун “SCARLETT” маркали миксердан фойдаланилди. Қоришма миксерда кўпиртирилгандан сўнг пўлат қолипларга қўйилди ва нам шароитда сақланди. Намуналарни сақлаш ва сиқилишга мустахкамлигини синаш ГОСТ 10180-90 бўйича бажарилди. Пенобетоннинг ўртача зичлиги ГОСТ 12730-1-79 бўйича, совуқбардошлиги ва қуриганда усадкаси ГОСТ 25485-89 бўйича, иссиқ сақлаш қобилияти ГОСТ 7076-87 бўйича аниқланди.

Физикавий-кимёвий тадқиқотлар олиб бориш учун нормал қуюқликдаги боғловчи хаширдан тайёрланган томонларининг узунлиги 20 мм бўлган куб шаклидаги намуналар ҳам тайёрланди. Намуналар 3+6+2 соат режимда изотермик ҳарорат 90-95 °С бўлган шароитда иссиқлик билан ишлов берилди. Бу тадқиқотлар ЎзР ФА Анорганмик кимё институтида бажарилди (лаборатория мудири т.ф.н. Кадирова З.К.).

Боғловчиларнинг дифференциал-термик анализ (ДТА) ва дифференциал-термик гравиметрияси (ДТА) “Паулик-Паулик-Верден” ускунасида бажарилди. Намуналарнинг массаси 500мг, гальванометр деталларининг нисбати 1/10. Намуналарни максимал қиздирилган ҳарорат 1000⁰С. Расмга олиш тезлиги 10градус бир минутда. Эталон сифатида қиздирилган техник глинозем ишлатилди. Дериватограммалар расшифровка қилишда (26,40) манбалардан фойдаланилди.

Электрон микроскопик таҳлил. Тадқиқ қилинаётган намуналар микро тузилиши ва фазавий таркибини ўрганиш учун TELSА-BS-242E маркали микраскопда электрон-микроскопик тадқиқи ўтказилди. Объект тавсифини микрофотога олиш 5000-8000 марта катталаштириш диапозонида бажарилди. Тузилишини ўрганиш 2% ли намуналарни HF эритма билан аралаштирилган намуналар бир поғонали платина-углерод

репликалар усулида фойдаланиб ўтказилди. Бунда намунанинг янги сколига платина ва углерод қатлами ВУП-2 прибор билан қўйилди. Намуналарни чанглаштирилгандан сунг турли концентрацияли (15-20%) туз кислотаси билан аралаштирилди. Дистириланган сувда пухта ювилгандан сўнг айрим репликаларни таянч тўрларга илинди ва элетро микроскопда қарашди. Намуналар турли катталикларда, кристаллар ўлчамлари 3-4мкм бўлган ҳолат олинди. №9 намуна (воластонит) суспензия кўринишида таёрланди, чунки у кукун кўринишида эди.

Рентгентузилишли таҳлили. Бу таҳлил бошқа физикавий-кимёвий усулларга қараганда универсал ва ҳозирги пайтда мукамал тадқиқот усули ҳисобланади. Булардан фойдаланиб таркиби бўйича мураккаб материалларни сифат ва миқдорий фазовий таҳлилни ўтказишга ҳамда индивидуал бирлашмалар кирстал тўрлар тузилишини аниқлаш мумкин.

Рентганоструктура таҳлили мақсадларига ва объект турига боғлиқ равишда турли тадқиқот усуллари қўланилади: ярим кристаллик намуналар учун кукун ва дебайшерер усуллари ва монокристал намуналар учун Лауэ усули.

Қурилиш материаллари хусусан, полекристал жисимлар каби сифатида шлакишқорли боғловчилар, одатда дифраклашган рентген нурланишини ионли қайт этиш орқали кукун усули билан ўрганилади. Бу усулнинг афзалиги- алоҳида минералларга нисбатдан юқори сезгирлик ва таҳлил учун вақтнинг қисқалигидир.

Рентгенограммаларнинг мазмунини ўқиш қуйдагича олиб борилади. Ҳар бир индивидуал бирикма кристаллари фақат уларнинг ўзига хос текисликлар аро масофалар ҳарактерли қийматлари ва мос аксланишларнинг малум интенсивланишлигига- дифракцион чизиқларга эга рентгенограммани беради.

Турли тадқиқотчилар томонида турли малумотли қўланмаларда келтирилган, кўпгина сувсиз ва сувли кристал ва минералларнинг ишончлиги рентгенограмма орқали олинган. Турли минералларнинг энг

тўла рентгенографик характеристикалари рўхати ҳалқаро картатейкада берилган.

Юқорида кўрсатилган электротермофосфор шлак, базальт, портландцемент композициялар асосида ишқорли портландцемент ва содали эритмадан фойдаланиб олинган намуналар дифракцион расмлари CuK_α -нурланишда, Ni-филтир билан, ДРОН-0.2 рентген қурилмасида олинган. Рентгенограммани олиш санагич дискининг 2град/дақиқа тезлигида амалга оширилди. Ички эталон сифатида монокристал кварцдан фойдаланилди. Кобальтли нурланиш тўлқин узунлиги- $1,78529\text{\AA}$, трубка кучланиши-25кV, трубка қиздиргич токи-20кV. Фазаларни идентификациялашда (1-3) ишлар муаллифлари тузган жадвал ва машғулотномалардан ҳамда ASTM рентген порошокграммалари бўйича картатекадан фойдаланилди (4).

II боб бўйича хулоса

1. Танлаб олинган хом ашё маҳсулотлари қўйилган тадқиқотлар олиб бориш ва қўйилган мақсадга эришиш учун мос келади.
2. Танланган тадқиқотлар усуллари стандартларга мос келади, чуқур физикавий-кимёвий тадқиқотлар олиб бориш имконини беради ва қўйилган мақсадга эришишга асос бўлади.

III-боб. Самарадор ишқорли ячейкали бетонлар таркибини ишлаб чиқиш ва хоссаларини урганиш

3.1. Ишқорли купикбетон хоссаларини бошқариш йулларини ишлаб чиқиш

Ишқорли цементлар асосидагининг қотиш жараёнини тадқиқотлаш ва уларнинг физикавий-механикавий хоссаларига бағишланган адабиётларнинг таҳлили шуни кўрсатадики бундай цементлар бир қатор юқори физикавий-механикавий хоссаларга, узоққа чидавчанликга эга бўлгани билан бирга қотувчи ишқорли боғловчи тошининг таркибида керакли янги тузилмаларни ва структурани ҳосил қилиш имкониятларидан келиб чиқиб янада самарадор ва ўз физикавий-кимёвий хоссалари билан фарқ қилувчи кўпик бетонларни ишлаб чиқиш имконияти мавжуддир.

Шлакишқорли пенобетонлар соҳасидаги олиб борилган тадқиқотлар натижалари келтирилган адабиётларнинг таҳлили шуни кўрсатадики янада самарадор ва ўз физикавий-кимёвий хоссалари билан фарқ қилувчи кўпик бетонларни олишнинг йўлларида бири толасимон қўшимчаларни киритиш билан таъминлаш мумкин.

Аниқланган принципларга асосланган ҳолда ишқорли пенобетон таркибига толасимон тузулишга эга бўлган волластонит ва базальтли фибро киритилди ва ҳосил бўлган сунъий тошнинг сиқилишдаги мустаҳкамлиги вақт давомида кўриб чиқилди. Солиштириш мақсадида қўшимчасиз ишқорли пенобетонлар ва портландцемент асосидаги пенобетонлар ҳам тадқиқотланди. Бу таркиблар ва уларининг буғлашдан кейинги ва 28 кун қотгандан кейинги мустаҳкамлик чегаралари 3.1-жадвалда келтирилган. Тадқиқотлар учун кўпик бетоннинг ўртача зичлиги 600 кг/м^3 танлаб олинди, чунки ушбу ўртача зичлик қурилишда энг кўп ишлатилади ва агар бошқа ўртача зичлик керак бўлганда тулдирувчи бўлган қум ҳисобидан бошқариш имкони мавжуд.

Тадқиқотлар учун танланган кўпик бетон таркиблари 3.1-жадвалда келтирилади.

Бунда ишқорли ташкил этувчи сифатида кальцийли соданинг 1180 кг/м^3 зичликдаги сувдаги эритмаси, натрийли суюқ шишанинг 1300 кг/м^3 зичликдаги сувдаги эритмаси ишлатилди. Тўлдирувчи сифатида Зарафшон даръесининг қуми ишлатилди. Бу махсулотларнинг сифат кўрсаткичлари 2.2 бўлимда келтирилган.

Солиштириш учун ОАЖ “Қизилқумцемент” ПЦ 400 Д20 маркали портландцементи асосида ҳам кўпик бетон олинди ва тадқиқотланди. Портландцементнинг активлиги кўриб чиқилганда 28 кунлик активлиги 34 МПа ни ташкил қилди, яъни 400 маркадан пастлиги аниқланди (3.2-жадвал). Электротермофосфор шлаки асосидаги ишқорли цементнинг активлиги тадқиқотланганда цемент қўшимчаси солиниши билан соданинг сувдаги эритмаси асосида 400 ва суюқ шишанинг сувдаги эритмаси асосида 600 маркали ишқорли цементлар олинди (3.2-жадвал). Бундай юқори активли цеменлар асосида пенобетон тайёрлашга ўтилди. Ҳамма таркибларда боғловчиларнинг сарфи 360 кг/м^3 этиб олинди (3.1-жадвал).

Тадқиқотланаётган 2, 3, 4, 7, 8 ва 9-чи таркибларга ОАЖ “Қизилқумцемент” нинг ПЦ 400 Д20 маркали портландцементи қўшимча сифатида 10, 20 ва 30% миқдорида кўпик бетон қоришмасини тайёрланаётганда солинди. Барча таркибларда кўпик ҳосил қилувчи сифатида “ПБ-ЛЮКС” маркали пенообразователь ишлатилди ва унинг сарфи 600 мл/м^3 бўлди. 3.1-жадвалда келтирилган таркиблар асосида $100 \times 100 \times 100 \text{ мм}$ ўлчамдаги намуналар тайёрланди, нормал шароитда, яъни намлиги 95% дан юқори бўлган шароитларда сақланди ва 3, 7, 14 ва 28 кунлик сиқилишга бўлган мустаҳкамлик чегараси гидравлик прессда аниқланди. Ҳар бир муддатга 3тадан намуналар синалиб ўртача миқдори топилди. Бундан ташқари ҳар бир таркибнинг ўртача зичлиги аниқланди.

Олинган натижаларнинг таҳлили шуни кўрсатадики, ишқорли цемен асосида “ПБ-ЛЮКС” пенообразователи ишлатилганда пенобетон олиш мумкин, чунки ишқорли цементлардаги юқори ишқорли муҳитда ҳосил

бўлган кўпик пуфакчалари устувор ва бир неча соатлар давомида шу устуворлигини сақлайди. Чамалаш тадқиқотларида “АРЕКОН” маркали пенообразователь ҳам ишлатиб кўрилганда, ҳосил бўлган кўпик пуфакчалари устувор бўлмади, тез орада кўпик “ўтирарди”.

Жадвал 3.1. Ишқорли пенобетоннинг таркиби ва хоссалари

№ т/р.	Қум, кг/м ³	Боғловчилар таркиби, %			С/Ц,%			ПБ- ЛЮКС, л/м ³	Фибро, кг/м ³	Сиқилишдги мустаҳкамлиги, МПа, кунлардан кейин				Оғирлиги кг/м ³
		Цемент	ЭТФ	Воллас- танит	Сода	Суюқ шиша	Сув			3	7	14	28	
1	250	100	-	-	-	-	0.8	1.6	-	0.361	0.510	0.650	0.940	610
2	250	90	-	10	-	-	0.8	1.6	-	0.424	0.455	0.760	1.170	620
3	250	80	-	20	-	-	0.8	1.6	-	0.400	0.473	0.610	0.880	620
4	250	70	-	30	-	-	0.8	1.6	-	0.247	0.343	0.430	0.570	610
5	250	-	100	-	-	0.8	-	1.6	-	0.585	0.960	1.200	1.410	610
6	250	-	90	10	-	0.8	-	1.6	-	0.424	0.520	0.760	1.170	620
7	250	-	80	20	-	0.8	-	1.6	-	0.510	0.620	0.790	0.943	610
8	250	-	70	30	-	0.8	-	1.6	-	0.483	0.570	0.775	0.960	620
9	250	20	70	10	-	0,8	-	1,6	-	0,720	1,150	1,520	2.100	610
10	250	20	80	-	-	0,8	-	1,6	1,1	0,710	1,125	1,450	2,050	620
11	250	-	100	-	0.8	-	-	1.6	-	0	0.100	0.240	0.520	630
12	250	-	90	10	0.8	-	-	1.6	-	0.100	0.320	0.710	1.070	630
13	250	-	80	20	0.8	-	-	1.6	-	0.480	0.755	1.430	1.730	610

14	250	-	70	30	0.8	-	-	0.8	-	0.380	0.480	0.570	0.730	600
15	250	20	60	20	0,8	-	-	0,8	-	0,560	0,950	1,530	2,120	610
16	250	20	80	-	0,8	-	-	0,8	0,1	0,550	0,920	1,540	2,100	620

Эслатма: ЭТФ-электротермофосфор шлаки; ПБ-ЛЮКС-кўпик ҳосил қилиш учун суюқлик; Фибро-базальт фибро толалари;

Шу таркибларнинг асоси бўлган боғловчи қисми ҳақидаги олинган натижалар эса 3.2-жадвалда келтирилган.

Жадвал 3.2. Ишқорли пенобетонлар таркиби ва хоссалари

№ Т/р	Боғловчи таркиби, %		Ишқорли компонент тури ва боғловчига бўлган нисбати			Бўғлашдан кейинги мустаҳкамлик, МПа		28 кунлик мустаҳкамлик, МПа	
	Цемент	ЭТФ	Сода	Суюқ шиша	Сув	эгилишга	сиқилишга	эгилишга	сиқилишга
1	100	0	0	0	0,4	3,2	26,0	4,2	34,0
2	0	100	0,4	0	0	4,0	32,0	4,3	34,0
3	10	90	0,4	0	0	4,6	42,0	4,4	40,1
4	0	100	0	0,4	0	6,3	59,3	6,2	59,0
5	10	90	0	0,5	0	6,8	66,2	6,8	65,1

Тадқиқотланаётган ишқорли пенобетонларнинг синови натижаларнинг таҳлили шуни кўрсатадики, қотувчи тизимга толасимон тузилишли кўшимчалар бўлган волластонит ва базальт толаси бўлган фибро солинганда ишқорли ташкил қилувчининг тури ва қотиш вақтига қарамадан мустаҳкамлик ошади. Волластонитнинг оптимал миқдори боғловчи модда сифатида портландцемент ишлатилганда 10%-ни, соданинг сувдаги эритмаси ва электротермофосфор шлаги асосидаги ишқорли пенобетонларда 20%-ни ва суюқ шишанинг сувдаги эритмаси ва электротермофосфор шлаки асосидаги ишқорли пенобетонларда эса волластонит мустаҳкамликга таъсир этмайди (3.1-жадвал).

Олдинги олиб борилган тадқиқотлар натижаларига кўра қотувчи ишқорли цемент тизимига асосийликни оширувчи ва натижада мустаҳкамликни ошишига олиб келувчи цемент кўшимчасини солиш назарий жиҳатдан ҳам ва натижалар билан ҳам тасдиқланган эди (). Шу натижаларга таянган ҳолда оптимал миқдордаги волластонит ва фибро толалари солинган таркибларга 20% дан портландцемент кўшимчаси солинди. Олинган натижалар 3.1-жадвалнинг 9, 10, 15 ва 16-чи қаторларида келтирилган. Ушбу натижаларнинг таҳлили толасимон тузилишга эга бўлган кўшимчалар солиш йўли билан тадқиқотланаётган ишқорли пенобетонларнинг самарадорлигини, яъни мустаҳкамлигини 30-40% гача ошириш мумкин экан. Масалан электротермофосфор шлаки ва соданинг сувдаги эритмаси асосида олинган ишқорли пенобетонга 20% волластонит ва 20% портландцемент солинганда 28 кунлик сиқилишга бўлган мустаҳкамлик чегараси 1,17 МПа дан то 2,12 ва 0,1 кг/м³ миқдорда базальт фиброси солинганда то 2,10 МПа гача ошади, яъни тахминан 45...50% гача юқоридир (3.1-жадвал, 2, 15 ва 16 қаторлар).

Худди шундай қонуният ишқорли ташкил этувчи сифатида суюқ шишанинг сувдаги эритмасини ишлатганда ҳам амал қилади, яъни электротермофосфор шлаки ва суюқ шишанинг сувдаги эритмаси асосида олинган ишқорли пенобетоннинг 28 кун давомида нормал шароитда қотганидан кейин сиқилишга бўлган мустаҳкамлик чегараси 1,41 МПа ни

ташкил этган бўлса, 10% волластонит ва 20% портландцемент солинганда 28 кунлик сиқилишга бўлган мустаҳкамлик чегараси 1,41 МПа дан то 2,10 гача ошади, яъни тахминан 45...50% гача (3.1-жадвал, 5 ва 9 қаторлар). Волластонит ўрнига 0,1 кг/м³ миқдорда базальт фиброси солинганда то 2,050 МПа гача ошади, бу натижа ҳам тахминан 45...50% гача юқоридир (3.1-жадвал, 5, 9 ва 10 қаторлар).

Шундай қилиб тадқиқотлар натижасида ишқорли пенобетонларнинг самарадорлигини ошириш йўллари ишлаб чиқилди, бунинг учун толасимон тузилишга эга бўлган волластонит ва базальт фиброси киритилиши таклиф этилади. Бу таркиб 2 МПа дан юқори бўлган пенобетон олишга имкон беради, яъни В1,5 синфли енгил бетон олинади.

Тадқиқотлар натижасида олинган бундай юқори мустаҳкамлик чегараси махсус йўналтирилган қўшимчаларни қўшиш натижасида ҳосил бўлувчи янги тузилмаларнинг таркиби билан изоҳланади. Бу қонуниятни изоҳлаш учун рентгеноструктур анализ, дифференциал термик анализ ва микроскопик анализларни ўз ичига олган комплекс физикавий-кимёвий анализлардан фойдаланиб электротермофосфор шлаки, шу шлак ва сода ҳамда шу шлак ва суюқ шиша асосидаги ва қўшимчалар солинган таркиблар асосида қотган сунъий тошнинг янги тузилмалари тадқиқотланди. Солиштириш учун “портландцемент-сув” асосидаги қотган тоши ҳам қўшимчалар ва қўшимчаларсиз таркиблари шу усуллар билан тадқиқотланди. Бу анализларнинг натижалари 3.1, 3.5, 3.6, 3.7 ва 3.8-расмларда келтирилди.

Портландцемент асосидаги қотган тошнинг рентгенограммасида шу боғловчи модданинг сунъий тошига хос бўлган ва цемент қотишига бағишланган барча адабиётларда келтирилган юқори асосли минералларига хос дифракцион чизиқларни кўрамиз. Маълумки, портландцементнинг аксарият камчиликлари, хусусан паст активлиги ва мустаҳкамлигининг пастлиги, сульфат тузлари таъсирига ва умуман коррозиянинг барча уч турига чидамсизлиги, совуқбардошлигининг пастлиги, қотаётганда ўзидан нисбатан кўп миқдорда иссиқлик чиқариши

унинг таркибида кристаллик фаза юқори асосли гидросиликатларнинг шаклланишидадир. Агарда бизлар ишқорли цемент таркибида паст асосли кальцийнинг гидросиликатларини шаклланишига шароит яратсак, юқорида келтирилган камчиликларни бартараф этган бўлур эдик. Бунга имконият ишқорли цементларда мавжуд, бу қотаётган тизим таркибида портландцемент қотаётган тизимидан баландроқ ишқорли муҳит мавжуд: портландцементда водород кўрсаткичи pH 11...12 атрофида бўлса, ишқорли цементларда бу кўрсаткич 12...13 ни ташкил этади. Кимъё фани қонунлари бўйича ишқорли муҳит катта бўлганда шишасимон таркибларнинг эриши осонлашиб ер ишқорли металлларнинг, хусуан кальцийнинг эриши кескин секинлашади.

Хулосаларимизни тасдиқи сифатида портландцемент қотган тошининг янги тузилмалари таркибига хос бўлган $2CaOSiO_2 \cdot nH_2O$, $3CaOAl_2O_3 \cdot 6H_2O$, $4CaOAl_2O_3Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ ва $Ca(OH)_2$ га тааллуқли чизиқларни портландцемент солинган ишқорли цемент сунъий тошининг рентгенограммасида кўрмаймиз, демак бу тошнинг таркибида юқори асосли кальцийнинг гидросиликатлари, алюминатлари, ферритлари ва, асосийси сувда яхши эрувчан ва сув билан осон эритиб цемент тоши ичидан ювиб олиб кетиладиган ва ўрни бўшлиқ бўлиб қоладиган $Ca(OH)_2$ кристалланмайди. Демак портландцемент тошига хос бўлган камчиликлардан холи бўлган сунъий тошни оламиз.

Шу билан бирга ишқорли цемент рентгенограммасида паст асосли кальцийнинг гидросиликати $CSH(B)$ га хос дифракцион чизиқлар умумий аморф модда фонида яққол кўриниб турибди, булар $d=3,03$; $2,3$; $1,83$ А дифракцион чизиқлар (3.2, 3.3 ва 3.4-расмлар). Бу минералдан ташқари рентгеноструктур аналазлардадан кўриниб турибдики $CSH(B)$ минералидан ташқари қотган ишқорли сунъий тошнинг таркибида кальцийнинг паст асосли гидросиликатларидан тоберморит – ($d=5,3$; $3,07$; $2,98$; $2,8$; $2,28$; $2,27$; $2,16$; $2,08$; $1,83$ А дифракцион чизиқлар), ксонотлит – ($d=3,65$; $3,23$; $3,07$; $2,85$; $2,27$; $2,72$; $2,52$; $1,83$ А дифракцион чизиқлар) ва кальцит – ($d=3,03$; $1,71$ А дифракцион чизиқлар) кристалланади (3.2, 3.3 ва

3.4-расмлар). Таъкидалаш лозимки кальцитнинг чизиқлари ишқорли компонент сифатида сода ишлатилганда сезиларлироқ нисбатан суяк шиша ишлатилганда. Демак кальцит тез кристалланиб биринчи ишқорли цемент тошида структура ҳосил қилади ва ишқорли цемент қотиши бошланади. Олинган рентгенограммаларда ишқорли минералларнинг дифракцион чизиқлари аниқланмади, лекин ишқорли янги тузилмалар қотишнинг узоқ муддатларида кристалланади деган хулосага келишимиз мумкин.

Бу хулосани электрон микроскоп ёрдамида олинган расмлардан ҳам қилса бўлади. Портландцемент асосидаги қотган тошнинг электрон микроскопик расмларида шу боғловчи модданинг сунъий тошига хос бўлган ва цемент қотишига бағишланган барча адабиётларда келтирилган минералларга хос йирик кристалли структураларни кўришимиз мумкин (3.6, 3.7 ва 3.8-расмлар). Лекин ишқорли цемент микроскоп ёрдамида олинган расмларида- репликаларда паст асосли кальцийнинг гидросиликатларига хос майда структуралари умумий аморф модда фонида яққол кўриниб турибди (3.9 ва 3.10-расмлар).

Бундан ташқари волластонит солинган ишқорли таркиблар рентгенограммаларида ҳам дастлабки волластонит рентгенограммаларида кўриниб турган ва волластонит минералига хос бўлган дифракцион чизиқларни кўрмаймиз, демак волластонит сувсиз ҳолатдан сувли ҳолатга ўтиб CSH(B) типидagi кальцийнинг паст асосли гидросиликатларини- гидроволластонитни ҳосил қилади. Буни рентгенограммадаги дифракцион чизиқлар тасдиқлайди. Бу минерал толасимон тузилишга эга эканлиги адабиётлар ва минераллар справочникларидан маълум.

Расм 3.1. “Цемент+сув” таркибли портландцемент тошининг рентгенограммаси

Расм 3.2. “ЭТФ+суюқ шиша” таркибли ишқорли цемент тошининг рентгенограммаси

Расм 3.3. “ЭТФ+цемент+сода” таркибли ишқорли цемент тошининг рентгенограммаси

Расм 3.4. “ЭТФ+сода” таркибли ишқорли цемент тошининг рентгенограммаси

Расм 3.5. “Цемент+воластанит+сув” таркибли портландцемент тошининг рентгенограммаси

Расм 3.6. “Цемент+волластонит” таркибли портландцемент тошининг электрон-микроскоп ёрдамида 6100-марта катталаштирилган ҳолати

Расм 3.7. ”Цемент+волластонит” таркибли портландцемент тошининг электрон-микроскоп ёрдамида 6100-маротаба катталаштирилган ҳолати

Расм 3.8. “Цемент+сув+фибро” таркибли портландцемент тошининг электрон-микроскоп ёрдамида 5600-марта катталаштирилган ҳолати

Расм 3.9. ”ЭТФ+ суюқ шиша+ фибро” таркибли ишқорли цемент тошининг электрон-микроскоп ёрдамида 5000-маротаба катталаштирилган ҳолати.

Расм 3.10. “ЭТФ+ суюқ шиша+ волластонит” таркибли ишқорли цемент тошининг электрон-микроскоп ёрдамида 5200-маротаба катталаштирилган ҳолати

Ўзига хос ва уникал ҳисобланган “ЭТФ+ суюқ шиша+ волластонит” таркибли ишқорли цемент тошининг электронмикроскоп ёрдамида 5200-маротаба катталаштирилган ҳолатини 3.10-расмда кўрамиз, бунда аморф модда фонида волластонит толаларини яққол кўриш мумкин. Бу толалар ишқорли цемент аморф моддаси билан жуда яхши контактда эканлигини ҳам кўришимиз мумкин, бу эса ишқорли тизимни волластонит толаси арматуралаганини ва натижада ишқорли цемент тошини мустаҳкамлигини оширишига олиб келади. Бу натижаларни бизлар юқорида муҳокама қилган эдик.

Волластонит қўшимчаси ишқорли цементнинг алюмосиликат компоненти бўлган электротермофосфор шлаки майинлик даражасидан, яъни

зарраларнинг ўлчамлари 0,020...0,040мм ёки солиштира юзаси 300 м²/кг, йирикроқ этиб майдалаб солинди, яъни солинган волластонит доналарининг ўлчамлари 0,16...0,63 мм ёки 3...4 м²/кг атрофида. 3.10-расмдан кўриниб турибдики волластонит толалари худди оғир бетондагидек пўлат арматура вазифасини бажаряпти ва натижада пенобетоннинг эгилишга бўлган мустаҳкамлик

R, МПа

Расм 3.11. Портландцемент асосидаги кўпик бетонларнинг мустахкамлиги бўйича солиштира диаграммаси

Расм 3.12. Сода асосидаги ишқорли кўпик бетонларнинг мустахкамлиги бўйича солиштира диаграммаси

Расм 3.13 Суюқ шиша асосидаги ишқорли кўпик бетонларнинг мустахкамлиги бўйича солиштира диаграммаси

Расм 3.14. Ишқорли кўпик бетонларнинг мустахкамлиги бўйича солиштира диаграммаси

Расм 3.15. Сода асосидаги ишқорли кўпик бетонларнинг мустахкамлиги бўйича солиштира диаграммаси

Расм 3.16. Сода ва суюқ шиша асосидаги ишқорли кўпик бетонларнинг мустахкамлиги бўйича солиштира диаграммаси

чегарасини оширади ва усадкасини пасайтиради. Бу тадфифотлар натижаларини кейинги параграфда кўриб чиқамиз.

Шундай қилиб тадқиқотланган ишқорли цементлар таркибларининг юқори мустаҳкамликга эга эканлиги қотиш натижасида ҳосил бўладиган янги тузилмаларнинг таркиби ва тузилиши билан ифодаланади. Бундай янги тузилмалар таркиби ва тузилишга эга бўлган ишқорли цементлар қотиши натижасида ҳосил бўлган сунъий тош юқори мустаҳкамликга, сульфатбардошликга, совуқбардошликга ва бошқа афзалликларга эга бўлади.

Демак тадқиқотларимиз натижасида ячейкали ишқорли бетонларнинг самаражорлигини янада ошириш йўллари ишлаб чиқилди, булар ишқорли қотувчи тизимга толасимон тузилишга эга бўлган волластонит ва базальт фиброси қўшимчалари бўлиб, натижада мустаҳкамлиги 2,0...2,2 МПа бўлган 600 кг/м³ ўртача зичликка эга пенобетонларни олиш имконини берди. Шу билан бирга ишқорли цемент алюмосиликат компонентини 10% га тежашга олиб келади. Бу портландцемент асосидаги пенобетонларда жуда катта аҳамиятга эга.

3.2. Ишлаб чиқилган ишқорли ячейкали бетонларнинг физикавий-механикавий хоссаларини тадқиқотлаш

Тадқиқотлар натижасида ишлаб чиқилган ячейкали бетонларнинг физик-механик синовлари ГОСТ 25485-89 талабларига мос равишда ўтказилди. Ячейкали бетоннинг ўртача зичлиги ва намлиги ГОСТ 12730.1-78 бўйича, сорбцион намлиги ГОСТ 12852.6-77, сиқилишга мустаҳкамлиги –ГОСТ 10180-90, ўтириши- ГОСТ 25485-89 бўйича, иссиқлик ўтказувчанлиги ГОСТ 7076-87 бўйича, совуққа чидамлилиги – ГОСТ 25485-89 бўйича аниқланди.

Электротемофосфор шлаки, портландцемент қўшимчаси, сода ва суюқ шиша асосида оптимал таркибли (9 ва 15 таркиблар, 3.1-жадвал)

ишқорли пенобетонни тадқиқ этиш бўйича олинган натижалар жадвалда келтирилган. Кўпик ҳосил қилувчи восита сифатида ПБ-Люкс (Россияда ишлаб чиқарилган)дан фойдаланилди. Олинган натижалар 3.3-жадвалда келтирилган.

Жадвал 3.3. Ишқорли пенобетоннинг физикавий-механикавий хоссалари

№	Кўрсаткичлар номлари	Ўлчов бирлиги	Кўрсаткич киймати
1	Куруқ ҳолатдаги ўртача зичлик Зичлик бўйича марка	кг/м ³	595 D 700
2	Сикилишдаги мустаҳкамлик чегараси Сикилишдаги мустаҳкамлик бўйича бетон синфи	МПа	2,1 B 1,8
3	Қуришдаги чўкиши	мм/м	2,1
4	Ҳавонинг :75% 90% нисбий намлигида сорбцион намлик	%	10 15
5	Иссиклик ўтказувчанлик	Вт/(мх ⁰ С)	0,16
6	Совуққа чидамлилиқ Совуққа чидамлилиқ маркаси	цикллар	25 F25

Олинган натижалар таҳлили шундан далолат берадики, пенобетоннинг ишлаб чиқилган таркиби ГОСТ 25485-89 «Ячейкалы бетонлар.Техник шартлар»ни қаноатлантирувчи физикавий-механикавий хоссаларга эга D 600 зичлик бўйича маркага мос келади.

Пенобетонларнинг асосий кўрсаткичларидан бири бу уларнинг қотиш шароитида ҳажмида ва ўлчамларида ўзгариши, яъни усадкаси ҳисобланади. Пенобетонларнинг усадкаси жуда кўп факторлардан боғлиқ, булар ғовакликнинг миқдори, яъни ўртача зичлик, таркибдаги

цементнинг миқдори, сув-цемент нисбатига, цемент тошининг кристалланганлик даражасига, қотиш шароитига ва бошқаларга боғлиқ. Ишқорли пенобетоннинг усадкасига ишқорли цемент тошининг кристалланганлик даражаси ва қотиш шароитини тадқиқотлаш мақсадида пенобетондан 40x40x160 мм ўлчамдаги электротермофосфор шлаки, 10% портландцемент қўшимчаси ва суяқ шиша таркибли ишқорли пенобетон қоришмасидан намуналар тайёрланди. Бундан ташқари шу таркибларга толасимон структурага эга бўлган ва 2.1-параграфда тавсифланган волластонит ва базальт толаси солинган оптимал таркиблардан (9 ва 15 таркиблар, 3.1-жадвал) ҳам намуналар тайёрланди.

Намуналарнинг икки чеккасида намуна қуйилишидан олдин диаметри 6 мм бўлган пўлат шарлар қолипга маҳкамланди ва бу шарлар қотганда репер вазифасини бажарди. Реперлар орасидаги масофанинг ўзгариши юзлик индикатор ёрдамида ўлчаб борилди ва дастлабки 1-кунлик олинган саноқлар билан солиштирилди. Солиштириш мақсадида портландцемент асосидаги пенобетондан ҳам намуналар тайёрланди. Олинган натижалар 3.4-жадвалда келтирилган.

Тадқиқотлар натижасида олинган натижаларнинг таҳлили шуни кўрсатадики ишқорли цементлар асосидаги пенобетоннинг усадкаси портландцемент асосидаги пенобетондан юқори (3.4-жадвал, 3 ва 4 қаторлар). Бу фарқ қотишнинг кўрилган барча муддатларида сақланади. Бунинг сабаби қотган сунъий тошнинг кристалланганлик даражасида. Ишқорли цементнинг қотган сунъий тоши қотишнинг биринчи давларида қаттиқ гелдан иборат ва бу гелдан вақт ўтиши билан янги тузилмалар кристалланади, портландцемент қотган сунъий тошида қотишнинг биринчи давларидан бошлаб янги тузилмаларнинг кристаллари ҳосил бўлади ва структура ташкил топади. Бу хулосаларни рентгеноструктур ва микроскопик анализлар ҳам тасдиқлайди. Микроскоп ёрдамида олинган расмларда ишқорли цемент тошида асосан

кристалланмаган гел ва янги тузилмаларнинг кичик кристаллари кўринади. Портландцемент асосидаги қотган сунъий тошнинг микроскопик расмида эса янги тузилмаларнинг кристаллари яққол кўринади (3.6, 3.7 ва 3.8-расмлар).

Шу келтирилган сабабларга кўра ишқорли цемент асосидаги пенобетоннинг усадкаси 28 кундан кейин нормал шароитда қотган намуналарда 2,1 %ни ва очик ҳавода қотган намуналарда максимал 5,7%-ни ташкил этади. Усадка қотишнинг биринчи даврларида тез ва вақт ўтиши билан секинлашади.

Тадқиқотлар натижасида ишлаб чиқилган оптимал таркибдаги ишқорли пенобетонлар усадкаси куриб чиқилди ва олинган натижаларнинг таҳлили шуни кўрсатадики қотаётган тизимга толасимон тузилиш ва структурага эга бўлган волластонит ва базальт фиброси солинганда мустаҳкамлик ошиши билан бирга усадка сезиларли даражада пасаяди. Масалан электротермофосфор шлаки, цемент қўшимчаси ва суюқ шиша асосидаги ишқорли пенобетонга 10% волластонит солинганда очик ҳавода 28 кун қотган намуналарнинг усадкаси 5,7 дан то 2,3 мм/м гача пасаяди ва портландцемент кўрсаткичларига (2,1 мм/м) тенг бўлади (3.4 расм, 2 ва 3 қаторлар). Бу пасайиш қотишнинг барча даврларига ҳам хосдир. Шундай қонуният ишқорли ташкил этувчи сифатида сода ишлатилганда ҳам амал қилади (3.4-расм, 1 қатор).

Шундай қилиб ишлаб чиқилган таркиблардаги ишқорли пенобетонларнинг физикавий-механикавий хоссалари шундай материалларга қўйилган талабларга мос келади ва ишлаб чиқариш шароитларида саноат синовига ўтказгандан кейин ишлаб чиқаришга жорий этишга ўтиш мумкин.

III боб буйича хулоса

1. Тадқиқотлар натижасида ячейкали ишқорли бетонларнинг самарадорлигини янада ошриш йўллари ишлаб чиқилди, булар ишқорли қотувчи тизимга толасимон тузилишга эга бўлган волластонит ва базальт фиброси қўшимчаларини қўшиш йўллари бўлиб, натижада мустаҳкамлиги 2,0...2,2 МПа бўлган 600 кг/м³ ўртача зичликка эга пенобетонларни олинди.
2. Рентгеноструктур анализ, дифференциал термик анализ ва микроскопик анализларни ўз ичига олган комплекс физикавий-кимёвий анализлардан фойдаланиб қотган ишқорли сунъий тошнинг янги тузилмалари тадқиқотланди ва аниқландики янги тузилмалар асосан аморф гел ҳолатида, паст асосли гидросиликатларнинг кам миқдордаги кристаллари, кальцитдан иборат. Ишқорли янги тузилмалар гел таркибида аморф ҳолатда бўлиб, қотишнинг кейинги даврларда кристалланади. Толасимон тузилишли волластонит ва базальт фиброси қўшилганда бу толалар ишқорли пенобетон тоши билан яхши бирикади ва уни арматуралайди.
3. Ишлаб чиқилган таркиблардаги ишқорли пенобетонларнинг физикавий-механикавий хоссалари, хусусан сорбцион намлиги, сиқилишга мустаҳкамлиги, усадкаси, иссиқлик ўтказувчанлиги, совуққа чидамлилиги шундай деворбоп материалларга қўйилган талабларга мос келади.

Хулоса

1. Танланган мавзу бўйича адабиётлар таҳлили қотувчи ишқорли боғловчи тошининг таркибида керакли янги тузилмаларни ва структурани ҳосил қилиш имкониятларидан келиб чиқиб янада самарадор ва ўз физикавий-кимёвий хоссалари билан фарқ қилувчи кўпик бетонларни ишлаб чиқиш долзарблигини ва бундай материалларни олиш имконияти борлигини кўрсатади.
2. Шлакишқорли пенобетонлар соҳасидаги олиб борилган тадқиқотлар натижалари келтирилган адабиётларнинг таҳлили шуни кўрсатадики янада самарадор ва ўз физикавий-кимёвий хоссалари билан фарқ қилувчи кўпик бетонларни олишнинг йўлларида бири толасимон қўшимчаларни киритиш билан таъминлаш мумкин.
3. Ҳозирги замон қурилиши қурилиш материаллари соҳа олимлари ва мутахассисларидан ишқорли ячейкали бетонларнинг янада самарадор турларини ишлаб чиқишни талаб этади ва бу тадқиқотлар долзарбдир, ишқорли ячейкали бетонларни самардорлигини янада ошириш йўлларини ишлаб чиқиш мақсадга етказди.
4. Танлаб олинган хом ашё ва маҳсулотлар қўйилган тадқиқотлар олиб бориш ва қўйилган мақсадга эришиш учун мос келади.
5. Танланган тадқиқотлар усуллари стандартларга мос келади, чуқур физикавий-кимёвий тадқиқотлар олиб бориш имконини беради ва қўйилган мақсадга эришишга асос бўлади.
6. Тадқиқотлар натижасида ячейкали ишқорли бетонларнинг самарадорлигини янада ошириш йўллари ишлаб чиқилди, булар ишқорли қотувчи тизимга толасимон тузилишга эга бўлган волластонит ва базальт фиброси қўшимчаларини қўшиш йўллари бўлиб, натижада мустаҳкамлиги 2,0...2,2 МПа бўлган 600 кг/м³ ўртача зичликка эга пенобетонларни олинди.

7. Рентгеноструктур анализ, дифференциал термик анализ ва микроскопик анализларни ўз ичига олган комплекс физикавий-кимёвий анализлардан фойдаланиб қотган ишқорли сунъий тошнинг янги тузилмалари тадқиқотланди ва аниқландики янги тузилмалар асосан аморф гел ҳолатида, паст асосли гидросиликатларнинг кам миқдордаги кристаллари ва кальцитдан иборат. Ишқорли янги тузилмалар гел таркибида аморф ҳолатда бўлиб, қотишнинг кейинги даврларда кристалланади. Толасимон тузилишли волластонит ва базальт фиброси қўшилганда бу толалар ишқорли пенобетон тоши билан яхши бирикади ва уни арматуралайди.
8. Ишлаб чиқилган таркиблардаги ишқорли пенобетонларнинг физикавий-механикавий хоссалари, хусусан сорбцион намлиги, сиқилишга мустаҳкамлиги, усадкаси, иссиқлик ўтказувчанлиги, совуққа чидамлилиги шундай деворбоп материалларга қўйилган ҳозирги замон талабларига мос келади.

Иловалар:





Фойдаланилган адабиётлар РЎЙХАТИ

1. Каримов И.А. Узбекистан по пути углубления экономических реформ. Т., Узбекистан, 1995, стр. 104-151.
2. Каримов И.А. Узбекистан-государство с великим будущим. Т.Узбекистан 1992, стр. 62.
3. Каримов И.А. Узбекистан свой путь обновления и прогресса. Т. Узбекистан, 1992 стр. 71.
4. Кривенко П.В. Специальные шлакощелочные цементы – Киев, Будивельник, 1992.
5. Шлакощелочные бетоны на мелкозернистых заполнителях. Под ред. проф. В.Д.Глуховского - Киев, Высшая школа, 1982.
6. Байдов В.В. Ультразвуковые исследования и микроструктура силикатных расплавов-В кн. : Свойства и структура шлаковых расплавов . М. Наука, 1970.
7. Щелочные цементы и бетоны. Материалы первой международной Конференции. Киев, 1994.
8. Султанов А.А. Шлакощелочные цементы и бетоны на основе гранулированных шлаков цветной металлургии. Автореферат дисс. на соиск. уч. степени канд. техн. наук. Киев, 1985
9. Шлакощелочные цементы, бетоны и конструкции. Материалы III Всесоюзной конференции. Киев, 1989 г.
10. Шлакощелочные вяжущие и мелкозернистые бетоны на их основе. Под общей редакцией проф.В.Д.Глуховского. Ташкент, Узбекистан, 1980.
11. Безобжиговые щелочные вяжущие и бетоны. Сборник научных трудов ученых Республики Узбекистан. Ташкент, 1994.
12. Глуховский В.Д., А.А. Тулаганов, Г.В. Румына, И.К. Касимов. Шлакощелочные легкие бетоны. Ташкент, Фан, 1992.

13. Тулаганов А.А. Структурообразование, технология и свойства легких бетонов на модифицированных щелочных вяжущих. Автореферат дисс. на соиск. уч. ст. докт. техн. наук. Ташкент, 2000 г.
14. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества. М., Высшая школа, 1986
15. Султонов.А.А., Тўлаганов А.А., Мелиев.О.А., Қурбонов Т.Ю.,Шермамедов Д.Н., Содикова С.О., Қўлдошев Х.Қ.,Назаров А.Н. Қурилиш материаллари ва материаллар технологияси. Самарқанд 2012-й.
16. Р.С.Жукова, Генетическая роль гидрооксида кальция в цементном камне. Вестник. М., 1993.
17. Ж.В.Скурчинская [16] Влияние сульфитно-дрожжевой бражки и поташ на гидратацию C_3S . Вестник. М., 1993.
18. Пинкер В. А. Пенобетон в современном строительстве // Строительная альтернатива. - 2002. - № 3
19. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмперических формул. М. высшая школа. 1988, стр. 17-41.
20. Н.А.Белелюбский, Н.Н.Лямин, С.А.Дружинина. А.С. СССР № 808413 С 04 В 7/00 БИ №8 1981
21. Колбасов В.М., Елисеев Н.И., Панюшкина Т.А. Формирование структуры цементного камня в присутствии добавок суперпластификаторов. М., 1991.
22. П.П.Будников, Д.С.Белянкин, Н.А.Торопов. Щелочной цементи. А.С. СССР № 1209637 С 04 В 7/17 БИ №5 1986
23. Шпынова Я.Г., Якимечко Я.Б., Петрушка И.М. Структурообразование растворов на молотой негашеной извести с комбинированной химической добавкой. Вестник. М., 1993.
24. В.В.Горшков, В.В.Лапин Шлакощелочной цементи. АС СССР № 1189831 С 04 В 7/00 БИ №41 1985 г
25. С.Д.Маканов, В.В.Серов, С.М.Рояк. Цементи. АС СССР № 1186595 С 04 В 7/00 БИ №39 1985 г.

26. М.И.Стрелков, И.Л.Значко-Яворский Вяжущий вещество. АС СССР № 1217813 С 04 В 7/00 БИ №10 1986 г.
27. В.И.Сатерин, Я.М.Сиркин. Цементи на основе металлургический шлагов. АС СССР № 1283231 С 04 В 7/00 БИ №2 1987 г.
28. Разработка состава и технология расширяющихся и напрягающихся щелочных цементов, расширяющихся щелочных веществ для отделения мраморных блоков от горного массива и щелочных тампонажных растворов. Информационный отчет о НИР (заключительный) № 01.200009690
- 29.Султанов А.А.,Хен Н.В. Разработка расширяющихся щелочных веществ для отделения мраморных блоков от горного массива. Журнал «Меъморчилик ва курилиш муаммолари». Самарканд, 2003, №1, стр. 31-33.
30. Косимов Э. Узбекистон курилиш ашёлари. Тошкент, 2002, стр 193.
31. Махмудова Н.А, Нуритдинов Х.Н. Богловчи моддалар. Тошкент, 2000, стр 50.
32. Газиев У.А., Махмудова Н.А. Богловчи материалларнинг истикболли турлари ва улар асосида бетон ишлаб чиқариш. Тошкент, 2002, стр 2-76
33. Мунзер Х.К. Твердение вяжущих и бетонов на основе щелочных шлакопортландцементов. Автореферат дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. Киев, 1989г.
34. Карибаев К.К. Поверхностно-активные вещества производстве вяжущих материалов. –Алма-ата; Наука, 1980-336с.
35. Kühе #. Zement-Chemie, Band 23. –VEB Verlag Technik, Berlin, 1958.
36. Кравченко И.В. Быстротвердеющие и высокопрочные цементы. В кн.: Шестой Международный конгресс по химии цемента. – М.: Стройиздат, 1976.-т.з.-6-20с.
37. Ахвердов И.Н. Основы физики бетона. –М:Стройиздат, 1981-464с.
38. А.с. 449894 СССР, МКИ С 04 в 19/00. Вяжущее / В.Д.Глуховский (СССР) // Открытия. Изобретения. - 1974. - N 42. - С. 98.

39. А. с. 622785. СССР.: МКИ. С 04 В 23/04. Добавка в ячеистый бетон на шлакощелочном вяжущем / А.Т.Ухова , А.Т. Баранов, Б.О.Багров, Р.В.Шульгина. //Открытия. Изобретения. -1978. – №3.
40. А. с. 772998. СССР. МКИ С 04 В 13/22, Комплексная добавка для ячеистобетонной смеси на шлакощелочном вяжущем./ Б.О.Багров, Т.Д.Васильева, С.А.Высоцкий. //Открытия. Изобретения.- 1980. – №39.
41. А. с. 967994. СССР, МКИ. С 04 В 15/02, С 04 В 13/20. Комплексная добавка для ячеистобетонной смеси / Б.О.Багров, Т.Д.Васильева, Н.Н.Балашова Н. Н. // Открытия. Изобретения. 1982. – N 39.
42. Борба с шумом./ Под ред. Е.Я.Юдина. - М. : Стройиздат, 1964.
43. Атабаев К.К. Шлакощелочной акустический газабетон. Дисс. на соис. учен. степ. канд. тех. наук. Киев-1994.
44. Багров Б.О. Автоклавный ячеистый бетон на шлакощелочном вяжущем: Автореф. дис. канд.техн.наук.-М.1977.
45. Багров Б.О.Производство теплоизоляционного материала из отходов цветной металлургии.- М: Металлургия, 1985,13-17с.
46. Багров Б.О.,Васильева Т.Д. Безавтоклавный ячеистый бетон на шлакощелочном вяжущем, с.89-90. Тезисы докладов всесоюзной конференции/; "Шлакощелочные цементы бетоны и конструкции" Киев 1979.
47. Баранов А.Т.,Бужевич Г.А.,Золобетон (ячеистый и плотный), М.:Госстройиздат,1960,с.217. л
48. Баранов А.Т.,Бахтияров К. И. и др. Влияние качества макропористой структуры ячеистого бетона на прочность и морозостойкость. Сб. научн. тр.НИИЖБ.- "Вопросы, технологии ячеистых бетонов и конструкций из них. М:, 1972. с . 37
49. Гоц В. И, Омельчук В . П, Салий В.С. Технология изготовления шлакощелочного пенобетона.// Строительные материалы и конструкции. -

1993. -N2.-С. 32-34.

50. Гоц В.И., Омельчук В.П., Числицкая Е.В. Ячеистые композиции на основе шлакощелочных вяжущих // Шлакощелочные цементы, бетоны и конструкции: - Тез. док. 3-Всесоюз. на у ч. – прак.кнф. - К., КИСИ: 1989. Т. II, С. 114–116.

51. Глуховский В.Д. Грунтосиликаты, их изготовление, свойства, применение. Автореф. дис... канд. техн. наук.-К, 1960.

52. Румянцев Б.М., Левина О.М. Технология отделочных звукопоглощающих плит акмигипс. // Строительные материалы. - 1984. - N3. - С. 12.

53. Румянцев Б.М., Садуакасов М.С. Акустические и эксплуатационные свойства материалов на основе гипсового вяжущего.//Строительные материалы.-1987.-N4.-С. 22-23.

54. Сикорский О.Н. Исследование коррозионной стойкости мелкозернистых бетонов на шлакощелочных вяжущих для сельского строительства: Автореф. дис. канд. техн. наук. - К., 1970. – 21 С .

55. Снижение шума в зданиях и жилых районах./ Под ред. Г.Л.Осипова., Е.Я.Юдина. - М: Стройиздат. 1987, –560 с .

56. Старинская Н.Н., Константиновский Б.Я. Ячеистые шлакощелочные бетоны,модифицированные полимерами // Шлакощелочные цементы, бетоны и конструкции: Тез. док. 2-Всесоюз. науч.-прак. конф. - К: 1984. С. 244–245.

57. Сулейменов С. Т., Куатбаев К. К., Мацына В. И. Гранулированные электротермофосфорные шлаки в производстве мелких ячеистобетонных блоков // Пути использования вторичных ресурсов для производства строительных материалов и изделий, т . 2. - Чимкент: Каз ХТИ. 1986 г .

58. Федин А. А., – Дворкин А. Т. Исследование качества пористой структуры ячеистых бетонов методом воздухопроницаемости //С б. т р./

Воронежский ИСИ. - Воронеж, 1970. Исследования портцементным и силикатным бетонам.

59. Числицкая Е. В., Лавриненко Л. В., Омельчук В. П. О структуре ячеистых шлакощелочных бетонов // Шлакощелочные цементы, бетоны и конструкции: Тез. док. 3-Всесоюз. науч. -прак. конф. -К: 1989. Т. II, С. 116-117.

60. Чиркова В. В. Материалы на основе стеклоподобных бескальциевых алюмосиликатов и соединений натрия: Автореф. дис.канд.техн.наук.-К.,1974. 24 с .

61. Числицкая О. В. Теплоизоляционный и звукобирный шлаколузный пенобетон. Автор, дис. канд. техн. наук. Киев 1993. 19 с .

62. Шерман А.Ю. Ячеистые грунтосиликатные бетоны // Исследование и внедрение в производство грунтосиликатных материалов, конструкций и изделия. Материалы к II республиканской науч.-практ. конф. - К., 1968. - С 54.

63. Шлакощелочные бетоны на мелкозернистых заполнителях /В.Д.Глуховский, П.В.Кривенко, В.Н.Старчук и др. - К.: Вища шк., 1981. - 224 с .

64. Шмидт Л. М. Производство акустических материалов./ - М: Стройиздат. 1969. - 175 с .

65. Beranek L.L. Noise Reduction new-Jork: Mोगraw - Hill, 1960.

66. Mechel F. Axial gefuehrte Oberflachen wellen an Zylindern mlt komplexer Impedanz. Acusnica, 16 (1965/66/ s.343.

67. Mechel F. Die Sreuung edener Wellen an Zylindern und Kugeln Komplexer Impedanz, Abhdlg. Akad. Wlssesch. Gottingen. Mfth. Phys. K1 Vandenhveck - Ruprecht, Gottingen, 1966, 249, pp, 170 Abb. mlit.

68. Mechel F. Akustische Kennwerte von Faserabsobern. Vol 1: BerichT BS 85/83 Franhofer - Inst, f Banphys., Stuttgart (1983).

69. Азаров Л. Бургер М. Метод порошка в рентгенографии. – М.: Иностранная литература, 1961. – 363 с.
70. Грум-Гржимайло О.С. Использование сканирующего электронного микроскопа для изучения керамики. // Журн. Стекло и керамика. – 1970.-№ 6. – с.33-34.
71. Михеев В.И. Рентгенометрический определитель минералов. – М.: Госгеоиздат. 1957. 867с.
72. Миркин Л.И. Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов. Изд. физ. мат. литературы. М.: 1961. 95с.
73. Толкачев С.С. Таблицы межплоскостных расстояний. Изд. «Химия», Л.: 1968. 132с.
74. ASTM-X-Ray Powder Diffraction Data File American Society for Testing and Materials, Philadelphia. Pa. 1967.
84. [http://www. PenoBeton.ru](http://www.PenoBeton.ru)