

ЎЗБЕКИСТОН РУСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
САМАРҚАНД ДАВЛАТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ
ИНСТИТУТИ

Қўлёзма ҳуқуқида
УДК 691:666.943

Якубов Синдор Фирдавсович
Юқори самарадор ишқорли ячейкали бетонлар ишлаб
чиқариш

5А340501 – Қурилиш материаллари, буюмлари ва конструкцияларини
ишлаб чиқариш

Магистр
академик даражасини олиш учун ёзилган
диссертация

Илмий раҳбар:
т.ф.н., доц. Султанов А.А.

САМАРҚАНД-2013 й.

М У Н Д А Р И Ж А

Кириш.....	3
I боб. Me_2O- MeO-Me_2O_3-SiO_2 тизими асосидаги боғловчи моддалар ва бетонлар.....	6
1. Me_2O - MeO - Me_2O_3 - SiO_2 тизими асосидаги боғловчи моддалар ва бетонлар	6
2. Портландцемент ва шлакишқорли цемент асосидаги ячейкали бетонлар.....	25
3. Тадқиқот мақсади ва вазифалари.....	31
I боб бўйича хулоса	32
II боб. Хом ашёлар ва тадқиқот усуллари	33
1. Тадқиқот учун хом ашёлар	33
2. Тадқиқот усуллари танлаш	37
II боб бўйича хулоса	39
III боб. Ишқорли ячейкали бетонларнинг таркибини ишлаб чиқиш ва хоссаларини тадқиқотлаш.....	40
1. Ишқорли купикбетон таркибини ишлаб чиқиш	40
2. Ишлаб чиқилган ишқорли купикбетон физикавий-механикавий хоссаларини тадқиқотлаш	56
III боб бўйича хулоса.....	59
Хулоса	60
Илова	62
Адабиётлар рўйхати	65

КИРИШ

Мамлакатимизнинг бозор муносабатларига ўтиш иқтисодида, хусусан, қурилиш материаллари ва буюмларини ишлаб чиқариш соҳасида сифат ўзгаришлар зарурати пайдо бўлди. Бу масалаларни ҳал этиш учун қатор асосий ҳужжатлар, хусусан, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 24.03.2006 йилдаги «Қурилиш материаллари саноатини ривожлантириш ва иқтисодий ислохотларни чуқурлаштириш ва тезлаштириш тўғрисида»ги №ПФ-3586-сонли Фармони, 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 Президентининг 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 силжишларга олиб келади [1, 2].

Ҳозирги пайтда иқтисоднинг барча бўғинлари каби қурилиш материаллари ишлаб чиқаришда ҳам ресурсларни тежашларнинг асосий йўналишларининг комплекс таҳлили зарур.

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

Ўтган асрнинг 60-йилларида профессор В.Д.Глуховский томонидан ишлаб чиқилган ишқорли цементлар уларни ишлаб чиқаришига иссиқлик ва электроэнергиянинг 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 [5, 9]. Ишқорли цементлар алюмосиликат ва ишқорли компонентлардан ташкил топган.

Алюмосиликат компоненти сифатида домен ва электротермофосфор шлаклар ҳам, фаол минерал моддалар ҳам фойдаланилиши мумкин. Бундай цементлар қиздирмасдан олинади, яъни буларда портландцементдан фарқли қиздириш жараёни бўлмайди.

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

Бу принципларни асос сифатида қабул қилган Самарқанд Давлат архитектура-қурилиш институти бир гуруҳ олимлари маҳаллий фаол минерал моддалар, жумладан, махсус вазифали ишқорли боғловчилар-фаол маҳаллий минерал моддалар ва саноат чиқиндилари асосида паст экзотермияли, юқори мустаҳкамли, тез қотувчан, сульфатга чидамли 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 беради [8, 29, 31, 39].

Мазкур иш ишқорли цементлар асосида самарадор иссиқ сақлаш қобилияти юқори бўлган ячейкали бетонларнинг кенг тарқалган тури кўпик бетонларнинг таркибини ишлаб чиқишга, рентгеноструктур, дифференциал термик ва микроскопик анализларни ўз ичига олган комплекс физикавий-кимёвий тадқиқот усулларида фойдаланиб қотиш натижасида ҳосил бўлган янги тузилмаларнинг таркибини аниқлашга, 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.

Иш Самарқанд Давлат архитектура-қурилиш институти 5-сон Илмий тадқиқот ва синов лабораториясида (лаборатория мудири т.ф.н., доцент Султанов А.А.) ва Ўзбекистон Республикаси Давлат илмий-техник дастури дорасида (ИТД-16-021) бажарилди.

**I боб. $\text{Me}_2\text{O}-\text{MeO}-\text{Me}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ тизими асосидаги боғловчи
моддалар
ва бетонлар**

**1.1. $\text{Me}_2\text{O}-\text{MeO}-\text{Me}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ тизими асосидаги боғловчи моддалар
ва бетонлар**

Боғловчи система асосида олинган сунъий тош хоссалари керакли янги бирикмалар фазавий таркиби ва махсус хоссаларга эга тошни олиш мақсадида бу бирикма таркибини бошқариш фақат хом ашё материаллари таркиби ва хоссаларига, ишлаб чиқариш технологиясига боғлиқ боғловчи системанинг тузилишини шакллантириш қонуниятларинигина ўрнатиш мумкин бўлади. Шунинг учун ишқорларни ўз ичига олган маълум боғловчи материаллар ишлаб чиқариш технологияси, хом ашё материаллари таркиби ва хоссаларини таҳлил қилиш зарур. $\text{Me}_2\text{O}-\text{MeO}-\text{Me}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$ таркибдаги ишқорли боғловчи системаларни тадқиқ этишнинг ҳозирги босқичида, бу ерда Me_2O –ишқорли оксидлар (Li_2O , Na_2O , K_2O), MeO - ер-ишқорли оксидлари (MgO , CaO , SrO , BaO), Me_2O_3 - амфотер оксидлар (Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Sr_2O_3 ва ҳ.к.), домен, электротермофосфор гранулаланган шлаклар, рангли металлургия шлаклари, ТЭЦ шлаклари ва куллари, эффузив ва интрузив тоғ жинслари, куйган жинслар, тупроқлар ва ҳ.к.лар каби алюмосиликат моддалар қатори асосида гидравлик боғловчилар ва бетонлар яратилган [4, 5, 6, 8, 28].

Бу системада энг ўрганилгани қурилиши ишлаб чиқарилишида қўлланишга эга бўлган домен, электротермофосфор ва рангли металлургия шлаклари асосидаги шлакишқорли боғловчилар

ҳисобланади. Шлакишқорли боғловчиларни ишлаб чиқариш учун асосий хом ашё жуда катта ер майдонларини эгаллаб турган, атроф муҳитни ифлослантираётган катта уюмлардаги домен, электротермофосфор ва рангли металлургия шлаклари асосидаги шлаклар ҳисобланади.

Домен шлаклари шлакишқорли цементлар ишлаб чиқариш учун энг қулай. Уларнинг кимёвий ва минералогик таркиби руда бўш жинси эритилган чўяннинг иссиқлик кўринишдаги эритмаси таркибига, металлургик жараёнлар хусусиятларига, иссиқлик ёқиш шароитларига боғлиқ кенг чегараларда тебранади.

Домен шлаклар кимёвий таркибига кўра портландцемент ва ертупроқ цементга яқинлашади. Бу арзон қўшимча маҳсулотни боғловчи материаллар ишлаб чиқаришда фойдаланиш тадқиқотчилар ва амалиётчилар диққат эътиборини жалб этади. Оҳак-шлакли цемент ва шлакпортландцементни домен шлаклари асосида ишлаб чиқариш бўйича биринчи тадқиқотлар Н.А.Белелюбский, Н.Н.Лямин, С.А.Дружинина ва бошқалар томонидан олиб борилган. Ўтган асрнинг бошида шлакли цементлар ишлаб чиқариш ривожланишига А.А.Байков, В.А.Кинд, В.Н.Юнг, П.П.Будников, Д.С.Белянкин, Н.А.Торопов, В.В.Горшков, В.В.Лапин, С.Д.Маканов, В.В.Серов, С.М.Рояк, М.И.Стрелков, И.Л.Значко-Яворский, В.И.Сатерин, Я.М.Сиркин ва бошқа олимлар ишлари катта туртки берди [18, 20, 22, 24, 25, 26, 27].

Домен шлаклар таркибига асосан портландцемент клинкери оксидларига ўхшаш оксидлар CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , FeO лар киради. Шлакларда олтингугурт бирикмалари CaS , MnS , FeS , баъзида TiO_2 ва фосфор бирикмалари учрайди. Шлакларда унчалик катта бўлмаган миқдорда уларнинг хоссаларига муҳим таъсир

этмайдиган бошка оксидлар учрайди. Домен шлаклари кўпроқ миқдори 90-96% га етадиган CaO , SiO_2 , H_2O_3 ва яна MgO лардан иборат.

Домен шлаклари кимёвий таркибига кўра потландцемент клинкеридан фақат баъзи компонентлар нисбати билан фарқ қилади. Шлаklar кўпроқ миқдорда кремнёземни, қисман тупроқ лой ва кам миқдорда кальций оксидини ўз ичига олади.

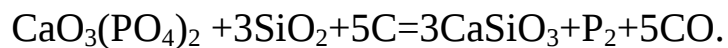
Қотган шлак эритмалар таркиби ва фазавий таркиби уларнинг кимёвий таркибига, хусусан, уларнинг асосийлигига ва совутиш шароитларига боғлиқ. Секин совутишда масалан, уюмларда асосий шлаklar деярли тўлиқ кристалланишга муваффақ бўлади. Улар ўзгарувчан таркибли қотган шишасимон модданинг унчалик катта миқдори билан цементлашган кристалл кўринишдаги турғун турли бирикмалар конгломератидан иборат. Сув, сув буғи ёки ҳаво билан совутишда асосий шлаklar эритмалари тўлиқ кристаллашмайди ва аралаш тузилишга эга бўлади.

MgO 4-6% гача ва 5-10% гача Al_2O_3 ни ўз ичига олган кристалл домен шлакларида одатда икки кальцийли силикат ($\beta=\text{C}_2\text{S}$, $\gamma=\text{C}_2\text{S}$) ранкинит ва цемент ташкил этувчи кўпроқ бўлган мелелит бўлади.

MgO 6-8% гача ва 15-20% гача Al_2O_3 ни ўз ичига олган кристалл домен шлакларида асосий фазалар окермант ташкил этувчиси кўпроқ бўлган мелелит ҳамда $\text{C}_2\text{S} \cdot \text{CaO} \cdot \text{H}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ лар ҳисобланади. Бундан ташқари, шлаklarда α -псевдолластонит $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, мервинит $3\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$ монтегеллит $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$, CaS , MnS лар учрайди.

Грануланган электротермофосфорли шлакли доменлардан фарқли кимёвий таркибига кўра Al_2O_3 нинг кам миқдори ва

микдорлари йиғиндиси 90% га етадиган SiO_2 ва CaO оксидлари минералогик – псевдолластонит таркибидаги шишасимон кўп микдори билан характерланади. Бу силикат фосфордан электротермик тарзда кокс иштирокида табиий фосфоритлардан олинади ва қуйидаги реакция бўйича кремнийни ўз ичига олган хом ашёни олиш билан ҳосил бўлади



Шлак чиқиш ўртача 1000 кг фосфорга 10000 кг ни ташкил этади. Шлак уйма зичлиги 1150-1300 кг/м³, ҳақиқий зичлик 2,7 -3,0 г/см³. У 0,3 дан 1,2 мм гача бўлган доначалардан иборат. Доначаларнинг максимал йириклиги 3,0; минимали 0,1 мм. Йириклашиш модули 2,8; майдаланиш коэффиценти 0,8.

Домен ва электротермофосфор шлаклари гидравлик хоссалари кўп тадқиқотларда ўрганилган. Ҳатто энг қулай кимёвий таркибда ҳам тез совутилган ойналанган ҳамда секин аста совутилган ойналанган шлаklar оддий ҳароратда (15-20⁰С гача) деярли сув билан ўзаро таъсирда фаоллик кўрсатмайди ва демак қотмайди.

Лекин тадқиқотлар шуни кўрсатадики, домен ва электротермофосфорли шлаklarда ҳам кристалланиш ҳам ойнали фазада механик, кимёвий ва иссиқликнинг алоҳида ёки биргаликдаги таъсирида сувда эримайдиган янги моддаларнинг ҳосил бўлиши билан шартланган сув билан ўзаро таъсирга ва гидравлик қотишга қобилиятли ташкил этувчилар мавжуд. Бу хулоса турли кўринишдаги домен шлаklarни ўрганган ва уларнинг турли минераллар, микроралашмалар ва активизаторлар қўшимчаларнинг мавжудлигига боғлиқлигини кўрсатган К.С.Горшков томонидан чиқарилган. Ўтказилган тадқиқотлар асосида Б.И.Виноградов шлак гидравлик

фаоллигини унинг таркибидаги минераллар миқдори ва нисбати бўйича баҳолашни таклиф этди.

Шлак ва портландцемент ташкил этувчилар асосий минералларини гидратацияга қобилияти иссиқлик билан ишлов берганда қуйидаги қатор бўйича камаяди[4]: $C_3S >$ калёций алюмодифферентлари $> \beta-C_2S_3 >$ асосий таркибли шлак ойна $>$ мелелит $> \gamma-C_2S >$ мервинит $>$ мотегеллит $>$ паст асосли алюмосиликатлар ва калёций силикатлар $>$ раникинит $>$ псевдолластонит $>$ фаялит $>$ пирокен.

Шунинг учун шлак боғловчи кулнинг аҳамияти улардаги гидравлик фаоллик фазалари қанча кўп бўлса шунчалик юқори. Бунда мустақил қотувчи фазалар Ca_3S , кальций алюмодифферент, $\beta-C_2S$ ёки асосий шлак ойнанинг) маълум миқдорида борлиги нормал ҳаво-намлик шароитларида қотувчи бетонлар тайёрлаш учун шлаклардан (қотишма активизаторлари билан бирга уларсиз) фойдаланиш имконини беради. Агар бу фазалар бўлмаса ёки улар кам миқдорда кузатилса, қотиш активизаторларини киртиш зарур ва (ёки) $95-100^{\circ}C$ да ёки ҳатто $175-200^{\circ}C$ (автоклавларда) иссиқликда ишлов беришни қўллаш лозим. Иссиқнамлик қайта ишлов беришда (айниқса автоклавда) шлак ойналар гидравлик фаоллиги деярли ихтиёрий кимёвий таркиб учун кескин ўсади, лекин бу технология катта энергия ресурслари ва технологиянинг мураккаблиги билан боғлиқ.

Ойнали шлакларга кўп бўлмаган миқдорда ишқорлар ва сульфатлар киритилиши уларга яширин гидравлик хоссаларини фаоллаштиради. Киритилаётган қўшимчалар турига мос равишда шлак ишқорга сульфат ва кўпайиш фаоллиги ажратилади[13]. Ишқорли активизаторлар сифатида сув билан $Ca(OH)_2$ ўзаро таъсирида ажраладиган оҳак ва портландцементдан, сульфатли

активизаторлар сифатида турли модификацияли гипс, ангидрит CaSO_4 ишлатилади. Аралаш қўзғатишда бу активизаторлар бир вақтда киритилади. А.В.Волженский қатор олимлар ойналар коррозияси ва кальцийли гидрооксид ва гидроалюминийларини ҳосил қилиш шартлари соҳасидаги натижаларни умумлаштириб шлак тупроқ металлларни фаоллаштиришнинг қуйидаги схемасини тузди: Сув билан тўқнашганда ойнани энг фаол қисмлари шлак доначалар сиртида сув молекуласини адсорбциялайди. Маълумки [13] ойна $(\text{SiO}_4)^{4-}$ $(\text{AlO}_4)^{5-}$ ва ҳ.к. бир-бири билан кислородлар боғланишлар билан боғланган турли таркибли ва кўринишдаги политетраэдрик таркибларга ва айланган анионлар комплексларидан иборат. Бу анионларга яна $\text{Si-O} \dots$ МС схема бўйича катион модификаторлар бирлаштирилган. Сувни ойна билан адсорбциясида ойнадан иборат кучсиз боғланишли ишқорли ва паст ионларга $\text{Si-O} \dots \text{H}$ гуруҳни ўз ичига олган гидратация кремнезем пленкалари ойна қисмлари сиртида ҳосил бўлиши билан бирга рўй беради. Бу пленкалар шлак сув билан ўзаро таъсирга тўсқинлик қилади.

Сув эритмасини натрий, калий, кальций ва ҳ.к. гидрооксидлари кўринишидаги шлак бирикмаларга киритилмайди

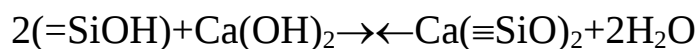


схема бўйича асос силикатлар (масалан, кальцийли) пайдо бўлишига олиб келади.

Кўриниб турибдики, бу реакция тескариланувчи ва у ёки бу силикатларнинг турғун мавжудлиги фақат сув эритмасида мос металллар гидрооксидларнинг маълум концентрациясида мумкин, хусусан, кальций энг асосий бўладиган гидросиликатларнинг турғунлиги CaO нинг 0,8-0,1 г 1 л дан кўп бўлмайдиган концентрацияларида эришилади.

Паст асослар кальций гидрооксиди турғунлиги учун 0,3 г/л атрофида СаО концентрацияси зарур.

Фақат бундай шароитларда турғун силикатлар (ва алюминитлар) ҳосил бўлади ва гидратлашган кремнезем пленкаларининг бузилиши рўй беради. Бунда ойнанинг чуқурак жойлари очилади ва сув учун йўл очилади. Бу ўз навбатида унинг кейинги гидролиз ива гидратацияси билан бирга амалга оширилади.

Шундай қилиб, кўпроқ миқдорда шлак ойнасининг термодинамик мувозанатини бузувчи ишқорли активизаторларни киритиш ўзига хос турткини беради. Бунда сув билан ўзаро таъсирда шлак ойнаси турғунроқ кальций гидрооксиди, гидоралюминитлар, гидоралюмосиликатлар ҳосил бўлади. Янги бирикмаларнинг фазавий таркиби гидроксил ионлар сув эритмасида ойна таркиби, активизаторлар сони, концентрацияга ва ҳароратга боғлиқ.

Шлак ойнаси гидратациясини юқори интенсивлашда 14 га яқин рН ли ишқорли муҳит ёрдам беради. Бу ҳолда айниқса гидроксил ионлар юқори концентрациясини яратувчи ишқорли сув эритмалари билан оҳакли шлак аралашмаларни тўлдириш самара беради. Охиргилари кичик ион радиус ($0,96 \cdot 10^{-3}$ мк) билан характерланиб, нисбатан осон ойна кўринишли тузилмага киради ва унинг гидратациясига ёрдам беради.

Асосий домен шлакларга 5-10% миқдорида оҳак ёки порландцемент киритиш ишқорни фаоллаштиришга олиб келади. Бундай шлакларни одатдаги ҳароратдаги гидратацияси фақат



таркибни паст асосли толали кальций гидросиликатлар ҳосил бўлишига олиб келиши мумкин. Бунинг натижасида сунъий тош паст мустаҳкамликка эга бўлади.

Асосий шлакарга кўп миқдорда оҳак (25-40% гача) ёки портландцемент(50-65%) нинг киритилиши юқори асосийликка эга[5] калций гидросиликатларнинг ҳосил бўлишига олиб келади. Бунда сунъий тош 30Мпагача қисишда мустаҳкамликка эга бўлади.

Шлакларни сульфат билан фаоллаштириш кальций сульфатга шлак элементларнинг қотишига бошқа бирикмалар билан ёрдам берувчи бевосита тупроқлой, кальций гидрооксиди ва сув билан ўзаро таъсирга учрайди.

Унчалик катта бўлмаган активизаторлар қўшимчлар таъсирида намоён бўладиган гидравлик қотишга яширинча қобилият грануланган домен шлакларни нордон фаол (гидравли) қўшимчаардан ажратиб туради.

Охиргилари мустақил боғловчи хоссаларга эга эмас. Улардаги цементли янги бирикмалар фақат калций гидрооксиднинг фаол кремнезем ва қўшимчалар тупроқ лой аралашмаси билан тўғри таъсири натижасида пайдо бўлади.

CaO(20-30%) кам миқдорли шлаклар оралиқ хоссалар билан характерланади. Агар уларга кўп миқдорда оҳакни киритсак , улар CaO нордон гидравлик қўшимча билан ўзаро таъсирда бўлади, унчалик катта бўлмаган қўшимчаларда уларни ташкил этувчи компонентлар гидратация ҳисобига қотади. Бунда олинган сунъий тош мустаҳкамлиги паст ва 10-15 МПа дан зиёд бўлмайди[13].

Грануланган шлакларни натрий гидрооксиднинг кучсиз эритмалари ёки натрий сульфат, хлорид, карбонат ва нитратлар билан оҳак аралашмаси билан фаоллаштиришга уринишларни А.О.Пурдон [7] биринчи марта амалга оширган. Бунда А.О.Пурдон шлакга киритган бутун ишқор озод ҳолатда қолади, бунинг асосида у ишқор катализатор ролини ўйнайди. Юқори эрувчанлик туфайли катта

микдорларда киритиш мумкин эмас. Ишқорли металллар бирикмалари кучсиз эритмалари билан фаоллаштирилган шлаклардаги боғловчилар мустаҳкамлик унчалик катта бўлмаган кўрсаткичларга эга, шунинг учун қўлланишга эга бўлмайди. Г.Н.Сивирцев грануланган шлакларни оҳакнинг ҳидли ишқорлари ёки эрувчан ойналар аралашмаси билан фаоллаштирди. Бундай уйғотилган бетонлар ҳам кенг қўлланишга эга бўлмайди. Унинг фикрича, шлаклар фақат оҳак ёки потрландцемент, унинг парчаловчилари билан фаоллаштирилади. Бундай қўшимчалар сарфини камайитириш учун муаллиф фикрича шихтага оҳак ёки портландцемент билан бирга катализаторлар сифатида ишқорлар ёки ишқорли силикатлар унчалик катта бўлмаган микдорда киритиш мумкин. Бу ишлар муаллифи бу бирикмаларни юқори эрувчанлигидан огоҳлантирган.

Юқоридагиларга асосан, унчалик катта бўлмаган микдорларда ишқорли металлларнинг юқори эрувчан бирикмаларини ўз ичига олган грануланган шлаклар асосида боғловчи системаларни композицион тузилишининг реал боғловчи моддаларни олишга ва портландцемент билан фаоллаштиришга олиб келинади. Бунда табиий тош мустаҳкамлиги паст бўлиб қолади.

В.Д.Глуховский 1954 йилда минерал моддаларнинг гидравлик боғловчи хоссаларининг пайдо бўлишининг биринчи сабаблари ҳақида бутунлай янги ёндашувни ишлаб чиқди ва минерал моддаларнинг гидратация қотишига қобилятини баҳолашда уларнинг эрувчанлигини чегараловчи талабни боғловчилар ҳақиқий таркибига эмас, уларнинг гидратацияси маҳсулотларининг, яъни синтезланаётган табиий тошдаги тузилиш боғланишларни яратувчи янги бирикмаларга қўйиш лозим деб таъкидлаган эди. В.Д.Глуховский гидратация – бу мажбурий, лекин минерал

моддаларнинг гидравлик боғловчи хоссалари намоён қилишига етарлича шарт эмас деб ҳисоблади. Иккинчи аниқловчи шарт-қотиш маҳсулотлари таркибида сувга чидамли янги бирикмаларни шакллантириш ҳисобланади.

В.Д.Глуховский тадқиқотлари билан ишқорли металлларнинг эрувчан бирикмалари(ҳидли ишқорлар, носиликат ва силикат тузлар) алюмосиликат системалар билан биргаликда(жумладан грануланган шлаклар билан) гидравлик боғловчи системаларни ҳосил қилади-сувда нормал ва табиий шароитларда ҳамда буғланишга ва автоклавлаш шароитларида қотувчи цементлар ҳосил қилади.

Бундай цементларда ишқорлар кўп миқдорда (3 дан 20% гача) бўлади ва активизатор эмас сувда амалий эримайдиган ишқорли гидроалюмосиликатларни ҳосил қилувчи боғловчининг мустақил компоненти бўлади.

Тупроқ цементларнинг хусусий ҳоли бўлиб, сувда ишқорли реакция берувчи ишқорли металллар(литий,натрий, калий) бирикмалари эритмалари билан майдаланган металлургия шлакарни аралаштиришдан олинадиган сув ва ҳавода қотувчи гидравлик боғловчи моддалардан иборат шлак ишқорли боғловчилар ҳисобланади.

Ишқорли металллар бирикмалари сифатида техник маҳсулотлар сода, поташ, фторли натрий, эрувчан ишқорли силикатлар ҳамда ишлаб чиқариш чиқиндилари: ишқорлар эритмаси, сода ишқорли эритма, натрий метасиликат ва ҳ.к.лар ва табиий содадан фойдаланилади.

Кўрсатилган маҳсулотлардан ташқари тегишли қайта ишлов ва лаборатория синовидан сўнг ишқорли металллар бирикмаларини ўз

ичига олувчи ишлаб чиқариш қўшимча маҳсулотлари ёки чиқиндиларидан фойдаланиш мумкин.

Ишқорли боғловчиларни, шу жумладан шлак ишқорли металлларнинг назарий асослари, ишқорли металллар-литий, натрий, калий бирикмаларидан гидравлик боғловчи хоссалари бўлишининг В.Д.Глуховский томонидан очилган асосларга таянади.[5]

Ишқорли боғловчилар тузилиши шаклантириш қонуниятларини домен ва электротермофосфор шлаклар асосида шлак ишқор боғловчилар мисолида кузатиш мумкин.

Домен ва электротермофосфор шлаклар мустақил сув билан кучсиз гидратланади. Уларнинг ишқорли металллар билан аралаштириш аралаш муҳити реакция қобилятини оширади, яъни муҳитнинг рН ини оширади, бу эса шлакнинг силикат ва алюмосиликат ташкил этувчилари гидратациясини таъминлайди.

«Гранулланган шлак-ишқорли компонент» системасини боғловчи сифатида қўллашнинг зарурий шарти гидратация диспергацияси ва кейин шлак сувга чидамли янги бирикмаларга гелийли поликонденсациялашга гелий ҳосил бўлиш жараёнлари мавжудлигидан иборат. Гидравлик боғловчилар ҳақида қоидаларга таяниб, бу жараёнлар диспергацион-коагуляцион тикотроп тузилмалар ҳосил бўладиган берилган қотишма моддани маълум тузилиш бирликларигача деструкцион айланишлар комплекси билан ифодаланиши мумкин.

Бу жараёнлар батафсил П.В.Кривенко томонидан қаралган [4]. Бу тадқиқотларга кўра ишқорли муҳитда ихтиёрий ўз-ўзига заррачаларнинг диспергацияси жараёнида биринчи босқичда асосий ўринда адсорбцион кимёвий диспергациялаш туради, унинг натижасида ишқорли коллоид куллар ҳосил бўлади. Охиргилари Ме-

О ион билан боғланишлар модданинг сув билан ўзаро таъсирида осон қутбланувчи қутбланиши билан эмас аралаштиришда ташқаридан киритиладиган ишқорли металллар ионлари иштирокида Si-O-Si Al-O-Si ковалент боғланишлар узилиши ҳисобидан ҳосил бўлади.

Гидратация бошланғич босқичида аралашиш ишқорли муҳити таркибида системага киритиладиган ишқорли металллар катионлари ишқорли силикатлар ва алюмосиликат ҳосил қилиб $\equiv\text{SiO}^-$ анионлар билан биргаликда комплекти бирикмалар ҳосил бўлишида қатнашади. Келгусида ҳосил бўлган ишқорли силикатлар шлакда қатнашувчи ишқорли боғловчи Me^{2+} ионлари билан биринчи навбатда Ca^{2+} катионлари билан бирга $\equiv\text{SiO}-\text{O}^- + \text{Na}^+ \rightarrow \leftarrow \equiv\text{Si}-\text{O}-\text{Na}$ схема бўйича, кейинчалик

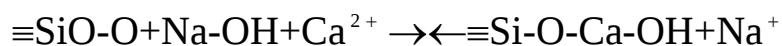
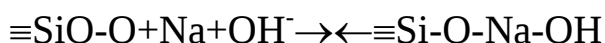


схема бўйича катионалмашув реакцияларига киришиши мумкин.

Натижада ишқорли ер металллар катионлари реакция маҳсулотлариини қаттиқ фазага ўтказди. Шу билан бирга, диспергациялаш Ca-O боғланишларни узиш йўли билан кетиши мумкин. Бу ҳолда ҳам шлакни катион унинг диспергациялаш жараёнини интенсивлаштиради.

Ишқорли муҳит шароитларида шлак диспергацияларнинг деструкцияси физик-химик асосларини таҳлил этиб, бу жараённинг тезлиги шлакнинг кимёвий-минералогик таркиби, аралашгич муҳитининг pH қиймати, ишқор компонент билан боғловчи системага киритиладиган анион табиати билан аниқланади деб хулоса чиқариш мумкин.

Шундай қилиб, боғловчи силикат ва алюмосиликат ташкил этувчилар фазалари гидролитик деструкция ва турғун гидратацияларни таъминлаш мажбурий шарти ишқор моддаларнинг борлиги ҳисобланади.

Шлак ишқорли боғловчи қотишишнинг 2-босқичи ҳажм бирлигида дисперсион фазанинг кескин ошиши натижасида фазанинг кескин коллоид фракциялар асосида конденсацион тузилишнинг ҳосил бўлиши ва ривожланиш билан характерланади.

Шлак ишқорли боғловчи системада кул ва гелий ҳосил бўлиш жараёни батафсил П.В.Кривенко [4] томонидан тавсифланган. Лекин ҳақиқатда гелекомпонет ҳосил бўлиш жараёни гидрооксидлар сорбцион жараёнлари ҳисобига кремний кислота поликонденсацияси жараёнини жуда интенсивлаштиради. Al, Re, Mg, Mn, Ca металллар катионларининг борлиги туфайли анча мураккабдир.

В.Д.Глуховский [5] томонидан кўрсатилганидек, шлак ишқорлар асосида юқори фаол гидравлик боғловчининг етарли шарти бўлиб, силикат компонентни гидратацияси ҳисобланади. Бундай боғловчини олиш мажбурий сифати аралашма муҳитида диспергацион жараёнида пайдо бўладиган кремний кислотаси ишқорли гидроземни сувга чидамли бирикмалар билан боғланганшга қодир амфотер металлларнинг етеарлича сондаги катионаларининг аралашishi муҳитида иштирок этиши ҳисобланади.

Амфотер металллар катионлари етарлича сонда янги бирикмалар таркибида фақат ишқорли металллар асосида сувга чидамли тошнинг олишга имкон бермайдиган, сувда эрийдиган ишқорли гидросиликатлар ҳосил бўлади.

Бу ҳолат В.Д.Глуховский ишқорли цементларини унчалик катта бўлмаган миқдорларда(5-7%ли концентрацияли эритмалар билан)

хидли ишқорлар ёки оҳак ва цементнинг ишқорли металллар тузлари билан аралашмаси ёрдамида А.О.Пудрон, Г.Н.Сивирцев, ва Г.Кюллар фаоллаштирган шлаклардан принципиал фарқ қилади. Бундай шароитларда ишқорли бирикмалар ўзларини қотиш активизаторлари каби тутади, чунки кичик миқдорларда(шаўалнинг массасининг 2%гача) киритилган бўлсада, улар цемент тошда тўлиқ озод ҳолатда қолади ва янги бирикмалар таркибига кирмайди [23].

П.В.Кривенко гел ҳосил бўлиш гидрооксидлари ўзининг амфотерлиги туфайли жараёнини тадқиқ қилиб, ишқорли цементнинг реакция қобилятига катта таъсирни кренезем каби гидратланувчи шлак коагуляцион тузилишининг ривожланиш жараёнларида тузилма ҳосил қилиш асослари ролини ўйнайдиган алюминийнинг шлакда бўлиши ҳисобланади.

Бундан ташқари, алюминий коагуляцион тузилмалар ҳосил бўлиш жараёнида ҳам катион, ҳам анион ташкил этувчи ролини ўйнаши мумкин, бу эса кремнекислота гидрозоллариининг қотиш фазасига ўтишига ва қотиш жараёнининг интенсивлашига ёрдам беради.

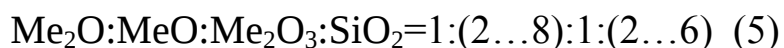
Бу факт Ж.В.Скурчинская [16] ва Р.С.Жукова [17] тадқиқотларида қотишда алюминий катионлари ишқорли муҳитда турғун-чорак координациядан турғун-олтиланган координацияга ўтадиган ва ишқорли алюмосиликат таркибли сувга чидамли турғун янги бирикмалар билан боғланадиган тупроқ типдаги сунъий ва табиий алюмосиликатлар асосидаги ишқорли боғловчилар мисолида кўриб чиқилган.

А.А.Тулаганов [12, 13] ишқорли цементларни модификациялаш йўллариини, хусусан, қотишнинг дастлабки ва кейинги босқичларида камраб олиш муддатларини, мустаҳкамликка эришиш тезлигини

бошқариш, цементли тошнинг деформативлигини, ишқорли цемент тошнинг коррозияга чидамлилиги ва иссиққа чидамлилигини бошқариш йўллари келтирган. Қатор муаллифлар билан биргаликда цемент ва бетон ишлаб чиқаришда нанотехнологияни қўллаш йўллари баён этган.

Юқоридаги мулоҳазаларга асосланиб алюминий каби амфотер хоссаларга эга поливалент металллар оксидлари шунга ўхшаш гидрокомплекслар ҳосил қилади деб фараз қилиш мумкин.

Шунга кўра ишқорли боғловчиларда оксидлар нисбати қуйидаги чегараларда бўлиши лозим



Ишқорли цементларда конденсацияли тузилма ҳосил қилиш жараёнларида кремне ва алюмогелий билан ўзаро таъсирда бўлиб ҳамда ишқорли ионлар билан катионалмашув натижасида калций гидросиликатлари ва гидроалюминитлари коллоидларни ҳосил қиладиган Ca^2 катионлар катта ролё ўйнайди. Уларнинг асосийлиги ишқорли компонентнинг миқдорига боғлиқ: қотувчи системада MeO нинг моляр ҳажми ошиши билан гидросиликатлар ва гидроалюминитларнинг асосийлиги камаёди.

В.А.Матвиенко кўрсатганидек, маълум вақтдан сўнг ишқорли боғловчиларда қотувчи сунъий тошнинг мустаҳкамлиги ошиши билан суяқ фазанинг рН и камайиб боради. Шундай қилиб, тузилма ҳосил бўлишнинг иккинчи босқичида ишқор гелий ҳосил бўлиш жараёнига фаол киришади ва сувга чидамли ишқорли бирикмалар ҳосил қилади.

Тузилмалар ҳосил бўлишининг учинчи босқичи коллоид заррачалардан янги бирикмаларнинг кристалланиши, цементли тошнинг кристаллик тузилишини шаклланиши билан характерланади.

Янги бирикмаларнинг миқдорий ва сифат таркиби шлакнинг кимёвий-минералогик таркиби, ишқорли компонент табиати, қотиш шароитлари билан аниқланади.

Бунда қотишнинг турли босқичларида гидратация кристалл маҳсулотлари тоберморит гуруҳининг паста сосли калций гидросиликатлари, калцит, цеолит ва слюдалар типдаги ишқорли гидоралюмосиликатлар ҳамда аралаш ишқорли ишқортупроқ бирлашмаларни ўз ичига олади.

Янги бирикмаларнинг ҳақиқий таркиби мустаҳкамлиги 30-120МПагача тебранадиған ишқорли боғловчилар асосидаги сунъий тошнинг физик-механик хоссаларини белгилайди. Бунда шаўаллар химик-минералогик таркибининг цементлар мустаҳкамлигига эришиш интенсивлигига таъсири жуда катта. Бундан шлаклар химик таркибининг ишқорли боғловчи ва бетонлар хоссаларига таъсирини тадқиқ этган В.А.Ракшининг[6] маълумотлари далолат беради. Тадқиқотлар натижаларининг таҳлили муаллифга ишқорли компонентлар гуруҳининг ҳар бири учун шлаклар асосийлиги ва фаоллиги модуллари қийматлари бўйича ҳам, сифат коэффиценти қиймати бўйича ҳам ишқорли боғловчининг фаоллигини тахминан башорат қилиш мумкин деган хулосага келди.

Бунда ишқорли компонент сифатида содадан фойдаланиш ҳолида домен шлаклари улар билан нордонларга қараганда у билан интенсив ўзаро таъсирга киришади ва улар асосидаги боғловчилар катта фаоллика эга бўлади.

Нордон шлаклар асосидаги ишқорли боғловчилар асосий шлаклар асосидаги боғловчиларга нисбатан ҳидли ишқорлар билан ўзаро таъсирда катта фаолликка эга. Бунда шлакнинг асосийлиги ошиши билан уларнинг табиий шароитларда қотиши ошиб боради. Бу

эса ишқорли боғловчи ва бетонларнинг турли туман хоссаларига олиб келади.

Ишқорли боғловчининг деформатив хоссаларига қатор ишлар[6, 8] бағишланган, улар фаоллик каби шлак ойнанинг химик-минералогик таркиби билан ўзаро боғлиқдир.

Ишқорли боғловчилар деформатив хоссаларига шлакнинг таркиби таъсири, хусусан, эластикликнинг бошланғич модули, сижишлик, қуришда ўтириш каби боғловчиларнинг муҳим деформатив хоссалари билан шлак шишасимон кўринишдаги компоненти химик ва фазавий таркиби орасидаги боғланиш [6] ишда ўрганилган.

Ўтказилган тадқиқотлар шундан далолат берадики, кристаллашган янги бирикмалар сонининг ошиши билан эластиклик модули кристаллашган фазалар сонидан қатъий назар ўсиб боради. Охиргиси шаўал шишада калций ва кремни оксидлари нисбатлари, ундаги ўтиш металлари оксидлари мавжудлиги ва сонига, ишқорли компонент кўринишига боғлиқ. Боғловчиларнинг қуришда ўтириши янги бирикмалар кристаллашуви даражаси ошиши билан камаяди. Шунингдек, янги бирикмалар кристаллашуви даражаси ошиши билан боғловчиларнинг силжиши ҳам камаяди. Қуришда ўтириш ўтиш металлари оксидлари сонининг ошишида CaO/SiO_2 нисбатнинг ошиши билан камаяди. Шлакнинг асосийлик модули ўсишида ўтириш камаяди. У шишада магний оксиди ошишида кўпаяди, лекин алюминий оксиди миқдори ошганда камаяди.

Шлакда ишқорли металл оксидларининг ошиши билан ўтириш ҳам ўсади.

Умумий ҳолда ишқорли боғловчилар қотишида пайдо бўладиган янги бирикмалар кристаллашуви даражаси ошишига ёрдам берувчи

барча омиллар уларнинг деформатив хоссаларини яхшилайти. Янги бирикмалар кристаллашиш даражасини ошириш учун гель (қаттиқ лой) кўринишдаги янги бирикмалар гомоген ёки гетероген кристаллашишини ҳосил қилувчи ҳамда шлакишқорли бетонлардан буюмлар иссиқнамлик қайта ишловининг юмшоқ режимини ўрнатиш учун қўшимчалардан фойдаланиш мумкин [9].

Шлак ишқорли боғловчилар хом ашё базасини кенгайтиришнинг йирик заҳираси бўлиб рангли металлургия шлаклари ҳисобланади. Бундай хулосага Султанов А.А. олиб борган тадқиқотлардан хулоса қилсак бўлади [8].

Ҳозирги пайтда рангли металлургия чиқиндиларини утиллаштириш муаммоси катта долзарбликка эга бўлишининг боиси корхоналарда шлаklarнинг чиқиши асосий маҳсулот ҳажмидан жуда кўп ошиб кетади. Бундан чўян, никел, мис ва кўрғошин куйишида олинадиган шлаklar ҳажмларининг қиёсий баҳоси далолат беради. Шунга кўра жуда катта жойларни эгаллаган, шу жумладан қишлоқ хўжалик экинлари экиладиган ерлардаги миллион тонналаб чиқиндиларни йўқотиш учун жуда катта маблағлар сарф қилинмоқда. Масалан ҳозирги пайтда МДХ мамлакатларида рангли металлургия корхоналаридаги уюмларда қарийб 500 млн тонна қаттиқ чиқиндилар жойлашган ва йилига 30 млн тоннадан кўп чиқиндилар ҳосил бўлмоқда [7]. Ўрта Осиё региони мамлакатларида уюмлар ҳажми 50 млн тоннани ташкил этади ва йилига миллион тоннадан зиёд чиқинди ҳосил қилинмоқда.

Бунда қурилиш материаллари учун энг катта қизиқишга рангли металлургиянинг грануланган ва уюмли шлаклари-МДХ мамлакатларида йилига 15 млн тоннани ташкил этадиган, ўрта Осиё мамлакатларида эса 1 млн тоннадан зиёдни ташкил этувчи никел,

мис, мис-никел, кўрғошин, кўрғошин-рух чиқиндилари ҳисобланади. Маълумотларга кўра [7] рангли металлургия шлаклари вақт ўтиши билан ўзгармайдиган етарлича турғун химик-минералогик таркиби билан фарқ қилади.

Рангли металлургия шағалларининг чиқиши ва уларнинг захиралари ҳажмларини таҳлил қилиш шундан далолат берадики, бунда шлаklar қурилиш материаллари саноати йирик хом ашё базасини ташкил этиши мумкин.

Қаралаётган шлаklarдан саноат шароитларида минералватли плиталар, қуйма фундамент блоklar, турли ўлчамли плиталар, борт тошлари, қувурлар, футипли материаллар, зич ва ғовакли тўлдирувчилар олинади[7].

Кўрғошин ва мис шлаklar асосан потрландцемент клинкер ишлаб чиқаришда темирни ўз ичига олувчи хом ашё сифатида фойдаланса ҳам бўлади [7].

Юқорида санаб ўтилган материалларни ишлаб чиқариш учун ҳозирги пайтда шлаklarнинг йилик миқдорининг 3-10%гина фойдаланилмоқда, бу эса бу ялпи хом ашёни утиллаштириш муаммосини тўлиқ ҳал этишга имкон бермайди. Бу муаммога катта эътибор чет элларда ҳам қаратилмоқда, ваҳолонки бу шлакарнинг қурилиш материаллар ялпи ишлаб чиқаришида фойдаланиш масаласи ҳам ечилмаган.

Тадқиқ этилаётган муаммо бўйича адабиётларнинг таҳлили рангли металлургия шлаклари чиқиш ҳажмларининг катталиги ва химик-минералогик таркибининг етарлича турғунлиги туфайли қурилиш материаллари ишлаб чиқариши учун йирик хом ашё базаси ёўлиб хизмат қилиши мумкин. Лекин, ҳозирги пайтда бу шлаklarни оммавий утиллаштириш олиб борилмаяпти, бу эса улар асосида

махсус хоссаларга эга боғловчилар ва бетонларни яратиш янги йўллари излаш зарурлигини тақозо этади. Бундай фойдаланиш соҳаси бўлиб рангли металлургия шлаклари, хусусан, кўрғошин ва мис шлаklarининг юқори зичлиги туфайли оғирлашган тампонаж цементларни ишлаб чиқариш бўлиши мумкин.

Ишқорли цементларда алюмосиликат компонент сифатида домен, электотермофосфор шлаklar билан бир қаторда куйган жинслар, лойлар ва ҳ.к.лар кўринишдаги фаол минерал моддалардан фойдаланиш мумкин [6, 8, 21, 53].

Табиий келиб чиқишга эга фаол минерал моддалар асосида ишқорли боғловчиларни ишлаб чиқиш бўйича биринчи тадқиқотлар Г.С.Ростовский, Т.В.Пляшечникова, Н.Л.Македон, Л.А.Мясова, А.Д.Циремпиловларнинг В.Д.Глуховский раҳбарлигида олиб борган тадқиқотлари ҳисобланади.[5]

Г.С.Ростовская қотишнинг табиий шароитларида ва буғланишда ҳидли ишқорлар куйдирилган лойларнинг ўзаро таъсирини тадқиқ этди. Гидратация ва қотиш маҳсулотлари бўлиб гидронефелин, аналцим, мусковит бўлди. Цементли тош турли даражадаги сувга чидамликка эга бўлди.

Т.В.Пляшечникова шлакишқорли боғловчиларни 50%гача эффузив вулқон жинслар билан алмаштириш мумкинлигини исботлади, бу гидросодалит ва натролит каби бундай материаллар аналоглари кўринишдаги янги бирикмалар таркибида цеолит фазаси миқдорини 20% дан зиёд ошириб юборади.

Бундай жинслардан янги бирикмалар таркибида цеолит фазани ошириш мақсадида чангшлакли ишқорли боғловчида шлакнинг бир қисмини алмаштириб фойдаланишнинг мақсадга мувофиқлигини Н.А.Македон ҳам ўрнатган.

Л.А.Мясова кейинроқ 1974-1978 йилларда $M_o=0,2..0,7$ бўлган грануланган вагранли шлаклар ва эффузив тоғ жинслари асосидаги ишқорлибоғловчиларни ўрганди. Бу алюминатларни ҳидли натр ёки оҳакли сода аралашмаси билан аралаштиришда ва нормал ва гидротермалё шароитларда қотишида бундай боғловчилар гидратацияси маҳсулотлари сифатида CSH(B), калцит, аналцим, ва парагонит шаклланади. Боғловчининг фаоллиги нормал шароитларда 47...50 МПа, автоклавлашда – 55...» МПани ташкил этади.

Эффузив тоғ жинслари асосида ишқорли боғловчилар А.Д.Циремпилов томонидан ишлаб чиқилган. Бу боғловчиларда ишқорли компоненти сифатида ҳидли ишқорлар ёки содооҳакли аралашмалардан фойдаланилди. Боғловчилар нормал ва гидротермал шароитларда қотдилар, гидратация маҳсулотлари бўлиб ишқорли цеолитлар ёки цеолитлар ва паст асосли натрий гидросиликатлари ҳисобланди.

Ишқорли цемент таркибига вулқон чанги, вулқон туфи, перлит ва липерлит кўринишдаги куйган жинсларнинг киритилишига уринишлар [4] ишда қилинган. Бу жинслар химик таркиби SiO_2 -72...75%, CaO -1..3%, MgO -0...2%, Fe_2O_3 - 2...4%, Al_2O_3 -14..17%, R_2O -5..8%, яъни ўзбекистон куйган жинсларидаги ўша оксидлар. Лекин бу оксидларнинг миқдори фарқ қилади. Масалан, Навои карерининг ЭТФи таркибида CaO -13% SiO_2 миқдори анча камроқ- 53% дан ошмайди.

Портландцементни 70% перлит, вулқон чанги, вулқон туфи ва перлит кўринишдаги эффузив жинс билан алмаштирганда ишқорли боғловчилар қотишнинг 28 суткасида қисишда мос равишда мустаҳкамлик чегаралари қуйидагича бўлди: 30;42; 47 ва 46 МПа.

Мамлакатимизда маҳаллий куйдирилган табиий жинслар асосидаги ишқорли боғловчилар тузилмасини шакллантириш қонуниятларини олиш ва ўрганиш А.А.Тўлаганов раҳбарлигидаги олимлар томонидан олиб борилди [10, 11, 12]. Натижада 10...155 МПа фаолликка эга глиеж, глауконит асосидаги ишқорли боғловчилар олинди.

Олдин олиб борилган тадқиқотлар билан ишқорли цемент алюмосиликат компоненти сифатида ёки қисман табиий куйган жинс-ЭТФдан фойдаланиш мумкинлиги ўрнатилди[15, 18]. Бу жинс асосида 20... 40 МПа фаолликка эга ишқорли цементлар ишқорли компонент турига боғлиқ равишда олинди.

Шундай қилиб, ишқорли боғловчилар тузилишининг шаклланиш қонуниятлари ва бу цементларнинг гидратация ва қотиш жараёнларини бошқариш физик-химик асослари ҳақидаги маълумотлар янги бирикмалар таркиби, демак, ишқорли боғловчилар хоссалари алюмосиликат ва ишқорли компонентлар химик-минералогик таркибига боғлиқ ва тайёрлаш ва қотиш жараёнида таркибни бошқариш принциплари йўлга қўйилиши мумкинлигидан далолат беради. Бу эса зарурий физика-механик ва технологик хоссаларга эга бўлган ишқорли кўпик бетонлар олишнинг имконияти ҳақида фараз қилишга имкон беради.

1.2. Портландцемент ва шлакишқорли цемент асосидаги ячейкали бетонлар

Пенобетоннинг тарихи ўтган аср 30-йилларидан бошланади. Совет олими, қурувчи-тажрибачи Брюшков цемент аралашмасига совунли илдиз - Ўрта Осиёда ўсувчи ва кўпик ҳосил қилувчи

ўсимликни қўшди. Натижада янги қурилиш материали – пенобетон дунёга келди.

Кейин мутахассислар цементни кимёвий қўшимчалар-кўпик – ёки газ ҳосил қилувчи моддалар (алюминий пудраси, клейканифол аралашмаси ва ҳ.к.) билан фаол аралаштира бошладилар[4].

Пенобетоннинг афзалликлари:

1.Пенобетон ишлаб чиқариш учун фақат цемент, қум ва сув ҳамда кўпик лозим.

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

3.Пенобетон тахлашда жуда қулай. Пенобетондан ясалган блоklar унчалик катта бўлмаган массада етарлича катта ўлчамга эга. Масалан, 600x300x200 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 изложисини учун қўллашга ҳамда қурилишда қўллаш мумкин, бу эса маҳнат сарфининг камайтишига олиб келади.

5.Пенобетондан фойдаланиш қалъа қурилишини метрли деворлар билан ўралишини ёки уйингиз атрофида ҳаво исишини ўзингизнинг мабалғларингиз 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 блоklar ва плиталарда, қаватлар томлари ва тўсиқлари учун бетон плиталарда

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

Умуман, 500кг/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 қумга нисбати 2:1 нисбатда бўлганда бетоннинг энг мос келувчи зичлиги -1100 кг/м^3 .[5].

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 шзларининг иссиқизоляция хоссаларига кўра ғишт ва оғир бетонлардан 3-5 марта юқори туради. Лекин ажойиб иссиқлик изоляция хоссаларига қарамай бу қурилиш материали бирданига киришиб кетмади. Пенобетоннинг асосий камчиликларидан бири айниқса ячейкали бетонларнинг, фойдаланилаётган цементга боғлиқ паст мустаҳкамлиги ҳисобланади.

МДҲ да иссиқ сақловчи материаллар ва буюмлар ишлаб чиқариш кейинги йилларда янада ривож топди. 1980 йилларда собиқ

СССРда уларнинг умумий ишлаб чиқариш йилига 3 млн.м² дан зиёдни ташкил этган.

Иссиқ сақловчи ва товуш ютувчи материалларини яратиш ва ўрганиш масалаларига Беранека Л.Л.[73], Мехел Ф.Р.,[74, 75, 76] Юдин Е.Я.,[55, 56, 64] Цвиккер К. ва Костен К.,[67] Шмидт. Л.М.,[72] Румянцева Б.М.,[78,] Ласаускас В.И.[59, 60] 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.

Бу муаммоларнинг ечими юқори фаолликка эга бирикмалардан фойдаланиш орқали топилиши мумкин. Бундай бирикмаларга шлакишқорли бирикмалар киради [38, 52, 55, 56, 68, 69, 71]. Уларнинг хоссалари, технологияли ва иқтисодий самарадорлиги улар асосида самарали иссиқ сақлаш материалларни олиш йўналишида ишланмалар ўтказиш истиқболларини белгилаб беради.

Бундай бирикмаларни ячейкали материаллар олиш учун фойдаланиш ҳақидаги мавжуд маълумотлар тасдиқлайди [50, 51, 52, 65, 66].

Истиқболли иссиқ сақловчи материалларга ячейкали бетонлар, хусусан, ёпиқ бўшлиқларга эга бир жинсли таркиб билан характерланувчи кўпикбетонларни киртиш мумкин. Лекин анъанавий боғловчи (портландцемент, оҳак)лардан ячейкали бетонлар камчиликлари бу боғловчиларнинг нисбатан юқори бўлмаган фаоллиги билан боғлиқ, уларнинг етарлича кичик мустаҳкамлиги ҳисобланади.

Шлакишқорли ячейкали бетонларни олиш соҳасида Шерман А.Ю. [70]нинг иши ҳам маълум, унда ўртача зичлиги $400..1200 \text{ кг/м}^3$ чегараларда ҳам тўғри келадиган куйидирилмайдиган ячейкали шлакишқорли бетонларни олиш принципал имконияти кўрсатилган. Унинг томонидан бундай бетонлар хоссалари қўлланилаётган шлак турига боғлиқ равишда ўзгариши ўрнатилган кўрсаткичларини жуда ошириш мумкин. Лекин бундай бетонлар паст к.с.к.га эга.

Конструктив автоклав газобетон шлакишқорли бирикма ва лессли тупроқлар асосида Сикорский О.Н.[63] томонидан олинган. Унинг томонидан ўтказилган тадқиқотлар натижасида ўртача $800...1500 \text{ кг/м}^3$ зичликда 25...125 мустаҳкамлик бўйича маркадаги ва

ўртача 400... 800 кг/м³ зичликда 15... 80 маргадаги газобетон ишлаб чиқилди.

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

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

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

Шлакишқорли ячейкали бетонларнинг ўрганишга Багров Б.О. [44, 45, 46] нинг кўпгина ишлари бағишланган. Унинг томонидан грануланган домна шлаки асосида автоклавсиз ячейкали бетонлар тадқиқ этилган. Бундай бетонлар мустаҳкамлиги 700...1000кг/м³ зичликда 2,8...7,8 МПа га етади. Унинг томонидан материалнинг сув ютилишини камайтириш учун бетон таркибига ғоваклар деворларини кольмаловчи полистрол бисер киритиш таклиф қилинган. Лекин Багров Б.О. асосий эътиборни рангли металлургия шлаклари асосида иссиқ изоляцияли ячейкали бетонларга қаратди ва бундай материалларни газобетон ҳам, пенобетон технологиялари бўйича олишнинг принципиал имкониятини ўрнатди.

У олинадиган композицияларнинг тузилишини шакллантириш жараёнида анънавий кальций бирикмалар композициялардаги каби қонунларга бўйсунishiга асосланди[44, 45].

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

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

Қаралаётган тадқиқотлар асосан материалнинг иссиқлик изоляцияси хоссаларини таъминловчи ғовакларнинг текис тақсимотига, доиравий ва уларнинг зич жойлаштиришига эга бетонни олишга йўналтирилган. Шу билан бирга шлакишқорли газобетонда Сикорский О.Н.нинг[63] аввал ўтказган тадқиқотларидан келиб чиқадики, кесувчан ғоваклар мавжуд, бу эса унинг фикрича материалнинг хусусияти ҳисобланади. Бундай махсуслик акустик, хусусан, товуш ютувчи хоссаларга эга бўлган материални олишда қўлланилиши мумкин. Турли шлакларда шлакишқорли газобетонлар соҳасидаги ишларга силикомарганец шлак ишлаб чиқариш асосида шлакишқор автоклав газобетоннинг таркибига ва технологияси ишаб чиқишга бағишланган Кривенко П.В. ва Мельник Г.Б. [58]лар томонидан ўтказилган тадқиқотлар ҳамда суюқ шишада иссиққа чидамли газобетон соҳасида Кривенко П.В. ва Ушаткин С.М. ишланмалари киради [57].

Бу тадқиқотлар натижалари юқори хароратлар таъсирида массаларда ўтадиган янги тузилмалар ҳосил бўлиш жараёнларини бошқариш жуда самарали бўлишидан далолат беради. Газобетон аралашмада электр қиздиришни қўллаш кенг чегараларда газ ажратиб чиқариш тезлигини ўзгартиришга ва ғовак тузилишини шакллантиришни бошқаришга имкон беради[57].

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

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

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

Шлакишқорли газобетонлар олишда Атабаев К.К. бир қатор илмий-тадқиқот ишларини олиб борган[43]. Бу ишлар натижасида электротермофосфор грануллиланган шлаклари ва ишқорлар асосида ўртача зичлиги $600...900 \text{ кг/м}^3$ бўлган газобетонлар олинган. Лекин бу

олинган материаллар товуш изоляцияси учун мўлжалланган, яъни газобетон ғовакликлари бир-бири билан бириккан, боғланган.

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

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

1.3. Тадқиқот мақсади 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 буйича 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 тадқиқот усуллари

2.1. Тадқиқот учун хом ашёлар

Юқори ишқорли муҳитда табиий ва сунъий куйган моддалар ишқорлар билан реакцияга киришиб сувга чидамли ишқорли тузилмаларни ҳосил қиладилар. Ишқорли цементлар олиш мақсадида тадқиқотларимизда фаол минерал ашё ва алюмосиликат ташкил қилувчи сифатида Чимкент (Қозоқистон) “Фосфор” бирлашмасининг электротеромофосфор шлаги ишлатилди. Бу ашёнинг таркиби куйидагича, % ҳисобида: SiO_2 -41,24, Al_2O_3 -2,72, Fe_2O_3 -0,45. Шлакнинг асос модули 1,16, фаоллик модули эса 0,07. Ушбу шлаklar фосфат минерал хом ашёлар – фосфорит ва апатитларни электротермик қайта ишлаш натижасида ҳосил бўлган чиқинди ашё ҳисобланади. Хом ашё 1550...1650 °C да эритилади, натижада фосфор оксидлардан тикланиш жараёни ўтади ва фосфор ўғити олинади. Эритма фосфор ажратиб олингандан сўнг сув ёрдамида доналаштирилади. ва натижада майда донали шлак ҳосил бўлади. Бир тонна фосфор ўғити олишда 18...20 т шлак ҳосил бўлади.

Шлак майин туйилган ҳолатда ишлатилди, солиштирма юзаси ПСХ-2 ускунасида назорат қилиниб бу кўрсаткич 330...340 м²/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 1380 кг/м^3 шаклида ишлатилди.

Жадвал 2.1. Калцийлаштирилган соданинг сифат кўрсаткичлари.

№ Т/р	Кўрсаткичларнинг номланиши	Марка «Б»		
		Юқори нав.		
1	Кўриниш ҳолати	Оқ кукун порошок		
2	Углекис натрий масса миқдори (Na_2CO_3), %	99.4		
3	Маҳсулотни печда куйдирилмаган ҳолатдаги углекис натрий масса миқдори (Na_2CO_3), %	98.9		
4	Куйдиришдаги йўқолиш масса миқдори ($270\text{-}300^\circ\text{C}$ бўлгандаги), %	0.5		
5	Хлориднинг қайта ҳисобий массавий миқдори NaCl , %	0.4		
6	Темирнинг қайта ҳисобий массавий миқдори Fe_2O_3 , %	0.003		
7	Сувда эримайдиган моддалар массавий миқдори, %	0.03		
	Сульфатнинг қайта ҳисобий массавий миқдори Na_2SO_4 , %	0.04		

Ишқорли ташкил қилувчи сифатида зичлиги 1400 кг/м^3 , силикат модули 1, 2, 3 бўлган саноат суюқ шишаси ишлатилди.

Пенобетон тайёрлашда кўпик ҳосил қилиш учун Россияда ишлаб чиқилган ПБ-2000 маркали модда ишлатилди. ПБ-2000 – суюқ ҳолатда бўлиб, ранги сарғиш.

Кўпик бетон тайёрлашда майда тўлдирувчи сифатида ГОСТ 8269-93 талабларига мос келувчи йириклик модули $M_{\text{й}}=2,2...2,4$ бўлган Зарафшон карьерининг дарё қуми ишлатилди. Бу қум қум-шағал аралашмасидан элаб ва ювиб олинган.

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

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

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

Хом ашё	Намуна №	Оксидларнинг массавий миқдори, %									
		Қ.М.К.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	R ₂ O	жами	W
Навоий цемент заводи портландцемент клинкери	1	0,30	21,84	4,78	4,75	74,79	2,59	0,56	1,58	99,82	0

Жадвал 2.2. Хом ашёларнинг кимёвий таркиби

2.2. Тадқиқот усуллари танлаш

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

Пенобетон қоришмасини тайёрлаш учун “SCARLETT” маркали миксердан фойдаланилди. Қоришма миксерда кўпиртирилгандан кейин пўлат қолипларга қуйилди ва нам шароитда сақланди. Намуналарни сақлаш ва сиқилишга синаш ГОСТ 10180-90 бўйича бажарилди. Пенобетоннинг ўртача зичлиги ГОСТ 12730.1-78 бўйича, совуқбардошлиги ва қуриганда усадкаси ГОСТ 25485-89 бўйича, иссиқ сақлаш қобиляти ГОСТ 7076-87 бўйича аниқланди.

Физикавий-кимьёвий тадқиқотлар олиб бориш учун нормал қуюқликдаги боғловчи хамиридан тайёрланган томонининг узунлиги 20 мм бўлган куб шаклидаги намуналар ҳам тайёрланди. Намуналар 3+6+2 соат режимда изотермик ҳарорат 95-100 °С бўлган шароитда иссиқлик билан ишлов берилди.

Электрон микроскопик таҳлил. Тадқиқи қилинаётган намуналар микро тузилиши ва фазавий таркибини ўрганиш учун (TELSA-BS-242E) микраскопда 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 репликлар 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 турликатталикларда, кристаллар ўлчамлари 3-4мкм бўлган ҳолат олинди.

Рентген таҳлили. Рентген таҳлили бошқа физик кимёвий усулларга қараганда универсал ва ҳозирги пайтда мукаммал тадқиқот усули ҳисобланади. Булардан фойдаланиб таркиби бўйича мураккаб материалларни сифат ва миқдорий фазовий таҳлилни ўтказишга ҳамда индивидуал бирлашмалар кристал тўрлар тузилишини аниқлаш мумкин.

Рентген таҳлили мақсадларига ва объект турига боғлиқ равишда турли тадқиқот усуллари қўланилади: ярим кристаллик намуналар учун кукун ва Дебай Шерер усуллари ва монокристал намуналар учун Лауэ усули.[81]

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

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

Турли тадқиқотчилар томонида турли малумотли қўланмаларда келтирилган кўпгина сувсиз ва сувли кристал ва минералларнинг ишончлиги рентгенограмма орқали олинган. Турли минералларнинг энг тўла рентгенографик ҳарактеристикалари рўхати ҳалқаро картатекада берилган [78, 82].

Юқорида кўрсатилган электротермофосфор шлак, шлакишқорли цемент, портландцемент композициялари асосида олинган намуналар дифракцион расмлари CuK_α -нурланишда, Ni-филтир билан, ДРОН-0.2 рентген қурилмасида олинган. Рентгенограммани олиш санагич дискининг 2град/дақ. тезлигида амалга оширилди. Ички эталон сифатида монокристал кварцдан фойдаланилди. Кобальтли нурланиш тўлқин узунлиги- $1,78529\text{\AA}^0$, трубка кучланиши-25 кV, трубка қиздиргич токи-20 кв. Фазаларни идентификациялашда (1-3) ишлар муаллифлари тузган жадвал ва машғулотномалардан ҳамда ASTM рентген порошокграммалари бўйича картатекадан фойдаланилди[80, 83].

Боғловчиларнинг **дифференциал-термик анализи (ДТА) ва дифференциал-термик гравиметрияси (ДТГ)** “Паулик-Паулик-Верден” ускунасида бажарилди. Намунанинг массаси 500 мг, гальванометр деталларининг нисбати 1/10. Намунанинг максимал қиздирилиш ҳарорати 1000°C . Расмга олиш тезлиги 10 градус бир минутда. Эталон сифатида қиздирилган техник глинозем ишлатилди. Дериватограммаларни расшифровка қилишда [26, 27] манбалардан фойдаланилди.

Демак танланган тадқиқотлар усуллари стандартларга мос келади, чуқур физикавий-кимёвий тадқиқотлар олиб бориш имконини беради ва қўйилган мақсадга эришишга асос бўлади.

II боб бўйича хулоса

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

III-боб. Ишқорли ячейкали бетонларнинг таркибини ишлаб чиқиш ва хоссаларини тадқиқотлаш

3.1. Ишқорли кўпикбетон таркибини ишлаб чиқиш

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 чидавчанликга эга [4]. 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 3.1-жадвалда келтирилган.

Жадвал 3.1. Ишқорли пенобетонлар таркиби ва хоссалари

№ 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									
2									
3									
4									
5									

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Олинган натижаларнинг таҳлили шуни кўрсатадики, электротермофосфор шлаки асосида олинган ишқорли цементларнинг эгилишга ва сиқилишга бўлган мустаҳкамлик чегараси қотиш шароитиданқатъий назар оддий портландцементнинг мустаҳкамлигидан юқори. Шу билан бирга бу фарқ уч маркагача етади. 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 37 МПа ни, суюқ шиша ишлатилганда эса 63 МПа ни ташкил этади. Бу сонлар портландцементникига тенг ва тахминан 90...95% га юқори. Бу фарқлар ишқорли цементга 30% цемент қўшимчаси киридилганда янада ошиб боради ва то 90% гача етади (3.1-жадвал).

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 42 МПани, 28 кун қотгандан кейин 40,1 МПа бўлган бўлса, шлак, суюқ шиша ва 30 % цемент асосидаги ишқорли цементда эса шу кўрсаткичлар мос равишда буғлатган намуналарда 66,2 МПани ва 28 кунлик намуналарда эса 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 [7, 8].

Шунлай қилиб, тадқиқотлар натижасида қабул қилиб олинган хом ашё маҳсулотлари асосида ишқорли ташкил қилувчи сода асосида 400, суюқ

шиша асосида эса 600 маркали ишқорли цементлар олинди. Бундай юқори маркаларни олишнинг асосий сабабчиси қотган ишқорли цемент тошининг янги тузилмаларининг таркиби билан изоҳлаш мумкин. Шу сабабли рентгеноструктур анализ, дифференциал термик анализ ва микроскопик анализларни ўз ичига олган комплекс физикавий-кимёвий анализлардан фойдаланиб электротермофосфор шлаки, шу шлак ва сода ҳамда шу шлак ва суюқ шиша асосидаги қотган сунъий тошнинг янги тузилмалари тадқиқотланди. Солиштириш учун цемент-сув асосидаги қотган тош ҳам шу усуллар билан тадқиқотланди. Бу анализларнинг натижадари 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6 ва 3.7- расмларда келтирилди.

Тоза электротермофосфор шлакининг дифференциал-термик анализи эгри чизиғида 900°C да экзотермик ва 700°C да эндотермик эффектларни кўрамиз (3.3-рам). Эндотермик эффект шлакдаги полиморф ўзгаришлар бўлиб ўтаётганини кўрсатади, экзотермик эффект эса волластонитнинг парчаланишига ишора қилади. Демак электротермофосфор шлагида асосан кальцийнинг силикати, хусусан волластонит минерали борлигидан далолат беради. Бу хулоса электротермофосфор асосида олинган ишқорли цементлар тадқиқотлари келтирилган А.Азимовнинг илмий ишларида келтирилганларга мос келади [39].

Рентгенограммаларнинг натижаларининг таҳлили шуни кўрсатадики, ишқорли цементлар қотганида ҳосил бўлган сунъий тошнинг таркибидаги янги тузилмалар портландцемент асосидаги сунъий тошнинг таркибидаги янги тузилмалардан фарқли асосан аморф модда бўлган гел (қаттиқ цемент лойи) фазасидан иборат (3.4, 3.5, 3.6 ва 3.7 расмлар). Шу билан бирга кальцитнинг чизиқлари ишқорли компонент ишлатилганда сезиларлироқ нисбатан суюқ шиша ишлатилганда. Демак кальцит тез кристалланиб биринчи ишқорли цемент тошида структура ҳосил қилади ва ишқорли цемент қотиши бошланади. Цемент қўшимчаси солинган ишқорли цемент

тошининг рентгенограммаларини портландцемент тошининг рентгенограммалари билан солиштирганда ишқорли цемент тошининг янги тузилмалари таркибида портландцемент тошининг янги тузилмаларига хос сувли минераллар бўлган икки кальцийли гидросиликатнинг, учкальцийли гидроалюминатнинг, кальцийнинг гидроферритларининг ва $\text{Ca}(\text{OH})_2$ нинг чизиқларини кўрмаймиз. Демак портландцементнинг юқори асосли минераллари ишқор ёрдамида шлакнинг минераллари билан бирикиб натижада паст асосли минералларни ҳосил қилган. Маълумки паст асосли минераллар цемент тошининг юқори мустаҳкамлиги, сульфатбардошлиги, совуқбардошлиги ва бошқа афзалликларининг гаровидир. Қотган ишқорли сунъий тошнинг таркибида ишқорли янги тузилмалар дифракцион чизиқлиринг кўринмаслигига сабаб бу тузилмаларнинг қотиш бошланғич даврларида қаттиқ цемент лойи шаклида эканлиги деб ҳисоблаймиз.

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).

Шундай қилиб тадқиқотланган ишқорли цементлар таркибларининг юқори мустаҳкамликга эга эканлиги қотиш натижасида ҳосил бўладиган янги тузилмаларнинг таркиби билан ифодаланади. Бундай янги тузилмалар таркибили ишқорли цементлар қотиши натижасида ҳосил бўлган сунъий тош юқори мустаҳкамликга, сульфатбардошликга, совуқбардошликга ва бошқа афзалликларга эга бўлади. Шу сабабли бундай ишқорли цементлар асосида ячейкали бетонларнинг энг кўп тарқалган тури кўпик бетон таркибини тузиш ва тадқиқотлашга ўтамыз.

Тадқиқотлар учун кўпик бетоннинг ўртача зичлиги 600 кг/м^3 танлаб олинди, чунки ушбу ўртача зичлик қурилишда энг кўп ишлатилади ва агар

бошқа ўртача зичлик керак бўлганда тулдирувчи бўлган қум ҳисобидан бошқариш имкони мавжуд.

Тадқиқотлар учун танланган кўпик бетон таркиблари 3.2-жадвалда келтирилади.

Бунда ишқорли ташкил этувчи сифатида кальцийли соданинг 1200 кг/м^3 зичликдаги сувдаги эритмаси, натрийли суяқ шишанинг 1300 кг/м^3 зичликдаги сувдаги эритмаси ишлатилди. Тўлдирувчи сифатида Зарафшон дарьесининг қуми ишлатилди. Бу махсулотларнинг сифат кўрсаткичлари 2.2 бўлимда келтирилган.

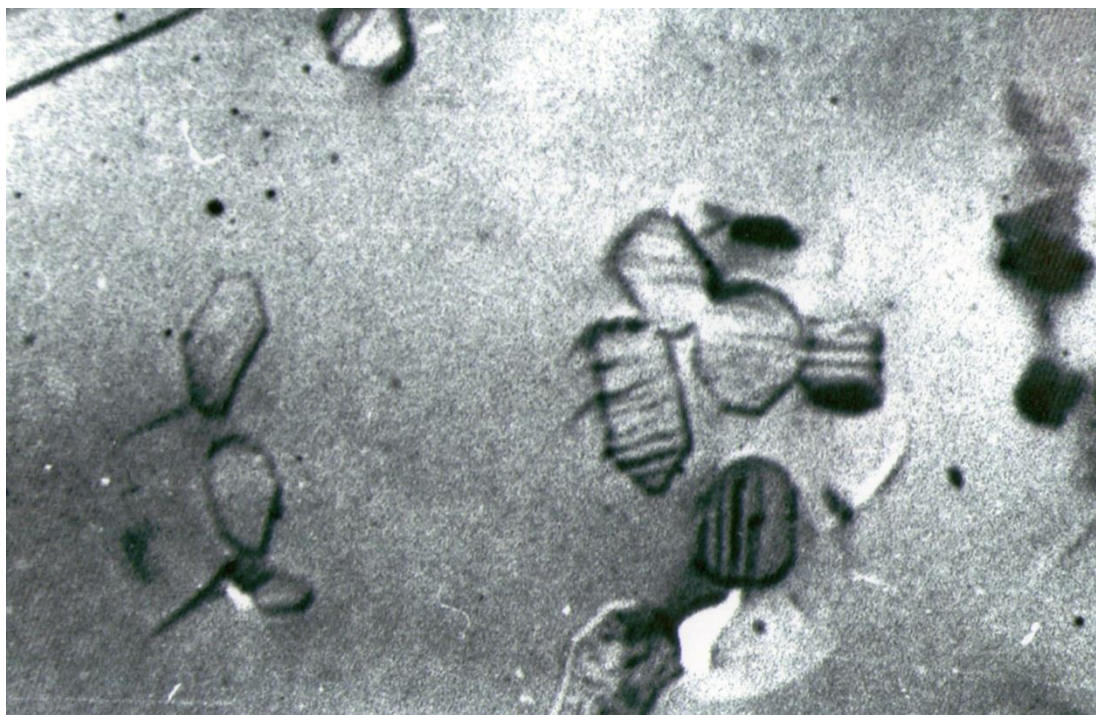
Солиштириш учун ОАЖ “Қизилқумцемент” ПЦ 400 Д20 маркали портландцементи асосида ҳам кўпик бетон олинди ва тадқиқотланди. Ҳамма таркибларда боғловчиларнинг сарфи 380 кг/м^3 этиб олинди.

Тадқиқотланаётган 2, 3, 4, 6, 7 ва 8-чи таркибларга ОАЖ “Қизилқумцемент” нинг ПЦ 400 Д20 маркали портландцементи қўшимча сифатида 10, 20 ва 30% миқдорида кўпик бетон қоришмасини тайёрланаётганда солинди. Барча таркибларда кўпик ҳосил қилувчи сифатида “ПБ-ЛЮКС” маркали пенообразователь ишлатилди ва унинг сарфи 700 мл/м^3 бўлди. 3.2-жадвалда келтирилган таркиблар асосида $150 \times 150 \times 150 \text{ мм}$ ўлчамдаги намуналар тайёрланди, нормал шароитда, яъни намлиги 95% дан юқори бўлган шароитларда сақланди ва 3, 7, 14 ва 28 кунлик сиқилишга бўлган мустаҳкамлик чегараси гидравлик прессида аниқланди. Ҳар бир муддатга 3тадан намуналар синалиб ўртача миқдори топилди. Бундан ташқари ҳар бир таркибнинг ўртача зичлиги аниқланди.

Олинган натижаларнинг таҳлили шуни кўрсатадики, ишқорли цемен асосида “ПБ-ЛЮКС” пенообразователи ишлатилганда пенобетон олиш мумкин, чунки ишқорли цементлардаги юқори ишқорли муҳитда ҳосил бўлган кўпик пуфакчалари устувор ва бир неча соатлар давомида шу устуворлигини сақлайди. Чамалаш тадқиқотларида “АРЕКОН” маркали

пенообразователь ҳам ишлатиб кўрилганда, ҳосил бўлган кўпик пуфакчалари устувор бўлмади, тез орада кўпик “ўтирарди”.

Тадқиқотланаётган пенобетонларнинг то 28 кунгача мустаҳкамлигининг ошиш интенсивлиги 3.8 ва 3.9-расмларда келтирилган. Шунини таъкидлаш керакки барча таркиб намуналари вақт ўтиши билан мутассил ўз мустаҳкамлигини ошириб боради. Бу ошириш ишқорли компонент сифатида сода ишлатилганда суюқ шиша ишлатилгандан кўра интенсивроқ. Масалан сода асосидаги намуналарнинг 3 кунлик мустаҳкамлиги жуда паст бўлгани билан 28 кундан кейин эса 0,00 МПа гача, яъни 4-5 баробарга кўтарилди (1 ва 5 таркиблар, 3.2 жадвал). Суюқ шиша ишлатилганда эса бу кўрсаткич 2 бараварга ошди.



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

Портландцемент асосидаги пенобетон намуналари (9-чи таркиб, 3.2-жадвал) синов натижалари анализи шуни кўрсатдики 28 кундан кейин мустаҳкамлик 0,94 МПа ни ташкил этди, бунинг асосий сабаби портландцемент активлигининг пастлигида, 28 кунлик активлик фақатгина 34 МПа ни ташкил этади (таркиб 1, 3.1 жадвал).

Ишқорли цементлар таркибига қотувчи тизимнинг асосийлигини оширувчи цемент қўшимчасининг 10, 20 ва 30% миқдорида солиниши, ишқорли ташкил қилувчининг туридан қатъий назар, қотишнинг барча даврларида активликнинг ошишига олиб келади. Масалан, ишқорли компонент сифатида сода ишлатилганда 10% цемент солинганда 7, 17 ва 28 кунда 3 кунлик мустаҳкамликга нисбатан 1,5 , 2,1 ва 3.3 баробарга, 20% солинганда 1,5 , 2,2 ва 4,8 баробар ва 30% солинганда 1,3 2 ва 2,5

Расм 3.4. “Цемент+сув” таркибли цемент тошининг рентгенограммаси

Расм 3.5. ”ЭТФ шлаки+Суюқ шиша” таркибли ишқорли цемент тошининг рентгенограммаси

Расм 3.6. “ЭТФ шлаки+Цем.20%+Сода” таркибли ишқорли цемент тошининг рентгенограммаси

Расм 3.7. “ЭТФ шлаки+Сода” таркибли ишқорли цемент тошининг рентгенограммаси

Жадвал 3.2. Ишқорли кўпикбетоннинг таркиблари ва хоссалари

Расм 3.8. Ишқорли кўпикбетонларнинг мустаҳкамлик чегараси бўйича солиштирма диаграммаси.

Расм 3.9. Ишқорли кўпикбетонларнинг мустаҳкамлик чегараси бўйича солиштирма диаграммаси.

Расм ва керакли жадваллар муаллиф томонидан келтирилмаган. Sindar87@mail.ru электрон манзили орқали керакли маълумотлар ва саволларга жавоб олишингиз мумкин.

баробар мустаҳкамлик ошди (2, 3 ва 4 таркиблар, 3.2-жадвал). Худди шундай қонуният ишқорли компонент сифатида суяқ шиша ишлатилганда ҳам рўй беради. Бироқ бунда мустаҳкамликнинг ошиш тезлиги бироз паст. Портланцемент қўшимчасининг оптимал миқдори содада ҳам, суяқ шишада ҳам 20% (3.8-расм).

Бу қонуниятни шундай изоҳлаш мумкин: портландцемент қўшимчаси қотаётган ишқорли тизимнинг асосийлигини оширади, лекин кристаллизацияланиш маркази вазифасини бажармайди. Буни “электротермофосфор шлаки+суяқ шиша” микроскопик кўриниши тасдиқламоқда. Расмда аморф модданинг марказида янгитузилмаларнинг кичик кристалларини кўрамиз. Бу кальцийнинг паст асосли гидросиликатларидир.

Оптимал миқдорда солинган портландцемент қўшимчаси билан натижада ГОСТ 25485-89га мос келувчи пенобетон олинди. Энди бу таркибларнинг асосий физикавий-механикавий хоссаларини тадқиқотлашга ўтамиз.

3.2. Ишлаб чиқилган ишқорли купикбетонни физикавий-механикавий хоссаларини тадқиқотлаш

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

Электротермофосфор шлаки, портландцемент қўшимчаси, сода ва суяқ шиша асосида оптимал таркибли (3 ва 7 таркиблар, 3.2-жадвал) ишқорли пенобетонни тадқиқ этиш бўйича олинган натижалар жадвалда

келтирилган. Кўпик ҳосил қилувчи восита сифатида ПБ-Люкс (Россияда ишлаб чиқарилган)дан фойдаланилди. Олинган натижалар 3.3-жадвалда келтирилган.

Жадвал 3.3. Ишкорли пенобетоннинг физикавий-механикавий хоссалари

№	Кўрсаткичлар номлари	Ўлчов бирлиги	Кўрсаткич киймати
1	Қуруқ ҳолатдаги ўртача зичлик Зичлик бўйича марка	кг/м ³	D 600
2	Сикилишдаги мустаҳкамлик чегараси Сикилишдаги мустаҳкамлик бўйича бетон синфи	МПа	B 1,5
3	Қуришдаги чўкиши	мм/м	
4	Ҳавонинг :75% 90% нисбий намлигида сорбцион намлик	%	
5	Иссиклик ўтказувчанлик	Вт/(мх ⁰ С)	
6	Совуққа чидамлилик Совуққа чидамлилик маркаси	цикллар	F25

Олинган натижалар таҳлили шундан далолат берадики, пенобетоннинг ишлаб чиқилган таркиби ГОСТ 25485-89 «Ячейкалы бетонлар.Техник

шартлар»ни қаноатлантирувчи физикавий-механикавий хоссаларга эга D 600 зичлик бўйича маркага мос келади.

Пенобетонларнинг асосий кўрсаткичларидан бири бу уларнинг қотиш шароитида ҳажмида ва ўлчамларида ўзгариши, яъни усадкаси ҳисобланади. Пенобетонларнинг усадкаси жуда кўп факторлардан боғлиқ, булар ғовакликнинг миқдори, яъни ўртача зичлик, таркибдаги цементнинг миқдори, сув-цемент нисбатига, цемент тошининг кристалланганлик даражасига, қотиш шароитига ва бошқаларга боғлиқ. Ишқорли пенобетоннинг усадкасига ишқорли цемент тошининг кристалланганлик даражаси ва қотиш шароитини тадқиқотлаш мақсадида пенобетондан 40x40x160 мм ўлчамдаги электротермофосфор шлаки, 10% портландцемент қўшимчаси ва 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 3.4-жадвалда келтирилган.

Жадвал 3.4. Ишқорли пенобетоннинг усадкаси (% ҳисобида)

Т/б №	Қотиш шароити	Қотиш вақти, сут			
1	Нормал шароитда				
2	Очиқ ҳавода				
3	Очиқ ҳавода*				

*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. Бу хулосаларни рентгеноструктур ва микроскопик анализлар ҳам тасдиқлайди. 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).

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

III боб буйича хулоса

1. Рентгеноструктур анализ, дифференциал термик анализ ва микроскопик анализларни ўз ичига олган комплекс физикавий-кимёвий анализлардан фойдаланиб қотган ишқорли сунъий тошнинг янги тузилмалари тадқиқотланди ва аниқландики янги тузилмалар асосан аморф гел ҳолатида, паст асосли гидросиликатларнинг кам миқдордаги кристаллари, кальцитдан иборат. Ишқорли янги тузилмалар гел таркибида аморф ҳолатда бўлиб, қотишнинг кейинги даврларда кристалланади.

2. Оптимал миқдорда солинган портландцемент қўшимчаси билан ГОСТ 25485-89 талабларига мос келувчи пенобетон таркиблари олинди.

Ишлаб чиқилган таркиблардаги ишқорли пенобетонларнинг физикавий-механикавий хоссалари, хусусан сорбцион намлиги, сиқилишга мустаҳкамлиги, усадкаси, иссиқлик ўтказувчанлиги, совуққа чидамлилиги шундай деворбоп материалларга қўйилган талабларга мос келади.

Хулоса

1. 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.
4. Танлаб олинган хом ашё маҳсулотлари қўйилган тадқиқотлар олиб бориш ва қўйилган мақсадга эришиш учун мос келади.
5. Танланган тадқиқотлар усуллари стандартларга мос келади, чуқур физикавий-кимёвий тадқиқотлар олиб бориш имконини беради ва қўйилган мақсадга эришишга асос бўлади.
6. Рентгеноструктур анализ, дифференциал термик анализ ва микроскопик анализларни ўз ичига олган комплекс физикавий-кимёвий анализлардан

фойдаланиб қотган ишқорли сунъий тошнинг янги тузилмалари тадқиқотланди ва аниқландики янги тузилмалар асосан аморф гел ҳолатида, паст асосли гидросиликатларнинг кам миқдордаги кристаллари, кальцитдан иборат. Ишқорли янги тузилмалар гел таркибида аморф ҳолатда бўлиб, қотишнинг кейинги даврларда кристалланади.

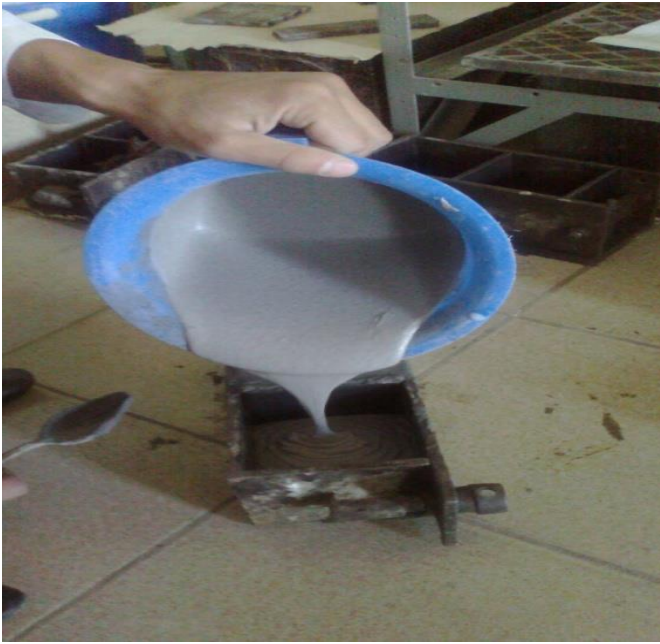
7. Оптимал миқдорда солинган портландцемент қўшимчаси билан ГОСТ 25485-89 талабларига мос келувчи пенобетон таркиблари олинди.

Ишлаб чиқилган таркиблардаги ишқорли пенобетонларнинг физикавий-механикавий хоссалари, хусусан сорбцион намлиги, сиқилишга мустаҳкамлиги, усадкаси, иссиқлик ўтказувчанлиги, совуққа чидамлилиги шундай деворбоп материалларга қўйилган талабларга мос келади.

И Л О В А Л А Р











Фойдаланилган адабиётлар РЎЙХАТИ

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2009 йил 3 августдаги ПҚ-1167-сонли «Қишлоқ жойларда уй-жой қурилиши қўламини кенгайтиришга оид қўшимча чора-тадбирлар

тўғрисида»ги қарори (*Ўзбекистон Республикаси қонун ҳужжатлари тўплами, 2010 й., 24-25-сон, 193-модда*)

2. 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*)

3.Каримов И.А. Узбекистан свой путь обновления и прогресса. Т. Узбекистан, 1992 стр. 71.

4.Кривенко П.В. Специальные шлакощелочные цементы – Киев, Будивельник, 1992.

5.Шлакощелочные бетоны на мелкозернистых заполнителях. Под ред. проф. В.Д.Глуховского - Киев, Высшая школа, 1982.

6.Байдов В.В. Ультразвуковые исследования и микроструктура силикатных расплавов-В кн. : Свойства и структура шлаковых расплавов . –М. Наука, 1970.

7. Щелочные цементы и бетоны. Материалы первой интернациональной Конференции. Киев, 1994.

8. Султанов А.А. Шлакощелочные цементы и бетоны на основе гранулированных шлаков цветной металлургии. Автореферат дисс. на соиск. уч. степени канд. техн. наук. Киев, 1985

9. Шлакощелочные цементы, бетоны и конструкции. Материалы III Всесоюзной конференции. Киев, 1989 г.

10.Шлакощелочные вяжущие и мелкозернистые бетоны на их основе. Под общей редакцией проф.В.Д.Глуховского. Ташкент, Узбекистан, 1980.

11.Безобжиговые щелочные вяжущие и бетоны. Сборник научных трудов ученых Республики Узбекистан. Ташкент, 1994.

12.Глуховский В.Д., А.А. Тулаганов, Г.В. Румына, И.К. Касимов. Шлакощелочные легкие бетоны. Ташкент, Фан, 1992.

13. Тулаганов А.А. Структурообразование, технология и свойства легких бетонов на модифицированных щелочных вяжущих. Автореферат дисс. на соиск. уч. ст. докт. техн. наук. Ташкент, 2000 г.
14. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества. М., Высшая школа, 1986
15. Якимечко Я.Б. Влияние химических добавок и температуры на твердение негашеной извести. М. Недра, 1992, стр. 3.
16. Р.С.Жукова, Генетическая роль гидрооксида кальция в цементном камне. Вестник. М., 1993.
17. Ж.В.Скурчинская [16] Влияние сульфитно-дрожжевой бражки и поташ на гидратацию C_3S . Вестник. М., 1993.
18. Пинкер В. А. Пенобетон в современном строительстве // Строительная альтернатива. - 2002. - № 3
19. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул. М. высшая школа. 1988, стр. 17-41.
20. Н.А.Белелюбский, Н.Н.Лямин, С.А.Дружинина. А.С. СССР № 808413 С 04 В 7/00 БИ №8 1981
21. Колбасов В.М., Елисеев Н.И., Панюшкина Т.А. Формирование структуры цементного камня в присутствии добавок суперпластификаторов. М., 1991.
22. П.П.Будников, Д.С.Белянкин, Н.А.Торопов. Щелочной цементи. А.С. СССР № 1209637 С 04 В 7/17 БИ №5 1986
23. Шпынова Я.Г., Якимечко Я.Б., Петрушка И.М. Структурообразование растворов на молотой негашеной извести с комбинированной химической добавкой. Вестник. М., 1993.
24. В.В.Горшков, В.В.Лапин Шлакощелочной цементи. АС СССР № 1189831 С 04 В 7/00 БИ №41 1985 г
25. С.Д.Маканов, В.В.Серов, С.М.Рояк. Цементи. АС СССР № 1186595 С 04 В 7/00 БИ №39 1985 г.
26. М.И.Стрелков, И.Л.Значко-Яворский Вяжущий вещество. АС СССР № 1217813 С 04 В 7/00 БИ №10 1986 г.

27. В.И.Сатерин, Я.М.Сиркин. Цементи на основе металлургический шлагов. АС СССР № 1283231 С 04 В 7/00 БИ №2 1987 г.
28. Разработка состава и технология расширяющихся и напрягающихся щелочных цементов, расширяющихся щелочных веществ для отделения мраморных блоков от горного массива и щелочных тампонажных растворов. Информационный отчет о НИР (заключительный) № 01.200009690
29. Султанов А.А., Хен Н.В. Разработка расширяющихся щелочных веществ для отделения мраморных блоков от горного массива. Журнал «Меъморчилик ва курилиш муаммолари». Самарканд, 2003, №1, стр. 31-33.
30. Косимов Э. Узбекистон курилиш ашёлари. Тошкент, 2002, стр 193.
31. Махмудова Н.А, Нуритдинов Х.Н. Богловчи моддалар. Тошкент, 2000, стр 50.
32. Газиев У.А., Махмудова Н.А. Богловчи материалларнинг истикболли турлари ва улар асосида бетон ишлаб чиқариш. Тошкент, 2002, стр 2-76
33. Мунзер Х.К. Твердение вяжущих и бетонов на основе щелочных шлакопортландцементов. Автореферат дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. Киев, 1989г.
34. Карибаев К.К. Поверхностно-активные вещества производстве вяжущих материалов. –Алма-ата; Наука, 1980-336с.
35. Kühe #. Zement-Chemie, Band 23. –VEB Verlag Technik, Berlin, 1958.
36. Кравченко И.В. Быстротвердеющие и высокопрочные цементы. В кн.: Шестой Международный конгресс по химии цемента. – М.: Стройиздат, 1976.-т.з.-6-20с.
37. Ахвердов И.Н. Основы физики бетона. –М:Стройиздат, 1981-464с.
38. А.с. 449894 СССР, МКИ С 04 в 19/00. Вяжущее / В.Д.Глуховский (СССР) // Открытия. Изобретения. - 1974. - N 42. - С. 98.
39. А. с. 622785. СССР.: МКИ. С 04 В 23/04. Добавка в ячеистый бетон на шлакощелочном вяжущем / А.Т.Ухова , А.Т. Баранов, Б.О.Багров, Р.В.Шульгина. //Открытия. Изобретения. -1978. – N3.
40. А. с .772998. СССР. МКИ С 04 В 13/22, Комплексная добавка для ячеистобетонной смеси на шлакощелочном вяжущем./ Б.О.Багров, Т.Д.Васильева,

С.А.Высоцкий. //Открытия. Изобретения.- 1980. – N39.

41. А. с . 967994. СССР, МКИ. С 04 В 15/02, С 04 В 13/20. Комплексная добавка для ячеистобетонной смеси / Б.О.Багров, Т.Д.Васильева, Н.Н.Балашова Н. Н. // Открытия. Изобретения. 1982. – N 39.

42. Борба с шумом./ Под ред. Е.Я.Юдина. - М. : Стройиздат, 1964.

43. Атабаев К.К. Шлакощелочной акустический газабетон. Дисс. на соис. учен. степ. канд. тех. наук. Киев-1994.

44. Багров Б.О. Автоклавный ячеистый бетон на шлакощелочном вяжущем: Автореф. дис. канд.техн.наук.-М.1977.

45. Багров Б.О.Производство теплоизоляционного материала из отходов цветной металлургии.- М: Металлургия, 1985,13-17с.

46. Багров Б.О.,Васильева Т.Д. Безавтоклавный ячеистый бетон на шлакощелочном вяжущем, с.89-90. Тезисы докладов всесоюзной конференции/; "Шлакощелочные цементы бетоны и конструкции" Киев 1979.

47. Баранов А.Т.,Бужевич Г.А.,Золобетон (ячеистый и плотный), М.:Госстройиздат,1960,с.217. л

48. Баранов А.Т.,Бахтияров К. И. и др. Влияние качества макропористой структуры ячеистого бетона на прочность и морозостойкость. Сб. научн. тр.НИИЖБ.- "Вопросы, технологии ячеистых бетонов и конструкций из них. М.: 1972. с . 37

49. Байболов С. М., Садуакасов М. С., Югай В. А. Пеношлако-бетон-эффективный звукопоглощающий материал. // Шлакощелочные цементы, бетоны и конструкции: Тез. док. 2-Всесоюз. науч.-прак. конф. – К: 1984. С. 242.

50. Гоц В.И., Омельчук В.П., Салий В.С. Технология изготовления шлакощелочного пенобетона.// Строительные материалы и конструкции. - 1993. -N2. –С . 32–34.

51. Г о ц В.И., Омельчук В.П., Числицкая Е. В. Ячеистые композиции на основе шлакощелочных вяжущих // Шлакощелочные цементы, бетоны и конструкции: - Тез. док. 3-Всесоюз. на у ч.- прак.кнф. - К., КИСИ: 1989. Т. II, С. 114-116.
52. Глуховский В. Д. Грунтосиликаты, их изготовление, свойства, применение. Автореф. дис... канд. техн. наук.-К, 1960.
53. Звукопоглощающие материалы и конструкции. Справочник. - М.: Связь, 1970, с. 124.
54. Звукопоглощающие и звукоизоляционные материалы./ Под ред. Юдина Е.Я. -М.: Стройиздат, 1964, с. 248.
55. Звукопоглощающие и звукоизоляционные материалы/Юдин А. Е., Осипов Г. Л., Федосеева Е. М., Блохина И.П., Кисенишская Р.Д. - М.: Госстройиздат, 1966.
56. Кривенко П.В. Закономерности формирования структуры и свойств цементного камня шлакощелочных вяжущих // Шлакощелочные цементы, бетоны и конструкции: Тез. докл. 2-й Всесоюз. науч.- практ. конф. - К: КИСИ, 1974. - С. 10-16.
57. Кривенко П.В., Старинская Н.Н., Мельник Т.Б. Шлакощелочные газобетоны на основе шлака силикомарганца // Шлакощелочные цементы, бетоны и конструкции: Тез. докл. 3-й Всесоюз. науч.- практ. конф. В 2-х т.-К.: КИСИ, 1989. Т. II. -С. 118.
58. Ласаускас В.И., Стонкус А.А. Исследование

акустических свойств газобетона на известково-песчаном вяжущем. //Сб. тр. / ВНИИ теплоизоляция.- Вильнюс, 1986. Технология теплоизоляционных и акустических изделий на основе местных вяжущих. – С. 72–76.

59. Ласausкас В.И. Акустические показатели звукопоглощающих плит "Силакпор" //Сб. тр./ВНИИ теплоизоляция. – Вильнюс, 1979.

60. Румянцев Б.М., Левина О.М. Технология отделочных звукопоглощающих плит акмигипс. // Строительные материалы. - 1984. - №3. - С. 12.

61. Румянцев Б.М., Садуакасов М.С. Акустические и эксплуатационные свойства материалов на основе гипсового вяжущего.//Строительные материалы.- 1987.-№4.-С. 22-23.

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

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

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

65. Сулейменов С. Т., Куатбаев К. К., Мацына В. И. Гранулированные электротермофосфорные шлаки в производстве мелких ячеистобетонных блоков // Пути использования вторичных ресурсов для производства строительных материалов и изделий, т. 2. - Чимкент: Каз ХТИ. 1986. С. 905.

66. Федин А. А., – Дворкин А. Т. Исследование качества пористой структуры ячеистых бетонов методом воздухопроницаемости //Сб. тр./ Воронежский

ИСИ. - Воронеж, 1970. Исследования по цементным и силикатным бетонам.

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

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

69. Числицкая О. В. Теплоизоляционный и звукоблорный шлаколульный пенобетон. Автор, дис. канд. техн. наук. Киев 1993. 19 с .

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

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

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

73. Beranek L.L. Noise Reduction new-Jork: Mograw - Hill, 1960.

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

75. 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.

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

77. Румына Г. В., Гоц В. И., Омельчук В. П. Безавтоклавный шлакощелочной ячеистый бетон. // Строительные материалы и конструкции.-1991. -N3. -С.

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

**Приветствуем Вас на сайте фирмы Строй-Бетон - известного
производителя оборудования для
пенобетона и вибропрессования.**

Наше оборудование непрерывно совершенствуется на действующих производствах. Мы предлагаем оборудование как для малого, так и для среднего и крупного бизнеса.

Приобретая у нас оборудование, Вы получаете не только продукт, прошедший испытания на многих производствах, обучение и помощь в сертификации, но и дальнейшую неограниченную во времени интеллектуальную поддержку.

Качество и технологичность производимого оборудования подтверждается тем, что продукция завода пользуется спросом не только в России и СНГ, но и во всем мире. Оборудование поставляется в Европу, Латинскую Америку, Тихоокеанский регион, Австралию.

Часть 1. Пенобетон - определение и физические характеристики.

Пенобетон, разновидность ячеистого бетона. По своим свойствам и применению подобен газобетону. (определение из БСЭ)

Пенобетон создается путем равномерного распределения пузырьков воздуха по всей массе бетона. В отличие от газобетона пенобетон получается не при помощи химических реакций, а при помощи механического перемешивания предварительно приготовленной пены с бетонной смесью.



Пена может готовиться или с помощью пеногенератора или в бароустановке. Сравнение установок с пеногенератором и без на странице [Оборудование для пенобетона с пеногенератором и без](#).

Для более подробной информации о способах производства пенобетона смотрите статью [Технология производства пенобетона](#)

Здесь мы рассмотрим основные характеристики **пенобетона** и сравним его с другими материалами. Другие аспекты производства пенобетона и его применения в строительстве смотрите в разделе "Статьи"

Основные свойства и характеристики пенобетона:

Вид пенобетона	Марка пенобетона по средней плотности	Пенобетон неавтоклавный	
		класс по прочности на сжатие	марка по морозостойкости
Теплоизоляционный	D400	B0,75	Не нормируется
	D500	B1	Не нормируется
Конструкционно - теплоизоляционный	D600	B2,5	От F15 до F35
	D700	B3,5	От F15 до F50
	D800	B5	От F15 до F75
	D1000	B7,5	От F15 до F50

Конструкционный	D1100	B10	
	D1200	B12,5	

Вопрос: что такое класс по прочности на сжатие и как перевести его в килограммы?

Ответ: Бетоны подразделяют на КЛАССЫ: B0,5, B1,5, ... , B60, которые определяются величиной гарантированной прочности на сжатие.

При производстве важно знать среднюю прочность - МАРКУ, которые бывают М5 М600 и выше.

Приблизительно перевести КЛАСС бетона в МАРКУ можно разделив класс на 0,77 умножив результат на 10 и округлив до 5 в последней цифре.

Например B1 = M15

Есть ещё ГОСТ 25192-82 по маркам и классам (в разделе ГОСТы на этом сайте)

Теперь смотрим табличку выше и видим, что для пенобетона марки 600 установлен средний класс по прочности на сжатие B2, т.е. $(2/0,77) \cdot 10 = 26$.

Т.е. получается марка пенобетона M26.

На всякий случай: Марка - это показатель прочности, обозначается "М" с цифровым значением. Цифры показывают, какую нагрузку на 1 кв.см. может выдержать изделие. Например, марка 100 (M100) обозначает, что изделие гарантированно выдержит нагрузку в 100 кг на 1 кв.см. Получаем что пенобетон плотностью 600 может выдержать нагрузку 26кг на 1кв.см.

Вопрос: что такое марка по морозостойкости?

Ответ: Морозостойкость бетона - способность сохранять свои свойства при многократном переменном замораживании и оттаивании. Морозостойкость бетона характеризуют соответствующей маркой по морозостойкости F - минимальное число циклов замораживания и оттаивания образцов бетона.

Вид пенобетона	Марка пенобетона по средней плотности	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м · ° С), не более, бетона в сухом состоянии, изготовленного		Коэффициент паропроницаемости, мг/(м · ч · Па), не менее, бетона, изготовленного		Сорбционная влажность бетона, % не более			
						при относительной влажности воздуха 75 %		при относительной влажности воздуха 97 %	
		Пенобетон, изготовленный				на песке	на золе	на песке	на золе
Теплоизоляционный	D300	0,08	0,08	0,26	0,23	8	12	12	18
	D400	0,10	0,09	0,23	0,20	8	12	12	18

	D500	0,12	0,10	0,20	0,18	8	12	12	18
Конструкционно - теплоизоляционный	D500	0,12	0,10	0,20	0,18	8	12	12	18
	D600	0,14	0,13	0,17	0,16	8	12	12	18
	D700	0,18	0,15	0,15	0,14	8	12	12	18
	D800	0,21	0,18	0,14	0,12	10	15	15	22
	D900	0,24	0,20	0,12	0,11	10	15	15	22
Конструкционный	D1000	0,29	0,23	0,11	0,10	10	15	15	22
	D1100	0,34	0,26	0,10	0,09	10	15	15	22
	D1200	0,38	0,29	0,10	0,08	10	15	15	22

Примечания:

1. Для бетона марки по средней плотности D350 нормируемые показатели определяют интерполяцией.
2. Отпускная влажность бетонов изделий и конструкций не должна превышать (по массе) 25% - на основе песка, 35% - на основе зол и других отходов производства.

Эти данные применяются для расчета допустимой толщины стен по нормам теплопроводности и паропроницаемости. Подробнее об этом читайте в статьях:

- Паропроницаемость стен возводимых с применением **пенобетона**
- Расчет теплоизоляции стен из пенобетона и варианты их строительства.

Часть 2. Пенобетон - описание преимуществ и плюсов.

ПЛЮС ПЕРВЫЙ - НАДЕЖНОСТЬ

Пенобетон является почти нестареющим и практически вечным материалом, не подверженным воздействию времени, не гниет, обладает прочностью камня. Повышенная прочность на сжатие позволяет использовать при строительстве изделия с меньшим объёмным весом, что ещё более увеличивает термическое сопротивление стены.



ПЛЮС ВТОРОЙ - ТЕПЛОТА

Благодаря высокому термическому сопротивлению, здания из пенобетона способны аккумулировать тепло, что при эксплуатации позволяют снизить расходы на отопление на 20-30%.

ПЛЮС ТРЕТИЙ - МИКРОКЛИМАТ

Пенобетон предотвращает значительные потери тепла зимой, не боится сырости, позволяет избежать слишком высоких температур летом и регулировать влажность воздуха в комнате путём впитывания и отдачи влаги, тем самым способствуя созданию благоприятного микроклимата (Микроклимат деревянного дома).

ПЛЮС ЧЕТВЁРТЫЙ - БЫСТРОТА МОНТАЖА

Небольшая плотность, а следовательно и лёгкость пенобетона, большие размеры блоков по сравнению с кирпичом позволяют в несколько раз увеличить скорость кладки. Легкий в обработке и отделке - прорезать каналы и отверстия под электропроводку, розетки трубы. Простота кладки достигается высокой точностью линейных размеров, допуск составляет +/- 1мм.

ПЛЮС ПЯТЫЙ - ЗВУКОИЗОЛЯЦИЯ

Пенобетон обладает относительно высокой способностью к поглощению звука. В зданиях из ячеистого бетона обеспечиваются действующие требования по звукоизоляции.

ПЛЮС ДЕВЯТЫЙ - ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

При эксплуатации пенобетон не выделяет токсичных веществ и по своей экологичности уступает только дереву. Для сравнения: коэффициент экологичности ячеистого бетона - 2; дерева - 1; кирпича - 10; керамзитовых блоков - 20.

ПЛЮС СЕДЬМОЙ - КРАСОТА

Благодаря хорошей обрабатываемости, возможно изготовить разнообразные формы углов, арок, пирамид, что придаст Вашему дому красоту и архитектурную выразительность.

ПЛЮС ШЕСТОЙ - ЭКОНОМИЧНОСТЬ

Высокая геометрическая точность размеров изделий позволяет осуществить кладку блоков на клей, избежать "мостиков холода" в стене и значительно уменьшить толщину внутренней и наружной штукатурки. Вес пенобетона меньше от 10 % до 87 % по сравнению со стандартным тяжелым бетоном. Значительное снижение веса приводит к значительной экономии на фундаментах.

ПЛЮС ВОСЬМОЙ- ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТЬ

Изделия из пенобетона надёжно защищают от распространения пожара и соответствуют первой степени огнестойкости, что подтверждено соответствующими испытаниями.

Таким образом, он хорошо подходит для применения в огнестойких конструкциях. При воздействии интенсивной теплоты, типа паяльной лампы, на поверхность бетона он не расщепляется и не взрывается, как это имеет место с тяжелым бетоном. В результате этого арматура защищена более долгое время от нагревания. Тесты

показывают, что пенобетон толщиной 150 мм защищает от пожара в течение 4 часов. На испытаниях проведенных в Австралии, наружная сторона панели из пенобетона толщиной 150 мм была подвергнута нагреванию до 1200⁰С

ПЛЮС ДЕСЯТЫЙ - ТРАНСПОРТИРОВКА

Благоприятное соотношение веса, объёма и упаковки делает все строительные конструкции удобными для транспортировки, и позволяют полностью использовать мощности как автомобильного, так и железнодорожного транспорта.

ПЛЮС ОДИННАДЦАТЫЙ - ШИРОТА ПРИМЕНЕНИЯ

Тепло- и звукоизоляция крыш, полов, утепление труб, изготовление сборных блоков и панелей перегородок в зданиях, а так же из пенобетона более высокой плотности этажных перекрытий и фундаментов.

Часть 3. Пенобетон - сравнение с другими материалами.

При сравнении пенобетона с другими материалами надо учитывать, что:

1. он экологически чистый, "дышит", негорюч.
2. легко производим как в стационарных условиях, так и на строительной площадке
3. производится из доступных в любом регионе компонентов
4. себестоимость пенобетона невысока

Итак, ниже находится таблица сравнивающая теплопроводность пенобетона и других строительных материалов. Опять таки надо учесть, что пенобетонный блоки можно класть на клей, что уменьшает мостики холода и соответственно теплопотери.



Материал	Плотность, кг/м3	Теплопроводность, Ккал/м ² г ⁰ С
Мрамор	2700	2,9
Бетон	2400	1,3
Пористый глиняный кирпич	2000	0,8

Пенобетон	1200	0,38
Пенобетон	1000	0,23
Пенобетон	800	0,18
Пенобетон	600	0,14
Пенобетон	400	0,10
Пробка	100	0,03
Минеральная вата	100	0,032
Пенополистирол	25	0,030
Пенополистирол	35	0,022

В большинстве случаев для производства пенобетона используют одну из двух технологий - баротехнологию или классическую технологию. Далее мы рассмотрим оборудование для этих технологий, а также способы производства пенобетонных блоков.

Все оборудование произведено заводом Строй-Бетон и отличается высоким качеством и надежностью. Оборудование работает не только в России и СНГ, но и в дальнем зарубежье.

Виды оборудования для различных технологий производства пенобетона:

1. Мобильные установки без пеногенератора (пенобетонные установки Санни-014 и Санни-025), работающие по принципу баротехнологии. Данные установки позволяют получать пенобетон без пеногенератора. Производительность установок 20 и 40 куб.м. пенобетона в сутки,



2. с
о
о
т
в
е
т
с
т
в
е
н
н

о. Плюсами данных установок являются дешевизна и простота получения пенобетона. Минусами повышенный расход пенообразователя,

сравнительно небольшая производительность и меньшая прочность получаемого пенобетона, по сравнению с оборудованием на базе пеногенераторов.

Установки для пенобетона Фомм-Проф, созданные на базе немецкого пеногенератора. Работают по классической технологии пенобетона. Установки смонтированы как единый комплекс и позволяют получать до 100 куб.м. **пенобетона** в сутки. Плюсами данных установок являются высокая производительность, небольшой расход пенообразователя, легкая встраиваемость в технологические линии производства, получение пенобетона с большей прочностью и более низкой себестоимостью. Минус - более высокая цена по сравнению с мобильными установками.

Вне зависимости от типа установки и вида технологии производства пенобетона, в ней получается пенобетон. Если заливать этот пенобетон на стройке в опалубку, то кроме одной из этих установок и компрессора к ней, более ничего не нужно. Если производить пенобетонные блоки, то понадобится заливать выходящий из установок пенобетон в формы для получения блоков.

Способов получения блоков три:

Заливка пенобетона в кассетные металлические формы. Залитый пенобетон застывает в течение 10 часов, после этого форма разбирается, и из нее достаются готовые блоки. Одну форму можно использовать 2 раза за сутки. Соответственно, если производить 20 куб.м. пенобетона в день, то нужно 10 форм и 2-х сменная работа.

Мы производим высокоточные формы для пенобетона с отклонением размеров на блок не более 1 мм. При изготовлении формы применяется лазерная резка и фрезеровка. Формы универсальные, т.е. в одной и той же форме можно производить и перегородочные блоки толщиной 100 мм и стеновые толщиной 200 мм. Типоразмеры форм - 500х300х100(200), 600х300х100(200), 400х200х200. Возможна поставка форм других типоразмеров.

При объемах производства до 40 куб.м. блоков в день технология разлива по формам экономически более целесообразна. Плюсы: сравнительно небольшие вложения и простота производства. Минусы: трудно производить большие объемы, привязанность к типоразмерам.

1. Резка пенобетонных массивов на резательных установках. Сначала пенобетон заливается в формы без перегородок, где получается большой массив объемом 2-3 куб.м. Примерно через 14 часов пенобетон подается на резку, где из него пилами автоматически выпиливаются блоки нужного размера.

Данный метод отличается высокой производительностью и высокой технологичностью. Причем, при резке пенобетона можно получать блоки любых типоразмеров. Минусы: высокая стоимость и отход 0,5% в виде крошки от пиления. Посмотреть оборудование для резки пенобетона.

2. Разливка пенобетона в специальные формы и их последующая автоматическая распалубка

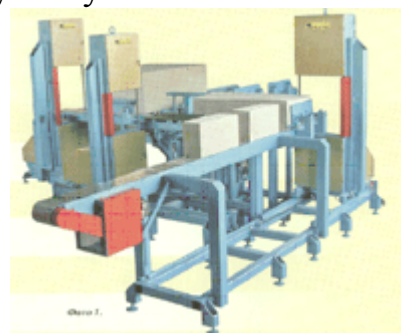


Сначала пенобетон заливается в специальные формы с перегородками, где при застывании получают готовые блоки. Примерно через 14 часов формы подаются в установку автоматической распалубки, где блоки выдавливаются на европоддон, а формы при этом автоматически смазываются.

Данный метод прост и производителен. Большой недостаток: привязанность к одному типоразмеру выпускаемых блоков.

Установку автоматической распалубки невозможно перенастроить на производство блоков других типоразмеров.

Посмотреть установку автоматической распалубки пенобетона.



Химикаты для производства пенобетона:

Для производства пенобетона, также понадобится пенообразователь, ускоритель твердения (для производства пенобетона при температуре ниже + 15 или выше + 30) и смазка форм. Все это можно приобрести у нас. Т.к. мы являемся разработчиками и производителями, то продаем качественные продукты по низкой цене. Цены на все химикаты можно посмотреть в прайс-листе, описания сертификаты можно посмотреть в прайс-листе в дополнительном описании позиции.

Себестоимость пенобетона:

Расчет себестоимости пенобетона можно посмотреть в отдельном бизнес-плане. Здесь скажем только, что она получается около 786рублей. Естественно, в разных регионах цены на сырье разные и себестоимость будет меняться. Для этого мы сделали файл с автоматическим расчетом себестоимости. Скачать его со страницы бизнес-планы производства пенобетона.

Необходимые площади для производства:

Естественно, что необходимая площадь зависит от планируемых объемов производства. Если производить пенобетонные блоки весь год, то для

производства 10куб.м. пенобетона необходимо около 150кв.м. Если производить пенобетон только в летнее время, то песок и готовую продукцию можно хранить на улице и необходимые площади уменьшаются до 80кв.м.

Расход материалов на 1 куб.м. пенобетона:

Количество материалов зависит от производимой плотности. Плотность пенобетона обозначается цифрой, которая равна весу 1куб.м. Самые распространенные плотности 800 и 600. Приведен расход компонентов для них. Расход материалов для других плотностей есть в паспорте оборудования.

Плотность	Цемент М500Д0	Песок до 2мм	Пенообразователь Ареком	Ускоритель Асилин-12
800	320кг	400кг	1,12л	0,5кг
600	310кг	210кг	1,16л	0,5кг

Технические характеристики пенобетона:

Вид пенобетона	Плотность	Класс по прочности	Морозостойкость	Теплопроводность Вт/(м · ° С)	Паропроницаемость мг/(м · ч · Па)
Теплоизоляционный	D400	B0,75	Не нормируется	0,29	0,11
	D500	B1	Не нормируется	0,34	0,1
Конструкционно - теплоизоляционный	D600	B2,5	От F15 до F35	0,38	0,1
	D700	B3,5	От F15 до F50	0,1	0,23
	D800	B5	От F15 до F75	0,12	0,2
	D1000	B7,5	От F15 до F50	0,14	0,17
Конструкционный	D1100	B10		0,18	0,15
	D1200	B12,5		0,21	0,14

Как заказать и получить оборудование:

Для заказа оборудования необходимо определиться с перечнем того, что нужно. После этого позвонить или отправить по электронной почте заказ. Получив договор с датой отправки и счет на оплату. Оплатить счет. Оборудование будет отправлено в согласованные сроки.

Наши координаты:

Тел.: (812) 331-99-46 (многоканальный) Адрес: Санкт-Петербург, Полюстровский проспект 59

Режим работы: пн.-пт. с 9 до 18.00 (без обеда)

http://www.ibeton.ru/intro_main.php

