

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ҚУРИЛИШ ВАЗИРЛИГИ**

**МИРЗО УЛУҒБЕК НОМИДАГИ САМАРҚАНД ДАВЛАТ  
АРХИТЕКТУРА ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ**

**Қўл ёзма ҳуқукида**

**УДК 691:666.943**

**Хамзаев Хирожхон Мехроджевич**

**Ишкорли ва портландцементлар асосида кўпикбетон ишлаб чиқариш**

**5А340501 – “Қурилиш материаллари, буюмлари ва  
конструкцияларини ишлаб чиқариш” мутахассислиги**

**“Қурилиш материаллари, буюмлари ва конструкцияларини ишлаб  
чиқариш бўйича магистр даражасини олиш учун”**

**МАГИСТРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ**

Диссертация кўриб чиқилди ва

химояга рухсат берилди.

2018 йил 03.07. №11 сонли

баённома билан тасдиқланди

“ҚМБ ва КИЧ” кафедраси мудири

т.ф.н.доц Х.В.Юсупов

Илмий рахбар:

т.ф.н.доц: А.А.Султанов

М.Ў

Самарканд 2018 г.

# **“Ишқорли ва портландцементлар асосида кўпикбетон ишлаб чиқариш”**

мавзусидаги магистрлик диссертациясига

## **АННОТАЦИЯ**

Мазкур магистрлик диссертация Ишқорли цементлар асосидаги ўртача зичлиги 300; 400 ва 500 кг/м<sup>3</sup> бўлган ўта енгил кўпик бетонларнинг таркиби ишлаб чиқиш муаммосини ечишга бағишланган.

Сўнгги вақтларда мамлакатимизда қурилиш суръати тез ўсаётган пайтда паст кўрсаткичли иссиқ ва товуш ўтказувчан, энергия тежамкор деворбоп материалларга эҳтиёж тез ўсмоқда. Бундай материалларга биринчи навбатда энергия тежовчи иссиқ ва товуш изоляцияли ячейкали бетонлар, хусусан, газобетон ва пенобетонни киритиш мумкин.

Тадқиқотлар йўналиши бўйича ўтказилган адабиётлар таҳлили шуни кўрсатдики, шлакишқорли пенобетонлар, иссиқ сақлаш хоссаларни шаклланаётган композиция таркибига ёпиқ ғовакликни яратишга ёрдам берувчи ва кристалланишни тезлаштирувчи қўшимчаларни киритиш билан таъминлаш мумкин.

Ишқорли цемент асосида ўртача 300 ..500 кг/м<sup>3</sup> зичликка эга кўпик бетонлар самарадор таркибларини ишлаб чиқиш, уларнинг хоссаларини тадқиқ этиш ва қўллаш бўйича тавсиялар ишлаб чиқилди.

Илмий тадқиқот ишларининг бажариш натижасида кўпик бетонлар олиш талабларини қаноатлантирувчи маҳаллий хом ашё материаллари ва саноат чиқиндилари асосида юқори маркали ишқорли цементларни, стандартлар ва замонавий қурилиш талабларини қаноатлан-тирувчи 300...500 кг/м<sup>3</sup> зичликка эга ишқорли автоклавсиз пенобетонни саноатга жорий этиш натижалари олинди.

Илмий раҳбар

---

(имзо)

Магистратура талабаси

---

(имзо)

## ANNOTATION

to the master dissertation for the theme:

### **“Development of foam concrete based on the alkaline and portlandcements”**

This master's dissertstion is aimed for developing a composition of effective heat-insulating cellular concrete with a density of  $300-500 \text{ kg / m}^3$  - foam concrete, based on alkaline cement. This work is also aimed at studying the main technical and technological properties of the developed materials using standard research methods, improving the properties of alkaline foam concrete developed, for durability and testing them in production conditions.

In recent times, the volume of construction work has dramatically increased in our country, and thus the demand for heat and sound insulating energy-efficient building materials is increasing. To such materials first of all it is possible to carry energy-efficient heat and sound- insulating cellular concrete, in particular foam concrete and aerated concrete.

As shown by the analysis of the literature review, in slag alkaline foams it is possible to provide thermal insulation properties by introducing additives that accelerate crystallization and promote the formation of closed pores in the composition formed.

The recommendations on the development of effective foam concrete with a density of  $300-500 \text{ kg/m}^3$  on the base of alkaline cement, research of their properties and application are developed.

In the course of the scientific research, the results were obtained of obtaining high-strength alkaline cements from local materials and industrial waste that meet the requirements for the production of foam concrete, non-autoclave foam concrete with a density of  $300-500 \text{ kg/m}^3$ , meeting the

requirements of standards and modern construction and their production.

Scientific leader

---

(signature)

Master

---

(signature)

## МУНДАРИЖА

|                                                                              |           |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Кириш.....                                                                   | 6         |
| <b>I-БОБ Ишқорли ва портланд цементлар асосидаги кўпик бетонлар...</b>       | <b>12</b> |
| 1.1 Ишқорли цементлар ва бетонлар.....                                       | 12        |
| 1.2 Кўпик бетонлар учун кўпик хосил килувчилар ва цементлар.....             | 27        |
| 1.3 Ишнинг мақсад ва вазифалари .....                                        | 40        |
| 1.4 Боб бўйича хулосалар.....                                                | 40        |
| <b>II-БОБ Хом ашёлар ва синаш усуллари.....</b>                              | <b>42</b> |
| 2.1 Хом ашёлар .....                                                         | 42        |
| 2.2 Синаш усуллари.....                                                      | 46        |
| 2.3 Боб бўйича хулосалар.....                                                | 48        |
| <b>III- БОБ Зичлиги 300-500 кг/м<sup>3</sup> бўлган кўпик бетонлар .....</b> | <b>49</b> |
| 3.1 Портланд цементлар асосидаги кўпик бетонлар.....                         | 49        |
| 3.2 Ишқорли цементлар асосидаги кўпик бетонлар .....                         | 53        |
| 3.3 Кўпик бетонлар котишини тезлаштириш усуллари.....                        | 64        |
| 3.4 Боб бўйича хулосалар .....                                               | 70        |
| Хулоса .....                                                                 | 71        |
| Иловалар.....                                                                | 73        |
| Фойдаланилган адабиётлар рўйхати .....                                       | 76        |

## КИРИШ

Маълумки қурилиш индустриясини ривожлантириш, яъни янги қурилиш материаллари, буюмлари ва конструкцияларини ишлаб чиқариш билан қурилиш тизимини тубдан ўзгартириш мункин.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сонли фармони билан тасдиқланган 2017 — 2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича “Ҳаракатлар стратегияси” давлат дастури тузилиб, кейинги беш йил давомида барча соҳаларда олиб бориладиган ислохотларнинг аниқ йўналиши белгилаб берилди.

Жумладан “Ижтимоий соҳани ривожлантириш” деб номланган тўртинчи йўналиш туман ва шаҳарларни комплекс ва мутаносиб ҳолда ижтимоий-иқтисодий тараққий эттириш, аҳолини арзон уй-жой, электр энергия, газ, йўл-транспорт, муҳандислик-коммуникация билан таъминлашни яхшилаш, шунингдек, “Олий ўқув юртлари” таълим сифатини яхшилаш ҳамда уларни ривожлантириш, замон талабларига жавоб берадиган юқори малакали кадрлар тайёрлаш чора-тадбирларни амалга оширишни назарда тутди[1].

Жумладан, архитектура ва қурилиш йўналиши олий ўқув юртларида қурилиш амалиётининг долзарб масалаларини ўқув режа ва дастурларга киритиб, уни илмий ва лойиҳа тадқиқот ишларига йўналтириш лозим. Илмий-амалий магистрлик диссертацияларни ихтисослашган кафедраларнинг услубий хоналарида, махсус лабораторияларда, қурилиш майдонлари ва ишлаб чиқариш жараёнида бажаришда унинг сифатини жиддий ошириш, лойиҳалаш ишларини ривожлантиришнинг халқаро стандартлари ҳамда йўналишларига мувофиқ тарзда замонавий фикрлайдиган, аниқроқ айтганда, моддий ишлаб чиқаришдаги илмий-техник ва амалий масалалар ечимини топишга имкон берувчи чуқур билим

ва кўникмаларни шакллантириш асосида юқори малакали мутахассисларни тайёрлашнинг ўрни бекиёслиги аниқ ва равшан бўлмоқда.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 19.06.2009 йилдаги “Деворбоп материалларни ишлаб чиқаришни ошириш ва сифатини яхшилаш бўйича қўшимча тадбирлар тўғрисида” ги №ПП-1134 қарори, 17.06.2010 йилдаги “Қишлоқ жойларда шахсий уй қурилишини намунавий лойиҳалар асосида кенгайтириш бўйича қўшимча чора тадбирлар тўғрисида” ги қарори, улар қурилиш материаллари ишлаб чиқариш соҳасида, қурилишни ривожлантиришда муҳим ўзгаришларга олиб келди. [2]

Ўзбекистон Республикаси биринчи Президентининг ташаббуси билан қабул қилинган “Қишлоқ тараққиёти ва фаровонлиги йили” Давлат дастурига мувофиқ қишлоқларимиз қиёфасини, қишлоқ жойларда ҳаёт даражасини, ишлаб чиқариш муносабатларининг мазмун моҳиятини ўзгартиришга, аграр соҳада олиб борилаётган ислохотларни янада чуқурлаштиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда. [3]

Дастурнинг асосий йўналишларидан бири маҳаллий қурилиш материалларини ишлаб чиқаришни кенгайтириш, маҳаллий хом ашёлардан фойдаланилган ҳолда замон талабларига жавоб берадиган ва рақобатбардош материалларни ишлаб чиқаришдан иборатдир.

Иқтисодиётнинг барча бўғинлари каби қурилиш материаллари ишлаб чиқаришда ҳам ресурсларни тежашда асосий йўналишларининг комплекс таҳлили зарур, қолаверса замон талаби бўлмиш энергия самарадор қурилиш материалларини ҳам тадқиқотлаш муҳим вазифалардан биридир.

Ресурсларни тежашнинг асосий мақсади - моддий ва энергетик ресурслардан тежамли ва рационал фойдаланишдир. Қурилиш материаллари саноатида ресурсларни тежашнинг асосий йўналиши

иккиламчи минерал ресурсларишлаб чиқариш чиқиндилари ва маҳаллий хом-ашёлардан кенг фойдаланиш ҳисобланади. Бундай ресурс тежаш материалларига, қурилиш материаллари ишлаб чиқаришида кенг тарқалган юқори кимёвий фаол моддаларни, жумладан, ҳозирги пайтгача рационал қўлланилишга эга бўлмаган маҳаллийхом-ашё ва саноат чиқиндиларини жалб қилишга имкон берувчи ишқорли металллар бирикмалари асосида боғловчи моддаларни киритиш мумкин.

Бундай материаллар ўтган асрнинг 60-йилларида профессор В.Д. Глуховский томонидан ишлаб чиқилган бўлиб уларни ишлаб чиқаришига иссиқлик ва электрэнергиясининг кам сарфлилиги, юқори физик-механик кўрсаткичлари, узоқ муддатли чидамлилиги билан характерланади. Бу ишқорли боғловчилар асосида қотган табиий тош тузилиши боғланишларни ҳосил қилувчи янги бирикмалар билан шартланган.

Ишқорли цементлар алюмосиликат ва ишқорли компонентлардан ташкил топган. Алюмосиликат компоненти сифатида домна ва электротермофосфор шлаклар ҳам, фаол минерал моддалар ҳам фойдаланилиши мумкин. Бундай цементлар портландцементдан фарқиюқори ҳароратда пиширмасдан олинади, яъни пишириш жараёни бўлмайди.[21,28].

Ишқорли боғловчиларнинг қотиш назариясини давом эттириб, қотувчи ишқорли тош таркибида янги бирикмаларни йўналтирилган синтез йўли билан якуний маҳсулотнинг хоссаларини бошқариш принципларини профессор П.В.Кривенко ишлаб чиқди, бу эсаалюмосиликат ташкил этувчининг кимёвий-минералогик таркибидан қатъий назар башоратланувчи хоссаларини таъминловчи бирикма ҳосил қилувчи элементларнинг берилган фазавий таркибига эга бўлган ишқорли боғловчиларни яратишга имкон берди.[9,10].

Самарқанд Давлат архитектура-қурилиш институти бир гуруҳ олимлари бу принципларни асос сифатида қабул қилибмаҳаллий фаол минерал моддалар, жумладан, махсус вазифали ишқорли боғловчиларфаол



маҳаллий минерал моддалар ва саноат чиқиндилари асосида паст экзотермияли, юқори мустаҳкамли, тезқотувчан, сульфатгачидамли ишқорли цементлар, улар асосида бетонларни ишлаб чиқди.

Бу ишқорли цементлар ҳозирги даврда долзарб бўлган юқори иссиқ сақлаш қобилиятига эга бўлган ячейкали бетонларни ишлаб чиқиш имкониятини берди.

Мазкур иш ишқорли цементлар асосида самарадор иссиқ сақлаш қобилияти юқори бўлган ўртача зичлиги  $300...500 \text{ кг/м}^3$  бўлган ячейкали бетонларнинг кенг тарқалган тури кўпик бетонларнинг таркибини ишлаб чиқишга, стандарт тадқиқот усулларида фойдаланиб ишлаб чиқилган материалларнинг асосий техник ва технологик хоссаларини ўрганишга, ишлаб чиқилган ишқорли кўпик бетонлар хоссаларини яхшилаш йўллари ишлаб чиқишга, уларнинг узок муддатга чидамлилигини ўрганишга ва ишлаб чиқариш шароитларида синовдан ўтказишга бағишланган.

Диссертация Самарқанд Давлат архитектура-қурилиш институти 5-сон Илмий тадқиқот ва синов лабораториясида бажарилди.

*Тадқиқот мавзусининг асосланиши ва унинг долзарблиги.* Мамлакатимизда қурилиш соҳасида замонавий технологиялар асосида енгил бетонлар, иссиқ сақловчи, совуқбардош материаллар, юқори мустаҳкамликка эга бўлган бетон ва темирбетон конструкциялар ишлаб чиқарилмоқда. Шунингдек қурилиш материаллари ва буюумлари ишлаб чиқарувчи корхоналар хорижий мамлакатларнинг йирик фирма ва ташкилотлар билан алоқа ўрнатиш орқали замонавий технологиялар асосида йирик ишлаб иқариш корхоналари ишга туширилмоқда.

Ҳозирги кунга келиб энергия самарадор материалларга замон талабига айланиб бораётганлиги туфайли кўп қаватли туррар-жой биноларни ички деворларини иссиқ ва товуш самарадор кўпик бетонлар билан қуришлиши самарадор ҳисобланади. Бундай бетонлар қуриш ишлари нисбатан каммехнатлиликини таъминласада, аммо иқтисодий

жихатдан қиммат бўлсада, улар иссиқ совукда жудда самарали ва енгил бўлганлиги сабабли ушбу мавзу хозирги куннинг долзарб муаммоларидан бири ҳисобланади.

*Тадқиқот объекти ва предмети.* Юқорида қайд этилган муаммони амалга ошириш учун лаборатория шароитида махсус тажрибалар ўтказилди. Тажрибалар СамДАҚИ №5-сонли синов лабораториясида ва “ALINA INVEST” ҚК кўпикбетон ишлаб чиқариш цехида амалга оширилди. Тадқиқот объекти ўта енгил кўпик бетон бўлиб тадқиқот предмети унинг физикавий-механикавий хоссаларидир.

*Диссертация мақсади ва вазифалари.* Тадқиқот ишининг мақсади ва мазмуни ишқорли ва портландцементларда зичлиги  $300-500 \text{ кг/м}^3$  бўлган кўпикбетон таркибини ишлаб чиқиш ва хоссаларини такомиллаштириш йўллари аниқлаш.

Магистрлик диссертациянинг вазифалари қуйидагилардан иборат:

- кўпикбетон компонентларининг (ишқорли ва портландцемент, кўм, кўпик ҳосил қилувчи) асосий хоссаларини аниқлаш;
- кўпикбетонинг ( $300...500 \text{ кг/м}^3$ ) энг мақбул таркибини (материаллар сарфини) назарий ва тажрибавий усулларда танлаш;
- кўпикбетон бетон ( $300...500 \text{ кг/м}^3$ ) қоришманинг хоссаларини ўрганиш;
- кўпикбетон ( $300...500 \text{ кг/м}^3$ ) мустаҳкамлигига иссиқлик билан ишлов бериш таъсирини тадқиқотлаш;
- олинган тажрибавий натижалар асосида хулоса ва таклифлар ишлаб чиқиш.

*Тадқиқотнинг илмий янгилиги.* Маҳаллий материаллар, яъни кварц кумининг ва ишқорли цементнинг асосий хоссалари ўрганилди ва улар асосида ўртача зичлиги  $300...500 \text{ кг/м}^3$  бўлган кўпик бетонларнинг энг мақбул таркиби аниқланди. Тажрибалар натижасида ушбу кўпикбетон мустаҳкамлигининг стандартлар талабларига мослиги аниқланди ва бундай бетонларни ишлатиш учун таклифлар киритилди.

Бажарилган магистрлик диссертациянинг илмий янгилиги кўпик бетонда боғловчи сифатида ишлатилган ишқорли цемент таркибига портландцемент кўшиб уни тадқиқотлашдан иборат ва унинг мустаҳкамлигига тасир қилиб унинг қулланилиш соҳаларини кенгайтиришга хисса қўшишдан иборатдир. Бундан ташқари ўта енгил кўпик бетоннинг мустаҳкамлигини оширишда иссиқлик билан ишлов беришнинг таъсирини ўрганишдан олинган натижалардир.

***Муаммонинг ишлаб чиқиш даражаси.*** Енгил бетонларни хар томонлама хоссаларини билмай туриб уй-жой қурилиши учун материалларини тўғри танлаб бўлмайди. Туррар жой биноларини кўлами кенг бўлиб, жуда муҳим амалий масалаларни ўз ичига олади ва анорганик боғловчилар асосида ташқил топган енгил бетон қопламалар ҳам муҳим ўрин эгаллайди. Бундай қопламалар тураржой биноларини энергия самарадорлигини оширади.

***Илмий – амалий аҳамияти.*** Олиб борилган илмий тадқиқот ишлари шуни кўрсатадики, бетон таркибига маҳаллий хом ашёларни кўшиб мустаҳкамлиги юқори ва иқтисодий жиҳатдан таннарҳи арзон, энергия самарадор бўлган ўртача зичлиги  $300...500 \text{ кг/м}^3$  бўлган ўта енгил кўпикбетон ишлаб чиқариш мумкинлигини кўрсатишдан иборат. Магистрлик диссертация ишининг илмий-амалий аҳамияти кўпикбетон назариясини ўрганиш ва ишлаб чиқаришга тадбиқ этишдан иборат.

## **I -БОБ Ишқорли ва портландцементлар асосидаги кўпик бетонлар**

### **1.1. Ишқорли цементлар ва бетонлар**

Инсониятнинг ривожланиши давомида яратилган боғловчи моддалар тарихи шуни кўрсатадики, минерал боғловчи моддалар асосан кальций-Са асосида, баъзи боғловчилар эса магний-Mg асосида олинган. Бу икки кимёвий элемент Менделеев кимёвий элементлар даврий тизмининг иккинчи устуниси, яъний еришқорли металллар устунисида жойлашган. Бундан олдинги устунда ишқорли металллар, кейинги устунда эса амфотер металллар жойлаштирилган. Боғловчи моддаларнинг турлари, таркиби, олиниш технологияси, қотиши, ҳосил қилинган сунъий тошдаги янги тизимлар таҳлили шуни кўрсатадики, уларда фақат еришқорли металлларнинг боғлаш хусусиятидан фойдаланилган. Бундай боғловчиларнинг асосини портландцемент ташкил этади.

Олдинги боғловчи моддалар таркибига ишқорли металллар оксидлари ва тузлари, юқори эриш хусусиятига эга бўлганлиги сабабли, кам миқдорларда солинган. Кейинчалик ишқорли металлларни кальций 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 қолади.[11,12]

Бу муаммони профессор В.Д.Глуховский боғловчи тизимига учинчи компонент— амфотер оксидини киритиб ечган ва ишқорли металлни сувга чидамли ишқорли метал гидроалюмосиликатига боғлаган. Шундай қилиб 1957 йилда ишқорли металллар— Na, K ҳам боғлаш хусусиятига эга эканлиги аниқланди ва ишқорли цемент ишлаб чиқилди.

Ишқорли цемент деб алюмосиликат билан ишқорли ташкил этувчилар асосида олинган гидравлик боғловчи моддага айтилади. [9,10]

Ишқорли цементларнинг чуқур тадқиқотланган тури шлакишқорли боғловчидир. Бунда алюмосиликат ташкил этувчи сифатида қора (домна, пўлат эритиш шлаклари), рангли металлургия (никель, мис, қўрғошин

шлаклар) ҳамда кимё саноати чиқиндиси бўлган электртермофосфор шлаки ишлатилади.

Бундай шлаklarнинг кимёвий таркиби портландцемент кимёвий таркибига мос келиб, миқдори жиҳатдан фарқ қилади: портландцемент таркибида CaO нинг миқдори шлаklarдагидан кўра кўп, SiO<sub>2</sub> кам, шу сабабли портландцемент табиий шароитда қотади, шлаklar эса йўқ.

Шлакишқорли цементларнинг асосий компоненти бўлган домна шлаки домна хумдонида чўянни эритиб олишдан чиққан чиқиндини сувга солиб доналаштириш натижасида ҳосил бўлади. Бир тонна чўян олишда 0,5-0,7 тонна шлак чиқади. Домна шлакининг кимёвий таркиби темир конининг кимёвий таркибига боғлиқ бўлиб, 1-жадвалда чегаравий миқдорларда кўрсатилган. Қолаверса шлакнинг кимёвий таркиби портландцемент кимёвий таркибидан фақат оксидларнинг миқдори билан фарқ қилади, шлакда SiO<sub>2</sub> ва Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> нинг миқдори кўп бўлиб CaO эса кам.

ГОСТ 3476-74 да “электртермофосфор (ЭТФ) шлаklари” (ЭТФ шлаklари) гидравлик фаоллиги сифат коэффиценти орқали ифодаланади:

$$K_c = \text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO} / \text{SiO}_2 + \text{T}_2\text{O}_2 . \quad (1)$$

Кимёвий таркиби ва K<sub>c</sub> миқдorigа қараб шлаklar 3 навга бўлинади (жадвал-1.1 да кўрсатилган).

Шлаklarнинг кимёвий таркиби

Жадвал 1.1

| Шлаklarнинг номланиши   | Оксидларнинг миқдори, масса бўйича % ҳисобида |                                |                                     |       |                             |                             |
|-------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|-------|-----------------------------|-----------------------------|
|                         | SiO <sub>2</sub>                              | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +FeO | CaO   | M <sub>0</sub> <sup>*</sup> | M <sub>a</sub> <sup>*</sup> |
| Домна 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                   |

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

\*\* $M_a$  – фаоллик модули ( $Al_2O_3/SiO_2$ ).

Шлакишқорли цементлар майин туйилган металлургия ёки электртермофосфор шлакларини сувда ишқорли муҳитни ҳосил қилувчи ишқорли металллар (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 кориштирилади.

Шлакларни характеристикалари

Жадвал 1.2

| Кўрсаткичлар                                 | Навлар |      |             |
|----------------------------------------------|--------|------|-------------|
|                                              | I      | II   | III         |
| Сифат коэффиценти, %дан кам бўлмаслиги керак | 1,65   | 1,45 | 1,2         |
| $Al_2O_3$ , кам бўлмаслиги керак             | 8      | 7,5  | чекланмаган |
| $MgO$ , кўп бўлмаслиги керак                 | 15     | 15   | 15          |
| $TiO_2$ кўп бўлмаслиги керак                 | 4      | 4    | 4           |
| $MnO$ , кўп бўлмаслиги керак                 | 2      | 3    | 4           |

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

Шлакишқорли цемент икки усулда ишлаб чиқарилиши мумкин. Биринчи усулда қурилган ва ўлчанган алюмосиликат ва ишқорли компонентлар тегирмонда биргаликда туйиб олинади.

Иккинчи усулда эса ишқорли компонент алоҳида сувда эритиб коришмага солинади. Сунъий тош минерологик таркиби калцийнинг паст ассослигидросиликатлари, кальцитдан ташқари ишқорли металлнинг гидроалюмо-ва гидроферосиликатларидан ташкил топган. Бундай минерологик таркиб шлакишқорли цементнинг юқори физикавий-механикавий хоссаларини асослайди.

Шлакишқорли цементнинг асосий хоссалари қуйидагилар:

- Ўртача уйма зичлик  $1000-1200 \text{ г/см}^3$
- Хақиқий зичлик  $2,7-2,9 \text{ г/см}^3$
- Майинлик даражаси  $2700-3000 \text{ м}^2/\text{кг}$
- Сув талабчанлик  $24-26\%$
- Сиқилишдаги ва эгилишдаги мустаҳкамлик чегарасига кўра маркалари 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200;
- совукбардошлик бўйича маркалари F50; F100; F200; F300.

Шлакишқорли цементнинг асосий хоссаларидан бири юкорисульфатбардошлиқдир. Юқорида келтирилган асосий хоссалар шлак ишқорли цементнинг ишлатилиш соҳаларини асослайди. Бу цементлар саноат ва фуқаро қурилиши учун бетон ва темирбетон билан бирга гидротехник иншоотларда, йўл қурилишида ва бошқа жойларда ишлатилади. [10,11,12,]

Бундан ташқаритовуш ютгич материалларнинг маълум ишланмалари асосига очик ғовақлилиги билан характерланувчи таркибга эга композицияларни яратишда қўлланилган бундай материалларнинг тузилиш хусусиятларининг берилган хоссалари орасидаги ўзаро боғланишини ҳисобга олиш принципи қўйилган.

Ячейкали енгил бетонлар деб ўлчамлари 1-1,5 мм гача бўлган, ғовақликлари бетоннинг умумий ҳажмидан 85 % гача бўлган ўта енгил бетонларга айтилади. Ячейкали бетонлар таркиби бўйича бир нечта турларга бўлинади. Кўпикбетон ишлаб чиқариш ғовакли бетонни ишлаб чиқаришдан фақат шу билан фарқ қиладики, унда кўпик пуфакчалари ёрдамида деярли бир турдаги макробўшлиқлар ҳосил қилинади. Кўпик пуфакчалар қоришмага икки йўл билан киритилиши мумкин:

- мажбурий таъсир кўрсатувчи тезкор бетон аралаштиргичларда аралаштириш жараёнида кўпик ҳосил қилувчиларни қўшиш воситасида. Бу усул билан максимум, тахминан 30% макробўшлиқлар ҳосил қилиш мумкин бўлиб, улар асосан йирик

ўлчамларга эга ва нисбатан нобарқарордир. Бўшлиқларни аниқ саралаш анча муамоли масаладир;

- олдиндан тайёрланган кўпикни кўшиш воситасида.

Табиий шароитда қотиришда боғловчи сифатида фақат цементдан фойдаланилади. Бу ҳолда сиқилишга мустаҳкамлик куруқ ҳолатдаги зичлик 400 дан 1600кг/м<sup>3</sup> бўлганда 1- 15 МПа гача етиши мумкин. Катта миқдорда киришиш ва ёриқлар аҳамиятига эга бўлмаган ўлчамлари туфайли улар умуман пайдо бўлмайдиган жойларда фойдаланилиши мумкин.

Кўпик ҳосил қилувчиларнинг янги концентратлари яратилиши билан кўпикбетондан фойдаланишнинг янги соҳалари пайдо бўлди, масалан ер ости қурилишида тўлдирувчи масса сифатида, шунингдек қолип блокларини тўлдириш учун тенглаштирувчи, ҳимояловчи ва иссиқдан ҳимояловчи қатламлар ҳосил қилиш учун.

Юқори маркали шлакишқорли бетонлар олиш имкониятини профессор В.Д.Глуховский томонидан кўрсатилган бўлиб, бундай бетонлар табиий шароитда ҳам қотиши мумкинлигини исботладилар. Ушбу тадқиқотлар натижасида кўпик технологияси бўйича ўртача зичлиги 700-1400 кг/м<sup>3</sup> ва кесимдаги мустаҳкамлиги 1,5...2 МПа бўлган кўпиктупроқ силикат материал олинди. Ишқорли компонент сифатида тўлдирувчилари супесь, лесс кўринишидаги ва лёсслар бўлган суяк ойнадан фойдаланилди.

Биз тадқиқотлаётган ячейкали бетон боғловчи ва сувдан ташкил топган хамирга майин кум ва олдиндан тайёрланган махсус кўпик кўшилиб механик усулда аралаштирилиб натижада олинадиган кўпикбетон деб аталувчи тури ҳисобланади. Ҳозирги замон кўпик бетон технологияси ташкил этувчи материаллар бўлган кум, цемент, сув, кўпик концентрат ива кўшимчаларни тарозида тортиш ва аралаштиришдан иборат.

Шлакишқорли ячейкали бетонларни олиш соҳасида А.Ю.Шерманнинг ишида ўртача зичлиги 400-1200 кг/м<sup>3</sup> чегараларда ҳам тўғри келадиган



куйдирилмайдиган ячейкали шлакишқорли бетонларни олишнинг мукамал имконияти кўрсатилган [32]. У томонидан бундай бетонлар хоссаси кўлланилаётган шлак турига боғлиқ равишда ўзгариши ўрнатилган кўрсаткичларини анча ошириш мумкин, Аммо бундай бетонлар паст кўрсаткичга эга.

Б.О.Багров ва бошқа олимлар ячейкали бетонларни ўрганишга оид кўплаб ишларни амалга оширган. Хусусан Б.О.Багров томонидан грануланган домна шлаки асосида автоклавсиз ячейкали бетонлар тадқиқотланган [6,7]. Бундай бетонларнинг мустаҳкамлиги  $700...1000 \text{ кг/м}^3$  зичликда  $2,8...7,8 \text{ МПа}$  га етади. Муаллиф томонидан материалнинг сув ютилишини камайтириш учун бетон таркибига ғоваклар деворларига полистрол бисер киритиш таклиф қилинган. Аммо Б.О.Багров асосий эътиборни рангли металлургия шлаклари асосида иссиқ изоляцияли ячейкали бетонларга қаратди ва бундай материаллардан газобетон ҳам, пенобетон технологиялари бўйича олишнинг мукамал имкониятини яратди. У олинмайдиган композицияларнинг тузилишини шакллантириш жараёнида анъанавий кальцийли бирикмалар композицияларини яратиш қонунларига бўйсунтиришга асосланди.

Таркиби шлакишқорли бирикма ва лессли тупроқдан иборат бўлган автоклавли газобетон О.Н.Сикорский томонидан олинган. Ўтказилган тадқиқотлар натижасида муаллиф томонидан ўртача  $800...1500 \text{ кг/м}^3$  зичликдаги газобетон олинган. О.Н.Сикорский олиб борган тадқиқотлар асосан материалнинг иссиқлик изоляция хоссаларини таъминловчи, ғовакларнинг текис тақсимотиغا, доиравий ва уларнинг зич жойлаштиришига эга бетонни олишга йўналтирилган. Шу билан бирга шлакишқорли газобетонда О.Н.Сикорскийнинг ўтказган тадқиқотларидан келиб шундай хулоса келиб чиқадики, бетонда кесувчан ғоваклар мавжуд. Бу эса унинг фикрича материалининг яна бир хусусияти ҳисобланади [24].

Ўтказилган тадқиқотлар натижасида В.П.Омельчук кўпикбетон композиция таркибига пўлат эритилган шлакни киритишни таклиф этади

ва бунда ҳосил бўлган жараёнларини бошқариш мумкинлигини исботлайди [25,26]. Муаллиф томонидан шлак ишқорли ячейкали бетонлар тузилишини шакллантириш кўп жиҳатдан тизимнинг бошланғич босқичларида гидратция жараёнларининг содир бўлиш тезлиги билан боғлиқлиги кўрсатилган. Бу ишлар мос равишда ўртача 600...900 кг/м<sup>3</sup> ва 1000...1200 кг/м<sup>3</sup> зичликда ва сиқилишда 2,5...12,8 МПа ва 12,0...19,6 МПа мустаҳкамликка эга автоклавсиз ячейкали бетон олишга имкон беради.

Шлаклар устида А.В.Волженский ҳам кўплаб изланишлар олиб борган. Хусусан у хумдон шлаклари CaO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ва MgO (90-95%) моддалардан ташкил топганини айтган. Бундай боғловчилар асосидаги бетонлар мустаҳкамлиги 700-1000кг/м<sup>3</sup>, зичлиги эса 2,8...7,8 МПа ни ташкил этади.

Шлак ишқорли ячейкали бетон яратиш бўйича ишларда олинган маълумотлар таҳлили шуни кўрсатадики, бу соҳадаги биринчи тадқиқотларда ғовакли тузилишнинг таъсири ҳисобга олинган. Шлакишқорли газобетонлар олишда К.К.Атабаев бир қатор илмий-тадқиқот ишларини олиб борган [4]. Бу ишлар натижасида электротермофосфор грануланган шлаклари ва ишқорлар асосида ўртача зичлиги 600...900 кг/м<sup>3</sup> бўлган газобетонлар олинган. Лекин бу олинган материаллар товуш ҳимояси учун мўлжалланган, яъни газобетон ғовакликлари бир-бири билан бириккан, боғланган бўлган.

Шуни алоҳида таъкидлаш лозимки ячейкали бетонларнинг яна бир хусусиятларидан бири бўлиб бу товуш ютувчанлиги бўлиб ҳисобланади. МДХ мамлакатларида товуш ютувчи материаллар ва буюмлар ишлаб чиқариш кейинги йилларда янада ривож топди.

Кўпгина тадқиқотчиларнинг фикрига кўра энг истиқболли акустик материаллардан бири бўлиб ячейкали бетонларни тайёрлаш мақсадга мувофиқ ва иқтисодий асосланган. Ячейкали бетонларнинг товуш ютувчихоссалари ҳаво юборишда газ ҳосил қилиш таъсирида ёки иссиқлик

таъсир кўрсатиши натижасида ҳосил бўладиган уларнинг тузилиш хусусияти билан аниқланади.

Товуш ютувчи буюмларни олиш учун ячейкали бетон анъанавий портландцемент, оҳак ва гипслар асосида тайёрланади. Масалан, ячейкали бетондан товуш ютувчи материаллар ишлаб чиқариш учун фойдаланиш В.И.Ласускас ва А.А.Стонкус ҳамда К.А.Парвидас ишларида кўрилган. Улар оҳак қум боғловчиси асосида қалинлиги 30-35 мм товуш ютгичнинг қуйи чегара частотаси 125 гц бўлган ячейкали товуш ютувчи бетон олиш мумкинлигини кўрсатдилар [14].

Шлакишқорли пенобетонлар соҳасидаги тадқиқотлар шуни кўрсатадики, шаклланаётган композиция таркибига иссиқлик сақлаш хоссаларини ёпиқ ғоввакликни яратишга ёрдам берувчи, қўшилмаларни киритиш билан таъминлаш мумкин экан. Бундай қўшилмаларга биринчи навбатда цемент ва толали материаллар кирар экан.

СамДАҚИ №5-сонли Илмий-тадқиқот ва синов лабораториясида олиб борилган тадқиқотлар натижасида қатор йиллар давомида маҳаллий хом ашё ва саноат чиқиндилари асосида сульфатга чидамли ва бошқа хоссаларга эга ишқорли цементлар ишлаб чиқилди ва ишлаб чиқариш бўйича иш олиб борилмоқда ва ишлаб чиқаришга жорий этилмоқда. Бундай ишқорли цементлар асосида ишқорли пенобетоннинг таркиблари А.А.Султанов раҳбарлигида магистр С.Ф. Якубов ва Ш.Х.Каххаровлар томонидан ишлаб чиқилди ва уларнинг физикавий-кимёвий хоссалари ўрганилган . Бу хоссалар 1.3-жадвалда келтирилган.

Ишқорли пенобетоннинг физик-механик хоссалари. *Жадвал 1.3*

| Т/р | Кўрсаткичлар номлари                                    | Ўлчов<br>бирлиги  | Кўрсаткич<br>қиймати |
|-----|---------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|
| 1   | Куруқ ҳолатдаги ўртача зичлик<br>Зичлик бўйича марка    | кг/м <sup>3</sup> | 595<br>D600          |
| 2   | Сиқилишдаги мустаҳкамлик чегараси                       | МПа               | 2,3                  |
| 3   | Сиқилишга мустаҳкамлик бўйича бетон<br>синфи            |                   | B1,5                 |
| 4   | Қуришдаги чўкиши                                        | мм                | 2,5                  |
| 5   | Ҳавонинг нисбий намликда сорбцион<br>намлик: 75%<br>90% | %                 | 10<br>14             |

Уш-бу илмий-тадқиқот ишларининг анализи шуни кўрсатдики, ишлаб чиқилган кўпик бетонларнинг деформатив хоссалари ўрганилмаган.

Шундай қилиб, таҳлил қилинган адабиётларда келтирилган тадқиқотларнинг анализи пенобетон олишда шлакишқорли композицияларнинг истиқболлигидан далолат беради ва бу соҳада кейинги тадқиқотларнинг олиб борилиши учун асос бўлади.

Ячейкали бетонларнинг то 95% гача ҳажми ғовакликлар билан тўлган. Бундай бетонларнинг физикавий-механикавий хоссалари, хусусан иссиқ ва товуш ўтказувчанлиги шу ғовакликларнинг миқдори, уларнинг ўлчамлари ва жойлашишига боғлиқ.

Ф.П.Мехел фикрига кўра энг яхши товуш ютилувчилар 1 мм атрофида ўлчамдаги ғовакликларга эга бўлган материаллар ҳисобланади. Тадқиқотлар натижалари шундан далолат берадики, товуш ютгич хоссаларига эга ғовакликларнинг умумий ҳажми ҳам материалнинг товуш ютиш хусусиятига катта таъсир кўрсатади. Маълумки, энг ўрганилган товуш ютиш материалларга синтетик боғловчи билан боғланган толали материал каркас ролини ҳам, тўлдирувчи ролини ҳам ўйнайдиган ғовакли

толали материаллар, масалан, минерал пахтали плиталар киради. Лекин бундай материаллар юқори чидамликка эга эмас.[15]

Кўпгина тадқиқотчилар фикрига кўра энг истиқболли иссиқсакловчи материаллардан бири сифатида ячейкали буюмларни тайёрлаш мақсадга мувофиқ ва иқтисодий асослангандир, чунки уларни ишлаб чиқаришини ташкил этиш катта капитал маблағларни ва қувватларни талаб этмайди.

Бундан ташқари, Болтиқбўйи мамлакатлари олимларининг ишланмалари донабай «Порасил» ютгичини олишга имкон берди. Уни тайёрлаш учун оҳак-кум аралашмасидан ячейкали бетон қўлланилди. Олинган материални қисишдаги мустаҳкамлик чегараси 1.0...1.2 МПа ни ташкил этди, товуш ютиш коэффиценти 500-8000 Гц частоталар диапазонида жойлашади.

Силикпор деб аталувчи газосиликат бетондан ясалган товушютгич плиталар ҳам кенг тарқалган. Бундай плиталар Россияда, Украинада, Ўрта Осиё ва Болтиқ бўйи мамлакатларида ишлаб чиқарилмоқда. Плиталарнинг ўртача зичлиги  $3490-360 \text{ кг/м}^3$   $0,8...1 \text{ МПа}$  қисишдаги мустаҳкамликда ўртача зичлиги  $420 \text{ кг/м}^3$   $R>1,5 \text{ МПа}$  бўлган товуш ютиш хоссалари бўйича НСВ-321, НСВ-322 синфларига тегишли  $450 \times 450 \times 35 \text{ мм}$  ўлчовли «Силаккор-М» плиталари ҳам олинади. Уларни тайёрлаш технологияси автоклав қайта ишлашни кўзда тутди. Плиталар юқори бўлмаган сувга чидамлилиқка эга ва оптимал намлиги 70% дан зиёд бўлмаган жамоат ва ишлаб чиқариш хоналарининг шифт ва деворларини ички жиҳозлаш учун мўлжалланган.[22]

Германия тадқиқотчилари ячейкали бетондан «Ипорит» деб аталувчи товуш ютгич материал ишлаб чиқдилар. «Ипорит» нинг товуш ютиш коэффиценти товуш частотасига боғлиқ равишда ўзгаради ва 125,5000 ва 4000 Гц частоталар учун мос равишда 0,42, 0,76 ва 0,53ни ташкил этади.

Япон фирмаси «Нимаясу К.К.» тадқиқотчилари автоклавқотишмали ячейкали бетондан товуш ютгич материллар ишлаб чиқдилар. Бундай материалларнинг таркиб увоқларнинг ўртача 0,5...1 мм ўлчовлари билан

кисшида мустаҳкамлик чегараси 0,3...5 МПа га тенг, 500...1500Гц частоталар диапазонида товуш ютиши товуш энергиясининг 80% ини ташкил этади. [28,6,7]

Шунингдек газобетондан ташқари, ячейкали макротузилишга эга товуш ютгич материалларни олиш учун пеногипс ва пеношлакбетондан фойдаланилади. Бундай материаллар тузилиши кўп жиҳатдан уларни олиш технологияси билан аниқланади.

Масалан, пеногипс Россияда ишлаб чиқилган техноология бўйичасув ва гипсни биргаликда аралаштириш, сўнгра эса массага шакл бериш ва 50<sup>0</sup>С ҳароратда маҳсулотни қуриш жараёнида олинади.

Перлит куми товуш ютиш қатламларида фойдаланиладиган ячейкали тузилишли гипсоперлит ва цемент-перлит пардозлаш эритмаларида қўлланилади. Бундай қопламалар товуш ютиш коэффициенти 600-800Гц да 0,5 га тенг, шу билан бирга бу қопламалар сувга чидамсиз ва ташқи муҳит таъсиридан ҳимоя талаб этади. Бу эса уларнинг самарадорлигини пасайтиради.

Товуш ютгич материаллар тузилиши ва хоссалари орасида ўзаро боғланиш кўп сондаги туташувчи увокларга эга ячейкали увокпластлардан акустик плиталар ишлаб чиқиш асосига қўйилган.

Шунингдек айтиш жоизки, кальцийли ёпишгичлар асосида олинadиган кўпгина товушютгич материаллар юқори мустаҳкамликка эга эмас. Қатор тадқиқотлар фикрича бу бино ва иншоатларда самарали фойдаланиб бўлмайди, чунки намликнинг адсорбцияси натижасида ҳаво муҳитидан улар товуш ютилиш қобилиятини пасайтиради. Улар юқори гигроскопик ва паст сувга чидамлилигига эга.

Етарлича мустаҳкамликка эга бўлиши билан бир қаторда товуш ютиш хоссаларини таъминловчи увокли тузилишли материалларга увокли керамик ва пеноматокерамикани киритиш мумкин. Лекин бу материалларни олиш катта энергия сарфини талаб этади. Шунга қарамай, бундай материаллар тузилиши шаклланиш жараёнларининг таҳлил шуни

кўрсатадики, иссиқлик таъсири увокли фазони бошқаришга ва увоклар характери ва ўлчовларин йўналишли назорат қилишга имкон беради. Бу технологик усул товушютувчи материалларни олиш учун қизиқиш уйғотади.

Юқори ҳароратларда ҳосил бўладиган ячейкали тузилишга эга самарали товуш ютгич материаллардан бири газ-ҳаво аралашмасини эритилган ойна массаси орқали ўтказиш принципи бўйича олинадиган пенойна ҳисобланади.

Ойна кукуни аралашмаси газ ҳосил қилгич ва тикланувчи билан  $900^{\circ}\text{C}$  гача қизитилади. Натижада ўртача  $150..800 \text{ кг/м}^3$  зичликка эга материал олинади. Унинг увоклилиги материал умумий ҳажмининг 80-95% ини ташкил этади. Товуш ютиш хоссаларига кичик кристаллаш даражасига эга ойналар асосидаги пеноойна ҳам эга. Товуш ютиш коэффициенти туташувчи увокли пеноойна учун 600...12300 Гц частоталар оралиғида 0,5...0,65 га тенг, бу акустик материалларга меъёрий ҳужжатлар талабларига тўғри келади.

Стеклопор, силипор, ойнасиликат типдаги шиширилган суюқ ойна асосидаги ячейкали тузилишга эга материалларни олиш технологияси  $500^{\circ}\text{C}$  ҳароратгача қизитишни, суюқ ойнали аралашмани грануляция қилишга ва  $500^{\circ}\text{C}$  да грануляцисини шиширтиришни кўзда тутлади.

Қатор муҳим техник фойдаланиш хоссаларига эга бўлишига қарамай ячейкали ойна ҳозирги пайтда чегараланган ўлчамларда фойдаланилмоқда, бунинг олиниш жараёнининг энергия ва материал сарфи кўплиги билан изоҳланади.

Шундай қилиб, келтирилган маълумотлар ва товушютувчи ва иссиқ сақловчи материаллар ва хусусан, ячейкали тузилишга эга бетонлар ва материаллар соҳасидаги тадқиқотлар натижалари ҳақидаги адабиётларда мавжуд маълумотлар таҳлили шуни кўрсатадики, анъанавий кальций бирикмалар асосида одатда қўлланилиши ички интерьерлар билан чегараланган товушютгичлар ва иссиқ сақловчилар олинади. Бу

олинаётган материалларнинг юқори бўлмаган мусмтаҳкамлик кўрсаткичлари ва уларнинг етарлича сувга чидамга эмасликлари билан боғлиқ.

Бундай материалларнинг фойдаланиш характеристикаларини ошириш кўпинча кўп энергия ва меҳнат харажати ва ҳамда технологияни мураккаблаштиришни талаб этади.

Бу муаммоларнинг ечими юқори фаолликка эга ва зарурий хоссаларни бера оладиган бирикмалардан фойдаланиш орқали топилиши мумкин. Бундай бирикмаларга шлакишқорли бирикмалар ва толасимон кўшилмалар кирази. Уларнинг хоссалари, технологияли ва иқтисодий самарадорлиги улар асосида самарали товуш ютгич материалларни олиш йўналишида ишланмалар ўтказиш истиқболларини белгилаб беради.

Бундай бирикмаларни ячейкали материаллар олиш учун фойдаланиш ҳақидаги мавжуд маълумотлар тасдиқлайди.

Пенобетоннинг афзалликлари:

1.Пенобетон ишлаб чиқариш учун: цемент, кум, сув ҳамда кўпик лозим.

2.Пенобетон шу билан қулайки, блокларни қирқиш, улаш, фрезерлаш мумкин. Ўз харакеистикаларига ва ишлатилиши хоссаларига кўра бу материал ёғочга яқин, лекин жуда катта сақланиш муддатига эга.

3.Пенобетон тахлашда жуда қулай. Пенобетондан ясалган блоклар унчалик катта бўлмаган массада етарлича катта ўлчамга эга. Масалан, 600×300×200 мм ўлчамли блок зичлигига боғлиқ равишда 20 дан 28 кгча оғирликда бўлади, бу эса меҳнат сарфини камайтириш имкони беради.

4.Пенобетон яхши товушютувчи материал бўлиб, уни тўсиқлар ва эшикларнинг товуш изложиси учун қўллашга ҳамда қурилишда қўллаш мумкин, бу эса маҳнат сарфининг камайишига олиб келади.

5.Пенобетондан фойдаланиш қалъа қурилишини метрли деворлар билан ўралишини ёки уйингиз атрофида ҳаво исишини ўзингизнинг мабалағларингиз билан амалга оширингиз ўрнини босади. Агар иссиқлик



сизнинг уйингиз деворларидан йўқолмаса, у ҳолда ҳатто электр иситиш системаларидан фойдаланиш ҳам сизнинг бюджетингизда таъсир кўрсатмайди.

Бу материал ташқи деворлар ва тўсиқлар учун бетон блоклар ва плиталарда, қаватлар томлари ва тўсиқлари учун бетон плиталарда фойдаланилади.

Ҳамда пенобетон коммерция ва саноатда фойдаланиш учун ихтиёрий ўлчамли йиғма панелларда, монолит деворларда, боғларни безашда ва ҳ.к.ларда фойдаланилади. Полларни пенобетон қатлами билан қоплаш керамик плиталарни, мараморли плиталарни, цемент плиткаларни ва ҳ.к. ларни бириктиришга ёрдам беради.

Умуман,  $500\text{кг/м}^3$  зичликка эга пенобетон бирикмасидан унчалик катта бўлмаган юкланишда иссиқлик ва товушизоляциясини олиши учун фойдаланилади. Бундай қопламанинг минимал қалинлиги 40 мм. Мавжуд полга материални солишдан олдин сиртда кучли бўлмаган намланишни бажариш лозим. Гилам, паркет, винил плиткалар ва ҳ.к.лар билан қопланадиган поллар учун эластик қопламалар қўлланилади. Цементнинг кумга нисбати 2:1 нисбатда бўлганда бетоннинг энг мос келувчи зичлиги -  $1100\text{ кг/м}^3$  .[22].

Пенобетоннинг бошқа қурилиш материалларидан асосий фарқи бу юқори иссиқизоляцияли сифатларидир. 30 смли пенобетон ўз иссиқлик изоляция сифатларига кўра 75-90 смли керамзитбетонга ёки 150-180 смли ҳиштга тенг[18].

Бу ишланмалар асосида Ўзбекистонда пенобетондан қурилиш материаллари блоклар, тўсиқлар, девор панеллари, ишлаб чиқара бошланди, улар шуларининг иссиқизоляция хоссаларига кўра ғишт ва оғир бетонлардан 3-5 марта юқори туради. Лекин ажойиб иссиқлик изоляция хоссаларига қарамай бу қурилиш materiali бирданига киришиб кетмади. Пенобетоннинг асосий камчиликларидан бири айниқса ячейкали

бетонларнинг, фойдаланилаётган цементга боғлиқ паст мустаҳкамлиги ҳисобланади.

МДХ да иссиқ сақловчи материаллар ва буюмлар ишлаб чиқариш кейинги йилларда янада ривож топди. 1980 йилларда собиқ СССРда уларнинг умумий ишлаб чиқариш йилига 3 млн.м<sup>2</sup> дан зиёдни ташкил этган.

Иссиқ сақловчи ва товуш ютувчи материалларини яратиш ва ўрганиш масалаларига Беранека Л.Л.[8], Мехел Ф.Р.,[16, 17, 18] Юдин Е.Я.,[19, 13, 24] Цвиккер К. ва Костен К.,[30] Шмидт. Л.М.,[31] Румянцева Б.М.,[31,] Ласаускас В.И.[14, 15] лар ва бошқа тадқиқотчиларнинг ишлари бағишланган.

Кўпгина тадқиқотчилар фикрига кўра энг истиқболли иссиқ сақлаш учун ячейкали буюмларни тайёрлаш мақсадга мувофиқ ва иқтисодий асосланган, чунки уларни ишлаб чиқаришни ташкил этиш катта капитал маблағларни ва қувватларни ишга тушириш учун узоқ муддатларни талаб этади.

Ячейкали материалларнинг иссиқ сақлаш хоссалари ҳаво юборишда газ ҳосил қилиш таъсирида ёки иссиқлик таъсир кўрсатиш натижасида ҳосил бўладиган уларнинг тузилиши хусусияти билан аниқланади.

Шундай қилиб, келтирилган маълумотлар ва иссиқ сақловчи материаллар ва хусусан, ячейкали тузилишга эга материаллар соҳасидаги тадқиқотлар натижалари ҳақидаги адабиётларда мавжуд маълумотлар таҳлили шуни кўрсатадики, анъанавий кальций бирикмалар асосида паст маркали ячейкали бетонлар олинади. Бу олинаётган материалларнинг юқори бўлмаган мусмтаҳкамлик кўрсаткичлари ва уларнинг етарлича сувга чидамга эмасликлари билан боғлиқ.

Бундай материалларнинг фойдаланиш характеристикаларини ошириш кўпинча кўп энергия ва меҳнат харажатини ҳамда технологияни мураккаблаштиришни талаб этади.

## **1.2.Кўпик бетонлар учун кўпик ҳосил қилувчилар ва цементлар**

Кўпик ҳосил қилувчилар моддаларнинг сувли эритмаси унга маълум таъсир этилганда кўпик ҳосил қилади. Кўпик ҳосил қилувчиларнинг кўп тури маълум, лекин ячейкали бетонлар ишлаб чиқаришда шунақанги кўпик ҳосил қилувчилар керакки, улар қуйидаги талабларга жавоб бериши лозим: а) пленкасининг мустаҳкамлиги шундай бўлиши керакки, қоришманинг минерал қисми билан аралаштирилганда кўпик бузилмаслиги, ёрилмаслиги ва тайерланган ячейкали бетоннинг қотишигача, яъни боғловчи қотишни бошлаб мустаҳкам скелет ҳосил бўлгунча ёрилмай туриши керак; б) олинган қоришмага нисбатан катта ҳажмда чиқиши ва майда ячейкали структурага эга бўлиши керак; в) кўпик пленкасининг керакли даражада зичлигга, у ячейкали қоришмани қатламланиб кетишига қаршилик кўрсатишга ва қоришманинг минерал қисмларини бутун ҳажм бўйлаб бир текис тақсимланишига шароит яратиши керак; г) цемент билан реакцияга кирмаслиги ёки кирса ҳам унинг активлигини пасайтирмаслиги керак.

Бундан ташқари, кўпик ҳосил қилувчи қоришма ячейкали бетоннинг ҳар хил шароитда қотаётганда унинг физик-механик хоссаларга салбий таъсир этмаслиги керак[36].

Кўпикнинг очиқ ҳаводаги хоссалари: чидамлилик, кўпайиш даражаси ва синерезис каби хоссаларини билиб кўпик ҳақида ҳулоса чиқариш мумкин.

10 л кўпик олиш учун кўпик ҳосил қилувчи қоришмаларнинг таркиби[37]

Жадвал 1.4

| Кўпик ҳосил қилувчи модда | миқдори, г | Кўпикстабилизатори, г |       |          |             |            |        |
|---------------------------|------------|-----------------------|-------|----------|-------------|------------|--------|
|                           |            | ТНФ                   | КМЦ-4 | Суюқшиша | Мездр елими | Суяк елими | Сув, л |
| Сульфано́л                | 40         | 40                    | -     | 80       | „           | —          | 0,5    |
| Сульфано́л                | 40         | 40                    | 80    | -        | -           | -          | 0,5    |
| Сульфано́л                | 30         | -                     | -     | -        | 50          | -          | 0,5    |
| СВМ«Астра»                | 30         | 20                    | 80    | -        | -           | -          | 0,5    |
| СВМ«Планета»              | 30         | -                     | -     | -        | 80          | -          | 0,5    |
| Скрубернаяпаста           | 100        | -                     | -     | 70       | -           | -          | 1.0    |
| СВМ«Вита»                 | -          | 100                   | -     | -        | -           | -          | 0,5    |
| СВМ«Аэлита»               | 50         | -                     | 100   | -        | -           | -          | 0,5    |
| СВМ«Альфин»               | 80         | -                     | 100   | -        | -           | -          | 0,5    |
| СВМ«Прогресс»             | 70         | -                     | 90    | -        | -           | -          | 0,5    |
| ОП-2                      | 65         | -                     | -     | -        | -           | 175        | 0,5    |

Қуйида баъзи бир кўп тарқалган кўпик ҳосил қилувчи моддалар ҳақида маълумотлар келтирилган.

*Клееканифол кўпик ҳосил қилувчи.*

Бу кўпик ҳосил қилувчининг номи унинг асосий таркибий моддаларидан ҳосил бўлган – канифол ва суяк ёки мездр елим. Канифол ва елимдан ташқари канифолни кўпиклаштириш учун ишқор ишлатилади, яъни уни кўпик ҳосил қилувчига айлантириш учун. Хом-ашъёларнинг барчаси шу хом-ашъёларнинг ГОСТлари талабларига жавоб бериши керак.

Кўпик ҳосил қилувчини тайерлаш қуйидаги жараёнлардан иборат. Аввал елимли қоришма тайерланади, ишқорнинг сувли эритмаси ва канифол совун тайерланади.

Елимли қоришмани тайерлаш учун елимни 2-3 см катталиқда майдалаб, металл идишга солинади ва температураси 15-20 °С бўлган

сувга ботириб қўйилади. Сув ва елимнинг нисбати массаси бўйича 1:1 қилиб олинади. Сувга ботирилган елим бир сутка давомида ушлаб турилади. Сўнг бак ичидагиларни иссиқ сув ёки буғ билан 40-50 °C хароратда 1,5-2 соат давомида елим бутунлай эриб кетгунча ушлаб турилади.

Канифол совунини тайерлаш учун натрийнинг гидрооксиди қайнаётган сувда аралаштириб (166 г NaOH га 1 л сув) 5 миллиметрли элакдан ўтган майдаланган канифолни бир меъёрга солиб туриш керак. Канифол ва натрийнинг гидрооксидининг нисбати 1:1, канифолни бирлиги масса бўйича, ишқор қоришмаси эса ҳажм бўйича қабул қилинади, масалан, 1 кг канифолга 1 л ишқор.

Канифол ва ишқорни қайнатиш 1,5-2 соат давом этади, то канифол бутунлай эримагунча. Қоришманинг ранги бир хил ва доначалар бўлмаслиги керак. Буғланиб кетган сув ўрнига 70-80 °C хароратда бўлган сув солиш керак. Натижада канифол совуни ҳосил бўлади.

Елимли қоришма ва канифол совунини масса бўйича 1:0,7 нисбатда аралаштириш йўли билан клееканифол кхқ олинади. Канифол совунга елимли қоришмани кам-кам миқдорда қўшиш йўли билан аралаштирилади, бунда елимли қоришманинг харорати 30 °C ни ва канифол совунининг харорати 60 °C ни ташкил этиши керак.

Клееканифол кўпик ҳосил қилувчини маҳкам ёпилган тахтали, шиша ёки керамик идишларда иссиқ бўлмаган жойда, лекин 0°C дан юқори бўлган жойларда сақлаш керак. Ишлатишдан олдин кўпик ҳосил қилувчинини иссиқ сув билан (50°C) ҳажм бўйича 1:5 нисбатда аралаштириш керак.

*Смоласапонин кўпик ҳосил қилувчини.*

Бу кўпик ҳосил қилувчинини Ўрта Осиё ва Қазоқистонда ўсадиган совунли илдиздан тайерлайдилар. Унинг таркибида сапонин ва смолали моддалар мавжуд.

Кўпик ҳосил қилувчинини тайерлаш қуйидаги жараёнлардан ташкил топган: илдизни майдалаш; сувда тутиш; илдизни смолали экстрактда тутиб қайнатиш. Тегирмонда майдаланган илдизни 1-2 см ли элакдан ўтказадилар. Элакда қолган илдизларни яна майдалайдилар. Илдизларни аввал сувда 24 соат тутиб катта гўшт майдалагичларда майдалаш ҳам мумкин.

Сўнг илдизни сув солинган темир бочкага 48 соат давомида ушлаб турадилар. Совунли илдизнинг сувга нисбати масса бўйича 1:10 бўлади. Сувни бошқа идишга олиб, илдизларни яна ўша миқдордаги сувга ботириб кўядилар. Бочкадаги сувни эритманинг зичлиги  $1,01 \text{ г/см}^3$  бўлгунгача қайнатадилар. Қайнатиш давомида буғланиб кетган сув ўрнига сув қўшиш керак. Қайнатиб бўлинган смолали экстрактнинг сувли эритмасини иккинчи идишга бўшатишади, илдиз эса чиқиндига чиқиб кетади.

Иккинчи идишга майдаланган илдизнинг янги порцияси солинади, худди аввалгидек 1:10 нисбатда.

Смолали экстракт қоришмаси билан илдиздан сапонинни экстрациялаш  $1,02 \text{ г/см}^3$  зичликдаги суюқлик олгунгача давом этади. Олинган смолосапонин кхқ сақлаш учун бакга солинади. Худди шу бак ичига биринчи бакнинг сапонин қоришмасини қуйиш мумкин, иккинчи бакдаги экстрациялашдан қолган илдизни биринчи бакга солиб юқорида эслатиб ўтилган нисбатда сув солиб қайнатадилар,  $1,02 \text{ г/см}^3$  зичликдаги смолали экстракт қоришмаси ҳосил бўлмагунча.

Сўнг смолали экстрактнинг сувли эритмаси иккинчи бакга солинади ва унга совунли илдизнинг янги порцияси солинади, сапонинни экстрациялашдан сўнг кхқ нинг янги порцияси ҳосил бўлади.

Уни учинчи бакга тўкиб, қолган илдизни эса яна экстрациялашга кўядилар ва жараён такрорланади.

*Гидролизланган қондан олинадиган купик ҳосил қилувчилар.*

Бу купик ҳосил қилувчилар учун сўйилган молнинг қони, натрий гидрооксиди, темирнинг чучук олтингурутли ва аммонийнинг хлорли

бирикмалари керак бўлади. Қон қотмаган бўлиши керак (янги). Бундай купик ҳосил қилувчилар учун ишлатиладиган кимёвий бирикмалар уларнинг стандартлари талабларига жавоб бериши керак.

Бундай органик купик ҳосил қилувчини тайёрлаш қуйидаги жараёнлардан ташкил топган:

- а) натрий гидрооксидининг 20 %-ли эритмасини тайёрлаш;
- б) мол қонини гидролиз қилиш;
- в) гидролизланган қон эритмасини нейтрализация қилиш;
- г) темирнинг чучук олтингугуртли бирикмасининг 15% ли эритмасини тайёрлаш;
- д) гидролизланган қонтемирнинг чучук олтингугуртли бирикмасининг 15% ли эритмаси билан аралаштириш.

Натрий гидрооксидини сувда аралаштириб  $1,23 \text{ г/см}^3$  зичликдаги эритма олинганда 20 % ли ишқор эритмаси тайёр бўлади. Қонни гидролизлаш унга 2% массага нисбатан 20%-ли ишқор эритмаси солиниб 2 соат давомида  $80-90^\circ\text{C}$  ҳароратда иситилганда амалга оширилади.

Гидролизланган қонни нейтраллаш аммонийнинг хлорли бирикмалари билан амалга оширилади, бунда 1,35 кг аммоний 1 кг  $\text{Na}_2\text{O}$  га оз-оз миқдорда солиниб доимий аралаштириб турилади. Сўнг, эритма температураси хона ҳароратигача пасайтирилади. Тайёр кўпик ҳосил қилувчини олиш пенобетон қоришмасини тайёрлаш аралаштиргичларида кўпик олиш жараёнида амалга оширилади, бунда нейтралланган гидролизланган қонга аммонийнинг хлорли бирикмалари ёки мис купоросининг 15 % лик эритмаси 1:0,3 ҳажм нисбатида қўшилади. Бунақа кўпик ҳосил қилувчилар пенобетон қоришмасини тайёрлаш аралаштиргичларида керакли сув миқдори билан аралаштирилади.

Юқорида санаб ўтилган кўпик ҳосил қилувчиларнинг камчилиги шундаки, уларни ишлаб чиқаришда органик моддалар ишлатилади (суяк елими, мездр елими, мол қони ва совунли илдиз), улар бузилишга мойил ва ўзидан ноҳуш хид чиқаради, бунинг натижасида кўпик сифати пасаяди.

Бази кўпик ҳосил қилувчилар тайёр холда бўлиб, уларни завод шароитида тайёрлашнинг зарурияти йўқ, фақатгина сифатли кўпик олиш учун керакли сув миқдори билан аралаштириш кифоя. Буларга, кимё саноати заводлари томонидан ишлаб чиқариладиган ва уларнинг чиқиндиларидан олинadиган турли хил синтетик кўпик ҳосил қилувчилар киради. Синтетик кўпик ҳосил қилувчиларни қўллашнинг афзаллик томонлари яққол маълум. Уларни ячейкали бетонлар заводида ишлаб чиқариш зарур эмас, улар чиримайди, хид чиқармайди, доимий хоссаларга эга. Синтетик кўпик ҳосил қилувчилардан фойдаланиш кўпикбетон технологиясини сезиларли даражада осонлаштиришга имкон беради.

*Алюмосульфонафтенкўпик ҳосил қилувчилар.*

Алюмосульфонафтен кўпик ҳосил қилувчиларни тайёрлаш учун керосин контакти, чучук олтингугуртгли глинозем, натрий гидрооксиди ва сув ишлатилади [20].

Керосин контактитаркибида нефть сульфокислоталари, кам миқдордахлор кислотаси, керосин, зола ва сув мавжуд. Бу керосин контакти нефтни тўплаб узатадиган заводларда керосин дистиллятини олтингугурт ангидрити билан ишлов берилаётганда олинади.

Керосин контакти (II-чи нав) куйидагиларга жавоб бериши керак:

- а) сульфокислоталар миқдори - 50%дан кам бўлмаслиги керак;
- б) сульфокислоталар миқдорининг ёғлар миқдорига нисбати – 10дан кам бўлмаслиги керак;
- в) сульфокислоталар миқдорининг золалар миқдорига нисбати - 200дан кам бўлмаслиги керак;
- г) сульфокислоталар миқдорининг сульфат кислотага нисбати - 45 дан кам бўлмаслиги керак;
- д) ранги – тўқ сариқдан то жигарранггача бўлиши мумкин.

Керосин контакти нейтраллаштириш ва нефт сульфокислоталарининг натрийли туз эритмасини олишда ишлатилadиган натрий гидрооксиди ГОСТ 2263-79 талабларига жавоб бериши керак.



Кўпик ва ячеикали қоришманинг стабилизатори хисобланадиган чучук олтингугуртли глинозем ГОСТ 5155-74 талабларига жавоб бериши ва таркиби қуйидагича бўлиши керак:

- а) алюминий оксиди ( $Al_2O_3$ ) - 9% дан кам бўлмаслиги керак;
- б) сульфаткислота ( $H_2SO_4$ ) - 2% дан кўп бўлмаслиги керак;
- в) темир,  $Fe_2O_3$ га хисобланганда- 0,5% дан кўп бўлмаслиги керак;
- г) мышьяк окиси ( $AsO_3$ ) - 0,003% дан кўп бўлмаслиги керак;
- д) эримайдиган қолдиқ - 23% дан кўп бўлмаслиги керак.

Алюмосульфонафтен кўпик ҳосил қилувчиларни тайёрлаш қуйидаги жараёнлардан ташкил топган: 1) 20 % лик натрий гидрооксиди сувли эритмасини тайёрлаш; 2) чучук олтингугуртли глинозем сувли эритмасини тайёрлаш; 3) керосин контактини нейтраллаштириш (нефть сульфокислоталарининг натрийли тузини олиш); 4) нефть сульфокислоталарининг натрийли тузини ишқор билан аралаштириш; 5) нефть сульфокислоталарининг натрийли тузини чучук олтингугуртли глиноземнинг сувли эритмаси билан аралаштириш.

20 % лик натрий гидрооксидининг сувли эритмасини олиш учун уни сувнинг шунақа нисбати билан доимий аралаштириш керакки (1:4) эритманинг зичлиги 1,23 бўлиши керак.

Чучук олтингугуртли глиноземнинг сувли эритмасини тайёрлаш учун унинг катта бўлақларини 3...5 см катталиқга келгунча майдалаб, тахталик идишга солиб устидан 1:2 нисбатда масса бўйича иссиқ сув солинади. Бундан сунг сув солинган чучук олтингугуртли глиноземга буғ билан 2-2,5 соат давомида ишлов берилади ёки 20 дан 24 соатгача иссиқ сувда ушлаб турилади. Сувли эритманинг зичлиги 1,16 бўлиши керак. Яхшилаб аралаштирилган ва 15 °C температурагача ҳарорати туширилган эритма тайёр хисобланади.[29]

Керосин контактини аввал сув билан 1:2 нисбатда (ҳажм бўйича) аралаштирилади, кейин эса кам-кам миқдорда 20 % лик натрий гидрооксидининг сувли эритмаси солинади, бунда доимий аралаштирилиб

турилади. Бунда бўш сульфав кислота натрийнинг сульфатига ўтади, нефт сульфокислоталари эса нефт сульфокислоталарининг натрийли тузига ўтади. Нейтраллаштириш жараёнинг тугабини лакмус қоғози билан назорат қилинади.

Эритманинг қатламланиб ажралиши тезроқ ва сифатлироқ ўтиши учун, керосинконтактини нейтраллаштиришдан кейин 80-90°C ҳароратгача температурани кўтариш керак. Иситиш давомида, керосин, ёғ моддалари ва бошқа аралашмалар кулранг пўкак шаклда суюқликнинг юқори қисмида тўпланиб қолади, уларни олиб ташлаш керак. 15°C ҳароратгача совутилган ва 50-60% (ҳажм бўйича) қўшилган натрий гидрооксидининг сувли эритмаси (зичлиги 1,12) қўшилган суюқликнинг пастки қисми бўлган нефт кислоталарининг натрийли туз эритмаси (зичлиги 1,06-1,07) кўпик ҳосил қилувчининг асосий таркибини тайёрлашга кетади. Нефт сульфокислоталарининг натрийли туз эритмасига натрийнинг гидрооксиди қўшишдан мақсад, уни ва чучук олтингугуртли глиноземнинг эритмасига қўшганда нейтрал муҳит олишдир. Бунда ҳосил бўладиган алюминий окиси гидрати кўпик сифатини оширади. Алюмосульфонафтен кўпик ҳосил қилувчини тайёрлашда чучук олтингугуртли глиноземнинг ва нефт сульфокислоталарининг натрийли туз эритмаларини аралаштиришдан олдин эритманинг ҳарорати 15°C гача совутилиши керак, чунки совутилмаган эритмалардан кўпик ҳосил бўлмаслиги мумкин. Керосин контактига натрий гидрооксидини қўшишда нейтрал муҳитни олиш зарур. Бу, нефт сульфокислоталарининг натрийли туз эритмасидан керосин, ёғли моддаларни (кўпик сифатини пасайтиради) яхшилаб тозалашга имкон беради.

Чучук олтингугуртли глиноземнинг сувли эритмаси тахтали идишда, нефт сульфокислоталарининг натрийли туз эритмаси металл идишда сақланади. Бу иккала эритмани аралаштириш пенобетон қоришмасини тайёрлаш ускунасида кўпик олинаётганда амалга оширилади, чунки

олдиндан аралаштириш, вақт ўтиши билан кўпик ҳосил қилиш қобилиятини пасайтиради.

Кўпик бетон ишлаб чиқаришда турли кўпик ҳосил қилувчилар ишлатилади, улардан энг кўп ишлатиладиганларидан «Астра», «Планета», «Вита», «Аэлита», Скруберная паста, НИЕТ, НЕОПОР, «ПК-УНИПОР», ЗИМ-ПОР, ПБ-2000, ПБ-2010, ПБ-Люкс, Ареком ва бошқа турлар. Бундай моддалардан ҳосил бўладиган кўпиклар узининг кўпайиш сони, чидамлилиги ва ишлатилиш коэффиценти билан қурилиш меъёрларига жавоб беради.

Кўпик бетонларнинг боғловчи моддаси сифатида асосан портландцемент ишлатилади. Портландцемент деб портландцемент клинкери ва гипсни биргаликда майин туйиш натижасида олинган кукунсимон ашёга айтилади. Туйиш пайтида фаол минерал қўшимча ёки бошқа қўшимчалар солиниши мумкин.

Портландцемент клинкери оҳактош ва тупроқни ёпишқоқлик ҳароратигача пишириб олинади. Гипс қўшимчаси портландцементнинг қотиш вақтини бошқариш мақсадида 3...5% солинади.

ГОСТ 10178-85 бўйича қўшимчасиз портландцемент, 20% фаол минерал қўшимчали портландцемент ва шлакли портландцемент турлари бор. Шлакли портландцемент таркибига 20% дан кўп домна ёки электротермофосфор (ЭТФ) шлаки солинади.

Портландцемент ва унинг турлари – ҳозирги замон қурилишининг асосидир. Улардан йиғма ёки қуйма бетон ва темирбетон қурилмалари тайёрланиб уйсозликда, саноат ва фуқаро қурилишида, қишлоққурилишида, гидротехник иншоотларда, тоғ, йўл ва ирригация қурилишида ишлатилади.

Республикамизда портландцемент Самарқандда, Навоийда, Жиззахда, Оҳангаронда, Олмаликда, Бекободда, Қувасойда ва бошқа ҳудудларда ишлаб чиқарилади.

Портландцементнинг ҳақиқий зичлиги  $3,1-3,2 \text{ г/см}^3$ , уйма зичлиги  $900-1100 \text{ кг/м}^3$ , зичлаштирилганда эса  $1400-1700 \text{ кг/м}^3$ . Омборларда сақланган цементники  $1200 \text{ кг/м}^3$  деб олинади. Цементнинг сув талабчанлиги деб нормал қуюқликдаги хамир олиш учун керакли сувнинг миқдорига айтилади. *Нормал қуюқлик* деб Вика асбобининг Тетмайкер пестики ўз оғирлиги остида маълум чуқурликга ботган хамирга айтилади. Портландцемент сув талабчанлиги 24-28% атрофида, солиштириш учун қурилиш гипсиники 50-70%, пуцолан портландцементники 35-40%. Сув талабчанликни юзаактивлаштирувчи (ПАВ) қўшимчалар билан бошқариш мумкин.

Цементнинг қотиши қотишнинг бошланиши ва охири орқали ифодаланиб, Вика асбобида қотаётган цемент хамирига игна санчиб аниқланади. ГОСТ 10178-85 талабига кўра қотишнинг бошланиш вақти 45 минутдан олдин бошланмаслиги, охири эса 10 соатдан кечга қолмаслиги керак. Қотиш вақтини гипс ва бошқа қўшимчалар солиб бошқариш мумкин. Қотиш вақтида цемент тошининг ҳажми бир хил ўзгармаслиги мумкин. Бунга сабаб: кимёвий бирикмаган СаО нинг клинкердаги миқдори 1,5-2%дан, MgO ники эса 5%дан кўплиги ва қотган тошда эттрингит янги тузилмасининг ҳосил бўлишидир. ГОСТ 10178-85 нинг талабига кўра цемент хамиридан тайёрланган 70-80 г диаметри  $\sim 10 \text{ мм}$  қалинликдаги бта кулчада 3 соат давомида қайнаётган сув устида сақлангандан кейин чекаларигача чўзилган ёриқликлар бўлмаслиги керак.

ГОСТ 10178-85 га кўра цементлар портландцемент (ПЦ-Д0), минерал қўшимчали портландцемент (ПЦ-Д5, ПЦ-Д20 ва ПЦ-Д20-Б) ва шлакли портландцемент (ШПЦ, ШПЦ-Б) турларига бўлинади. Белгиланишдаги ПЦ дан кейин цемент маркаси ёзилади.

| Белгиланиши      | Фаол минерал қўшимча, масса бўйича % ҳисобида |                                                 |                                 |                                              |
|------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|
| Цемент<br>тури   | жами                                          | шу жумладан                                     |                                 |                                              |
|                  |                                               | домнадоналива<br>электротермофосфор<br>шлаклари | чўкинди,<br>глиеждан<br>ташқари | бошқа фаоллар,<br>шулар билан<br>бирга глиеж |
| ПЦ-Д0            | Рухсат этилмайди                              |                                                 |                                 |                                              |
| ПЦ-Д5            | 5 гача                                        | 5 гача                                          | 5 гача                          | 5 гача                                       |
| ПЦ-Д20, ПЦ-Д20-Б | 5 дан<br>юқори 20<br>гача                     | 20 гача                                         | 10гача                          | 20 гача                                      |
| ШПЦ, ШПЦ-Б       | 20 дан 80<br>гача                             | 20 дан 80 гача                                  | 10гача                          | 10гача                                       |

Шу ГОСТга кўра цементлар 300, 400, 500, 550 ва 600 маркаларга бўлинади.

Кўпик бетонлар ишлаб чиқаришда ишқорли цементлар, хусусан шлакишқорли цементлар ишлатилиши ҳам мумкин.

Ишқорли цемент деб алюмосиликат ташкил этувчи билан ишқорли ташкил этувчи асосида олинган гидравлик боғловчи моддага айтилади.

Ишқорли цементларнинг чуқур тадқиқотланган тури шлакишқорли боғловчилардир. Бунда алюмасиликат ташкил этувчи сифатда қора (дона, пўлат эритиш шлаклари), рангли металлургия- никель, мис, кўрғошин шлаклари ҳамда кимё саноати чиқиндиси бўлган электротермофосфор шлаки ишлатилади. Бу шлаklar оксидларнинг сифатий таркиби билан портландцемент таркибига мос келиб, миқдорий жиҳатидан фарқ қилади: портландцемент таркибида СаОнинг миқдори шлаklarдагидан кўра кўп, SiO<sub>2</sub> кам, шу сабабли портландцемент табиий шароитда қотади, шлаklar эса йўқ.

| Номланиши                         | Оксидларнинг миқдори, масс. % |                                |                                         |       |                             |                              |
|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------|-------|-----------------------------|------------------------------|
|                                   | SiO <sub>2</sub>              | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +<br>FeO | CaO   | M <sub>0</sub> <sup>*</sup> | M <sub>a</sub> <sup>**</sup> |
| Домна донали<br>шлаклари          | 35÷39                         | 7÷17                           | 1÷3                                     | 35÷49 | 0,9÷1,13                    | 0,16÷0,48                    |
| Рангли<br>металлургия<br>шлаклари | 29÷45                         | 6÷12                           | 18÷34                                   | 11÷22 | 0,3÷0,6                     | 0,13÷0,27                    |
| Электротер-<br>мофсор шлаклари    | 41÷42                         | 2÷4                            | То 1<br>гача                            | 44÷46 | 1,05÷1,13                   | 0,07÷0,08                    |
| Портландцемент<br>клинкери        | 21÷24                         | 4÷8                            | 2÷4                                     | 63÷66 | ~3                          | 0,17÷0,39                    |

\*M<sub>0</sub> – асос модули (CaO+MgO/ SiO<sub>2</sub>+ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)

\*\*Ma-фаолликмодули (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ SiO<sub>2</sub>).

Шлакишқорли цементлар майин туйилган металлургия ёки электротермофосфор шлаklarини сувда ишқорли муҳитни ҳосил қилувчи ишқорли металллар (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 металлларнинг 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.

Шлакишқорли цементнинг асосий хоссалари:

- ўртача уйма зичлик  $1000-1200 \text{ г/см}^3$ ;
- ҳақиқий зичлик  $2,7-2,9 \text{ г/см}^3$ ;
- майинлик даражаси  $270-300 \text{ м}^2/\text{кг}$ ;
- сув талабчанлик  $24-26 \text{ г/см}^3$ ;
- сиқилишдаги ва эгилишдаги мустаҳкамлик чегарасига кўра маркалари 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200;
- совуқбардошлик бўйича маркалари 50; 100; 200; 300.

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 темирбетондан ташқари гидротехник иншоотларда, йўл қурилишида ва б.қ. ишлатилади. Бундай цементларнинг юқори активлиги уларни ўртача зичлиги паст бўлган ( $\text{то } 300 \text{ кг/м}^3$ ) кўпик бетонларда ишлатишни асослайди.

### **1.3. Ишнинг мақсад ва вазифалари**

Юқорида келтирилган адабиётлар таҳлили шлак-ишқор тизимининг катта боғлаш потенциал энергиясига эга эканлигидан далолат беради ва юқори физикавий-механикавий хоссаларга эга бўлган ишқорли ячейкали бетонлар олиш имкони борлигини кўрсатади. Ушбу энергиядан фойдаланиш учун “шлак-ишқор-юқори асосли қўшимча-ғоваклик” тизими қонуниятлари тўлиқ ўрганилиши ва таҳлил қилиниши керак.

Ўзбекистондаги фаол минерал ашёлар бошқа МДХ мамлакатларидаги фаол минерал ашёларга нисбатан кимёвий таркибидаги оксидларнинг миқдори билан фарқ қилсада, сифат жиҳатдан фарқ қилмайди. Бу эса бундай фаол минерал ашёлар ҳисобига ишқорли ячейкали бетонларнинг хом ашё базасини кенгайтириш имконини беради.

Шунга мувофиқ мазкур ишнинг мақсади маҳаллий минерал ашёлар асосида юқори асосли қўшимчалар қўшилганда самарадор ишқорли ячейкали бетонлар ишлаб чиқишдир.

Юқорида келтирилганларга асосланиб ушбу ишда қуйидаги асосий вазифалар қўйилган:

- ишқорли пенобетон таркибини ишлаб чиқиш;
- ишқорли пенобетон асосини ташкил қилувчи ишқорли цемент тошининг минералогик таркибини комплекс физикавий-кимёвий усуллари ёрдамида тадқиқотлаш;
- ишлаб чиқилган пенобетоннинг хоссаларини ва узоққа чидавчанлигини тадқиқотлаш.

### **I боб бўйича хулосалар**

1. Юқорида келтирилган адабиётлар таҳлили «шлак-ишқор» тизимининг катта боғлаш потенциал энергиясига эга эканлигидан далолат беради ва юқори физикавий-механикавий хоссаларга эга бўлган ишқорли ячейкали бетонлар олиш имкони борлигини кўрсатади.



2. Шлакишқорли пенобетонлар соҳасидаги олиб борилган тадқиқотлар натижалари келтирилган адабиётларнинг таҳлили шуни кўрсатадики иссиқ сақлаш хоссаларни шаклланаётган композиция таркибига ёпиқ ғовакликни яратишга ёрдам берувчи ва кристалланишни тезлаштирувчи қўшимчаларни киритиш билан таъминлаш мумкин.

3. Бир қатор ишқорли цемент тадқиқотларида кристалланиш жараёнини тезлаштирувчи ва қотувчи тизимнинг асосийлигини оширувчи қўшимча сифатида портландцемент клинкери самарадорлиги келтирилган, шу сабабли ишқорли пенобетоннинг ҳам мустаҳкамлигини оширишда портландцементдан фойдаланиш мақсадга мувофиқ деб ҳисоблаймиз.

## II -БОБ. Хом ашёлар ва синаш усуллари

### 2.1 Хом ашёлар

Кўпик бетонларнинг таркиби боғловчи модда, майда тўлдирувчи, сув ва кўпик ҳосил қилувчидан иборат. Кўпик бетон олиш мақсадида ишлатилган ишқорли цементларда алюмосиликат ташкил қилувчи сифатида Жамбул (Қозоқистон) кимё бирлашмасининг электротермофосфор шлаги ишлатилди. Ушбу шлаклар фосфат минерал хом ашёлар – фосфорит ва апатитларни электротермик қайта ишлаш натижасида ҳосил бўлган чиқинди ашё ҳисобланади. Хом ашё 1550...1650 °С 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 18...20 т шлак ҳосил бўлади.

Ишқорли цементларнинг чуқур тадқиқотланган тури шлакишқорли боғловчилардир. Бунда алюмосиликат ташкил этувчи сифатида қора (домна, пўлат эритиш шлаклари), рангли металлургия – никель, мис, кўрғошин шлаклари ҳамда кимё саноати чиқиндиси бўлган электртермофосфор шлаки ишлатилади. Бу шлаклардаги оксидларнинг сифати таркиби портландцемент таркибига мос келиб, миқдори жиҳатдан фарқ қилади: портландцемент таркибида СаО нинг миқдори шлаклардагидан кўра кўп, SiO<sub>2</sub> кам, шу сабабли портландцемент табиий шароитда қотади, шлаклар эса йўқ.

ГОСТ 3476-74 “электртермофосфор (ЭТФ) шлаклари” бўйича ЭТФ шлаклари гидравлик фаоллиги сифат коэффициенти орқали ифодаланади. Шлакнинг асос модули 1,13, фаоллик модули эса 0,07.

Шлак майин туйилган ҳолатда ишлатилди, солиштирма юзаси ПСХ-2 ускунасида назорат қилиниб бу кўрсаткич 3100...3300 м<sup>2</sup>/кг га тенг бўлди.

Ишқор ташкил қилувчи сифатида ГОСТ 5100-85 бўйича “Б” маркали калцийлаштирилган техник сода ишлатилди. Унинг сифат курсаткичлари

куйидаги жадвал 2.1-да берилган, Калцийлаштирилган сода сувдаги аралашма зичлиги  $1180 \text{ кг/м}^3$  шаклида ишлатилди.

Калцийлаштирилган соданинг сифат кўрсаткичлари. *Жадвал 2.1*

| №<br>т/р | Кўрсаткичларнинг номланиши                                                                                  | «Б» маркали      |  |  |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--|--|
|          |                                                                                                             | Юқори<br>нав.    |  |  |
| 1        | Кўриниш ҳолати                                                                                              | Оқ кукун порошок |  |  |
| 2        | Натрий карбонатининг массавий<br>миқдори( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ),%                                      | 99.4             |  |  |
| 3        | Маҳсулотни печда куйдирилмаган<br>ҳолатдаги углекис натрий масса<br>миқдори ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), % | 98.9             |  |  |
| 4        | Куйдиришдаги йўқолиш масса<br>миқдори ( $270\text{-}300^\circ\text{С}$ булгандаги), %                       | 0.5              |  |  |
| 5        | Хлориднинг қайта ҳисобий массавий<br>миқдори $\text{NaCl}$ , %                                              | 0.4              |  |  |
| 6        | Темирнинг қайта ҳисобий массавий<br>миқдори $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , %                                     | 0.003            |  |  |
| 7        | Сувда эримайдиган моддалар<br>массавий миқдори, %                                                           | 0.03             |  |  |
| 8        | Сульфатнинг қайта ҳисобий массавий<br>миқдори $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , %                                  | 0.04             |  |  |

Ишқорли ташкил қилувчи сифатида зичлиги  $1300 \text{ кг/м}^3$ , силикат модули 1, 2, 3 бўлган саноат суяқ шишаси ишлатилди.

Боғловчи моддаларни стандарт маркасини ва активлигини аниқлашда ГОСТ 310-76 талабларига мос келувчи қум ишлатилди.

Ўта енгил кўпик бетон олиш мақсадида ҳамда юқори асосли кўшимча сифатида пенобетон тайёрлаш учун ОАЖ “Қизилқумцемент” 500 ва 400

маркали портландцементи ишлатилди. Бу цементнинг кимёвий таркиби 2.2-жадвалда ва физикавий-механикавий хоссалари 2.3-жадвалда келтирилади.

Портландцемент клинкерининг кимёвий таркиби.

*Жадвал 2.2*

| № | Оксидларнинг массавий миқдори, % |                  |                                |                                |       |      |                 |                  |       |   |
|---|----------------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|-----------------|------------------|-------|---|
|   | к.м.к.                           | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO   | MgO  | SO <sub>3</sub> | R <sub>2</sub> O | Жа-ми | W |
| 1 | 0,3                              | 21,84            | 4,78                           | 3,75                           | 64,79 | 2,59 | 0,33            | 1,47             | 99,82 | 0 |

Шундай қилиб танлаб олинган хом ашё маҳсулотлари қўйилган тадқиқотлар олиб бориш ва қўйилган мақсадга эришиш учун мос келади.

Портландцемент физикавий-механикавий кўрсаткичлари . *Жадвал 2.3*

| Кўрсаткичлар номланиши                                                          | Портландцемент<br>ПЦ400Д0  | Портландцемент<br>ПЦ500Д0  |
|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| № 008 элактаги қолдиқ, %                                                        | 10,0                       | 8,8                        |
| Нормал қуюқликдаги цемент<br>хамири хосил бўлиши учун<br>керакли сув миқдори, % | 27                         | 26                         |
| Қотиш давомида хажмнинг<br>бир хил ўзгариши                                     | Натижалар ижобий           | Натижалар ижобий           |
| Қотиш муддати:<br>- бошланиши;<br>- тугаши. дақ.                                | 1 с 20 дақ.<br>2 с 50 дақ. | 1 с 10 дақ.<br>3 с 00 дақ. |
| Эгилишдаги мустаҳкамлик,<br>МПа                                                 | 4,5                        | 6,4                        |
| Сиқилишдаги мустаҳкамлик,<br>МПа                                                | 39,7                       | 50,4                       |

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

Тадқиқотларда кўпик ҳосил қилувчи модда сифатида саноат маҳсулоти бўлган ПБ-Люкс (АЖ “Ивхимпром”, Россия) ва лабораторияда ишлаб чиқилган ПОБ-2016 ишлатилди. ПБ-Люкс маркали кўпик ҳосил қилувчи модданинг асосий кўрсаткичлари 2.4-жадвалда келтирилган.

ПБ-Люкс асосий кўрсаткичлари

Жадвал 2.4.

|                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------|-----------|
| 20-25 °C даги зичлик, $\text{кг/м}^3$                       | 1000-1200 |
| Кўпик ҳосил қилувчининг водород кўрсаткичи(pH)              | 7,0-10,0  |
| 4% лик ишчи кўпик ҳосил қилувчи эритманинг хажмий кенгайиши | 7,0       |
| Кўпик турғунлиги, с                                         | 360       |

Кўпик ҳосил қилувчи ПОБ-2016 ГОСТ 8433-81 асосидаги ОП-10, ГОСТ 13078-81 асосидаги суюқ шиша ва кўпикнинг устуворлигини ва кўпик бетоннинг қотишини тезлаштирувчи қўшимчалар асосида олинди.

Кўпик ҳосил қилувчи қуйидаги техлогия билан тайёрланди:

1. Суюқ шишанинг зичлиги  $1300 \text{ кг/м}^3$  бўлган сувли эритмасини тайёрлаш;

2. Зичлиги  $1040 \text{ кг/м}^3$  бўлган сувли эритмасини суюқ шишанинг зичлиги  $1300 \text{ кг/м}^3$  бўлган сувли эритмаси билан 1:1,5 нисбатда аралаштириш;

3. Чучук олтингугуртли глиноземни сув билан зичлиги  $1220 \text{ кг/м}^3$  бўлган эритмасини тайёрлаш;

4. Ушбу эритмаларни 20:1 нисбатда аралаштириш.

Кўпик ҳосил қилувчи ПОБ-2016 таркибини такомиллаштириш мақсадида суюқ шиша органик модда мездр елими билан (ГОСТ 3252-80) алмаштирилди. Ушбу кўпик ҳосил қилувчининг тайёрланиш технологияси юқоридаги технологиядан фарқи шундаки елимнинг сувли эритмаси зичлиги  $1020 \text{ кг/м}^3$  олдин тайёрлаб олинади. ОП-10 эритмаси билан елим эритмасининг нисбати 1:5 олинади.

Ушбу икки хил кўпик ҳосил қилувчининг хоссаларини тадқиқотлаш натижалари 2.5-жадвалда келтирилган.

ОП-10 асосидаги кўпик ҳосил қилувчилар хоссалари. *Жадвал 2.5.*

| Хоссалар                                                  | Кўпик ҳосил қилувчининг турлари                      |      |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------|
|                                                           | I                                                    | II   |
| Ташқи кўриниш                                             | Бегона ҳидлардан холи бўлган оқ-сарик рангли суюқлик |      |
| Ҳиди                                                      | Ўзига хос                                            |      |
| Зичлик, $\text{г/см}^3$                                   | 1,1                                                  | 1,12 |
| Пеногенераторда сувли эритмадан олинadиган кўпик кўпайиши | 520                                                  | 530  |
| Муҳит рН                                                  | 7,0                                                  | 7,0  |
| Цемент ҳамиридаги кўпикнинг устуворлик коэффициенти       | 0,95                                                 | 0,95 |

## 2.2 Синаш усуллари

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

Кўпик бетон қоришмасини тайёрлаш учун “SAMSUNG” маркали

миксердан фойдаланилди. Қоришма миксерда кўпиртирилгандан кейин пўлат қолипларга қуйилди ва нам шароитда сақланди. Намуналарни сақлаш ва сиқилишга синаш ГОСТ 10180-90 бўйича бажарилди. Бунда материални ишлатилиш шароитига янада яқинлаштириш мақсадида синаш учун тайёрланган намуналарнинг куч қабул қилувчи юзалари 1:1 нисбатдаги цемент:кум ва С/Ц нисбати 0,40 бўлган қоришмаси билан текисланиб, камида икки кун сақланди. Кўпик бетоннинг ўртача зичлиги ГОСТ 12730.1-78 бўйича, совуқбардошлиги ва қуриганда усадкаси ГОСТ 25485-89 бўйича, иссиқ сақлаш қобиляти ГОСТ 7076-87 бўйича аниқланди.

Физикавий-кимёвий тадқиқотлар олиб бориш учун нормал қуюқликдаги боғловчи хаширдан тайёрланган томонининг 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.д. Кадинова З.К.).

**Электрон микроскопик таҳлил.** Тадқиқи қилинаётган намуналар микро тузилиши ва фазавий таркибини ўрганиш учун (TELSA-BS-242E) микроскопда электрон-микроскопик тадқиқи ўтказилди. Объект тавсифини микрофотога олиш 5000-8000 марта катталаштириш диапазонида бажарилди. Тузилишини ўрганиш 2% ли намуналарни HF эритма билан аралаштирилган намуналар бир поғонали платина-углерод репликалар усулида фойдаланиб ўтказилди.[79] Бунда намунанинг янги сколига платина ва углерод қатлами ВУП-2 прибор билан қўйилди. Намуналарни чанглаштирилгандан сўнг турли концентрацияли (15-20%) туз кислотаси билан аралаштирилди. Дистирилган сувда пухта ювилгандан сўнг айрим репликаларни таянч тўрларга илинди ва элетро микроскопда қарашди. Намуналар турли катталикларда, кристаллар ўлчамлари 3-4мкм бўлган ҳолат олинди.

Демак танланган тадқиқотлар усуллари стандартларга мос келади ва қўйилган мақсадга эришишга асос бўлади.

## **II боб бўйича хулосалар**

1. Танланган хом ашё маҳсулотлари қўйилган тадқиқотлар олиб бориш ва қўйилган мақсадга эришиш учун мос келади.
2. Танланган тадқиқотлар усуллари стандартларга мос келадиёради ва қўйилган мақсадга эришишга асос бўлади.



## III-БОБ. Зичлиги 300-500 кг/м<sup>3</sup> бўлган кўпик бетонлар

### 3.1.Портландцемент асосидаги кўпик бетонлар

Кўпикбетоннинг таркибини ишлаб чиқишдан олдин портландцемент тадқиқот қилинган эди. Кўпикбетон ишлаб чиқаришда биз ишлатадиган портландцементнинг физик-механик хусусиятларига кўра ГОСТ 10178-85 “Портландцемент ва шлакопортландцемент. Техник шартлар” (3.1-жадвал). талабларига жавоб беради.

Портландцементтажрибаларининг натижалари

*Жадвал 3.1.*

| № | Тажриба тури                                                         | Тажриба услуби       | ГОСТ 10178-85 бўйича талаблар қийматлари                                     | Ҳақиқий қиймати                       |
|---|----------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | Майинлик даражаси №008, %, элакқолдиға бўйича: -ПЦ400Д0 -ПЦ500Д0     | ГОСТ 310.2-76        | 15 дан ошмасин                                                               | 8<br>5                                |
| 2 | Нормал суюқлик ҳосил бўлиши учун сув талабчанлиги, %                 | ГОСТ 310.3-76        | Стандартлаш-тирилмаган                                                       | 24                                    |
| 3 | Ёлғон қотиш белгилари пайдо бўлиши.                                  | ГОСТ 310.3-76        | Ёлғон қотиш белгилари бўлмаслиги керак.                                      | Белгилар ёқ                           |
| 4 | Иккала цементниг қотишда ҳажмий ўзгарувчанлигини бир хил ўзгартириши | ГОСТ 310.3-76        | Қотишда ҳажмий ўзгарувчанлигини бир хил ўзгартириши тажрибасидан ўтиши лозим | 6 намуна ҳам таржибага бардош беришди |
| 5 | Қотиш муддатлари, h-min: -бошланиш -тугалланиш                       | ГОСТ 310.3-76        | 0-45 олдин эмас<br>10-00 дан кеч эмас                                        | 1-20<br>3-40                          |
| 6 | Сиқилишдаги мустаҳкаслиги: -ПЦ400Д0 -ПЦ500Д0                         | ГОСТ 310.4-81 с ўзг. | 39,2<br>49,0<br>дан кам бўлмасин                                             | 40,5<br>49,2                          |
| 7 | Эгилишдаги мустаҳкамлиги: -ПЦ400Д0 -ПЦ500Д0                          | ГОСТ 310.4-81 с ўзг. | 5,4<br>5,9<br>дан кам бўлмасин                                               | 5,6<br>6,2                            |

Портландцементлар асосида пенобетон таркиблари тадқиқот қилиниб, уларнинг мустаҳкамлик кўрсаткичлари ва зичлиги 3.2- жадвал ва 3.1-расмда келтирилган. Кўпик ҳосил қилувчи сифатида ПБ-Люкс, тўлдирувчи сифатида эса кварц қуми ишлатилган.

Портландцемент асосида пенобетоннинг таркиблари *Жадвал 3.2*

| № | Боғловчининг таркиби |                             | Қум миқ-дори, кг/м <sup>3</sup> | ПБ-Люкс, л/м <sup>3</sup> | С/Ц  | Ўртача зичлиги, кг/м <sup>3</sup> | Сиқилиш-даги мустаҳкамлиги, МПа |
|---|----------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------|------|-----------------------------------|---------------------------------|
|   | Тури                 | Миқ-дори, кг/м <sup>3</sup> |                                 |                           |      |                                   |                                 |
| 1 | ПЦ500<br>ДО          | 270                         | -                               | 0,6                       | 0,55 | 300                               | 0,80                            |
| 2 | ПЦ400<br>ДО          | 270                         | -                               | 0,6                       | 0,55 | 305                               | 0,35                            |
| 3 | ПЦ 500<br>ДО         | 360                         | -                               | 0,6                       | 0,55 | 410                               | 1,52                            |
| 4 | ПЦ 400<br>ДО         | 360                         | -                               | 0,6                       | 0,55 | 405                               | 0,83                            |
| 5 | ПЦ 500<br>ДО         | 360                         | 100                             | 0,5                       | 0,55 | 500                               | 1,93                            |
| 6 | ПЦ 400<br>ДО         | 360                         | 100                             | 0,5                       | 0,55 | 510                               | 1,00                            |
| 7 | ПЦ 500<br>ДО         | 360                         | 200                             | 0,4                       | 0,60 | 605                               | 2,51                            |
| 8 | ПЦ 400<br>ДО         | 360                         | 200                             | 0,4                       | 0,60 | 600                               | 1,49                            |

Олинган натижаларнинг таҳлили шуни кўрсатадики, ўртача зичлиги 300; 400 ва 500 кг/м<sup>3</sup> бўлган кўпик бетонларни олиш учун 400 маркали цемент ўрнига 500 маркали цемент ишлатилса мақсадга мувофиқ бўлади.

Шунда В0,5 дан то В2,5 гача синфдаги ўта энгиб бетонларни олса бўлади. Бу натижа жуда катта амалий аҳамиятга эга, Ўзбекистондаги цемент ишлаб чиқарувчи корхоналарда ПЦ500Д0 маркали цементлар ишлаб чиқарилишини кескин ошириш керак, акс ҳолда юқори иссиқ сақлаш хусусиятига эга бўлган ўта энгил кўпик бетонларни ривожлантириб бўлмайди.

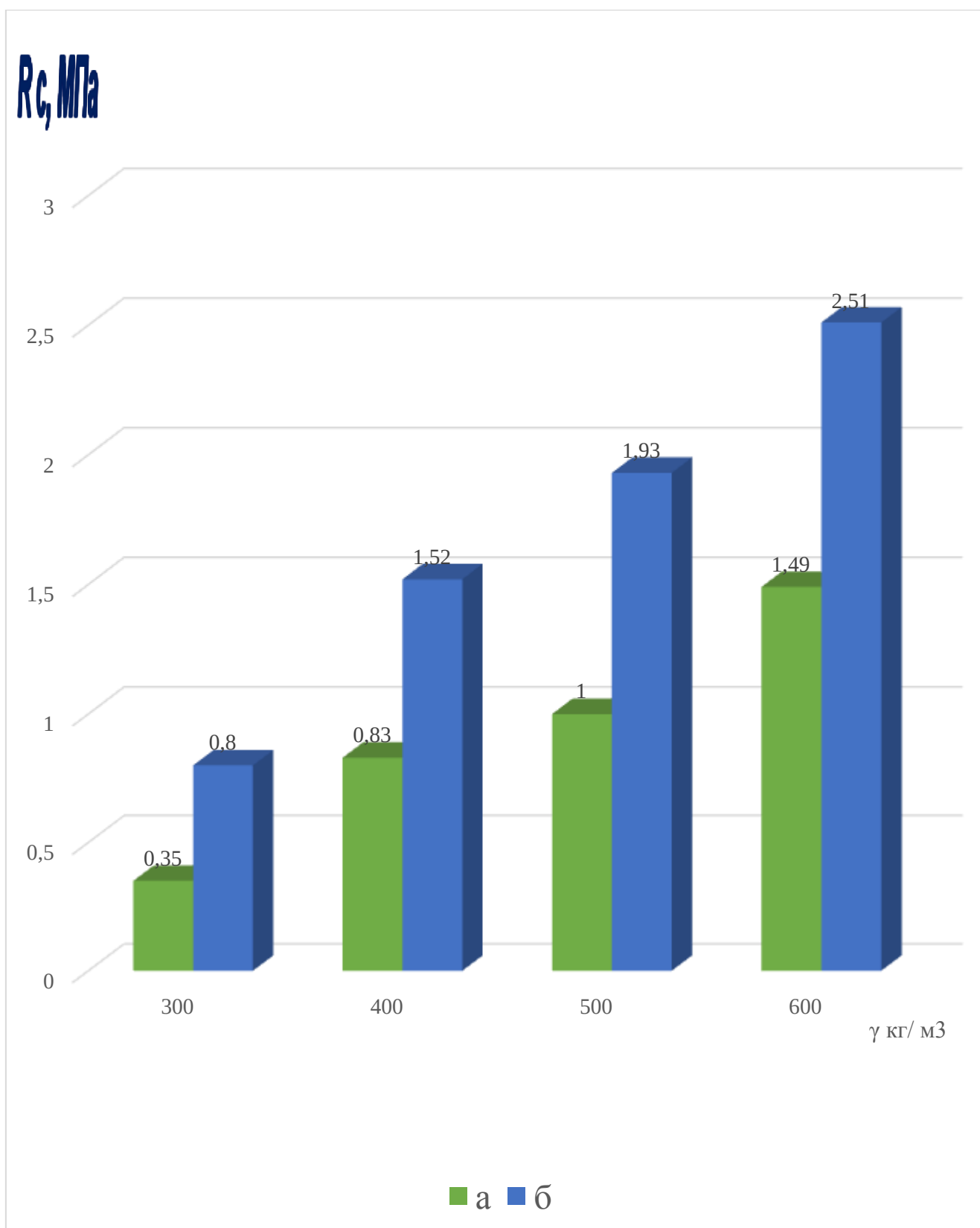


График 3.1. Портландцементли кўпикбетонлар мустахкамлигининг ўртача зичлигига боғлиқлиги.

а-П/Ц 400 ДО

б-П/Ц 500 ДО

Бу хулосаларни график кўринишида 3.1-расмда кўрсатилган.

Олинган натижалар шуни кўрсатадики 500 маркали портландцемент асосида юқори мустаҳкамликга эга бўлган  $300...600 \text{ кг/м}^3$  ўртача зичликли юқори эффективли иссиқ сақловчи материалларнинг таркиби ишлаб чиқилган.

### **3.2. Ишқорли цементлар асосидаги купик бетонлар**

Кўпикбетоннинг таркибини ишлаб чиқишдан олдин ишқорли цементларнинг айрим таркиблари тадқиқот қилинган эди. Кўпикбетон ишлаб чиқаришда биз ишлатадиган портландцементнинг физик-механик хусусиятларига кўра ГОСТ 10178-85 Портландцемент ва шлакопортландцемент. Техник шартлар (жад.3.3). талабларига жавоб беради.

Ишқорли цементларнинг қотиш жараёнини тадқиқотлаш ва уларнинг физикавий-механикавий хоссаларига бағишланган адабиётларнинг таҳлили шуни кўрсатадики бундай цементлар бир қатор юқори физикавий-механикавий хоссаларга эга бўлгани билан бирга узоққа чидовчанликга эга [19]. Шу билан бирга ишқорли цементларнинг бу хоссалари алюмосиликат ва ишқорли компонентларнинг турига, цементларнинг қотиш шароитига ва бошқа бир қатор факторларга боғлиқ. Шунинг учун кўпик бетон таркибини ишлаб чиқишдан олдин ишқорли цементнинг таркиблари кўриб чиқилди. Бу таркиблар ва уларнинг буғлашдан кейинги ва 28 кун қотгандан кейинги мустаҳкамлик чегаралари 3.3-жадвалда келтирилган.

Ишқорли цементларнинг таркиблари ва мустаҳкамлик кўрсаткичлари.

Жадвал 3.3.

| №<br>Т/р | Боғловчи таркиби, % |     | Ишқорли компонент тури ва боғловчига бўлган нисбати |           |     | Буғлашдан 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      |

Олинган натижаларнинг таҳлили шуни кўрсатадики, электротермофосфоршлаки асосида олинган ишқорли цементларнинг эгилишга ва сиқилишга бўлган мустаҳкамлик чегараси қотиш шароитидан қатъий назар оддий портландцементнинг мустаҳкамлигидан юқори. Шу билан бирга бу фарқ уч маркагача этади. Масалан портландцемент эгилишга ва сиқилишга бўлган мустаҳкамлик чегараси 28 кундан кейин 26 ва 34 МПа бўлганда, ишқорли цементнинг мустаҳкамликлари мос равишда ишқорли ташкил қилувчи сифатида сода ишлатилганда 32 ва 34 МПа ни, суюқ шиша ишлатилганда эса 59,3 ва 59 МПа ни ташкил этади. Бу сонлар портландцементникига тенг ва тахминан 70...80% га юқори. Бу фарқлар

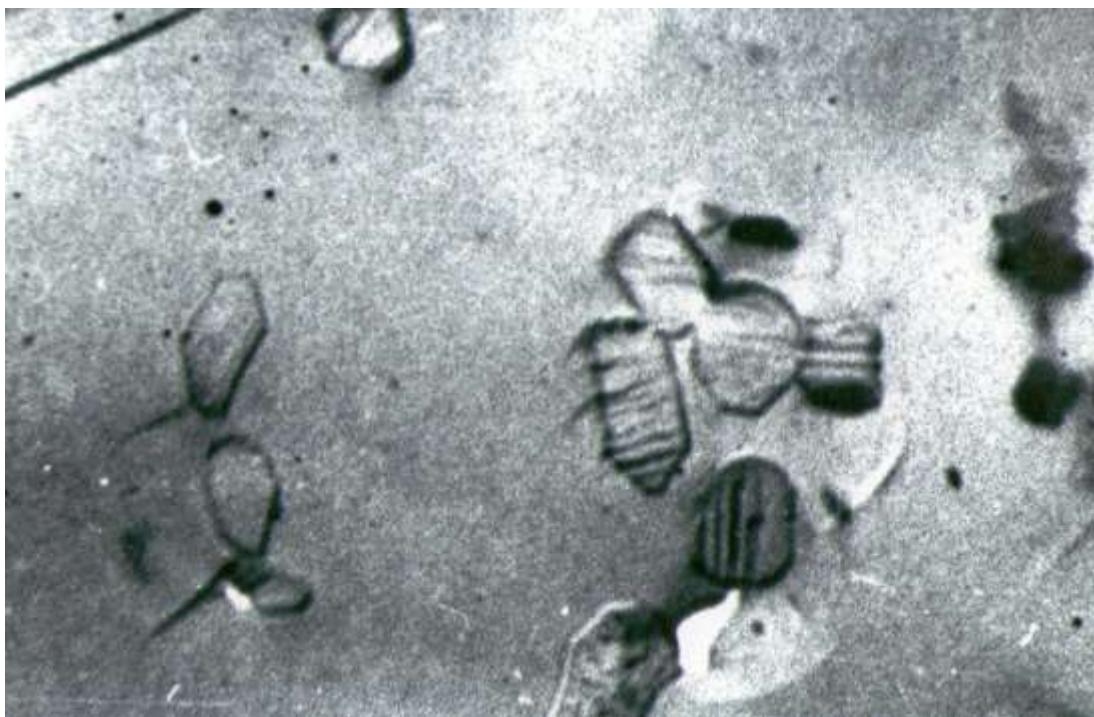
ишқорли цементга 10% цемент қўшимчаси киритилганда янада ошиб боради ва то 90% гача етади (3.3-жадвал).

Тадқиқотлар натижаси ишқорли ташкил қилувчи сифатида суюқ шиша ишлатилганда содага нисбатан тахминан 1,5 дан то 1,9 баробаргача мустаҳкамлик юқори эканлигини кўрсатди. Масалан шлак ва сода асосидаги шлакишқорли цементнинг буғлашдан кейинги эгилишга ва сиқилишга бўлган мустаҳкамлик чегараси 4,0 ва 32 МПани, 28 кун қотгандан кейин 4,3 ва 34 МПа бўлган бўлса, шлак ва суюқ шиша асосидаги ишқорли цементда эса шу кўрсаткичлар мос равишда буғлатган намуналарда 6,3 ва 59,2 МПани ва 28 кунлик намуналарда эса 6,2 ва 59 МПа ни ташкил этди.

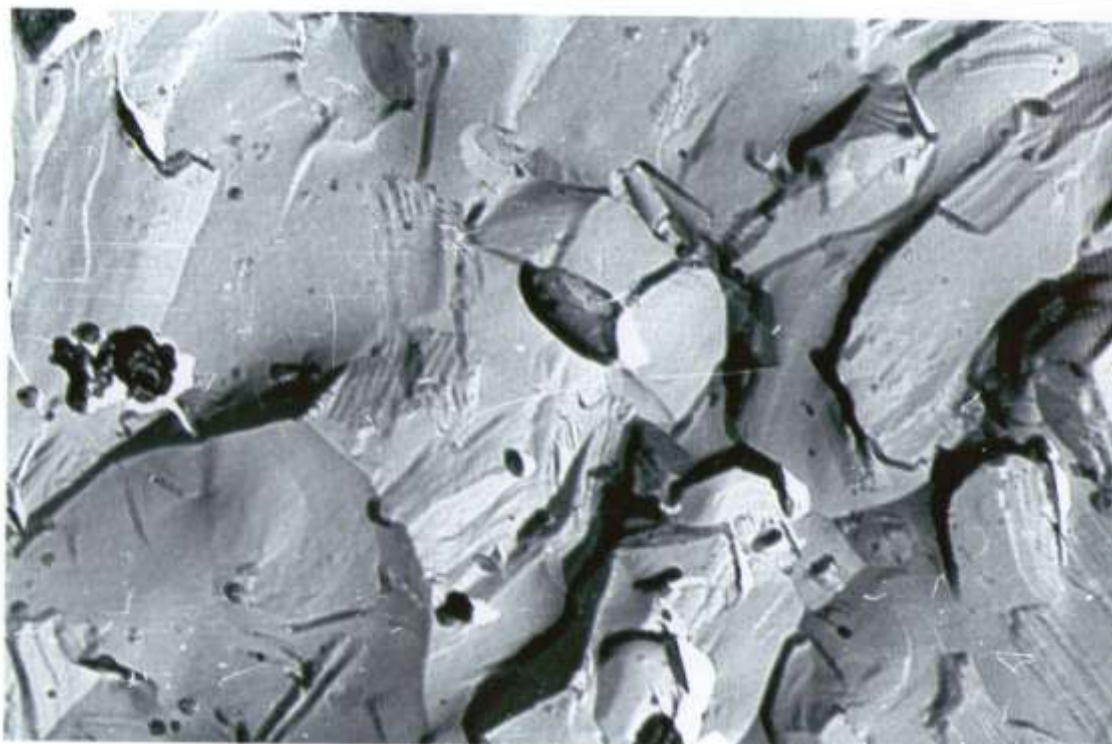
Худди шундай қонуният боғловчилар таркибига 10% цемент қўшимчаси солинганда ҳам сезилади. Масалан шлак, сода ва 10 % цемент асосидаги шлакишқорли цементнинг буғлашдан кейинги эгилишга ва сиқилишга бўлган мустаҳкамлик чегараси 4,6 ва 42 МПани, 28 кун қотгандан кейин 4,4 ва 40,1 МПа бўлган бўлса, шлак, суюқ шиша ва 10 % цемент асосидаги ишқорли цементда эса шу кўрсаткичлар мос равишда буғлатган намуналарда 6,8 ва 66,2 МПани ва 28 кунлик намуналарда эса 6,8 ва 65,1 МПа ни ташкил этди.

Барча таркибдаги ишқорли цементларда буғланган намуналарнинг мустаҳкамлик чегараси 28 кун давомида қотган намуналарнинг мустаҳкамлик чегараси билан тахминан тенг. Бу қонуният адабиётларда келтирилган ишқорли цементлар ва бетонлар ҳақидаги тадқиқотлар натижалари билан мос келади [23].

Ишқорли цемент тоши таркибида асосан гел фазаси кўплиги ва кристаллик фазаси асосан паст асосли гидросиликатлардан иборатлиги исботини микроскопик анализ натижаларида топишимиз мумкин (3.1 ва 3.2 расмлар).



Расм 3.1. “ЭТФ шлаги+Суюқ шиша” таркибли ишқорли цемент тошининг электрон-микраскоп ёрдамида 5000 марта катталаштирилган ҳолати.



Расм 3.2. “Цемент+сув” таркибли портландцемент тошининг электрон-микраскоп ёрдамида 5600 марта катталаштирилган ҳолати



Шунлай қилиб, тадқиқотлар натижасида қабул қилиб олинган хом ашё маҳсулотлари асосида ишқорли ташкил қилувчи сода асосида 300 ва 400, суюқ шиша асосида эса 500 ва 600 маркали ишқорли цементлар олинди. Бундай юқори маркаларни олишнинг асосий сабабчиси қотган ишқорли цемент тошининг янги тузилмаларининг таркиби билан изоҳлаш мумкин.

Ишқорли цемент асосида ўта енгил кўпик бетон таркибини танлаш ва тадқиқотлаш мақсадида ишлаб чиқилган 16-та таркиб кўриб чиқилди. Бу таркиблар 3.4-жадвалда келтирилган. Барча таркибларда ишқорли ташкил қилувчи сифатида зичлиги  $1300 \text{ кг/м}^3$  бўлган суюқ шиша ишлатилди. Электротермофосфор шлаки асосида олинган ишқорли цементда қўшимча сифатида ПЦ400Д0 портландцементи ишлатилган (3.4-жадвал).

Чиқиш параметрлари сифатида дастлаб ўртача зичлик ва сиқилишдаги мустаҳкамлик чегаралари қабул қилинди. Қўшимча сифатида 3, 5 ва 7% портландцемент солинди. Ўртача зичлиги  $300 \text{ кг/м}^3$  бўлган кўпик бетонлар учун боғловчи модда сарфи 270 кг бўлди. Ўртача зичлиги 400; 500 ва  $600 \text{ кг/м}^3$  бўлган кўпик бетонлар учун боғловчи модда сарфи 360 кг бўлди, 500 ва  $600 \text{ кг/м}^3$  бўлган кўпик бетонлар таркибига мос равишда 100 ва 200 кг қум солинган.

Қўшимчанинг ошиши мустаҳкамликка ҳар хил таъсир этади: олдиниға ошади, 5% дан ошгандан кейин мустаҳкамлик пасаяди. Масалан, ўртача зичлиги  $300 \text{ кг/м}^3$  бўлган кўпик бетонлар қўшимчасиз таркибида сиқилишга бўлган мустаҳкамлик чегараси 1,11 МПа бўлган бўлса, шу таркибга 3, 5 ва 7% қўшимчалар солинганда бу кўрсаткич мос равишда 1,45; 1,60 ва 1,20 МПа га тенг бўлди (3.4-жадвал, 1...4 қаторлар, 3.2-график, а). Демак, оптимал қўшимчанинг миқдори 5%-ни ташкил этади.

Ишқорли цемент асосида кўпикбетоннинг таркиблари. *Жадвал 3.4.*

| №  | Микдор, кг/м <sup>3</sup> |         |     |         | С/Ц  | Ўртача зичлиги, кг/м <sup>3</sup> | Сиқилишдаги мустаҳкамлиги, МПа |
|----|---------------------------|---------|-----|---------|------|-----------------------------------|--------------------------------|
|    | Боғловчи                  | Қўшимча | қум | ПБ-Люкс |      |                                   |                                |
| 1  | 270                       | -       | -   | 0,6     | 0,55 | 310                               | 1,11                           |
| 2  | 270                       | 3       | -   | 0,6     | 0,60 | 305                               | 1,45                           |
| 3  | 270                       | 5       | -   | 0,40    | 0,60 | 300                               | 1,60                           |
| 4  | 270                       | 7       | -   | 0,33    | 0,65 | 300                               | 1,20                           |
| 5  | 360                       | -       | -   | 0,6     | 0,55 | 410                               | 1,42                           |
| 6  | 360                       | 3       | -   | 0,6     | 0,60 | 400                               | 1,80                           |
| 7  | 360                       | 5       | -   | 0,40    | 0,60 | 395                               | 2,00                           |
| 8  | 360                       | 7       | -   | 0,33    | 0,65 | 395                               | 1,30                           |
| 9  | 360                       | -       | 100 | 0,5     | 0,55 | 510                               | 1,75                           |
| 10 | 360                       | 3       | 100 | 0,5     | 0,60 | 505                               | 2,10                           |
| 11 | 360                       | 5       | 100 | 0,40    | 0,60 | 505                               | 2,41                           |
| 12 | 360                       | 7       | 100 | 0,33    | 0,65 | 502                               | 1,72                           |
| 13 | 360                       | -       | 200 | 0,4     | 0,55 | 609                               | 2,15                           |
| 14 | 360                       | 3       | 200 | 0,4     | 0,60 | 605                               | 2,65                           |
| 15 | 360                       | 5       | 200 | 0,40    | 0,60 | 600                               | 2,75                           |
| 16 | 360                       | 7       | 200 | 0,33    | 0,65 | 610                               | 1,90                           |

Шуни таъкидлаш керакки, қўшимчанинг ошиши сув-цемент нисбатини ошишига олиб келади, қуюқлашиш вақти кескин қисқаради. Бундай ҳодиса бошқа тадқиқотчиларнинг ишларида ҳам кузатилган [13]. Худди шундай қонуният ўртача зичлиги 400; 500 ва 600 кг/м<sup>3</sup> бўлган кўпик бетонларда ҳам кўриниб турибди. Яъни, бетон таркибига то 5% гача қўшимча солинганда мустаҳкамлик ошади, ундан қўшимчани ошириш мустаҳкамликнинг пасайишига олиб келади. Масалан, ўртача зичлиги 400 кг/м<sup>3</sup> бўлган кўпик бетонлар қўшимчасиз таркибида сиқилишга бўлган

мустаҳкамлик чегараси 1,42 МПа бўлган бўлса, шу таркибга 3, 5 ва 7% қўшимчалар солинганда бу кўрсаткич мос равишда 1,80; 2,00 ва 1,30 МПа га тенг бўлди (3.4-жадвал, 5...8 қаторлар, 3.2-расм, б). Демак, бу таркибда ҳам оптимал қўшимчанинг миқдори 5%-ни ташкил этади.

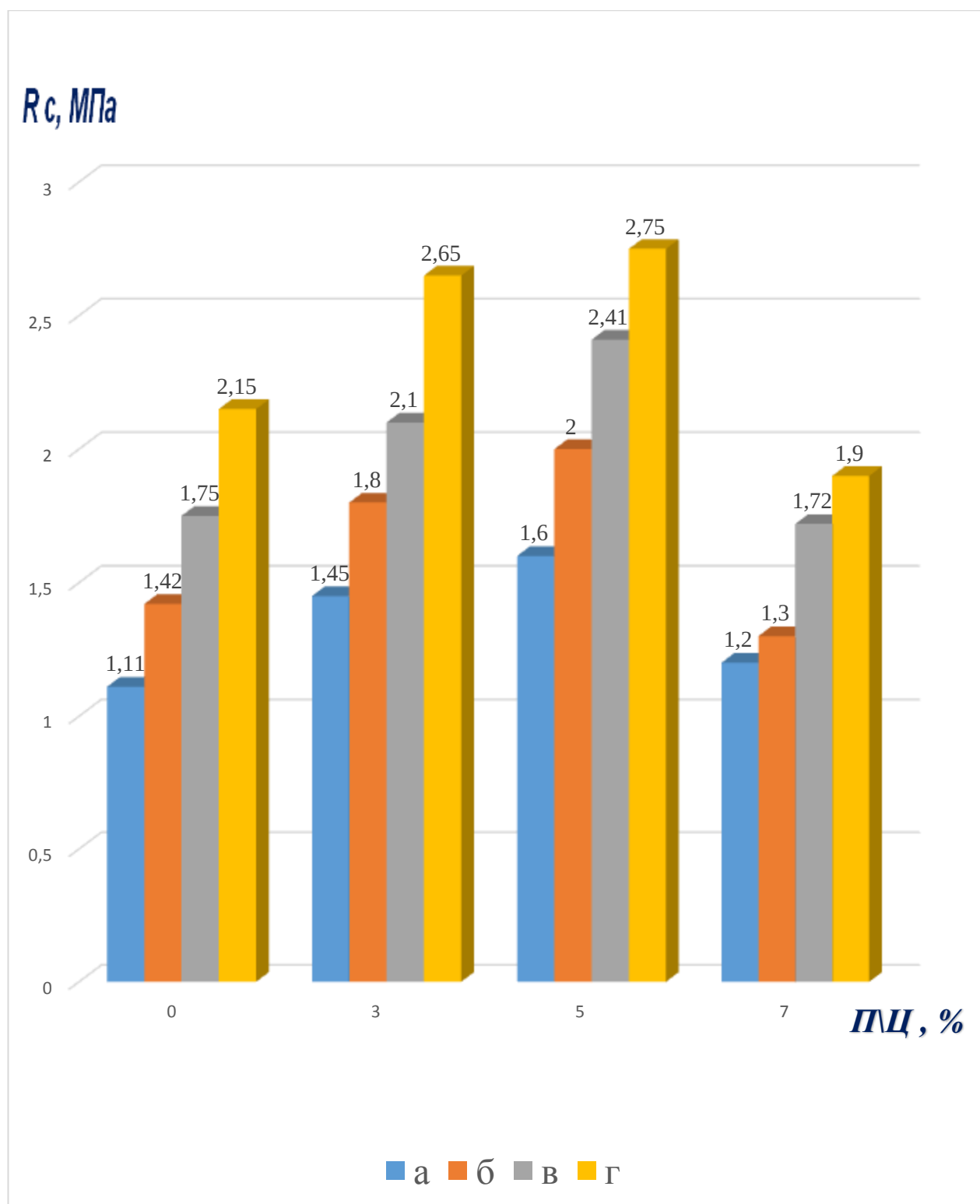


График 3.2. Ишқорли кўпикбетонлар мустаҳкамлигига П/Ц қўшимчасининг таъсири.

а - зичлик 300кг/м<sup>3</sup>;

б - зичлик 400кг/м<sup>3</sup>;

в - зичлик 500кг/м<sup>3</sup>;

г - зичлик 600кг/м<sup>3</sup>.

Ўртача зичлиги  $500 \text{ кг/м}^3$  бўлган кўпик бетонлар кўшимчасиз таркибида сиқилишга бўлган мустаҳкамлик чегараси  $1,75 \text{ МПа}$  бўлган бўлса, шу таркибга 3, 5 ва 7% кўшимчалар солинганда бу кўрсаткич мос равишда 2,10; 2,41 ва  $1,72 \text{ МПа}$  га тенг бўлди (3.4-жадвал, 9...12 қаторлар, 3.2-график, в). Демак, бу таркибда ҳам оптимал кўшимчанинг миқдори 5%-ни ташкил этади. Ўртача зичлиги  $600 \text{ кг/м}^3$  бўлган кўпик бетонлар кўшимчасиз таркибида сиқилишга бўлган мустаҳкамлик чегараси  $2,15 \text{ МПа}$  бўлган бўлса, шу таркибга 3, 5 ва 7% кўшимчалар солинганда бу кўрсаткич мос равишда 2,65; 2,75 ва  $1,90 \text{ МПа}$  га тенг бўлди (3.4-жадвал, 13...16 қаторлар, 3.2-график, г). Демак, бу таркибда ҳам оптимал кўшимчанинг миқдори 5%-ни ташкил этади.

Ишқорли цементлар асосида олинган кўпик бетонларнинг мустаҳкамлиги, худди бошқа турдаги енгил бетонлардагидек, мустаҳкамлик чегараси ўртача зичликка туғри пропорционал ўсади, яъни зичлик ошиши ва ғовакликнинг пасайиши билан мустаҳкамлик ошади. Масалан, 5% кўшимча солинган ишқорли цементлар асосидаги кўпик бетонларнинг ўртача зичлиги  $300 \text{ кг/м}^3$  бўлганда сиқилишга бўлган мустаҳкамлик чегараси  $1,60 \text{ МПа}$ , ўртача зичлиги  $400 \text{ кг/м}^3$  бўлганда сиқилишга бўлган мустаҳкамлик чегараси  $2,00 \text{ МПа}$ , ўртача зичлиги  $500 \text{ кг/м}^3$  бўлганда сиқилишга бўлган мустаҳкамлик чегараси  $2,41 \text{ МПа}$  ва ўртача зичлиги  $600 \text{ кг/м}^3$  бўлганда сиқилишга бўлган мустаҳкамлик чегараси  $2,75 \text{ МПа}$  ни тақил этди (3.4-жадвал, 3, 7, 10, 16 қаторлар, 3.3-график, а-г).

Тадқиқотлар натижасига кўра режалаштирилган 300, 400 ва  $500 \text{ кг/м}^3$  ли ўртача зичликга эга бўлган кўпик бетонларнинг таркиби ишлаб чиқилди ва бу кўпик бетонларнинг мустаҳкамлик чегараси ушбу материалларга бўлган мустаҳкамлик бўйича талабларга мос келади, яъни В1,5, В2 ва В2,5 синфли 3 та енгил бетонлар олинди.

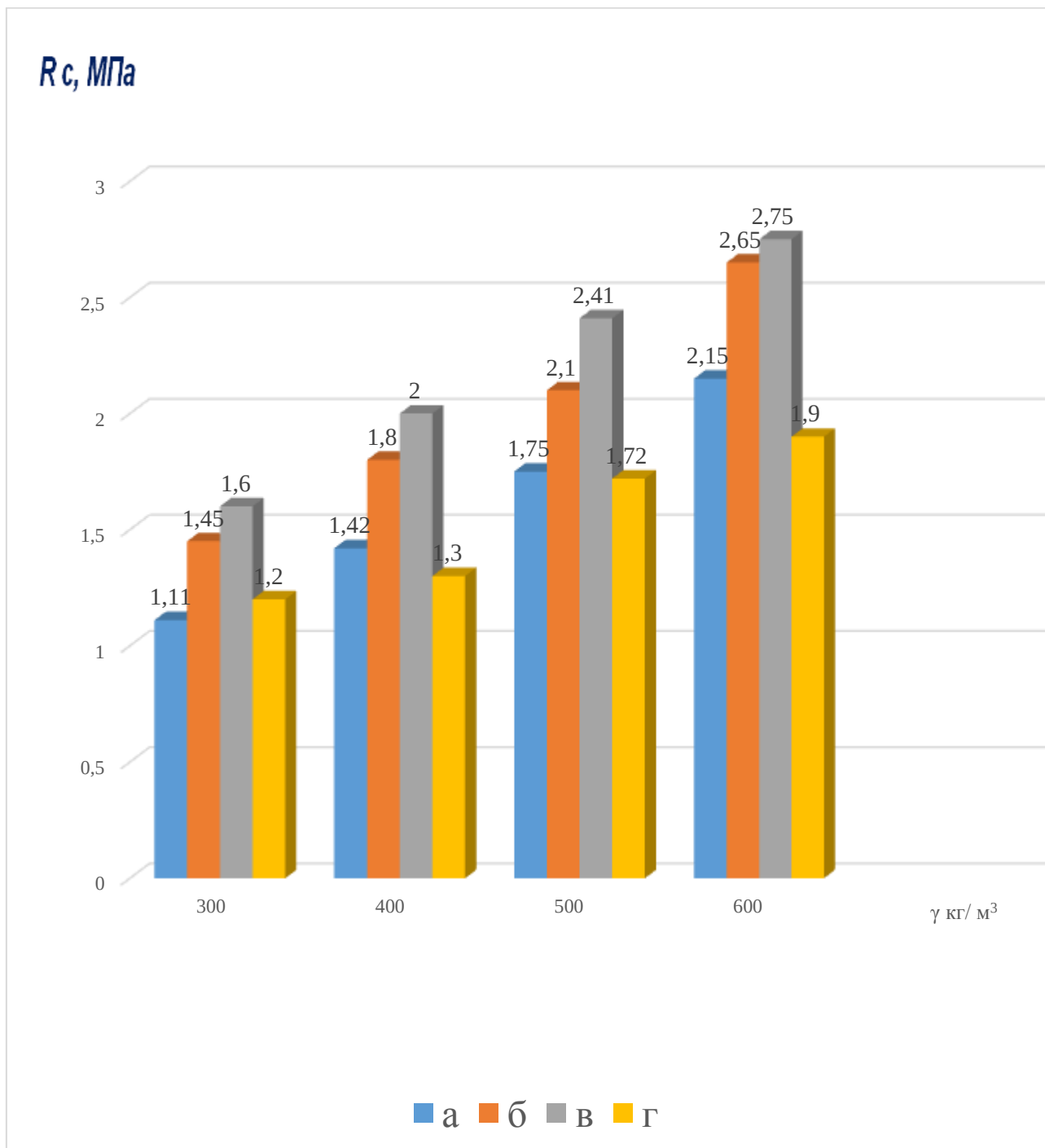


График 3.3. Ишқорли кўпикбетон муштаҳкамлигининг ўртача зичликга боғлиқлиги.

а-кушимчасиз;

б- 3% қўшимча билан;

в-5 %қўшимча билан;

г- 7 %қўшимча билан.

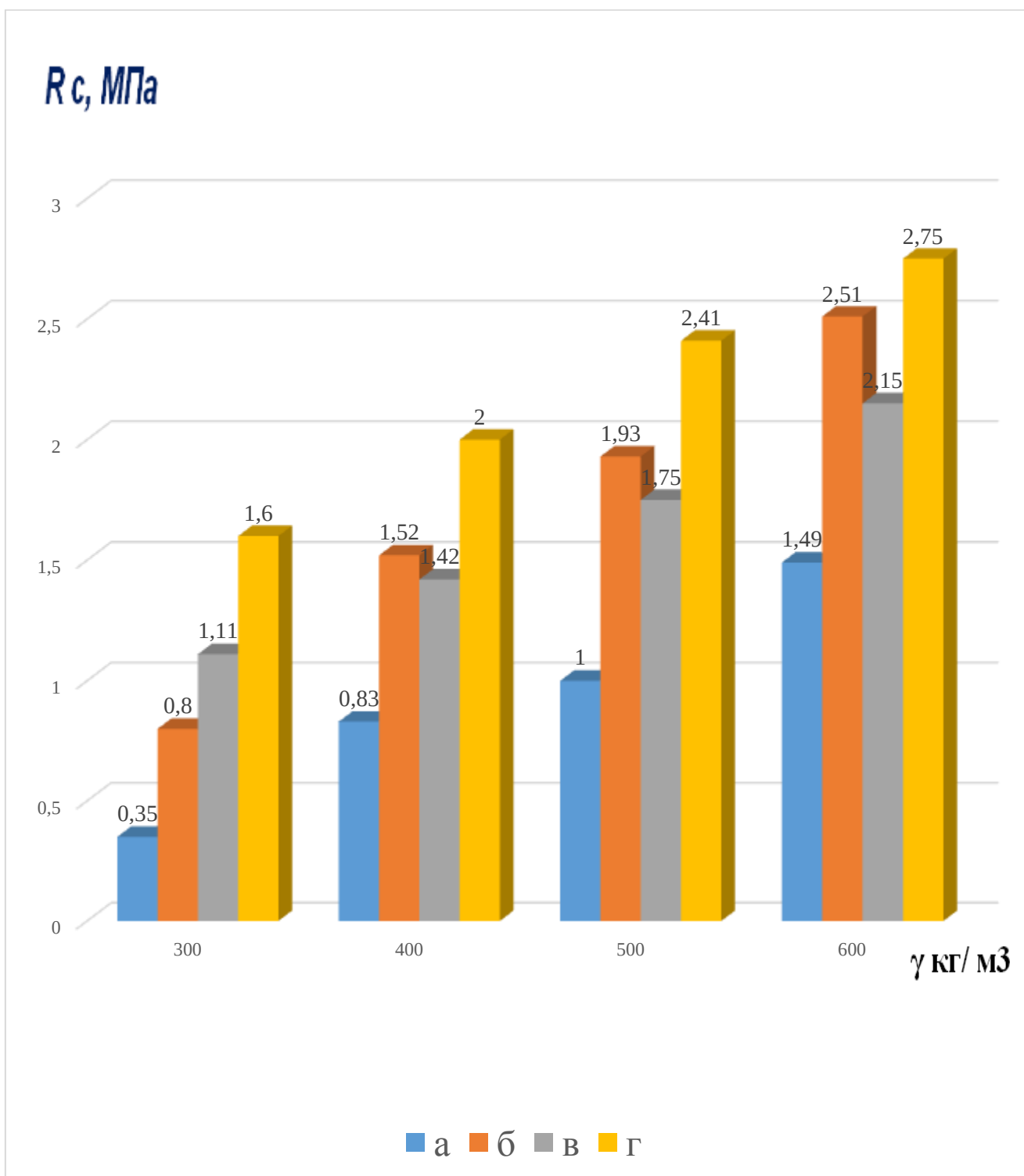


График 3.4. Кўпик бетонларнинг мустахкамлигининг боғловчи моддалар турига боғлиқлиги.

а-ПЦ 400ДО;

б-ПЦ 500ДО;

в-ШЦ 500;

г-ШЦ Д5.

### 3.3. Кўпикбетонлар қотишини тезлаштириш усуллари

Бетон ишлаб чиқариш технологиясида бетон ва темирбетон конструкцияларини қотишини тезлаштириш усулларида энг кўп тарқалгани буғлаш ҳисобланади. Бунда портландцемент минералларининг гидратланиши тезлашади ва цемент тошининг мустаҳкамлиги ошади. Корхоналарда бетоннинг қотишини тезлатиш учун эндиgina қолипланиб зичлантирилган буюм иссиқ-нам билан қотирилади. Темирбетон корхоналарида бетонни иссиқ-нам ёрдамида қотиришнинг қуйидаги усулларида фойдаланилади: мўътадил босим ва  $70-100^{\circ}\text{C}$  иссиқликда буғлаш, контакт усулида иситиш, автоклавларда  $174-190^{\circ}\text{C}$  ва  $0,8...1,2$  МПа босимда буғлаш, электр асбоблари ёрдамида иситиш ва ҳ.к. Энг кўп тарқалган усул буюмларни мўътадил босимда буғлашдир.

Буюмлар узлуксиз ёки очик циклда ишлайдиган камераларда буғланади. Узлуксиз ишлайдиган камералар туннел шаклида бўлиб, унга бир томондан қолипланган буюмлар вагонеткаларда узлуксиз киритилади, иккинчи томондан эса бетонни қотиб бўлган тайёр буюмлар чиқарилади. Камера бўйлаб ҳаракатланиш жараёнида буюмлар иситиш, изотермик қиздириш ва совутиш бўлинмаларидан ўтади. Ҳар қайси бўлинмада талаб этилган иссиқлик ва намлик режими сақлаб турилади. Бунда 8-14 соат ичида буюм лойиҳавий мустаҳкамликнинг тахминан 70% тенг мустаҳкамликка эришади.

Кўпик бетонларда ғовакликларнинг миқдорининг кўплиги ва маҳсулотнинг ўзи иссиқ сақловчи материал эканлигини ҳисобга олганда кўпик бетонлардан тайёрланган маҳсулотларни иссиқлик билан ишлов баришнинг мустаҳкамликка таъсирини ўрганиш актуалдир. Ушбу жараённинг портландцемент асосидаги кўпик бетонларда таъсирини тадқиқотлаш мақсадида бир нечта таркиблар кўриб чиқилди. Бунда буғлатиш  $3+6+2$  соат давомида  $85...95^{\circ}\text{C}$  экзотермик ҳароратли буғ режимида, қуриштириш эса худди шундай режимда фақат қуриштириш шкафида



амалга оширилди. Ўтказилган тадқиқотларнинг натижалари 3.5-жадвалда келтирилган.

Кўпикбетон мустаҳкамлигининг қотиш турларига боғлиқлиги. *Жадвал 3.5.*

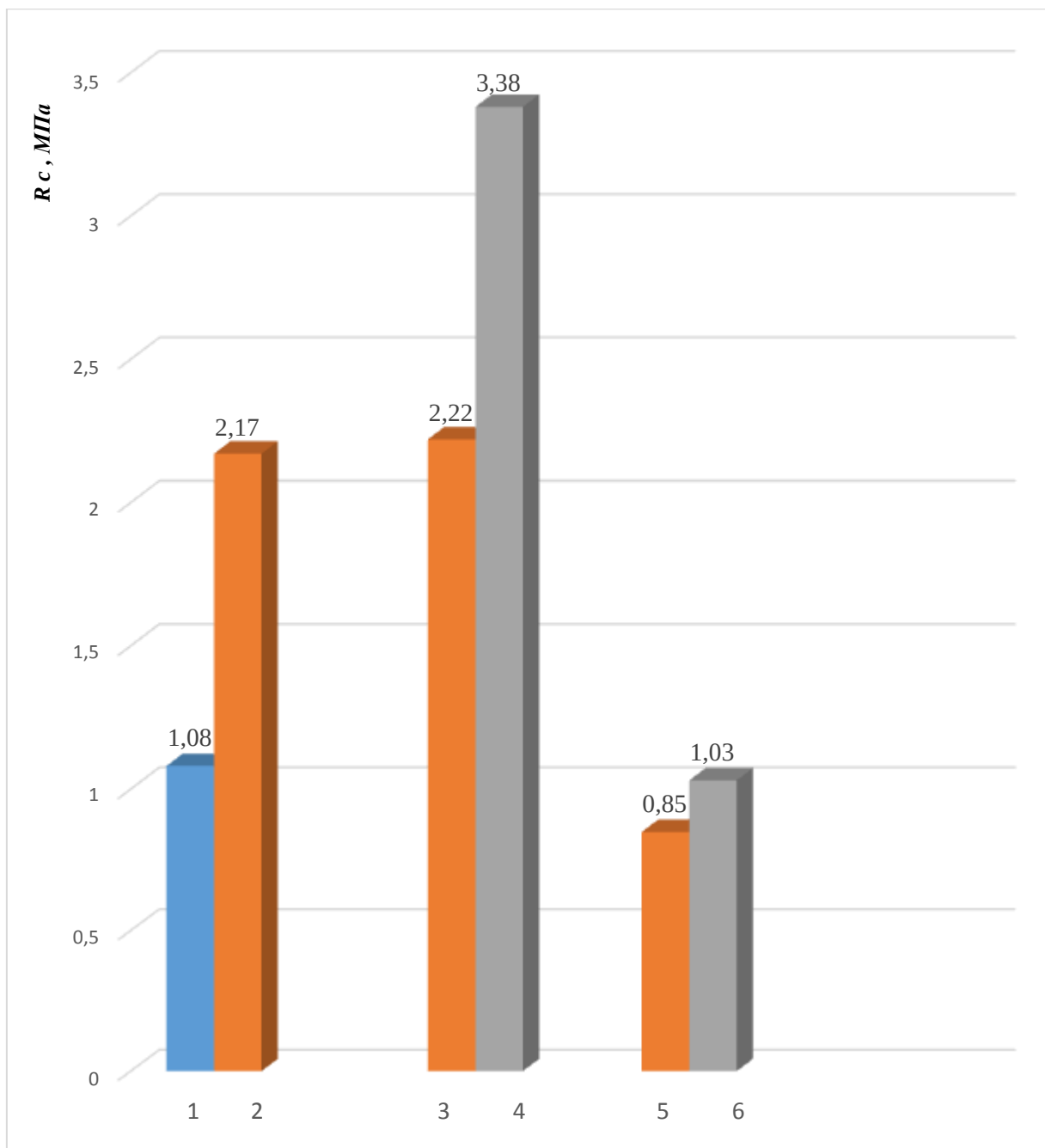
| Қотиш тури                                                   | Сиқилишга бўлган мустаҳкамлик, МПа |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Буғлаш                                                       | 2,22                               |
| Буғлагандан кейин 28 сутка нормал шароитда сақлаш            | 3,38                               |
| Қуриштиш камерасида қуриштиш                                 | 0,85                               |
| Қуриштиш камерасида қуриштиб нормал шароитда 28 сутка сақлаш | 1,03                               |
| Нормал шароитда сақлаш, 7 сутка                              | 1,08                               |
| Нормал шароитда сақлаш, 28 сутка                             | 2,17                               |

Олинган натижаларнинг таҳлили шуни кўрсатадики нормал шароитда қотган кўпик бетоннинг мустаҳкамлиги 7 кун қотгандан кейин 28-кунлик қотишнинг 50% -ни ташкил этади. (жадвал 3.5, пастдан охирги икки қатор). Бу натижа оғир бетонниқидан биров паст, оғир бетонда 7-кунлик мустаҳкамлик 28-кунлик мустаҳкамликнинг 65...70%-ни ташкил этади.

Кўпик бетон буғлатилганда нормал шароитда 28 кун қотган кўпик бетоннинг мустаҳкамлигидан 15-20% юқори, яъни  $2,22-2,17=0,05$  МПа(жадвал 3.5, юқоридан биринчи ва пастдан охирги қаторлар).Бу натижа оғир бетонниқидан фарқ қилади, яъни оғир бетонда буғлатишдан кейинги мустаҳкамлик нормал шароитда қотишдан пастдир. Бунинг асосий сабаби, бизнингча, кўпик бетондаги ғовакликларнинг кўплигидан, ғовакликдаги иссиқлик кўпроқ сақланиб қотишнинг давом этишини таъминлайди. Бунга яна бир далил шуки буғлатишдан кейин яна 28 кун нормал шароитда қотган кўпик бетоннинг мустаҳкамлиги 2,22 МПа дан то 3,38 МПа гача ошган (жадвал 3.5, юқоридан биринчи ва иккинчи

каторлар). Демак, буғлатилган кўпик бетонни яна сақлаш яхши натижаларга олиб келади.

Кўпик бетонни қуритиш шкафида қуритиш мустаҳкамлик ошишини тўхтатади, қуритилган намуналарни яна 28 кун сақлаш сезиларли натижани бермайди. Масалан, қуритилган кўпик бетоннинг мустаҳкамлиги 0,85 МПа ни ташкил этган бўлса, ундан кейин яна 28 кун нормал шароитда сақланган намунанинг мустаҳкамлиги атиги 1,03 МПа ни ташкил этди (жадвал 3.5, юқоридан учинчи ва туртинчи каторлар, 3.5-расм). Буни шундай изоҳласа бўлади. Кўпик бетонни қуритганда ундан сув парланиб чиқиб кетади ва цемент зарраларининг гидратланиши учун сув етмай қолади. Кўрсатилган мустаҳкамликни кўпик бетон қуритишнинг биринчи соатларида гидратланиш натижаси деб ўйлаймиз. Қуритилгандан кейин мустаҳкамликнинг бир оз ошиши цементнинг ҳаводан олган намлиги ҳисобидан деб ҳисоблаймиз.



**График 3.5**Қўпикбетон мустаҳкамлигининг қотиш режимларига боғлиқлиги

1- нормал шароитда 7 кун қотганда

2- нормал шароитда 28 кун қотганда

3- буғлатганда

4- буғлатгандан кейин 28 кун нормал шароитда қотганда

5-қуритганда

6- қуритгандан кейин 28 кун нормал шароитда қотганда

Пенобетонларнинг асосий кўрсаткичларидан бири бу уларнинг қотиш шароитида ҳажмида ва ўлчамларида ўзгариши, яъни киришиб чўкиши (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 суюқ шиша таркибли ишқорли пенобетон қоришмасидан 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 саноклар билан солиштирилди. Солиштириш мақсадида портландцемент асосидаги пенобетондан ҳам намуналар тайёрланди. Олинган натижалар 3.6-жадвалда келтирилган.

Жадвал 3.6. Ишқорли кўпикбетоннинг усадкаси (% ҳисобида)

| Т/б<br>№ | Қотиш шароити   | Қотиш вақти, сут |     |     |     |
|----------|-----------------|------------------|-----|-----|-----|
|          |                 | 3                | 7   | 14  | 28  |
| 1        | Нормал шароитда | 0,5              | 0,7 | 0,9 | 2,1 |
| 2        | Очиқ ҳавода     | 2,8              | 4,5 | 5,0 | 5,7 |
| 3        | Очиқ ҳавода*    | 1,4              | 3,1 | 3,5 | 4,1 |

\*портландцемент асосидаги пенобетон

Олинган натижаларнинг таҳлили шуни кўрсатадики ишқорли цементлар асосидаги пенобетоннинг усадкаси портландцемент асосидаги пенобетондан юқори. Бу фарқ қотишнинг кўрилган барча муддатларида сақланади. Бунинг сабаби қотган сунъий тошнинг кристалланганлик

даражасида. Ишқорли цементнинг қотган сунъий тоши қотишнинг биринчи даврларида қаттиқ гелдан иборат ва бу гелдан вақт ўтиши билан янги тузилмалар кристалланади, портландцемент қотган сунъий тошида қотишнинг биринчи даврларидан бошлаб янги тузилмаларнинг кристаллари ҳосил бўлади ва структура ташкил топади. Микроскоп ёрдамида олинган расмларда ишқорли цемент тошида асосан кристалланмаган гел ва янги тузилмаларнинг кичик кристаллари кўринади (3.1-расм). Портландцемент асосидаги қотган сунъий тошнинг микроскопик расмида эса янги тузилмаларнинг кристаллари яққол кўринади (3.2-расм).

Шу келтирилган сабабларга кўра ишқорли цемент асосидаги кўпикбетоннинг 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. Усадканинг миқдорини камайтириш учун арматураловчи қўшимчалар солиш мақсадга мувофиқ деб ҳисоблаймиз.

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

Ўтказилган тадқиқотдан шундай хулоса қилса бўладики, кўпик бетондан тайёрланган маҳсулотларни буғлатиш мақсадга мувофиқ бўлади, бу маҳсулотларни буюртмачига юбориш вақтини тезлаштиради. Агарда буғлатилган кўпик бетон маҳсулотларини гидроизоляция қилинса, янада мустаҳкамлик ошади.

### **III боб бўйича хулосалар**

1. Портландцемент асосидаги кўпик бетонлар тадқиқот натижалари тахлили шуни кўрсатадики, ўртача зичлиги 300; 400 ва 500 кг/м<sup>3</sup> бўлган кўпик бетонларни олиш учун 400 маркали цемент ўрнига 500 маркали цемент ишлатилса мақсадга мувофиқ бўлади. Шунда В0,5 дан то В2,5 гача синфдаги ўта енгил бетонларни олса бўлади. Бу натижа жуда катта амалий аҳамиятга эга, Ўзбекистондаги цемент ишлаб чиқарувчи корхоналарда ПЦ500Д0 маркали цементлар ишлаб чиқарилишини кескин ошириш керак, акс ҳолда юқори иссиқ сақлаш хусусиятига эга бўлган ўта енгил кўпик бетонларни ривожлантириб бўлмайди. Олинган натижалар шуни кўрсатадики 500 маркали портландцемент асосида юқори мустаҳкамликга эга бўлган 300...600 кг/м<sup>3</sup> ўртача зичликли юқори эффективли иссиқ сақловчи материалларнинг таркиби ишлаб чиқилган.
2. Ишқорли цементлар асосидаги кўпик бетонлар тадқиқотлар натижасига кўра режалаштирилган 300, 400 ва 500 кг/м<sup>3</sup> ли ўртача зичликга эга бўлган кўпик бетонларнинг таркиби ишлаб чиқилди ва бу кўпик бетонларнинг мустаҳкамлик чегараси ушбу материалларга бўлган мустаҳкамлик бўйича талабларга мос келади, яъни В1,5, В2 ва В2,5 синфли 3 та енгил бетонлар олинди.
3. Кўпик бетонлар котишини тезлаштириш усуллари ўтказилган тадқиқотдан шундай хулоса қилса бўладики, кўпик бетондан тайёрланган маҳсулотларни буғлатиш мақсадга мувофиқ бўлади, бу маҳсулотларни буюртмачига юбориш вақтини тезлаштиради. Агарда буғлатилган кўпик бетон маҳсулотларини гидроизоляция қилинса, янада мустаҳкамлик ошади.

## Хулоса

1. Юқорида келтирилган адабиётлар таҳлили шлак-ишқор тизимининг катта боғлаш потенциал энергиясига эга эканлигидан далолат беради ва юқори физикавий-механикавий хоссаларга эга бўлган ишқорли кўпик бетонлар олиш имкони борлигини кўрсатади.
2. Шлак-ишқорли кўпик бетонлар соҳасидаги олиб борилган тадқиқотлар натижалари келтирилган адабиётларнинг таҳлили шуни кўрсатадики иссиқ сақлаш хоссаларни шаклланаётган композиция таркибига ёпиқ ғовакликни яратишга ёрдам берувчи ва кристалланишни тезлаштирувчи қўшимчаларни киритиш билан таъминлаш мумкин.
3. Бир қатор ишқорли цемент тадқиқотларида кристалланиш жараёнини тезлаштирувчи ва қотувчи тизимнинг асосийлигини оширувчи қўшимча сифатида портландцемент клинкери самарадорлиги келтирилган, шу сабабли ишқорли пенобетоннинг ҳам мустаҳкамлигини оширишда портландцементдан фойдаланиш мақсадга мувофиқ деб ҳисоблаймиз.
4. Танланган хом ашё маҳсулотлари қўйилган тадқиқотлар олиб бориш ва қўйилган мақсадга эришиш учун мос келади.
5. Танланган тадқиқотлар усуллари стандартларга мос келадиёради ва қўйилган мақсадга эришишга асос бўлади.
6. Портландцемент асосидаги кўпик бетонлар тадқиқот натижалари таҳлили шуни кўрсатадики, ўртача зичлиги 300; 400 ва 500 кг/м<sup>3</sup> бўлган кўпик бетонларни олиш учун 400 маркали цемент ўрнига 500 маркали цемент ишлатилса мақсадга мувофиқ бўлади. Шунда В0,5 дан то В2,5 гача синфдаги ўта енгил бетонларни олса бўлади. Бу натижа жуда катта амалий аҳамиятга эга, Ўзбекистондаги цемент ишлаб чиқарувчи корхоналарда ПЦ500Д0 маркали цементлар ишлаб чиқарилишини кескин ошириш керак, акс ҳолда юқори иссиқ сақлаш хусусиятига эга бўлган ўта енгил кўпик бетонларни ривожлантириб бўлмайди. Олинган натижалар шуни кўрсатадики 500 маркали портландцемент асосида юқори мустаҳкамликга

эга бўлган  $300...600 \text{ кг/м}^3$  ўртача зичликли юқори эффективли иссиқ сақловчи материалларнинг таркиби ишлаб чиқилган.

7. Ишқорли цементлар асосидаги кўпик бетонлар тадқиқотлар натижасига кўра режалаштирилган  $300, 400$  ва  $500 \text{ кг/м}^3$  ли ўртача зичликга эга бўлган кўпик бетонларнинг таркиби ишлаб чиқилди ва бу кўпик бетонларнинг мустаҳкамлик чегараси ушбу материалларга бўлган мустаҳкамлик бўйича талабларга мос келади, яъни B1,5, B2 ва B2,5 синфли 3 та енгил бетонлар олинди.

8. Кўпик бетонлар котишини тезлаштириш усуллари ўтказилган тадқиқотдан шундай хулоса қилса бўладики, кўпик бетондан тайёрланган маҳсулотларни буғлатиш мақсадга мувофиқ бўлади, бу маҳсулотларни буюртмачига юбориш вақтини тезлаштиради. Агарда буғлатилган кўпик бетон маҳсулотларини гидроизоляция қилинса, янада мустаҳкамлик ошади.

9. Тадқиқот натижалари кўрсатаптики қўшимча сифатида портландцементни ишлатганда зичлиги  $300...600 \text{ кг/м}^3$  бўлган ҳам ишқорли цемент асосида ҳам портландцемент асосида кўпикбетонлар олиш мумкин. Қўшимчанинг 5% дан кўпайиши мустаҳкамлигни кескин пасайтиришга олиб келаяпти, ишқорли муҳитда цемент минералларининг тез коагуляцияси бунга сабаб бўлиши мумкин.



## ИЛОВАЛАР









## Фойдаланилган адабиётлар руйхати

1. 07 феврал 2017 йилдаги № ПФ-4947 сонли Ўзбекистон Республикаси Президентининг фармони «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналишлари бўйича ҳаракатлар стратегияси».
2. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2009 йил 3 августдаги ПҚ-1167-сонли «Қишлоқ жойларда уй-жой қурилиши кўламини кенгайтиришга оид қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида»ги қарори (Ўзбекистон Республикаси қонун ҳужжатлари тўплами, 2010 й., 24-25-сон, 193-модда)
3. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 19.06.2009 йилдаги «Деворбоп материаллар ишлаб чиқаришни ошириш ва сифатини яхшилаш бўйича қўшимча тадбирлар тўғрисида»ги №ПП-1134-сонли Қарори, (Ўзбекистон Республикаси Олий Мажлиси палаталарининг Ахборотномаси, 2009 й., 6-сон, 231-модда; Ўзбекистон Республикаси қонун ҳужжатлари тўплами, 2011 й., 9-сон, 84-модда)
4. Атабаев К.К. Шлакощелочной акустический газобетон. Дисс. на соис. учен. степ. канд. тех. наук. Киев-1994.
5. Азаров Л. Бургер М. Метод порошка в рентгенографии. – М.: Иностранная литература, 1961. – 363 с.
6. Багров Б.О. Производство теплоизоляционного материала из отходов цветной металлургии.- М: Металлургия, 1985, 13-17с.
7. 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.
8. Beranek L.L. Noise Reduction new-Jork: McGraw - Hill, 1960.
9. Глуховский В.Д., А.А. Тулаганов, Г.В. Румына, И.К. Касимов. Шлакощелочные легкие бетоны. Ташкент, Фан, 1992.

10. Глуховский ВД. Грантосиликаты, их изготовление, свойства, применение. Автореф. дис... канд. техн. наук.-К, 1960.
11. Кравченко И.В. Быстротвердеющие и высокопрочные цементы. В кн.: Шестой Международный конгресс по химии цемента. – М.: Стройиздат, 1976.-т.3.-6-20с.
12. Кривенко П.В. Специальные шлакощелочные цементы – Киев, Будивельник, 1992.
13. Кривенко П.В. закономерности формирования структуры и свойств цементного камня и шлакощелочных вяжущих // Шлакощелочные цементы, бетоны и конструкции: тез. Докл. 2-й Всесоюз.науч.-практ. Конф. – К: КИСИ, 1974. – С. 10-16.
14. Ласаускас В.И., Стонкус А.А. Исследование акустических свойств газобетона на известково-песчаном вяжущем. //Сб. тр./ ВНИИтеплоизоляция.- Вильнюс, 1986. Технология теплоизоляционных и акустических изделий на основе местных вяжущих. – С.72-76.
15. Мунзер Х.К. Твердение вяжущих и бетонов на основе щелочных шлакопортландцементов. Автореферат дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. Киев, 1989г.
22. Якимечко Я.Б. Влияние химических добавок и температуры на твердение негашеной извести. М. Недра, 1992, стр. 3
16. Mechel F. Axial gefuehrte Oberflachen wellen an Zylindern mlt komplexer Impedanz. Acusnica, 16 (1965/66/ s.343.
17. 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. mlt.
18. Mechel F. Akustische Kennwerte von Faserabsobern. Vol 1: BerichT BS 85/83 Franhofer – Inst, f Banphys., Stuttgart (1983).
19. Звукопоглощающие и звукоизоляционные материалы / юдин А.Е., Осипов Г.Л.,Федосеева Е.М.,блехина И.П.,Кисенишская Р.Д. – М.:Госстройиздат, 1966.

20. Ружинский С., Портник А., Савиных А. Все о пенобетоне - СПб: ООО "Стройбетон", 2006 – 630 с.
21. А.А.Султанов, Хен Н.В. Разработка расширяющихся щелочных веществ для отделения мраморных блоков от горного массива. Журнал «Меъморилик ва курилиш муаммолари». Самарканд, 2003, №1, стр. 31-33.
22. А.А.Султонов., А.А.Тулаганов., Т.Ю. Қурбонов., Д.Н.Шермамедов.,С.О.Содиқова, Х.Қўлдошев., А.Н.Назаров. ҚУРИЛИШ МАТЕРИАЛЛАРИ ва металлар технологияси.,Тошкент-2013 "Ўзбекистон".
23. А.А. Султанов Шлакощелочные цементы и бетоны на основе гранулированных шлаков цветной металлургии. Автореферат дисс. на соиск. уч. степени канд. техн. наук. Киев, 1985.
24. Сикорский ОН Исследование коррозионной стойкости мелкозернистых бетонов на шлакощелочных вяжущих для сельского строительства: Автореф. дис. канд. техн. наук. - К., 1970.- 21С.
25. Снижение шума в зданиях и жилых районах./ Под ред. Г.Л.Осипова., Е.Я.Юдина. - М: Стройиздат. 1987,-560 с.
26. Старинская НН, Константиновский БЯ Ячеистые шлакощелочные бетоны,модифицированные полимерами // Шлакощелочные цементы, бетоны и конструкции: Тез. док. 2-Всесоюз. науч.-прак. конф. - К: 1984. С. 244-245.
27. .Микульский В.Г. и др. Строительные материалы – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004. – 227 с
28. А.А. Федин.,АТ. Дворкин., Исследование качества пористой структуры ячеистых бетонов методом воздухопроницаемости //Сбпр/ Воронежский ИСИ. - Воронеж, 1970. Исследования по цементным и силикатным бетонам.

29. Тихомиров В.К. Пены. Теория и практика их получения и разрушения. М.: Химия, 1983 – 256 с
30. Числицкая Е. В., Лавриненко ЛВ, Омельчук В. П. О структуре ячеистых шлакощелочных бетонов // Шлакощелочные цементы, бетоны и конструкции: Тез. док. 3-Всесоюз. науч. -практ. конф. -К: 1989. Т.П, С.116-117. Кривенко П.В. закономерности формирования структуры и свойств цементного камня и шлакощелочных вяжущих // Шлакощелочные цементы, бетоны и конструкции: тез. Докл. 2-й Всесоюз.науч.-практ. Конф. – К: КИСИ, 1974. – С. 10-16.
- 31 Шмидт ЛМ Производство акустических материалов./ - М: Стройиздат. 1969. - 175 с.
32. 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
33. ГОСТ 310.1-75 Цементы. Методы испытаний – М.: 1975
34. РСТ Уз 8736-93. Песок для строительных работ. Технические условия
35. .ГОСТ 10180-90. Бетоны. Методы определения прочность по контрольным образам.
36. [www.google.net](http://www.google.net).
- 37.[www.ziyo.net](http://www.ziyo.net)
38. [http://www.ibeton.ru/intro\\_main.php](http://www.ibeton.ru/intro_main.php)