

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ҚУРИЛИШ ВАЗИРЛИГИ
ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

САМАРҚАНД ДАВЛАТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ
ИНСТИТУТИ

Қўлёзма ҳуқуқида

УДК 691:666.943

Остонаев Журабек Журақулович

**«Волластанит толалари билан дисперсли арматураланган
енгил бетонларнинг хоссаларини тадқиқотлаш ва уларни
энергиятежамкор турар-жой биноларида қўллаш»**

**“Қурилиш материаллари, буюмлари ва конструкцияларини
ишлаб чиқариш” кафедраси**

**“Магистр” академик даражасини олиш учун ёзилган
диссертация**

Диссертация кўриб чиқилди ва

ҳимояга рухсат берилди.

“ҚМБ ва КИЧ” кафедраси мудири

т.ф.н. доц: _____ Ҳ. В. Юсупов.

Илмий раҳбар _____

т.ф.н. доц. Ҳ. Қулдашев.

Самарқанд-2018

МАГИСТРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АННОТАЦИЯСИ

Ушбу тадқиқот ишининг мақсади турар-жой бинолари учун вермикулитнинг энг оптимал сарфини, шунингдек, бир хил сув ва цемент сарфида юқори мустаҳкамликка ва бошқа устивор хоссаларга эга бўлган бетон таркибини аниқлашдан иборат бўлиб, унга эришиш учун қуйидаги вазифалар қўйилди:

- вермикулит бетон компонентларининг (цемент, кварц қуми, вермикулит шағали, волластонит) асосий хоссаларини аниқлаш;

- вермикулит бетоннинг энг мақбул таркибини (материаллар сарфини) назарий ва тажрибавий усулларда танлаш;

- волластонит толалари билан дисперсли арматураланган бетоннинг мустаҳкамлик ва деформацион хоссаларини тадқиқотлаш;

- олинган тажрибавий натижалар асосида хулоса қилиш ва уларни турар-жой биноларида қуллаш бўйича таклифлар бериш.

Диссертация тадқиқот натижаларининг илмий жихатдан янгилик даражаси маҳаллий материаллар яъни, вермикулит шағали, кварц қуми ва волластонит минерали асосий хоссалари ўрганилди ва бетон учун уларнинг энг мақбул таркиби аниқланди. Ўтказилган тажрибалар асосида ушбу хом ашёлардан тайёрланган енгил бетоннинг мустаҳкамлик ва деформацион хоссалари юқори эканлиги аниқланди ва бундай енгил бетонлар турар-жой биноларда қуллаш учун таклифлар берилди.

Хулоса ва таклифларнинг қисқача умумлаштирилган ифодаси- волластонит минерали армирловчи қўшилма сифатида вермикулит бетонлар таркибига киритилганда унинг мустаҳкамлиги ва деформацион хоссалари сезиларли даражада ортади.

Annotation of master's degree

Purpose of work: To carry out research work of concrete based on expanded clay and valley stone as concrete admixtures which included the following:

- To determine physic-mechanical characteristics and using materials for compact-grained concrete;
- To determine deformation and strength properties of concrete based on local raw materials;
- To carry out experiments and draw conclusions based on the obtained results;
- To give necessary recommendations.

Scientific importance of the results of research work: As the result of the use of valley stone, sand and expanded clay as admixtures to concrete its deformation properties, toughness are increased.

This allows using expanded clay, valley stone in fine concrete for increasing their toughness and deformation properties. So, we can use such concrete blocks in low-rise buildings.

Short description of conclusion and general recommendation:

As a result of the use of valley stone raw material as admixture increases toughness and deformation properties in concrete. This allows to use expanded clay, sand in fine concrete which increases toughness and deformation properties in the proposed building materials. By using these methods the consumption of element is decreased and helps to manufacture efficient constructions.

МУНДАРИЖА.

	Кириш.....	5
I боб.	Муаммонинг кўйилиши ва долзарблигини асослаш.....	12
1.1.	Табиий ва сунъий енгил тўлдирувчилар асосида олинадиган енгил бетонлар ва уларнинг қулланилиши	12
1.2.	Вермикулитли енгил бетонлар ва уларни энергиятежамкор биноларда қўллашнинг истиқболлари.....	14
1.3.	Волластонит хом ашёсининг тавсифлари.....	16
1.4.	Тадқиқот ишларининг асосий мақсад ва вазифалари.....	20
1.5.	I боб бўйича хулосалар.....	22
II боб.	Тажрибавий намуналарни тайёрлаш ва бетон учун ишлатиладиган материалларнинг асосий хоссаларини аниқлаш.....	23
2.1.	Тажрибавий намуналарнинг хажми ва уларнинг таркибини танлаш.....	23
2.2.	Вермикулит бетон компонентларининг асосий хоссаларини аниқлаш.....	29
2.2.1.	Портландцементнинг асосий хоссалари.....	29
2.2.2.	Волластонит хом-ашёсини асосий хоссалари.....	31
2.2.3.	Майда ва йирик тўлдирувчиларнинг асосий хоссалари.....	34
2.3.	II боб бўйича хулосалар.....	43
III боб.	Вермикулитли енгил бетоннинг мустаҳкамлик хоссаларини тадқиқотлаш.....	44
3.1.	Вермикулитли бетоннинг мустаҳкамлиги.....	44
3.2.	Вермикулитли бетоннинг призмавий мустаҳкамлиги.....	56
3.3.	III боб бўйича хулосалар.....	64
	Умумий хулоса.....	66
	Адабиётлар рўйхати.....	70
	Иловалар.....	74

КИРИШ

Мустақиллик йилларида Ўзбекистон Республикасида амалга оширилган кенг қўламли ислохотлар ва фуқароларимизнинг бунёдкорлик салоҳиятини рўёбга чиқариш учун зарур шарт-шароитлар яратилди.

Мамлакатимизнинг мустақиллик йилларида кўпгина соҳа ва тармоқларида катта ютуқ ва натижалар қўлга киритилиб, индустриал мамлакатга айланмоқда. Янги замонавий капитал қурилиш соҳаси ҳар томонлама ривожланмоқда. Замонавий турар жой ва жамоат бинолари қурилиши авж олиб, шаҳарлар ва қишлоқларимиз кўркига кўрк қўшилиб бормоқда. Намунавий уй-жой ва майиший хизмат кўрсатиш бинолари қурилиши ҳам кескин ривожланмоқда. Давлатимизда иқтисодий ислохотларни чуқурлаштириш йўлларида бири, хусусан қурилиш материаллари саноати соҳасида, материалларнинг ашё ва энергия талабчанлигини камайтириш, мавжуд материалларнинг сифатини ошириш ва замонавий материалларни ишлаб чиқариш, технологик жараёнларни такомиллаштириш, шунингдек саноат чиқиндилари ва маҳаллий хом ашёлардан кенг фойдаланиш ҳисобланади.

Ушбу масалани ечиш учун давлатимизда қатор ҳужжатлар ва қонунлар қабул қилинган, хусусан Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Иқтисодий ислохотларни чуқурлаштириш ва қурилиш материаллари саноатини ривожлантиришни жадаллаштириш” ҳақидаги 24.03.2005 йилдаги №ПФ-3586-сонли Фармони, Ўзбекистон Республикаси Президентининг ”Қурилиш материалларини ишлаб чиқаришни ривожлантириш ва сифатини рағбатлантириш бўйича қўшимча чора тадбирлар” ҳақидаги 19.06.2009 йилдаги №ПФ-1134-сонли Фармони, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2011 йил 20 майдаги “Олий таълим муассасаларининг моддий техник базасини мустаҳкамлаш ва юқори малакали мутахассислар тайёрлаш сифатини тубдан яхшилаш чора тадбирлари” тўғрисидаги №ПҚ 19-1533 сонли Қарори, шунингдек,

Ўзбекистон Республикаси “Таълим тўғрисида” ги Қонуни, “Кадрлар тайёрлаш Миллий Дастури” ҳамда Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2012 йил 24 июлдаги ПФ-4456-сон “Олий малакали илмий ва илмий-педагог кадрлар тайёрлаш ва аттестациядан ўтказиш тизимини янада такомиллаштириш тўғрисида”ги Фармонида асосан илмий салоҳияти юқори бўлган кадрларни тайёрлашга жуда катта эътибор берилмоқда [2, 4].

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

Жумладан, “Ижтимоий соҳани ривожлантириш” деб номланган тўртинчи йўналиш туман ва шаҳарларни комплекс ва мутаносиб ҳолда ижтимоий-иқтисодий тараққий эттириш, аҳолини арзон уй-жой, электир энергия, газ, йўл-транспорт, муҳандислик-коммуникация билан таъминлашни яхшилаш, шунингдек, “Олий ўқув юртлари” таълим сифатини яхшилаш ҳамда уларни ривожлантириш, замон талабларига жавоб берадиган юқори малакали кадрлар тайёрлаш чора-тадбирларни амалга оширишни назарда тутди [3, 5].

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

техник ва амалӣ масалалар ечимини топишга имкон берувчи чуқур билим ва кўникмаларни шакллантириш асосида юқори малакали мутахассисларни тайёрлашнинг ўрни бекиёслиги аниқ ва равшан бўлмоқда.

Кейинги йилларда мамлакатимиз ҳудудларида қурилиш соҳаси жадал суръатлар билан олиб борилмоқда. Бу эса ўз навбатида қурилиш материаллари ва буюмларига бўлган талабни оширмоқда, уларнинг сифатига алоҳида эътибор беришни талаб қилмоқда. Маълумки, Республикамизнинг тоғли ҳудудларида қазилма бойликлар захираларининг кўплиги қурилиш материаллари ишлаб чиқариш корхоналарининг шу ҳудудларга яқин бўлган жойларга қурилишни ва маҳаллий хом ашёлардан ҳамда саноат чиқиндиларидан кенг фойдаланишни тақозо этади.

Магистрлик диссертацияси мавзусининг асосланиши ва унинг долзарблиги. Ҳозирги кунда мамлакатимизнинг қурилиш саноатида илғор технологиялар асосида дисперсли арматураланган оғир ва енгил бетонлар, юқори мустаҳкамликка эга бетон ва темирбетон конструкциялар ишлаб чиқариш йўлга қўйилмоқда. Шунингдек, қурилиш материаллари ва буюмлари ишлаб чиқарувчи корхоналар хорижий мамлакатларнинг йирик фирма ва корпорациялари билан алоқа ўрнатиш орқали замонавий технологиялар ишга туширилмоқда. Ҳозирги пайта жойларда замонавий турар-жой ва бошқа маиший хизмат кўрсатиш биноларини барпо этиш кун сайин ривожланиб бормоқда. Айниқса маҳаллий хом ашё захиралари мавжуд бўлган ҳудудларда енгил бетон буюмлардан бино ва иншоотларни барпо этиш умумий қурилиш ишларининг таннархини сезиларли камайтиради.

Маҳаллий хом ашёдан олинадиган вермикулит тўлдирувчи сифатида ва волластанит минералидан бетон учун фаол тўлдирувчи қўшилма сифатида фойдаланиш мумкин. Шу сабабли ушбу хом ашёлар асосида тайёрланадиган енгил бетонларнинг мустаҳкамлик ҳоссаларни тадқиқот қилиш долзарб муаммолардан бири ҳисобланади.

Тадқиқот объекти ва предмети. Ушбу бажарилган магистрлик диссертация ишида тадқиқот объекти сифатида керакли нисбатларда олинган материаллар (цемент, кварц қуми, вермикулит шағали, волластонит) асосидаги дисперсли арматураланган енгил бетон куб ва призманамуналардан фойдаланилди. Шунингдек, вермикулит асосидаги енгил бетонларни ишлаб чиқаришга тадбиқ этиш, бўйича керакли тавсиялар берилди.

Юқорида қайд этилган муаммони амалга ошириш учун Самарқанд Давлат Архитектура-Қурилиш Институтига қарашли №5 синов лабораториясида тажрибалар утказилди. Тажрибавий намуналарнинг мустаҳкамлик ва деформацион хоссалари бетоннинг 7, 28, 60 ва 90 кун вақтида (ёшида) синалди. Намуналарнинг мустаҳкамлик кўрсаткичлари уларни махсус синов ускуналарида синаш орқали аниқланди.

Диссертация мақсади ва вазифалари. Юқоридагилардан келиб чиққан ҳолда ушбу тадқиқот ишининг мақсади турар-жой бинолари учун вермикулит бетоннинг энг оптимал таркибини ва мустаҳкамлигини аниқлашдан иборат бўлиб, унга эришиш учун қуйидаги вазифалар қўйилди:

-вермикулитбетон компонентларининг (цемент, кварц қуми, вермикулит шағали, волластонит) асосий хоссаларини аниқлаш;

-вермикулитбетоннинг энг мақбул таркибини (материаллар сарфини) назарий ва тажрибавий усулларда танлаш;

-волластонит толалари билан дисперсли арматураланган вермикулит бетоннинг мустаҳкамлик хоссаларини тадқиқотлаш;

-олинган тажрибавий натижалар асосида хулоса қилиш ва уларни энергиятежамкор турар-жой биноларида қўллаш бўйича таклифлар бериш.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги. Вермикулит бетон компонентлари яъни, вермикулит шағали, кварц қуми ва волластонит минералининг асосий хоссалари ўрганилди ва бетон учун уларнинг энг мақбул таркиби аниқланди. Ўтказилган тажрибалар асосида ушбу хом ашёлардан

тайёрланган вермикулит бетоннинг мустаҳкамлик хоссалари юқори эканлиги аниқланди ва бундай енгил бетонлар турар-жой биноларда куллаш учун таклифлар берилди.

Тадқиқотнинг асосий масалалари ва фаразлари. Волластонит хом ашёсининг табиатини ва хоссаларини тадқиқот қилинган ишлардан маълумки, волластонит тузилиши жуда мустаҳкам боғланган полимерли силикатдир. Унинг кристаллари тузилишининг нинасимон (жунсимон) кўринишига эгаллиги ушбу минералнинг кенг миқёсда қўлланилиши соҳасини белгилаб беради. Шу нуқтаи назардан волластонит хом ашёсини, бетон учун эса майда тўлдирувчи сифатида ишлатиш мумкин. Натижада цемент сарфи тежалади ва бетоннинг мустаҳкамлиги сезиларли ошади.

Уй-жой қурилишида қўлланилаётган енгил бетон буюмларнинг мустаҳкамлиги анча паст ($10\div 15$ МПа атрофида) бўлиб, зилзилали худудлар учун мақсадга мувофиқ эмас. Шу сабабли цемент сарфини тежаш ва бетоннинг мустаҳкамлигини ошириш учун таркибига волластонит минералини фаол қўшилма сифатида қўшиш тавсия қилинади. Бунда волластонит арматураловчи вазифасини ўтайди.

Вермикулит ва волластонит қўшилмасининг энг мақбул таркибини аниқлаш. Олинган (танланган) таркиб бўйича бетоннинг мустаҳкамлик хоссаларини ўрганиш.

Энг юқори мустаҳкамлик кўрсаткичларига эга бўлган вермикулитбетон таркиби бўйича керакли хулосалар чиқариш ва уни энергиятежамкор турар-жой биноларда қўллаш бўйича тавсия бериш.

Тадқиқот мавзуси бўйича адабиётлар тахлили. Республикамизда қурилиш материаллари соҳасида енгилбетон ишлаб чиқариш бўйича кўплаб муаллифлар Акрамов Х. А., Нуриддинов Х.И., Баулин Д.К., Бурлаков Г.С., Гайдаш Б.И., Деревягин Г.Ф., Деревягина А.А., Коноппенко А.И., Корнилович Ю.Е., Вержбицкая М.Г., Кулдашев Х. Султанов А.А. ва бошқалар томонидан ўрганилган.

Тадқиқот ишларида қўлланилган методиканинг тавсифи. Тадқиқот ишларини бажариш учун бетон компонентларининг (цемент, кварц қуми, вермикулит ва волластонит) асосий физик ва механик хоссалари амалдаги Давлат стандартлари, техник шартлар ва меъёрий услубий хужжатлар талаблари асосида амалга оширилди. Ушбу материаллар асосида бетон балкачалар, бетон куб ва призма намуналар тайёрланди. Намуналар махсус гидравлик пресда синалди. Шунингдек, тажриба ўтказиш учун керакли ускуна ва жиҳозлардан (тарози, стандарт элаклар, титратма стол ва х.к) фойдаланилди.

Тадқиқот натижаларининг назарий ва амалий аҳамияти. Тадқиқотнинг назарий ва амалий аҳамияти шундаки, волластонит толалари бетонда салбий эффектни ҳосил қилмайди ва турли хил емирилишларга учрамайди. Бетон қоришмаси волластонит толалари билан дисперсли арматураланганда бетоннинг тузилиши яхшиланади. Волластонит хом ашёси фаол қўшилма сифатида енгил бетон таркибига киритилганда унинг мустаҳкамлик хоссалари сезиларли даражада ортади.

Вермикулит - лотинча – «vermiculus - қурт»маъносини англатиб, гидрослюдадар гуруҳига мансубдир, шунингдек у қатламли тузилишига эга бўлиб, иккиламчи ресурслардан олинади. Вермикулит экологик жихатдан хавфсиз, тоза ва турли биотаъсирларга чидамли хом-ашёдир. Вермикулит қўйидаги ижобий хоссаларга эга: оловбардош, юқори иссиқ сақловчи, шовқинсақловчи, экологик хавфсиз, биологик жихатдан таъсирларга берилмайди, кимёвий инерт материал. Вермикулит малла, кулранг ва сариғ рангли кўринишларда бўлиши мумкин. Ушбу минерал 1850 °С ҳароратда эрийди [20]. Вермикулитнинг иссиқ сақловчи материаллар тоифасига киришининг сабаби у ўзининг толасимон ғовакликка эгалиги учун, ажойиб тўлдирувчи сифатида ишлатса бўлади. Вермикулит чиримайди ва ишқорлар таъсирига бардошли.

Бу самара эса вермикулитли бетонларни мустаҳкамлик бўйича ҳисоблашда муҳим аҳамият касб этади. Жумладан, енгилбетон буюмларни

энергиятежамкор турар-жой бинолар қурилишига қўллаш имкониятлари кенгаяди.

Магистрлик диссертациясининг таркиби ва ҳажми. Мазкур магистрлик диссертация иши кириш, 3та боб, асосий хулосалар, адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат бўлиб, улар қуйидаги тартибда келтирилган:

Биринчи бобда мавзуга бағишланган мавжуд илмий ишлар таҳлили, бошланғич мулоҳазалар, масаланинг қўйилиши ва маҳаллий хом ашёлардан (кварц куми, вермикулит шағали ва волластонит толалари) фойдаланишнинг иқтисодий самарадорлиги ёритилган бўлиб, бажарилган таҳлиллар асосида тадқиқотларни мақсади ва вазифалари келтирилган.

Иккинчи бобда тажрибавий намуналарни тайёрлаш, вермикулитбетон учун ишлатиладиган материалларнинг тавсифлари, тадқиқотларни ўтказиш услуби, бетон қоришма таркибини танлаш ва уни тайёрлаш бўйича керакли маълумотлар олинган ва натижалар бўйича хулосалар берилган.

Учинчи боб якунловчи боб бўлиб унда олинган таркиблар бўйича бетоннинг кубик ва призмавий мустаҳкамликлари бўйича тажрибавий натижалари ва асосий хулосалар баён қилинган.

Магистрлик диссертация ишида вермикулитли бетонларнинг энг мақбул таркиби аниқланди. Шу таркиб билан тажриба синов ишлари бажарилди ва керакли натижаларга эришилди.

Магистрлик диссертация ишининг хулоса қисмида бажарилган ишларнинг илмий-амалий аҳамияти, натижаларни қўллаш соҳалари бўйича таклифлар баён қилинган.

Мазкур диссертация ____ ёзма саҳифадан иборат бўлиб, шу жумладан ____ та жадвал, ____ та расм ва ____ та адабиётлардан иборат.

I боб.Муаммонинг кўйилиши ва долзарблигини асослаш.

§1.1. Таббий ва сунъий енгил тўлдирувчилар асосида олинадиган енгил бетонлар ва уларнинг қўлланилиши.

Қурилиш материаллари ва буюмлари ишлаб чиқариш индустриясида енгил бетон ишлаб чиқариш учун асосан йирик тўлдирувчилар сифатида донадорлиги $5\div 40$ мм бўлган ғовак жинслар ишлатилади. Улар асосан органик ва анорганик хилларга бўлинади. Органик тўлдирувчилар жуда енгил бетонлар олишда қўлланилади. Анорганик енгил тўлдирувчилар хажмий оғирлиги $\rho=900\div 1800\text{кг/м}^3$ бўлган енгил бетонлар олишда кенг қўлланилади. Улар таббий, сунъий ва саноат чиқиндилари асосида олинадиган гурухларга бўлинади.

Таббий ғовак тўлдирувчилар тоғ чўқинди жинслари ва вулқон чиқиндиларини майдалаш ва уларни элаб навлаш орқали олинади. Буларга пемза чўқинди тоғ жинсидан олинадиган шағал ва қумлар (таркиби шишасимон тузилишга эга); вулқон шлакидан олинадиган ғовак жинслар; вулқон чўқиндиси туфи (хар ҳил рангли кукунсимон қумлар); чўқинди карбонатли жинслар; оҳак, чиғаноктошлар ва шунга ўхшаш чўқинди жинслар (трепел, диатомит,туф ва х.к)киради. Одатда бундай тўлдирувчиларнинг хажмий оғирлиги $\rho=1250\text{-}1600\text{ кг/м}^3$ атрофида бўлади, донадорлиги эса $5\div 20$ мм.

Хозирги кунда қурилиш саноатида енгил бетонлар кенг ишлатилмоқда. Енгил бетонлар қуруқ ҳолатдаги зичлиги (хажмий оғирлиги) $\rho=900\div 1800\text{ кг/м}^3$ бўлган бетонлар тоифасига айтилади.

Бундай турдаги енгил бетонлар қўлланилиши, боғловчиларнинг хили, тўлдирувчиларнинг турлари ва таркиби каби белгилари билан синфланади.

Қўлланилиш соҳаси бўйича енгил бетонлар конструкциявий, конструкциявий-иссиқ сақловчи ва иссиқ сақловчи турларга бўлинади.

Боғловчиларнинг хиллари бўйича – цементли, оҳакли, гипсли ва ш.к. бетонларга бўлинади.

Ғовак тўлдирувчиларга вермикулит, керамзит, шунгизито, аглопорит, ғовак тоғ жинслари кўринишидаги шағал ва х.к. киради. Тузилиши бўйича улар очик ва ёпиқ ғовакли бўлади.

Курилишда кенг қўлланилаётан енгил бетонлар – иссиқ сақловчи, ўртача зичлиги $\rho < 500 \text{ кг/м}^3$, мустаҳкамлиги бўйича синфи В 5 гача, иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти $\lambda = 0,14 \text{ Вт/(м.}^\circ\text{С)}$. Конструкцион - иссиқлик сақловчи – асосан деворларга ташқи қоплама сифатида ишлатиладиган, ўртача зичлиги $\rho = 500 \div 1800 \text{ кг/м}^3$, синфи В 10....В 20 гача, иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти $\lambda = 0,14 \dots 0,54 \text{ Вт/(м.}^\circ\text{С)}$. Конструкцион - зичлиги $\rho = 1400-2000 \text{ кг/м}^3$ ва юқори совуқбардошли(синфи В 20....В 30).

Енгил бетонлар асосида биоларнинг йирик панеллари, девор блоклари, том плиталари, парда девор ва карниз элементлари, балкалар, кўприк қурилмалари, сув иншоотлари ва қишлоқ хўжалик иншоотлари қурилмалари ва х.к тайёрланади.

Кейинги йилларда фан ва техниканинг ривожланиши, ишлаб чиқариш технологик жараёнларининг такомиллашиши натижасида енгил бетонларнинг таркиби кўп компонентли таркиблар билан (суперпластификаторлар, волластонит ва фаол қўшилмалар ва х.к.) бойитилиш натижасида энг кам миқдордаги цемент ва сув сарфига, шунингдек, бетоннинг ҳажмий чўкиши деформациясининг кескин камайишига эришилмоқда.

Енгил бетонларнинг мустаҳкамлиги ҳам сув-цемент нисбатига боғлиқ бўлади. Аммо ғовак тўлдирувчиларнинг мустаҳкамлиги цемент тоши мустаҳкамлигидан пастроқ (камроқ) бўлади. Шу сабабли енгил бетонларнинг мустаҳкамлиги оғир бетонларга нисбатан кам бўлади.

Ғовак тўлдирувчиларнинг миқдори кўп бўлса енгил бетоннинг мустаҳкамлиги камаяди, аммо иссиқ сақлаш хусусияти яхшиланади.

Енгил бетонларнинг шимувчанлиги анча юқоридир (30-50% - оғир бетонларга нисбатан). Юқори сифатли тўлдирувчиларни қўллаш орқали бетоннинг сув шимувчанлигини камайтириш мумкин. Енгил бетонлар

ғовак тўлдирувчилардан (вермикулит, керамзит, аглопорит, кўпчитилган шлак, пемза, туф) олинади. Енгил бетонларнинг қўлланилиши қурилиш конструкциялари оғирлигини камайтиради, қурилишни арзонлаштиради ва ҳ.к. Ўта енгил бетонларга ғовакли бетонлар киради, уларни боғловчи, майда янчилган қўшимчалар ва сув қўшилган қоришмани махсус усулда кўпчитиб олинади (газбетон, кўпиксимон бетон) ва йирик ғовакли енгил тўлдирувчи асосида тайёрланади.

Ҳозирги кунда қурилишда янги қуриладиган, фойдаланиладиган бино ва иншоотларнинг долзарб муаммоларидан бири бу уларни иситишдир.

Кўпчитилган вермикулитни қуллаш орқали ушбу муаммони сезиларли, иқтисодий самара билан ечиш мумкин.

Бино ва иншоотлардаги ҳароратни сақлаш билан биргаликда уни қуллаш орқали, уларни оловдан ҳимоялаш, товуш ютиши ва бошқа муаммоларни ечиш мумкин. Вермикулит экологик тоза ва биочидамли маҳсулотдир. Ёнғин содир бўлганда юқори ҳароратларда зарарли газлар чиқармайди, бу бошқа материалларга нисбатан афзаллигидир.

Дунё амалиёти шуни кўрсатадики, вермикулит қурилишда сочилувчан иссиқлик сақловчи сифатида мувоффақиятли қулланилмоқда.

§1.2. Вермикулитли енгил бетонлар ва уларни энергиятежамкор биноларда қўллашнинг истиқболлари.

Вермикулит экологик жихатдан хавфсиз, тоза ва турли биотаъсирларга чидамли хом-ашёдир. Асбест ва минерал тош пахта сингари нафас йўлларига таъсир қилувчи газлар ажратмайди.

Вермикулитнинг кимёвий формуласи қўйидагича:



Вермикулит қўйидаги ижобий хоссаларга эга: оловбардош, юқори иссиқ ўтгазувчан иссиқ сақловчи, шовқинютувчи, гигроскопиклиги паст,

экологик хавфсиз, биологик жихатдан таъсирларга берилмайди, кимёвий инерт материал.Вермикулит 1824 йил Веббон томонидан топилган бўлиб малла, кулранг ва сариғ рангли кўринишларда бўлиши мумкин. Моос шкаласи бўйича қаттиқлиги 1-2 га тенг бўлиб, уйма зичлиги $Pm = 80-400 \text{ кг/м}^3$ атрофида узгаради.

Вермикулитнинг иссиқ сақловчи материаллар тоифасига киришининг сабаби у ўзининг толасимон ғовакликка эгалиги учун, ажойиб тўлдирувчи сифатида ишлатса бўлади.

. Қалинлиги 20 см қатламли вермикулит иссиқликни сақлаши, 1,5 м қалинликдаги девор ёки 2 м бетон деворни кўрсаткичларига тўғри келади.

Ораёпмада 5 см ётқизилган вермикулит қатламида 75 %, 7,5 см да 85 %, 10 см да 92 % иссиқлик йўқолишидан сақлайди.

Қурилиш материалларининг иссиқлик ўтвозувчанлиги.

1.1 жадвал

т/р	Номланиши	Иссиқлик ўтказувчанлиги
1	Вермикулит	0,04-0,062 Вт/м.К
2	Базалт матоси	0,04-0,062 Вт/м.К
3	Керамзит шағали	0,12 Вт/м.К
4	Асбестоцемент плитаси	0,13 Вт/м.К
5	Кўпикбетон	0,14- 0,18 Вт/м.К
6	Ғовакли ғишт	< 0,56 Вт/м.К
7	Бўшлиқсиз ғишт	>0,6 Вт/м.К
8	Ғиштли терим	0,8 Вт/м.К
9	Бетон	1,45 Вт/м.К
10	Темирбетон	1,6 Вт/м.К

Вермикулитнинг иссиқ ҳимояловчи материаллар тоифасига киришининг сабаби у ўзининг толасимон ғоваклиги борлиги узун, уни тўлдирувчи сифатида ишлатса бўлади. Иссиқлик ўтказувчанлиги 0,04 дан 0,062 Вт/м.К га тенг.

Вермикулит сочилмаси тўсиқ девор конструкцияларда хоналарни қизиқ ва совиқ кетишидан сақлаш, совутиш камералари печларини пештоғини, автомобил ва авиация двигателларини синаш камераларини, кинозаллар ва киностудия хоналарини шовқиндан ҳимоялаш воситаси сифатида фойдаланилади.

Бундан ташқари қурилишда қуруқ қурилиш қоришмаларига тўлдирувчи сифатида ҳам фойдаланилади.

Одатий қурилиш қоришмасига нисбатан вермикулитли қоришма ўзининг юқори ғоваклиги ҳисобига унга қараганда 2-4 марта енгил, 4-6 марта иссиқлик ўтказиш коэффиценти кичикдир ва иссиқ енгил қоришма гуруҳига киради. Бундай иссиқ қоришманинг 2,5 см қалинликдаги сувоқ цемент қумли қоришманинг 10 -15 см га туғри келади.

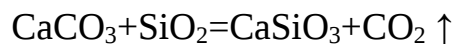
Юқоридагилардан келиб чиқиб, бундай иссиқ сувоқлар билан юзаларни қоплаш ҳисобига сезиларли иқтисодий самарага эришиш мумкин. Бундан ташқари тўсиқларни иссиқлик ҳимоясини ошириш, товуш ютишини купайтириш, оловдан ҳимоя ва декоратив талаблар учун фойдаланилади.

Вермикулит чиримайди ва ишқорлар таъсирига тўрғун. Шунинг учун уни енгил бетонларда кенг ишлатиш мумкин.[22].

§1.3. Волластонит минералининг тавсифлари

Волластонит, асосан нордон магма таъсир этиб мармарлашган оҳактошларда ёки магматик жинслардаги қайта кристалланган оҳактош ксенолитларида учрайди. Бунда кварц, кальций, диоксид, гранит каби

жинслар контактли метаморфизманиши натижасида табиий ҳолда волластонит минералини ҳосил қилади.



Волластонитнинг контактда ўзгарган оҳак тошларда яхлит масса ҳолида топилганлари оқ ёки кул ранг-оқ рангга, радиал бўлиб жойлашган агрегатларга, уланиш текислигига ва шундай контактметасоматик келиб чиқишига эга бўлган бошқа минераллар (гранитлар, диоксид ва бошқалар) билан бир парагенезисда топилишига қараб билинади.

Соф волластонитнинг менаролик таркиби қуйидагича бўлади (% ҳисобида): волластонит 81; кварц-6; кальцит-5; гранит-2; пироксенлар-4; дала шпати-2. Волластонит ашёси сув ва органик эритувчиларда эримайди, аммо хлорли кислоталарни сезади. Волластонитнинг Моос шкаласи бўйича қаттиқлиги 4,5-5, ҳақиқий зичлиги $2,8 \div 2,9 \text{ г/см}^3$, водород кўрсаткичи $\text{pH}=8-9$ (ишқорли реакцияси), синиш кўрсаткичи-1,63-1,636, табиий намлиги $0,2 \div 0,5\%$, оқлиги $70 \div 90\%$.

Волластонит иссиқликка чидамли ашё ҳисобланади, 1200°C гача қиздирилганда ҳам таркиби ўзгармайди. У 1540° да эрийди. Унинг химик таркиби қуйидаги минералларнинг оксидари бирикмаларидан иборатдир (% ҳисобида): SiO_2 -53,5; CaO -38,6; MgO -1,2; Al_2O_3 -2,05%; Fe_2O_3 -0,75%, TiO_2 -0,11%; Na_2O -0,16%; K_2O -0,85%; P_2O_5 -0,03%; MnO_2 -0,17 % ва бошқа бирикмалар-2,8 %.

Волластонитнинг юза қисми сув билан контактда бўлганда гидро-изоляцияланади, яъни кальций гидроксиди ҳосил бўлади. Бу жараён унинг ишқорли дисперсиясини таъминлайди. Волластонит минерал кислоталар билан “разлагается”, айниқса шўр кислоталарда, шунингдек баъзи органик кислоталар (чумоли, ускук, лимон, сут кислоталари) билан. Кислотали муҳитда тўлиқсиз жойлаштирилганда сликагель ҳосил бўлади. Нордон муҳитда волластонит кучли қаршилик қилиш эффектига эгадир (чунки бундай муҳитда ундан кальций ионлари ажралиб чиқади). Туз кислотасида кремнезем ажралиши билан парчаланади.

Волластонит кристаллари тузилишининг игнасимон таркибга эгаллиги унинг кенг миқёсда қўлланилиш соҳасини аниқлаб (белгилаб) беради. Чунки бундай тузилиш уни юқори ҳароратда қиздирганда ҳам ўзининг хусусиятини йўқотмайди, нинасимон тузилиш мустаҳкам каркасни ҳосил қилиб қолаверади.

Маълумки бетон ва темирбетон буюмлари ишлаб чиқариш саноатида, шунингдек, алоҳида бетон ишларини бажаришда уларнинг сифатини ошириш, узоқ муддатга ва агрессив муҳит таъсирига чидамлилигини таъминлаш, цемент сарфини нисбатан тежаш ҳозирги куннинг долзарб муаммоларидан бири ҳисобланади.

Волластонит ҳам ашёсини бетон таркиби учун минерал қўшимча ва майда тўлдирувчи сифатида қўллаш (ишлатиш) бўйича илмий тадқиқотлар олиб борган Шарипов А. ва Камолов Г ларнинг ишлари диққатга сазовордир [26]. Ушбу тадқиқот ишида цемент, шунингдек йирик ва майда тўлдирувчиларнинг массасига нисбатан 10÷50% волластонит ҳам ашёси ишлатилган. Цементга минерал қўшимча сифатида қўшилган волластонитнинг майинлик даражаси маркаси 400 бўлган оддий цементнинг майинлик даражасига мос қилиб, шунингдек тўлдирувчи сифатида ишлатилганининг донадорлиги эса 0,16÷20 мм олинган. Ишлатилган ҳам ашё таркибида соф волластоинт миқдори $(\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2)$ -72,3% ташкил қилади. Бетон таркиби 1:1,51:2,57 (мос ҳолда боғловчи: қум:шағал) ва $\text{C}/\text{Ц}=0,4$ олинган.

Олинган таркиблар бўйича бетон куб намуналар тайёрланиб, улар 3, 7, 14, 28, 90, 180 ва 360 кунликларда синаб кўрилган. Шунингдек тўрт хил таркиб бўйича лоток ариқ ЛР-100, ЛР-80 ва икки таркиб бўйича БДР-18 (решёткали, 18 м ли балка) буюмлар Душанба шаҳридаги тажриба заводида тайёрланиб, синаб кўрилган (28 кунликда). Ўтказилган тажриба натижалари шуни кўрсатдики, волластонит ҳам ашёси қўшилган барча таркибларда бетоннинг мустаҳкамлиги (180 кунликдаги) оддий (дастлабки таркибга) бетоннинг мустаҳкамлигидан юқоридир. Айниқса бу кўрсаткич

10÷20% волластонит қўшилган таркибларда сезиларли ва 180 кунликда уларнинг мустаҳкамлиги 25÷30% ортгани кузатилган.

Кулдашев Х., Назаров А.Н., Кулдашева А., Жавлиев З. [17]. томонидан ўтказилган тажрибаларда волластонит минерали бетон учун йирик ва майда тўлдирувчи сифатида тўлдирувчилар массасига нисбатан 15...40% миқдорда қўшиб қўрилган. Олинган тажрибалар бўйича бетоннинг мустаҳкамликлари 7, 28, 60, 90 ва 180 кунликларда синаб қўрилган.

Таркибига 40% волластонит қўшилган вариантда эса бетоннинг мустаҳкамлиги 8...10%гача ортади.

Волластонит хом ашёси майда тўлдирувчи сифатида қўшилган таркибларда эса бетоннинг мустаҳкамлиги кескин ортиши кузатилган. Яъни бетоннинг 28, 60 ва 90 кунлик ёшида 15% волластонит қўшилган таркиб учун 15÷20% гача ва 30% волластонит қўшилган таркиб учун 30÷40% гача ортиши кузатилган.

Юқорида олинган натижалардан хулоса қилиш мумкинки, бетон таркибига 20-25 % гача волластонит хом ашёсини майда тўлдирувчи сифатида қўшиш орқали бетоннинг мустаҳкамлигини таъминлаган ҳолда, цемент сарфини 20% гача тежаш мумкин. Бу эса халқ хўжалиги учун жуда муҳим аҳамиятга эгадир. Жумладан, ўта мустаҳкам ва чидамли бетон ҳамда темирбетон конструкциялар тайёрлаш, енгиллаштирилган бетонлар ишлаб чиқариш, шунингдек қурилиш ишларининг умумий таннаرخини камайтириш мумкин ва х.к.

Волластонит ҳозирги пайтда қурилиш саноатида кенг ишлатилаётган янги хом ашёлардан биридир. Ундан қурилиш саноатида сопол буюмлари, ҳар хил бўёқлар, пигментлар, цемент саноатида ва х.к кенг қўланилмоқда. Айниқса, волластонит хом ашёсини бетон учун майда ва йирик тўлдирувчи сифатида ишлатиш мумкин (бунда асосан сопол ва бошқа ишлаб чиқариш саноатида ишлатилган волластонит чиқиндиларидан фойдаланиш кўзда

тутилади). Унинг захиралари Марказий Осий минтақасида кенг тарқалган, жумладан, республикамизда ўнлаб конлари мавжуддир.

Волластонит асосида олинадиган бетонларнинг эгилишга ва чўзилишга мустаҳкамлиги юқоридир. Бундай мустаҳкам бетонлардан айниқса Республикамизнинг қуруқ ва иссиқ иқлим шароитига бардошли бетон ва темирбетон конструкциялар ишлаб чиқариш мумкин.

Демак волластонит ҳам ашёси Ўзбекистон Республикасининг кўпгина саноат ва қурилиш тармоқларини ривожлантириши учун катта аҳамиятга эга эканлиги ва кенг истиқболлар очиб беришлигини кўриниб турибди. Энг янги замонавий ва “универсал” саноат ҳам ашёси бўлган волластонитни ҳалқ ҳўжалигида кенг қўламда ишлатиш ва бу билан боғлиқ бўлган илмий-тадқиқот ишларини кенгайтириш давлатимиз иқтисодини яна ҳам юксалтиришга, унинг фани ва қурилиш соҳасининг янада тараққиётига қўшиладиган муҳим ҳисса бўлиши табиийдир [21].

§1.4. Тадқиқот ишларининг асосий мақсад ва вазифалари

Юқорида айтиб ўтилганидек, волластонит ҳам ашёсини бетон учун фаол қўшилма сифатида ишлатилиши натижасида бетоннинг механик хоссалари сезиларли ортади. Волластонит зарраларининг нинасимон (жунсимон) тузилиши ўзига цемент ва қум зарраларини ўзаро бириктириб, майда тўлдирувчи орасида мустаҳкам каркасни ҳосил қилади. Шу сабабли мустаҳкам жипслашган каркасининг ҳажми деярли ўзгармайди ва чидамлилигини йўқотмайди.

Енгил бетон тайёрлашда йирик тўлдирувчи сифатида вермикулит шағалини ишлатиш жуда яхши самара беради, бетон оғирлигини камайтиради.

Вермикулит тўлдирувчилар аралашмасининг бўшлиги йирик ва майда тўлдирувчиларнинг донадорлик таркибига боғлиқ. Йирик ва майда тўлдирувчиларнинг нисбий миқдорини камайтириш мумкин. Бу эса енгил

бетон таркибига ишлатиладиган цемент миқдорини тежашга ва бетоннинг техник хоссаларини яхшилашга олиб келади.

Вермикулит қўйидаги ижобий хоссаларга эга: оловбардош, юқори иссиқ ўтгазувчан иссиқ сақловчи, шовқинютувчи, гигроскопиклиги паст, экологик хавфсиз, биологик жихатдан таъсирларга берилмайди, кимёвий инерт материал.

Волластонит минералини енгил бетонлар олиш фаол майда тўлдирувчи сифатида ишлатиш деярлик тадқиқот қилинмаган. Шу нуқтаи назардан вермикулит йирик тўлдирувчи ва волластонит минерали фаол қўшилма сифатида ишлатилган енгил бетонларнинг мустаҳкамлик ва деформацион хоссалари деярли ўрганилмаган. Ушбу баён қилинган фикр ва мулоҳазалардан келиб чиққан ҳолда, вермикулит тўлдирувчилари ва волластонит толалари билан дисперсли арматураланган бетонларнинг хоссаларини тадқиқот қилиш учун қўйидаги муаммоларни ечиш зарурияти туғилди. Яъни, ушбу магистрлик диссертациясининг мақсади қўйидагилардан иборат:

- турар-жой бинолари учун ишлатиладиган енгил бетон компонентларининг (цемент, кварц қуми, волластонит, вермикулит шағали) асосий хоссаларини аниқлаш;

- вермикулитли енгил бетонларнинг энг мақбул таркибини (материаллар сарфини) назарий ва тажрибавий усулларда танлаш;

- оддий ва волластонит толалари билан дисперсли арматураланган вермикулит бетоннинг мустаҳкамлик хоссаларини тадқиқотлаш;

- олинган тажрибавий натижалар асосида хулоса қилиш ва вермикулитли бетонларни турар-жой биноларида қўллаш бўйича таклифлар бериш.

1.5. I боб бўйича хулосалар.

1. Хулоса қилиш мумкинки, волластонит кристаллари тузилишининг нинасимон таркибга эгалиги унинг кенг миқёсда қўлланилиш соҳасини аниқлаб (белгилаб) беради. Чунки бундай тузилиш уни юқори ҳароратда қиздирганда ҳам ўзининг хусусиятини йўқотмайди, нинасимон тузилиш мустаҳкам каркасни ҳосил қилиб қолаверади.

Волластонит минерали майда тўлдирувчи сифатида вермикулитли енгил бетонлар таркибига киритилганда унинг мустаҳкамлик хоссалари сезиларли даражада ортади. Бунда волластонит ўзининг нинасимон (жунсимон) тузилишга эга бўлганлиги сабабли цемент ва тўлдирувчилар орасидаги боғланишни жипслаштириб, ўзаро мустаҳкам каркасни ҳосил қилади. Волластонит минералининг бундай самарали таъсири вермикулитли енгил бетонларни мустаҳкамлик бўйича ҳисоблашда муҳим аҳамият касб этади.

2. Вермикулит экологик жихатдан хавфсиз, тоза ва турли биотаъсирларга чидамли хом-ашёдир. Вермикулит қўйидаги ижобий хоссаларга эга: оловбардош, юқори иссиқ ўтгазувчан иссиқ сақловчи, шовқинютувчи, гигроскопиклиги паст, экологик хавфсиз, биологик жихатдан бардошли, кимёвий инерт материал. Вермикулит иссиқ изоляцион материаллар тоифасига киради. Иссиқлик ўтказувчанлиги 0,04 дан 0,062 Вт/м.К га тенг.

**II-боб. Тажрибавий намуналарни тайёрлаш ва бетон учун
ишлатиладиган материалларнинг асосий хоссаларини
аниқлаш.**

**§2.1. Тажрибавий намуналарнинг ҳажми ва уларнинг
таркибини танлаш.**

Тадқиқот ишларини амалга ошириш учун махсус бетон намуналар тайёрланди. Бетон намуналарнинг ҳажми ва тавсифлари қуйидаги 2.1-жадвалда келтирилган. Намуналарни тайёрлаш ва синаш жараёнлари Самарқанд Давлат архитектура-қурилиш институти қошидаги 5-сон илмий синов тадқиқот лабораториясида бажарилди.

Тажрибаларни ўтказиш учун бетон намуналарнинг ҳажми ва тавсифлари

2.1-жадвал

т/р	Намуналар- нинг маркаси	Бетоннинг ёши (кун) ва намуналар сони (дона)				Ҳами, дона	Тажриба ўтказишдан кутиладиган мақсад
		7	28	60	90		
1	КБ-10 10х10х10 см	3	3	3	3	12	Вермикулит шағали ва кварц куми асосидаги енгил бетонларнинг кубик мустаҳкамлигини аниқлаш
2	КБВ-10 10х10х10 см	3	3	3	3	12	Волластонит қўшилган енгил бетоннинг мустаҳкамлигини аниқлаш
3	ПБ-10 10х10х40 см	3	3	3	3	12	Вермикулит шағали ва кварц куми асосидаги енгил бетонларнинг призматик мустаҳкамлигини аниқлаш

2.1-жадвалнинг давоми

4	ПБВ-10 10x10x40 см	3	3	3	3	12	Волластонит қўшилган енгил бетонларнинг призматик мустаҳкамлиги аниқлаш
9	Призма балка 4x4x16 см	3	3	-	-	6	Цементнинг маркасини аниқлаш

I-таркиб учун; Кублар КБ-10 (куб вермикулит, кварцқумли).

Призмалар ПБ-10 (призма вермикулит,кварц қумли).

II-III ва IV таркиб учун; Кублар КБВ-10 (куб вермикулит, кварц қуми, волластонит). Призмалар ПБВ-10 (призма вермикулит, кварц қуми, волластонит)

Бетон тайёрлаш учун керакли компонентлар (цемент,вермикулит шағали, кварц қум ва волластонит)нинг асосий хоссалари аниқланди

Бетон қоришмасини таёрлаш учун керакли компонентлар (цемент, вермикулит шағали, кварц қуми, волластонит) саралаб олинди ва уларнинг асосий хоссалари аниқланди. Ушбу компонентларнинг хоссаларини (уйма ва ҳақиқий зичликлари, ғоваклиги, сувшимувчанлиги, қаттиқлиги, донадор таркиби ва х.к.) эътиборга олган ҳолда шунингдек синф В5 бўлган бетон учун таққословчи вариант сифатида қабул қилинди. Кейинги асосий таркиб учун (кварц қуми) массасига нисбатан 20% майдаланган волластонит ҳом ашёси билан алмаштирилади (яъни кварц қум умумий масасидан 20% га майдалаб туйилган волластонит қўшилади).

Вермикулитли енгил бетон таркиби:

1 м³ енгил вермикулит бетон қоришмаси учун материаллар сарфи:

I-таркиб (волластонит қўшилмаган).

Цемент Ц=305 кг

Вермикулит шағали=245 кг.

Кварц қум=300 кг

Сув С= 275 л.

$C/Ц=275/305=0,9$

Бетоннинг қуригандан кейинги ҳажмий оғирлиги; $\rho \approx 930 \text{ кг/м}^3$

II-таркиб (Кварц қуми массасига нисбатан 20% волластонит қуми қўшилди).

Цемент Ц=305 кг

Вермикулит шағали=245 кг.

Кварц қум=240 кг

Сув С= 275 л.

$C/Ц=275/305=0,9$

Волластонит В=60кг

Бетоннинг қуригандан кейинги ҳажмий оғирлиги; $\rho \approx 930 \text{ кг/м}^3$

III-таркиб (Вермикулит миқдори 16,5 % оширилган).

Цемент Ц=305 кг

Вермикулит шағали=285 кг.

Кварц қум=208 кг

Сув С= 275 л.

$C/Ц=275/305=0,9$

Волластонит В=52 кг

Бетоннинг қуригандан кейинги ҳажмий оғирлиги; $\rho \approx 930 \text{ кг/м}^3$

IV-таркиб (Вермикулит миқдори 33 % оширилган).

Цемент Ц=305 кг

Вермикулит шағали=325 кг.

Кварц қум=176 кг

Сув С= 275 л.

$C/Ц=275/305=0,9$

Волластонит В=44 кг

Бетоннинг қуригандан кейинги ҳажмий оғирлиги; $\rho \approx 930 \text{ кг/м}^3$

Аниқланган 1 м³ бетон компонентлари асосида тажрибавий намуналарни тайёрлаш бетон қоришмаси тайёрланди. Тайёрланган бетон қоришманинг конус чўкиши 8....9 см ни ташкил қилди.

Бетон намуналар махсус қолипларда тайёрланди. Бетонлашдан олдин қолип ички деворлари машина мойи билан мойланиб чиқилди (намуналарни қолипдан осон бўшатиш учун). Қолипланган бетонни зичлаш жараёни лаборатория титратмамайдончасида амалга оширилди. Намуналарни тайёрлаш пайтида ҳаво ҳарорати $20\pm 2^{\circ}\text{C}$, нисбий намлиги эса 65-70% тенг бўлди. Орадан 5-6 соат ўтгач (яъни қоришманинг қуюқланиш жараёни бошлангач унинг юза қисми ҳўл латта билан ёпиб қўйилади ва кетма-кет намланиб турилади. 24 соатдан кейин қолиплар очилиб, намуналар чиқариб олинди ва лаборатория шароитида, яъни меъёрий муҳитда) сақланади.

Тажрибаларни ўтказиш услуби. Тажрибаларни ўтказиш учун тайёрланган бетон куб ва призмаларнинг кубик ва призматик мустаҳкамликлари маркаси МС-50 ва ИП-500 бўлган махсус прессларда бажарилди. Шунингдек, бетоннинг зичлигини аниқлаш учун тарозида тортиб кўрилди, (1г аниқликгача).

2.1-жадвалда белгиланган дастур бўйича кўрсатилган кунларда учтадан намуналар (куб, призма) синаб кўрилди.

Намуналарни тайёрлаш жараёни ва уларнинг бетонланиб қотирилганидан кейинги кўринишлари 2.1 ва 2.2-расмларда кўрсатилган.



2.1 -расм. Таҷрибавий намуналарни тайёрлаш жараёни.



2.2-расм. Таҷрибаларни ўтказиш учун тайёрланган намуналар.

§2.2. Вермикулит бетон компонентларининг асосий хоссаларини аниқлаш.

§ 2.2.1. Портландцементнинг асосий хоссалари.

Тадқиқотнибажариш учун боғловчи модда сифатида ОАЖ "Қизилқум-цемент" заводининг М400 маркали (фаоллиги $R_{ц}=41,4$ МПа бўлган) портланцементи ишлатилди.

Бетон тайёрлаш учун ишлатиладиган материаллар давлат стандартларида кўрсатилган талаблар бўйича синалган бўлиши лозим. Конструкция ва иншоотнинг тузилишига, ишлаб чиқариш ишларидаги шароитига қараб цемент хили ва маркаси танланади.

Цементнинг хоссаларини аниқлашда қуйидаги [28] ГОСТ дан фойдаланилди. Уларда цемент сифатини белгиловчи хоссаларини аниқлаш усуллари келтирилган.

Цемент қанча майин бўлса, унинг сифати ҳам шунча яхши бўлади ва қотиш вақтида мустаҳкамлиги тез ошади, бинобарин, цемент қоришмасининг ҳаракатчанлиги ортади. Бу ўз навбатида, бетоннинг сифатли чиқишига ижобий таъсир кўрсатади. Цементнинг майинлик даражасини аниқлаш учун ўртача цемент намунасида 100 грамм олиб қуриштиш шкафида $105-110^{\circ}\text{C}$ ҳароратда 1 соат қуритилди ва совугандан кейин, ундан 50 грам олиб, №008 элакка солинди. Цемент элакда, ости ва усти қопқоғи ёпиқ ҳолда 15-20 минут қўлда эланди. Элакдаги қолган қолдикни ўлчаш орқали унинг майинлик даражаси аниқланди (2.2-жадвал).

Цементнинг маркаси, унинг эгилишдаги ва сиқилишдаги мустаҳкамлик чегарасига орқали аниқланди.

Бунинг учун ДАСТ [28] талаби бўйича ўлчамлари $40\times40\times160$ мм ли намуналар тайёрланди ва улар МИ-100 асбобида эгилишга синалди (2.3-расм), сўнгра эса синдирилган яримтали намуналар кўрилди (2.4-расм). Олинган синов натижаларидан маълум бўлдики, ишлатилган цементнинг эгилишдаги мустаҳкамлиги $R_{эп}=5,6$ МПа сиқилишдаги мустаҳкамлиги эса

$R_{ц}=41,4\text{МПа}$. Демак ишлатилган портландцементнинг фаоллиги $R_{ц}=41,4\text{МПа}$ (маркаси М400) га тенг. Шунингдек, цементнинг сув талабчанлиги, тутиб қолиш муддатлари зичлиги ва солиштира юзаси ДАСТ [28] талаблари бўйича аниқланди. Олинган натижалар қуйдаги 2.2-жадвалга киритилди.



**2.3- расм. Намуналарни
эгилишга синаш.**



**2.4-расм. Намуналарни
сиқилишга синаш.**

Қуйидаги 2.2-жадвалда бетон учун ишлатилган компонентларнинг асосий тавсифлари келтирилган.

Портландцементнинг физик-механик хоссалари

2.2-жадвал

Майинлик даражаси № 008 элакда қолдиғи %	Сув Талабчанлиги, %	Тутиб қолиш вақти, соат-мин.		Мустаҳкамлиги, МПа		Зичлиги, г/см^3		Солиш- тирма юзаси, г/см^2
		бошла- ниши	охир	эгилиш- даги	сиқи- лишдаги	хақиқий	уйма	
2,5	28	2:50	5:00	5,6	41,4	3,15	1,79	2900

§2.2.2. Волластонит хом ашёсини асосий хоссалари.

Бетон учун майда тўлдирувчи сифатида ишлатилган кварц қумнинг бир қисми ўрнига (20 %) волластонит хом ашёси ишлатилади. Бунда Лангар конининг таркибида 60-70% волластонит $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ маъдани бўлган табиий хом ашёси ишлатилди. Унинг дастлабки бўлаклари (кондан келтирилгандаги ҳолати) 10÷20см ўлчамли доналардан иборат бўлиб, олдин жағли майдалагичда майдаланиб, ўлчамлари 5÷20 мм ли фракцияга келтирилади. Сўнгра шарли тегирмонда майдаланиб ва туйилиб қум шаклига келтирилади.

Волластонитнинг физик ва механик хоссалари 2.3-жадвалда келтирилган. Волластонитнинг асосий физик ва механик хоссалари

2.3-жадвал.

т/р	Аниқланган асосий кўрсаткичлар	Олинган натижалар
1	Ҳақиқий зичлиги ρ г/см ³	2.83
2	Уйма зичлиги ρ_m кг/м ³	1670
3	Ғоваклиги F, %	7,5
4	Намлиги W, %	1,35
5	Сув талабчанлиги C, %	5,5
6	Моос шкаласи бўйича қаттиқлиги	5.0
7	Солиштира юзаси S, г/см ²	63
8	Водорот кўрсаткичи, pH	8
9	Оқлиги, %	80-90
10	Иссиқликдан кенгайиш коэффициенти α ,	$6.5 \cdot 10^{-6}$
11	Зарарли қўшимчалар ва компонентлар	йўқ
12	Сув ва ишқорли муҳитларга муносабати	турғун

Унинг солиштира юзаси 60 г/см², майинлиги 30 %, сув талабчанлиги 5 % (2.3-жадвал). Зарраларнинг кўриниши—узунчоқ

призмасимон, нинасимон шаклдадир. Унинг йирик доналари (зарралари) асосан ўзида пироксенларни, кальцит, каби минералларни бириктирган ҳолатда бўлади.

Унинг кристалл тузилишида анион радионлари бир қатор занжирдан иборат бўлиб, бунда иккита тетраэдрнинг актив кислородли учи ўққа нисбатан бир томонга, бу билан алмашинадиган учинчи тетраэдри бошқа томонга йўналгандир. Тузилишдаги кристалларининг юқори мустаҳкамлиги унинг (волластонитнинг) қаттиқлигини таъминлайди. (моос шкаласи бўйича қаттиқлиги 2.3-жадвал). Волластонит гуруҳи минералида уланиш текислиги бўлиб, кристалл бўлаклари тахта-тахта бўлиб жойланиши, агрегатларнинг тола-тола бўлиб тузилиши ва ундаги тетраэдр занжирлари ўзаро параллел вазиятда аниқ масофаларда жойлашиб, маълум текисликда кетма-кет узвий боғланиб фазовий симметрияни ҳосил қилади.

Соф волластонитнинг кимёвий формуласи $\text{CaSiO}_3 = \text{Ca}_3[\text{SiO}_3\text{O}_2]$ (кальций силикат) бўлиб, унинг кимёвий таркибида 48,3% CaO (кальций оксиди) ва 51,7% SiO_2 (кремний оксиди) бор. Шунингдек, унинг таркибида 9% гача бошқа маъданлар (темир, натрий, магний, алминий оксидлари ва бошқа арлашмалар) борлиги аниқланган. Таркибнинг шундай нинасимон алоҳида-алоҳида занжирлардан иборат тузилишга эга бўлганлиги сабабли волластонит кристалари уни майдаланган ҳолатда ҳам ўзининг нинасимон тузилишини йўқотмайди. Кварц кристалларининг юқори мустаҳкамлиги ушбу минералнинг қаттиқлигини таъминлайди.

Волластонит хом ашёсининг минерал тўлдирувчи сифатида ишлатилишининг асосий сабабларидан бири унинг табиий кристалларидаги нинасимон (толасимон) тузилишидир, уни майдалаб охирги маҳсулот (хом ашёси) сифатига айлантирилганида ҳам ўзгармай қолишидир. Волластонит анизотропик зарраларининг асосий кўрсаткичи узун толаларининг шу толалар энига нисбати орқали белгиланади.

Унинг агрегатлари варақсимон, радиал шуъласимон ёки найзасимон, пўчоқсимон ва турли тўқилиб кетган (ўргимчак уяси каби) толалардан иборатдир(2.5-расм).



2.5-расм. Волластонитнинг микронасимон тузилиши (1700 марта катталаштириб олинган).

Уларнинг текислиги юзаларида садафдек товланиб туради. Юқоридаги 2.3-жадвалидан хулоса қилиш мумкинки унинг асосий физик ва механик хоссалари шунга ўхшаш турдош минералларга нисбатан юқоридир. Уни майдалаб кукун ҳолига келтирилганида ҳам нинасимон (толасимон) тузулиши сақланиб қолаверади. Иссиқликдан кенгайиш коэффиценти жуда пастдир. Шу сабабли уни юқори ҳароратда қиздирганда ҳам, нинасимон тузилиши мустаҳкам каркасни ҳосил қилиб қолаверади. Бундай тузилишнинг таркиби ва ҳажми деярли ўзгармайди ва бошқа таъсирларга турғунлигини йўқотмайди, шунингдек, ўз гуруҳига мансуб минераллар билан мустаҳкам боғланиш хусусиятига эгадир.

Унинг яна бир ажойиб хоссаларидан бири сув ва ишқорли муҳит билан кимёвий реакцияга киришмайди. Нордон муҳитда у кучли қаршилик қилиш самарасига эгадир. Волластонитнинг юза қисми сув билан

контактда бўлганда гидроизоляцияланади, яъни кальций гидроксиди ҳосил бўлади. Бундай жараён унинг ишқорли дисперсиясини таъминлайди.

Волластонит минерали тузилишининг минералогик ва кимик таркибининг ўзгармас устиворлиги ва бошқа бир қанча ажойиб хоссаларга эгаллиги-ушбу минерални бетон учун майда (йирик тўлдирувчи сифатида ҳам) тўлдирувчи, шунингдек цемент учун минерал қўшилма сифатида ишлатиш мумкинлигини таъминлайди (бетон компонентлари массасига нисбатан унча кўп бўлмаган миқдорда, яъни 15÷30 % гача).

§2.2.3. Майда ва йирик тўлдирувчиларнинг асосий хоссалари.

Майда тўлдирувчиларнинг асосий хоссаларини аниқлаш. Бетон тайёрлашда Самарқанд вилояти Жума қум кареридан олинган қуми ишлатилди. Қумининг таркибида табиий ҳолда зарарли қушимчалар (гипс, слюда, пирит, чанг ва лой заррачалари, органик моддалари) деярли учрамайди. Қурилиш ишларида фойдаланиладиган қумлар ЎЗРСТ [36] (ўзгартириш киритилган) донатор таркиби жиҳатидан йирик, ўртача, майда ва жуда майда каби гуруҳларга ажратилади.

Бетон тайёрлаш учун йириклик модули 2,17 бўлган йирик ва ўртача қумлар тавсия қилинади. Бетон учун майда ва жуда майда қумлардан фойдаланишга фақат уларни ишлатиш нуқтаи-назаридан мақсадга мувофиқлигини техник-иқтисодий жиҳатдан асослангандан кейин рухсат этилади.

Қумнинг ўртача зичлиги унинг ғоваклиги ва намлигига боғлиқ. Қумғоваклиги қанча кам бўлса, унинг ўртача зичлиги шунча юқори бўлади. Шу сабабли қумнинг ўртача зичлик даражаси бўйича қумнинг донаторлиги сифатини баҳолаш мумкин.

Қумнинг донаторлигини аниқлаш. Қумнинг донатор таркибини аниқлаш учун уни стандарт элақларда ЎЗРСТ [35, 36] талабларига биноан элаб кўрилади. Бунинг учун массаси 2 гк келадиган намуна олдиндан қуриб

олинади ва кўзлари ўлчамлари 0; 0,16; 0,315; 0,63; 1,25; 2,5; 5; мм ли элакларда эланди.

Қумнинг донаторлиги унинг таркибида ҳа хил ўлчамли доналарнинг бўлиши билан тавсифланади. Тадқиқотлар учун ишлатилган қумнинг донаторлик таркиби бўйича уни элаклардан ўтказилиб тўла қолдиқлар фоиз (%) ҳисобида қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$A_I = a_{2,5} + a_{1,25} + a_{0,63} + \dots a_n \quad (2,1)$$

Бунда ҳар элакдаги айрим қолдиқлар ($a_{2,5} + a_{1,25}$ ва ҳоказо), сўнгра эса тўла қолдиқлар ($A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63}$) фоиз (%) ҳисобида аниқланади. Исталган элакдаги тўла қолдиқ шу элакдаги айрим қолдиқлар ва юқорида жойлашган барча элаклардаги қолдиқлар йиғиндисига тенг. Тўла қолдиқлар катталиги қумнинг дон таркибини тавсифномаси ҳисобланади.

Қум учун тўла қолдиқларни ҳисоблаймиз.

$$A_{2,5}=1; A_{1,25}=1+8=9; A_{0,63}=1+8+43=52;$$

$$A_{0,315}=1+8+43+8=60; A_{0,16}=1+8+43+8+35=95;$$

Қумнинг элакдаги эланишини таҳлил қилиш натижасида асосий доналарнинг йириклик модули $M_{\text{й}}$ қуйидагича аниқланди.

$$M_{\text{й}} = \frac{1+9+52+60+95}{100} = 217$$

Қумнинг ҳақиқий зичлиги ҳажми 100 мл ва бўйнида белгиси бор пикнометрда аниқланади. Сўнгра қумнинг ҳақиқий зичлиги 0,01г/см³ гача аниқликда ҳисобланди ($\rho_k = 2,5 \text{ г/см}^3$).

Қумнинг уймазичлигини аниқлаш. Қумнинг уйма зичлигини қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланди:

$$\rho_{\text{мк}} = (m_1 - m_2) / V = (1730 - 300) / 1000 = 1,43 \text{ г/см}^3 = 1430 \text{ кг/м}^3$$

бу ерда m_1 – қум тўлдирилган ўлчов цилиндрнинг массаси, кг; m_2 – бўш ўлчов цилиндрнинг массаси, кг; V – цилиндрнинг ҳажми, м³

Уйма зичлик икки марта аниқланди ва ҳар сафар янги намуна олинди. Икки марта аниқлаш натижаларидан ҳисоблаб чиқарилган ўртача арифметик қиймат энг сўнги натижа сифатида қабул қилинди. Қумнинг донаторлиги сифати унинг ўртача зичлик даражаси орқали белгиланади. Қумнинг ўртача зичлиги эса унинг ғоваклиги ва намлигига боғлиқдир. Унинг ғоваклиги (%) қуйдаги формула орқали топилди.

$$F = \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{1430}{2500}\right) \cdot 100\% = 42,8\%$$

Қумнинг намлиги %, қуйдаги формула ёрдамида аниқланади.

$$W_n = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_2}\right) \cdot 100\% = \frac{500 - 472}{472} \cdot 100 = 5,9\%$$

бу ерда m_1 – ҳул қум намунасининг массаси, m_2 – қуритилганидан кейинги массаси, г

Қумнинг ўртача йириклиги Б.Г. Скрамтаев формуласи ёрдамида ҳисобланади:

$$d_{\text{урм}} = 0,5 \sqrt{\frac{A_{0,16}}{11a_{0,16} + 137a_{0,315} + 0,171a_{0,63} + 0,02a_{1,25} + 0,024a_{2,5}}} =$$

$$= 0,5 \sqrt{\frac{95}{1195 + 13760 + 0,17152 + 0,029 + 0,0241}} = 0,49$$

Қум таркибининг солиштирма юзаси А. С. Ладинский формуласи ёрдамида ҳисобланади:

$$S = \frac{165K}{1000} (a + 2 \cdot b + 4 \cdot c + 8 \cdot d + 16l + 36f)$$

$$S = \frac{165 \cdot 13}{1000} (1 + 2 \cdot 9 + 4 \cdot 52 + 8 \cdot 60 + 16 \cdot 95 + 36 \cdot 5) = 5163 \text{ м}^2/\text{кг}$$

Қумдаги чангсимон зарралар миқдорини аниқлаш. Қумдаги чангсимон зарралар, гил ва лойқа зарралари зарарли аралашма ҳисобланади, улар қум доналарини қоплаб олган бўлади, уларнинг цемент тоши билан тишлашувига халақит беради. Қумдаги бундай аралашмаларнинг умумий миқдори қумни сувда ивитиш йўли билан аниқланади. Қум ивитилганида мазкур аралашмалар (0,16 мм дан майдароқ зарралар) қум зарраларидан кўра секинроқ чўкади, шу туфайли уларни қумдан осонликча ажратиб олиш мумкин.

Ювилган намуна то массаси ўзгармайдиган бўлгунча қуритилди ва зарарли аралашмаларнинг умумий миқдори 0,1 % гача аниқликда қуйдаги формула ёрдамида ҳисоблаб чиқарилди:

$$K_{\text{юв}} = [(m_1 + m_2) / m_2] 100 = [(10 + 8,4) / 8,4] 100 = 2,19 \%$$

бу ерда m_1 - намуна қумнинг сувда ивитиличдан олдинги массаси, кг; m_2 - сувда ивитилган намуна қумнинг қуритилгандан кейинги массаси, кг;

Қумдаги органик аралашмалар миқдорини аниқлаш. Органик аралашмалар миқдорини билиш учун қумга ранг бериш усулидан намлик даражаси ўзгармаган қум уюмидан тарозида 250 г тортиб олинди. Шу намуна 250 мл ҳажмли шиша цилиндрга солинди; сўнггра цилиндрга унинг 200 мл белгисига етиб турадиган қилиб юувчи натрийнинг 3 % ли эритмаси NaOH қуйилди, қум шиша таёқча ёрдамида яхшилаб аралаштирилди ва 24 соат тиндириб қуйилди. Шу муддат ўтгандан кейин қум тепасидаги эритманинг ранги эталон-эритма рангига тақосланди. Агар идишдаги қум тепасидаги суюқлик ҳеч қандай ранг-тус олмаган бўлса ёки унинг ранги эталон-эритма рангидан тўқроқ бўлмаса, бундай қум бетонга ишлатиш учун яроқли ҳисобланади. Қум тепасидаги суюқлик эталон рангидан тўқроқ бўлган тақдирда қумнинг бетон учун яроқли-яроқсизлигини билиш учун махсус текширишга тўғри келади.

Ишлатилган кумининг асосий хоссалари ва донаторлик таркиблари куйидаги 2.4 ва 2.5 жадвалларда келтирилган.

Кумининг донаторлик таркиби.

2.4-жадвал

Элакдаги қолдиқлар миқдори, %	Элаklarнинг кўзлари, мм						Йириклик модули, $M_{\text{й}}$
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,16 кичик	
Хусусий қолдиқлар	1	8	43	8	35	5	
Тўла қолдиқлар	1	9	52	60	95	100	2.17

Кумининг асосий хоссалари.

2.5-жадвал

т/р	Аниқланган асосий кўрсаткичлар	Олинган натижалар
1	Ҳақиқий зичлиги ρ г/см ³	2,50
2	Уйма зичлиги ρ_m кг/м ³	1430
3	Ғоваклиги F, %	42,8
4	Намлиги W, %	5,9
5	Солиштира юзаси S_n , м ² /кг	51,63
6	Ўртача йириклиги, $d_{\text{урт}}$	0,49
7	0,63 элакдаги тўла қолдиқ, %	52
8	Йириклик модули, $M_{\text{й}}$	2,17
9	Зарарли қушилмалар ва компонентлар миқдори, %	2,19
10	Органик бирикмалар, %	-

Йирик тўлдирувчиларнинг асосий хоссаларини аниқлаш. Вермикулит шағали.Енгил бетон тайёрлашда йирик тўлдирувчи сифатида вермикулит шағалини ишлатиш жуда яхши самара беради,(2.6-расм) бетон оғирлигини камайтиради шу сабабли кварц куми билан бирга вермикулит шағали қўшиб ишлатилди. Вермикулит экологик жихатдан хавфсиз, тоза ва турли биотаъсирларга чидамли хом-ашёдир. Ҳозирги кунда вермикулит хом-ашёсининг захиралари Қорақалпоқистон Республикасида мавжуддир. Табiiй тоғ жинси вермикулитни 1000-1100°C ҳароратда пишириб кўпчителиш йўли билан олинадил [22].



2.6-расм. Вермикулитнинг кўриниши.

Вермикулит, асбест ва минерал тош пахта сингари нафас йўлларига таъсир қилувчи газлар ажратмайди.

Вермикулит қўйидаги ижобий хоссаларга эга: оловбардош, юқори иссиқ ўтгазувчан иссиқликсақловчи, шовқинсақловчи, гигроскопиклиги паст, экологик хавфсиз, биологик жихатдан таъсирларга берилмайди, кимёвий инерт материалдир (2,6-жадвал).

Вермикулитнинг кимёвий таркиби

2,6-жадвал

Кремний оксиди	SiO ₂	41,10 %
Магний оксиди	MgO	16,73 %
Алюминий оксиди	Al ₂ O ₃	12,64 %
Темир оксиди	Fe ₂ O ₃	9,92 %
Калций оксиди	CaO	6,73 %
Калий оксиди	K ₂ O	2,92 %
Натрий оксиди	Na ₂ O	1,83 %
Титан оксиди	TiO ₂	1,09 %
Олтингугурт оксиди	SO ₃	0,24 %

Вермикулит иссиқ изоляцион материаллар тоифасига киради. Иссиқлик ўтказувчанлиги 0,04 дан 0,062 Вт/м.К га тенг. Вермикулитнинг ўртача зичлиги донадор зарраларининг ўлчамларига боғлиқ бўлиб, 80 дан 400 кг/м³ гача боради. Бундай тўлдирувчиларнинг ҳажми термик ишлов бериш пайтида 10-20 баробар каттариши натижасида уйма зичлиги жуда кичик бўлади.

Енгил тўлдирувчилар ўлчамлари, уйма зичлиги, ғоваклиги ва бошқа кўрсаткичлари бўйича шу материалларга тегишли техник талабларни қониқтириши керак. Ўлчамлари бўйича енгил тўлдирувчилар, худди зич тўлдирувчиларга ўхшаб йирик ва майда турларга бўлинади. Йирик тўлдирувчиларнинг ўлчамлари 5-40 мм бўлиб, уларга енгил шағал ёки чақиқ тош киради. Ғовак шағал ёки чақиқ тош қуйидаги ўлчамдаги доналарга бўлинади: 5-10; 10-20; 20-40 мм. Майда тўлдирувчиларнинг ўлчамлари 5 мм дан кичик бўлиб, уларга енгил кумлар киради. Енгил кумлар икки хил донадорликда бўлади. Майда кумлар доналарининг

ўлчамлари 1,2 мм дан кичик, йирик қумларники эса 1,2-5 мм оралиғида бўлади.

Уйма зичлиги бўйича ғовак тўлдирувчилар қуйидаги маркаларга бўлинади: 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200. Мосс шкаласи бўйича қаттиқлиги 1-2 га тенг.

Ғовак тўлдирувчилар аралашмасининг бўшлиғи йирик ва майда тўлдирувчиларнинг донадорлик таркибига боғлиқ. Йирик ва майда тўлдирувчиларнинг нисбий миқдорини камайтириш мумкин. Бу эса енгил бетон таркибига ишлатиладиган цемент миқдорини тежашга ва бетоннинг техник хоссаларини яхшилашга олиб келади.

Енгил темир-бетон қурилмаларда ишлатиладиган ғовак тўлдирувчиларнинг таркибидаги сувда эрувчан сульфат кислотаси тузларининг (SO_3 нисбатан ҳисобланганда) миқдори тўлдирувчининг массасига нисбатан 1 % дан ошмаслиги керак.

Ғовак йирик тўлдирувчининг асосий хоссаларидан бири бўлган мустаҳкамлиги пўлат цилиндрда доналарни эзиб аниқланади.

Вермикулит чиримайди ва ишқорлар таъсирига берилмайди. Шунинг учун уни енгил бетонларда кенг ишлатиш мумкин [22, 20].

Вермикулит шағалининг майда–йириклиги стандарт ғалвирда аниқланди.

Вермикулит шағали устма-уст қўйилган ҳар хил кўзли стандарт ғалвирлардан ўтказилгандан сўнг ҳар қайси ғалвирда қолган қолдиқ тортилди ва шағалнинг майда–йириклигининг умумий оғирлигига нисбати фоиз ҳисобида аниқланди.

Вермикулит шағалининг донадорлиги унинг таркибида ҳар-хил ўлчамли доналарнинг бўлиши билан тавсифланади. Вермикулит шағалининг донадорлик таркиби бўйича уни элақлардан ўтказилиб тўла қолдиқлар процент ҳисобида юқоридаги (2.1) формула ёрдамида аниқланади. Бунда ҳар бир элақдаги айрим қолдиқлар ($a_{2.5}$, a_5 , a_{10} ва ҳоказо) процент ҳисобида аниқланади. Исталган элақдаги тўла қолдиқ шу

элакдаги айрим қолдиқлар ва юқорида жойлашган барча элаклардаги қолдиқлар йиғиндисига тенг.

Бетон қоришмасини тайёрлаш учун ишлатилган вермикулит шағали учун тўлақ қолдиқларни ҳисоблаймиз:

$$A_{40}=1,5\%; A_{30}=1,5+18=19,5\%; A_{20}=19,5+39=58,5\%; A_{10}=58,5+30=88,5\%; A_5=88,5+10,5=99\%; A_0=99+1=100\%.$$

Шағалнинг донаторлиги сифати унинг ўртача зичлик даражаси орқали белгиланади. Шағалнинг ўртача зичлиги эса унинг ғоваклиги ва намлигига боғлиқдир. Унинг ғоваклиги (%) қуйидаги формула орқали топилади:

$$a_{40}=m_{40}/m*100=15/1000*100=1,5\%;$$

$$a_{30}=m_{30}/m*100=180/1000*100=18\%;$$

$$a_{20}=m_{20}/m*100=390/1000*100=39\%;$$

$$a_{10}=m_{10}/m*100=300/1000*100=30\%;$$

$$a_5=m_5/m*100=105/1000*100=10,5\%;$$

Элаклардаги тўла қолдиқлар миқдорини қуйидаги формула бўйича ҳисоблаймиз.

$$A_{40}=a_{40}=1,5\%;$$

$$A_{30}=a_{40}+a_{30}=1,5+18=19,5\%;$$

$$A_{20}=a_{40}+a_{30}+a_{20}=1,5+18+39=58,5\%;$$

$$A_{10}=a_{40}+a_{30}+a_{20}+a_{10}=1,5+18+39+30=88,5\%;$$

$$A_5=a_{40}+a_{30}+a_{20}+a_{10}+a_5=1,5+18+39+30+10,5=99\%;$$

Вермикулит шағалининг асосий физик механик кўрсаткичлари.

2.7-жадвал

т/р	Аниқланган асосий кўрсаткичлар	Олинган натижалар
1	Ҳақиқий зичлиги ρ г/см ³	1,1
2	Уйма зичлиги ρ_m кг/м ³	245
3	Ғоваклиги F, %	88%
4	Намлиги W, %	6,23
5	Сув талабчанлиги C, %	47

2.3. II боб бўйича хулосалар.

1. Бетон қоришмаси ва бетон намуналари тайёрлаш учун боғловчи модда сифатида “Қизилқумцемент” ОАЖнинг шлакли портландцементи ишлатилди. Унинг сиқилишдаги мустаҳкамлиги $R_c=41,4$ МПа, эгилишдаги мустаҳкамлиги $R_{эп}=5,6$ МПа, тутиб қолиш муддати бошланиши 2 соат 50-минут, тугаши 5 соат, ҳақиқий зичлиги $\rho=3,15$ г/см³, уйма зичлиги $\rho_m=1,79$ кг/м³, солиштирма юзаси, 2900 г/см², майинлик даражаси 2,5 %, сув талабчанлиги 28 %. Цемент фаоллиги $R_c=41,4$ МПа (М400)

2. Майда тўлдирувчи сифатида Самарқанд вилояти Жума қум карьеридан келтирилган кварц куми ишлатилди. Қумнинг ранги оқ, сарғич, йириклик модули $M_{й}=2,17$. Унинг ҳақиқий $\rho=2,50$ г/см³, уйма зичлиги $\rho_m=1430$ кг/м³, ғоваклиги 42,8 %, намлиги 5,9 %, сув талабчанлиги 10 %, солиштирма юзаси 51,63 м²/кг дир.

3. Енгил бетон тайёрлашда йирик тўлдирувчи сифатида вермикулит шағалини ишлатилди. Вермикулитбетон тайёрлаш учун йирик тўлдирувчи сифатида донадорлиги 5....20 мм бўлган вермикулит шағали ишлатилди. Вермикулит шағалининг ҳақиқий зичлиги $\rho=1,1$ г/см³, уйма зичлиги $\rho_m=245$ гк/м³, ғоваклиги 88 %, намлиги 6,23 % ни ташкил этади.

4. Майда тўдирувчи сифатида ишлатилган кварц кумининг 20 % фракциялаб қум шаклига келтирилган волластонит минерали билан алмаштирилди. Бунда таркибида 65-75% волластонит (CaSiO_3) маъдани бўлган Лангар конининг волластонит хом ашёси ишлатилди. Унинг йириклик модули $M_{й}=2$, ҳақиқий зичлиги $\rho=2,83$ г/см³, уйма зичлиги $\rho_m=1670$ кг/м³, ғоваклигин 7,5 %, Моос шкаласи бўйича қаттиқлиги 5,0 га тенг сув талабчанлиги 5,5%, оқлиги, 80÷90 %. Зарарли қўшимчалар ва компонентлар йўқ, сув ва ишқорли муҳитларга муносабати турғун. Унинг агрегатлари варақсимон ва найзасимон толалардан иборат.

III боб. Вермикулитли енгил бетоннинг мустаҳкамлик хоссаларини тадқиқотлаш

§3.1. Вермикулитли бетоннинг мустаҳкамлиги

Бетоннинг мустаҳкамлиги бир қатор омилларга боғлиқ бўлиб, таркиби, тайёрланиш жараёни ва қотиш шароити бир-хил бўлганда ҳам ўзгарувчан хоссаларга эга бўлади. Унинг мустаҳкамлиги, асосан, ишлатиладиган материалларнинг сифатига, таркибининг самарали танланганлигига, ғовакли-гига, қотиш шароитига, синалаётган намунанинг шакли ва ўлчамларига ҳамда кучланиш ҳолатининг тавсифига боғлиқ бўлади.

Бетон таркибини ташкил этувчи тўлдирувчиларнинг жойланишида аниқ қонуният бўлмаганлиги ва ғовакларнинг тартибсиз жойланиши натижасида бир хил қоришмадан тайёрланган намуналарни синашда ҳар хил қаршилиқ олинади. Бетон сиқилишга яхши қаршилиқ кўрсатади, бироқ чўзилишга ва кесилишга мустаҳкамлиги анча камдир. Шу сабабли конструкциялар шундай лойихаланадики, бунда бетон фақат сиқувчи кучларни қабул қилиши керак. Бетоннинг чўзилувчи қисмига эса чўзувчи зўриқишларни қабул қилиши учун пўлат арматура ўрнатилади.

Бетоннинг мустаҳкамлиги ундан ясалган намуналарни куч таъсирида синаб кўриш орқали аниқланади. Бетоннинг куч таъсиридаги ҳолати ва бузилиши тавсифи жуда кўп тажрибалар орқали ўрганилган.

Шу сабабли ДАСТ [31] талабларига кўра бир хил таркибли қоришмадан тайёрланган ва бирхил муҳитда ушлаб турилган бетон намуналардан энг камида учта намуна синаб кўрилади. Сўнгра уларнинг ўртача миқдори олинади.

Юқорида қабул қилинган (§ 2. 1.) дастур асосида бетон куб намуналар 7, 28, 60 ва 90 кунлик даврларда синаб кўрилди. Намуналарни синаш пайтида юклаш миқдори 0.1 МПа/сек режимида амалга оширилди.



3.1-расм. Оддий енгил бетонларнинг кубик мустаҳкамлигини аниқлаш.



3.2-расм. Волластонит минерали қўшилган енгил бетонларнинг кубик мустаҳкамлигини аниқлаш.

Куб намуналарни синаш жараёни 3.1 ва 3.2-расмларда кўрсатилган. Синовнатижалари қуйидаги 3.1., 3.2., 3.3. ва 3.4-жадвалларда келтирилган.

Вермикулит шағали ва кварц қуми қўшиб таёрланган енгил бетон куб
намуналарининг мустаҳкамликлари (биринчи таркиб)

3.1- жадвал.

Т/р	Намуна ўлчамлари, см	Юк қўйи- ладиган юзаси, А _b , см ²	Бузувчи куч Р, кН	Алоҳида наму- наларнинг мустаҳкамлиги R _i , МПа	Намуналарнинг ўртача мустаҳ- камлиги, R _m , МПа
7- кунликда					
1	10,1x10	101	30,80	2,9	2,8
2	10,15x10,1	102,5	29,13	2,7	
3	9,95x10,1	102,3	29,07	2,7	
28- кунликда					
1	9,95x10,1	100,5	44,43	4,2	4,0
2	10,05x10,1	101,5	40,60	3,8	
3	10,1x10,1	102	42,95	4,0	
60- кунликда					
1	10,1x10	101	45,80	4,3	4,2
2	10,1x10,1	102	44,95	4,1	
3	9,95x10,1	100,5	45,15	4,2	
90- кунликда					
1	9,9x10,1	99,9	46,90	4,5	4,4
2	10x10,1	101	47,25	4,4	
3	10,1x10,1	102	47,55	4,4	

Волластонит қўшилмали вермикулит-бетон куб намуналарининг
мустаҳкамликлари (иккинчи таркиб)

3.2-жадвал

Т/р	Намуна ўлчамлари, см	Юк қўйи- ладиган юзаси, А _b , см ²	Бузувчи куч Р, кН	Алоҳида наму- наларнинг мустаҳкамлиги R _i , МПа	Намуналарнинг ўртача мустаҳ- камлиги, R _m , МПа
7- кунликда					
1	10,2x10,1	103	32,53	3,0	3,4
2	10,1x10,02	101,2	35,15	3,3	
3	10,15x10,1	102,5	42,08	3,9	
28- кунликда					
1	10,1x10,02	101,2	49,00	4,6	4,8
2	10x10	100	48,42	4,6	
3	10,1x10,01	101,1	55,34	5,2	
60- кунликда					
1	10x10,1	101	57,68	5,4	5,4
2	10,1x10	101	58, 96	5,5	
3	10,1x10,1	102	57,24	5,3	
90- кунликда					
1	10 x10	100	62,34	5,9	5,8
2	10x10,1	101	61,23	5,7	
3	10,1x10,01	102,1	63,15	5,9	

Волластонит қўшилмали вермикулит-бетон куб намуналарининг
мустаҳкамликлари (учинчи таркиб)

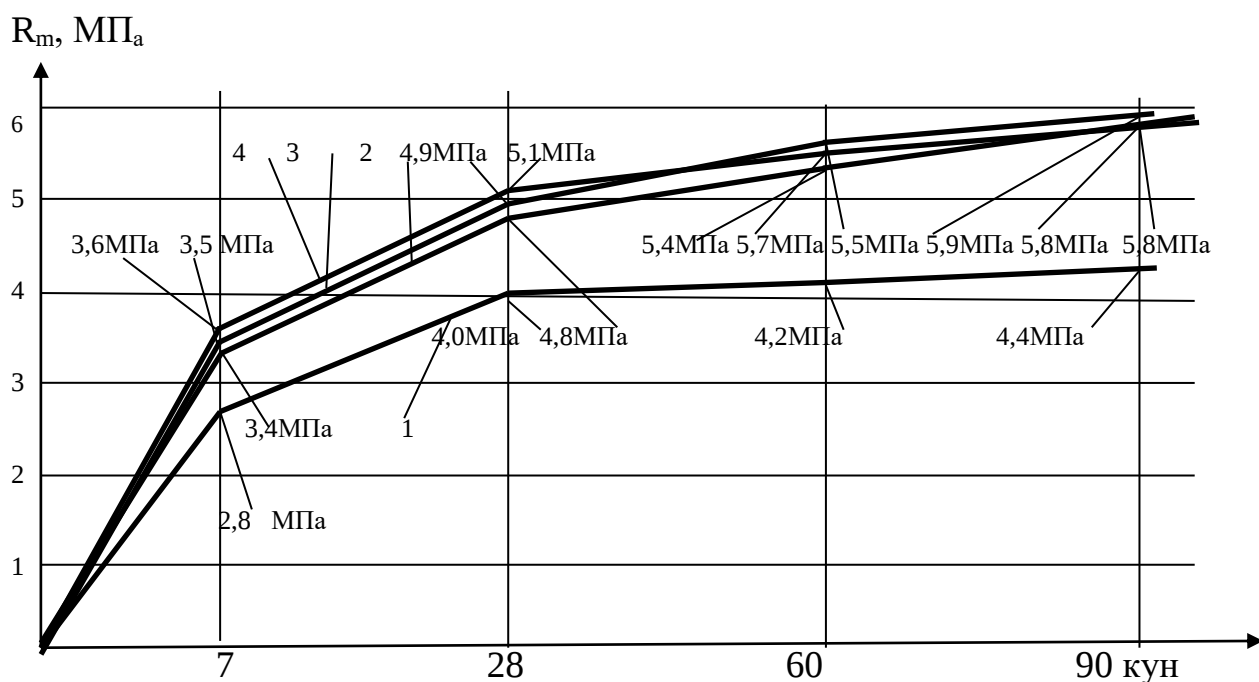
3.3-жадвал

Т/р	Намуна ўлчамлари, см	Юк қўйи- ладиган юзаси, А _б , см ²	Бузувчи куч Р, кН	Алоҳида наму- наларнинг мустаҳкамлиги R _i , МПа	Намуналарнинг ўртача мустаҳ- камлиги, R _м , МПа
7- кунликда					
1	10,2x10,1	103	37,53	3,4	3,5
2	10,1x10	101	36,15	3,4	
3	10,15x10	101,5	41,48	3,8	
28- кунликда					
1	10,1x10	101	51,68	4,8	4,9
2	10x10	100	50,52	4,8	
3	10 x10,01	100,1	54,64	5,2	
60- кунликда					
1	10x10,1	101	59,28	5,8	5,7
2	10,2x10	102	61,86	5,7	
3	10,1x10,1	102	60,74	5,6	
90- кунликда					
1	10 x10	100	61,94	5,9	5,9
2	10x10,1	101	63,83	6,0	
3	10,1x10	101,1	64,25	6,0	

Волластонит қўшилмали вермикулит-бетон куб намуналарининг
мустаҳкамликлари (тўртинчи таркиб)

3.4-жадвал

Т/р	Намуна ўлчамлари, см	Юк қўйи- ладиган юзаси, А _б , см ²	Бузувчи куч Р, кН	Алоҳида наму- наларнинг мустаҳкамлиги R _i , МПа	Намуналарнинг ўртача мустаҳ- камлиги, R _м , МПа
7- кунликда					
1	10,2x10,1	103	38,13	3,5	3.6
2	10x10,02	100,2	40,85	3,9	
3	10,1x10,1	102	39,28	3,6	
28- кунликда					
1	10,1x10,02	101,2	54,18	5,1	5,1
2	10x10,1	101	53,32	5,0	
3	10,1x10,01	101,1	56,54	5,3	
60- кунликда					
1	10x10,1	101	60,18	5,6	5,5
2	10,1x10,2	103	59,31	5,4	
3	10,2x10	102	61,83	5,7	
90- кунликда					
1	10 x10,02	100,2	62,53	5,9	5,8
2	10x10,1	101	64,79	6,1	
3	10,1x10,1	102	61,17	5,6	



3.3-расм. Вермикулитбетоннинг вақт бўйича кубик мустаҳкамлигининг ўсиши графиклари. 1-таркиб учун; 2, 3, 4-таркиблар учун;

Тажрибалардан маълумки бетон куб намуналарнинг бузилиши асосан уч хил кўринишда содир бўлади. Биринчи ҳолатда тўлдирувчиларнинг чўзилишига бўлган мустаҳкамлиги цемент тошининг мустаҳкамлигидан катта бўлса, таркибнинг бузилиши цемент қоришмаси бўйича содир бўлади ва бузилишлар тўлдирувчи доналари атрофидан ўтади. Иккинчи ҳолатда, яъни тўлдирувчиларнинг мустаҳкамлиги цемент қоришмаси мустаҳкамлигидан паст бўлса, бузилиш тўлдирувчилар орқали ўтади.

Учунчи ҳолатда эса тўлдирувчилар ва цемент қоришмасининг мустаҳкамликлари ўзара яқин бўлганда таркибнинг бузилиши аралаш ҳолда рўй беради. Натижада бетоннинг қрашилиқ қилиш қобиляти кескин камайади, бинобарин ёриқлар кенгайиб бетон бузилади;

-сиқилган бетоннинг бузилиши, кучнинг таъсир қилиш йўналишига параллел вазиятда ҳосил бўладиган микроёриқларнинг узунлиги билан бошланади. Бунда бетон намуна ҳажми кенгайгандек бўлади, ҳақиқатда эса таркибнинг бир жинслиги бузилади. Микроёриқларнинг ривожланиш

жараёни эса бетоннинг таркиби билан тавсифланади (яъни қаерда ғоваклар ва камчиликлар бўлса, шу ерда ёриқлар тез ривожланади);

-бетоннинг бузилиш жараёнига катта таъсир қилувчи омил, бу-суёқ фазадир. Таркибдаги буғланмай қолган сув бетоннинг эластик деформация-ланишини осонлаштиради, таркибни буғланишларни кучсизлантиради ва мустаҳкамлигини пасайтиради;

-бетоннинг мустаҳкамлиги ва деформацияланиши цемент тошининг таркиби ва тузилиши орқали аниқланади. Цемент тошининг таркиби унинг минерологик таркибига, сув-цемент нисбатига цементнинг майда туйилганлик даражасига, қўшимчалар миқдорида боғлиқ бўлади.

Бетон куб намуналарни синашда унинг бузилиши ён томонларидан иккига учбурчак шаклидаги бетон синиқларининг ажралиб чиқиши бўйича содир бўлади. Намунанинг ўзи эса кичик асослари бир-бирига туташган иккита кесик пирамида шаклига ўхшаб қолади.

Намунанинг бундай схема бўйича бузилишига асосий сабаб тўла пресс плиталари билан намуна сирти орасида ҳосил бўладиган ишқаланиш кучларидир. Бу кучлар намунанинг ичкарасига қараб йўналган бўлиб бетоннинг кўндаланг йўналиш бўйича деформацияланиши чеклайди.

Юқоридаги 3.1÷3.2÷3.3÷3.4-жадваллардан ва 3.3-расмда келтирилган бетон мустаҳкамлиги графикларидан кўриш мумкинки, 1 таркиб бўйича енгил бетоннинг 7, 28, 60 ва 90 кундаги мустаҳкамликлари мос ҳолда 2,8 МПа, 4,0 МПа, 4,2 МПа ва 4,4 МПа га тенг бўлади. Айти пайтда худди шундай таркибига 20% волластонит қуми қўшилган (иккинчи таркиб) енгил бетоннинг 7, 28, 60 ва 90 кундаги мустаҳкамликлари мос ҳолда иккинчи таркиб (20%) 3,4 МПа, 4,8 МПа, 5,4 МПа ва 5,8 МПа га тенг. Худди шундай таркибига 20% волластонит қуми қўшилган (учинчи таркиб) енгил бетоннинг 7, 28, 60 ва 90 кундаги мустаҳкамликлари мос ҳолда учинчи таркиб (20%) 3,5 МПа, 4,9 МПа, 5,7 МПа ва 5,9 МПа га тенг ва яна худди шундай таркибига 20% волластонит қуми қўшилган (туртинчи таркиб) енгил бетоннинг 7, 28, 60 ва 90 кундаги

мустаҳкамликлари мос ҳолда туртинчи таркиб (20%) 3,6 МПа, 5,1 МПа, 5,5 МПа ва 5,8 МПа га тенг бўлади. Яъни таркибига 20% волластонит қуми қўшилганда эса оддий таркибга нисбатан 17-25 % бетоннинг мустаҳкамлиги ортди. Демак, волластонит минералини цементга фаол қўшилма сифатида ишлатилганда айниқса енгил бетонлар учун кўпроқ самара олиш мумкин.

Маълумки, волластонитнинг юза қисми сув билан контактда бўлганда гидроизоляцияланиши, яъни кальций гидроксиди ҳосил бўлиши кузатилган [11, 19]. Бу жараён унинг ишқорли дисперсиясини таъминлайди. Уни майда тўлдирувчи сифатида ишлатилганда ҳосил бўладиган кальций гидроксиди цемент тоши ва бошқа тўлдирувчилар билан узвий боғланиб, сунъий тош-нинг мустаҳкамлигини яхшилайдди.

Волластонит зарраларининг нинасимон (жунсимон) тузилиши ўзига цемент ва қум зарраларини ўзаро бириктириб йирик тўлдирувчи орасида мустаҳкам каркасни ҳосил қилади. Шунингдек унинг моос шкаласи бўйича қаттиқлиги шағалникидан кам эмас. Шу сабабли мустаҳкам жипслашган каркасининг ҳажми деярли ўзгармай қолади ва чидамлилигини йўқотмайди.

Волластонитнинг қотаётган цемент таркибида гидратланиши ва тузилишининг ҳосил бўлиш жараёни зич таркибни вужудга келтиради, яъни бир кальцийли гидросликат $\text{CaO SiO}_2 \text{ aq}$ (бу ерда $\text{aq}=1\div 1.1$ мол H_2O). Бундай минерал гидратлантирилган клинкерли минерал C_2S га нисбатан физик ва кимик таъсирларга турғундир (чидамлидир). У ўз гуруҳига эга бўлган минераллар билан жуда яқин боғланиш хусусиятига ҳам эгадир. Ташқи куч таъсирида таркибида ҳосил бўладиган ички зўриқишларни игнасимон тузилишли каркаслар ўзига қабул қилиб, уларни тақсимлаб юборади. Ана шу эффект орқали таркибнинг мустаҳкамлиги таъминланади.

Бетоннинг куч таъсиридаги ҳолати ва бузилиши тавсифи жуда кўп тажрибалар орқали ўрганилган. Бунда бетоннинг бузилишиасосан уч-хил кўринишда содир бўлади.

Биринчи ҳолатда тўлдирувчиларнинг мустаҳкамлиги цемент тошининг мустаҳкамлигидан кам бўлса таркибнинг мустаҳкамлиги цемент тоши бўйича рўй беради ва бузилувчилар тўлдирувчи доналари орасидан ўтади. Бу ҳолат биринчи ва волластонит қўшилган қолган таркиблар учун мос келади. Бунда таркибнинг қайси жинсидаги мустаҳкамлиги пастроқ ва ғоваклар бор бўлса, бузилиш шу ердан ўтади.

Маълумки, 1984 йилдан бошлаб, бетоннинг мустаҳкамлик бўйича сифатини ифодаловчи тавсифномаси сифатида бетоннинг “синфи” деган тушунча қўлланилмоқда. Бетоннинг синфи деб, қирраларининг ўлчамлари 10x10 см бўлган бетон кубнинг 95% таъминланиши билан 28-кунда аниқланган сиқилишдаги чегаравий қаршилик қилиш қобилятига айтилади. Бетоннинг синфи билан маркаси ўртасидаги фарқ қабул қилинадиган қаршилик миқдорининг таъминланиши билан ифодаланади. Бетоннинг маркаси учун қаршиликнинг таъминланиши 50% ни ташкил қилади (яъни қаршиликнинг ўрта статистик миқдори қабул қилинади). Бетоннинг синфи учун эса, бу таъминланиш 95% ташкил қилади.

Бетоннинг маркаси билан синфи орасидаги боғланиш қуйидаги формула орқали ифодаланади:

$$B=R_m(1-1,64 \times C_v); \quad (3.1)$$

Юқорида олинган тажрибавий натижалар ҳамма таркиблар учун бетоннинг синфини аниқлаймиз (28 кунликдаги) жадвал 3,1-3,2-3,3 ва 3,4 га асосан ўлчамлари 10x10x10 см бўлган кубларнинг 28 кундаги мустаҳкамликлари биринчи таркиб учун $R_{m1}=4,0$ МПа; иккинчи таркиб учун $R_{m2}=4,8$ МПа.

Олинган ҳамма таркиблар учун бетоннинг ҳамма синфини аниқлаймиз. Бунинг учун бетоннинг мустаҳкамлигининг ўрта квадрат чекланиши σ ва мустаҳкамликнинг ўзгарувчанлиги коэффиценти C_v қийматлари аниқланади (3.5 жадвал).

Юқоридаги 3.1 жадвалга асосан биринчи таркиб учун бетоннинг сиқилишидаги мустаҳкамлиги 4,0 МПа, демак бу В2 синфига мос келади. Қолган таркиблар эса В3,5 синфи бўлган бетонга мос келади.

Бетоннинг 28 кунликдаги мустаҳкамлик кўрсаткичлари

3.5 жадвал

Бетон мустаҳк., R _i , МПа	Ўртача мустаҳк., R _m , МПа	R _m -R _i	(R _m -R _i) ²	σ _m	Вариация коэфф., C _v
1. Биринчи таркиб учун					
4,2	4,0	-0,2	0,04	0,34	0,09
4,8		-0,8	0,64		
4,0		0,0	0,00		
2. Иккинчи таркиб учун					
4,6	4,8	0,2	0,04	0,12	0,03
4,6		0,2	0,04		
5,2		-0,4	0,16		
1. Биринчи таркиб учун					
4,2	4,0	-0,2	0,04	0,34	0,09
4,8		-0,8	0,64		
4,0		0,0	0,00		
2. Иккинчи таркиб учун					
4,6	4,8	0,2	0,04	0,12	0,03
4,6		0,2	0,04		
5,2		-0,4	0,16		

§3.2. Вермикулитли бетоннинг призмавий мустаҳкамлиги.

Бетоннинг кубик қаршилиги фақат унинг синфини аниқлаш ва сифатини назорат қилиш учун фойдаланилади, темирбетон конструкцияларни ҳисоблашда бевосита қўлланилмайди. Темирбетон конструкцияларда бетоннинг ишлаш ҳолати бетон-кубнинг ишлаш ҳолатидан фарқ қилиб, бетон призманинг ишлаш ҳолатига яқин бўлади. Шунинг учун темирбетон конструкцияларни ҳисоблашда бетоннинг призмавий мустаҳкамлиги (қаршилиги) ишлатилади.

Бунда бетон призма босқичма-босқич юкланиб, ҳар босқичда юкнинг миқдори бузувчи кучнинг 10 % га тенг қилиб олинади. Намуна ҳар қайси босқичда юк тасирида 4-5 дақиқа ушлаб турилади. Юклаш тезлиги узгармас булиб 0,2-0,6 МПа/сек га тенг қилиб олинади. Оддий ва таркибига 20 % волластонит минерали қушилган бетон призмаларни синаш қуйдаги 3,4 ва 3,5-расмларда кўрсатилган. Синаш натижалари асосида аниқланган натижалар эса 3,6÷3,7÷3,8÷3,9-жадвалларда ва 3,6-расмда келтирилган.

Тажрибалар шуни кўрсатадики, бетоннинг мустаҳкамлиги вақт утиши билан ошиб боради ва жарён бир неча йил давом этиши мумкин. Вақт давомида бетон мустаҳкамлигининг ошиши унинг таркиби, атроф-муҳитнинг иссиқлиги ва намлигикатта таъсир кўрсатади. Бетон мустаҳкамлигининг вақт давомида энг куп ортиши (ўсиши) дастлабки қотиш даврига тўғри келади. Бетоннинг мустаҳкамлиги билан унинг ёши ўртасидаги боғланишни ифодаловчи кўп таклифлар бўлиб, бу таклифлардан бири Б. Г. Скрамтаев томонидан портландцемент асосида тайёрланадиган бетонлар учун берилган оддий логарифмик боғланиш булиб, у қуйдаги формула билан аниқланади:

$$R_i = R_{28} \frac{\lg t}{\lg 28} = 0,7 \cdot \lg t \quad (3.2)$$

Шу нуқтаи назардан қабул қилинган дастур асосида бетоннинг 7, 28, 60 ва 90 кунликдаги призмавий мустаҳкамликлари тажриба қилиб курилди.



3.4-расм. Оддий енгил бетоннинг призмaviй мустаҳкамлигини аниқлаш

Юқоридаги олинган тажрибавий натижаларга ($3,6 \div 3,7 \div 3,8 \div 3,9$ жадвалларда ва 3.6 расм) кўра хулоса қилиш мумкинки, оддий бетоннинг 7, 28, 60 ва 90 кунлардаги призмaviй мустаҳкамликлари мос ҳолда 2,31 МПа, 3,33 МПа, 3,45 МПа ва 3,52 МПа га тенг. Аини пайтда худди шундай таркибига 20% волластонит қуми қўшилган (иккинчи таркиб) енгил бетоннинг 7, 28, 60 ва 90 кундаги призмaviй мустаҳкамликлари мос ҳолда иккинчи таркиб (20%) 2,61 МПа, 3,93 МПа, 4,06 МПа ва 4,23 МПа га тенг.

Худди шундай таркибига 20% волластонит қуми қўшилган (учинчи таркиб) енгил бетоннинг 7, 28, 60 ва 90 кундаги призмавий мустаҳкамликлари мос ҳолда учинчи таркиб (20%) 2,65 МПа, 4,07 МПа, 4,19 МПа ва 4,35 МПа га тенг ва яна худди шундай таркибига 20% волластонит қуми қўшилган (туртинчи таркиб) енгил бетоннинг 7, 28, 60 ва 90 кундаги призмавий мустаҳкамликлари мос ҳолда туртинчи таркиб (20%) 2,74 МПа, 4,13 МПа, 4,26 МПа ва 4,43 МПа га тенг бўлди.



3.5-расм. Волластонит минерали қўшилган вермикулитбетонларнинг призмавий мустаҳкамлигини аниқлаш.

Демак, волластонит толалари дисперсли арматура сифатида қўшилган таркибларда бетоннинг призмавий мустаҳкамлиги ўртача 14-16 % юқори эканлигини кузатиш мумкин. Хулоса қилиш мумкинки, волластонит толалари, цемент ва тўлдирувчилар орасидаги боғланишни жипслаштириб, қушимча мустаҳкам каркасни ҳосил қилади.

Волластонитнинг юза қисми сув билан контактда бўлганда гидроизоляцияланади, яъни кальций гидроксиди, ҳосил бўлиб, ушбу жараён унинг ишқорли дисперсиясини таъминлайди. Демак, волластонит фоал қўшилма сифатида таркибга киритилганда ҳосил бўладиган кальций гидроксиди цемент тоши ва тўлдирувчилар билан узвий боғланиб, бутун скелетнинг призматик мустаҳкамлиги яхшиланишини кузатиш мумкин.

Бундан ташқари волластонитнинг паст асосли табиатда устивор кальцийнинг силикатида ташкил топганлиги, унда емирилишга сабаб бўладиган ортиқча кальций оксидининг йўқлиги бундай бетонларнинг емирилишига (занглашига) чидамли бўлишини таъминлайди.

Вермикулит шағали ва кварц куми қўшиб таёрланган енгил бетоннинг
призмавий мустаҳкамликлари (биринчи таркиб)

3.6-жадвал

№ т/р	Призма ўлчамлари, а×в×h, см	Асосининг юзаси, А _б , см ²	Бузувчи куч Р, кН	Призмаларнинг мустаҳкамлиги. R _{бн} , МПа	Ўртача мустаҳкамлик R _б , МПа
7-кунликда					
1	10,1x10x40	101	22,85	2,26	2,31
2	10x10x40	100	23,55	2,35	
3	9,9x10x40	99	23,15	2,33	
28-кунликда					
1	10,1x9,9x40	100	33,50	3,35	3,33
2	10x10,1x40	101	32,75	3,24	
3	10,1x10,1x40	102	34,85	3,41	
60-кунликда					
1	10x10x40	100	35,05	3,50	3,45
2	10x10,2x40	102	35,25	3,45	
3	10x10,1x40	101	34,45	3,41	
90-кунликда					
1	10,1x10x40	101	35,75	3,53	3,52
2	9,9x10,1x40	100	35,65	3,56	
3	10,1x10,1x40	102	35,45	3,47	

Волластонит қўшилмали вермикулитбетоннинг призмавий
мустаҳкамликлари (иккинчи таркиб)

3.7-жадвал

№ т/р	Призма ўлчамлари, а×в×h, см	Асосининг юзаси, А _б , см ²	Бузувчи куч Р, кН	Призмаларнинг мустаҳкамлиги. R _{бн} , МПа	Ўртача мустаҳкамлик R _б , МПа
7-кунликда					
1	10x10,1x40	101	25,95	2,56	2,61
2	10,1x10x40	101	26,75	2,64	
3	10x10x40	100	26,30	2,63	
28-кунликда					
1	10x10,1x40	101	39,50	3,91	3,93
2	10,1x10x40	101	40,25	3,98	
3	10,1x10,1x40	102	39,95	3,91	
60-кунликда					
1	10x10x40	100	41,15	4,11	4,06
2	10x10,2x40	102	40,45	3,96	
3	9,9x10x40	99	40,95	4,13	
90-кунликда					
1	10,1x9,9x40	100	41,85	4,18	4,23
2	10x10,2x40	102	43,75	4,28	
3	10x10,1x40	101	42,95	4,25	

Волластонит қўшилмали вермикулитбетоннинг призмaviй
мустаҳкамликлари (учинчи таркиб)

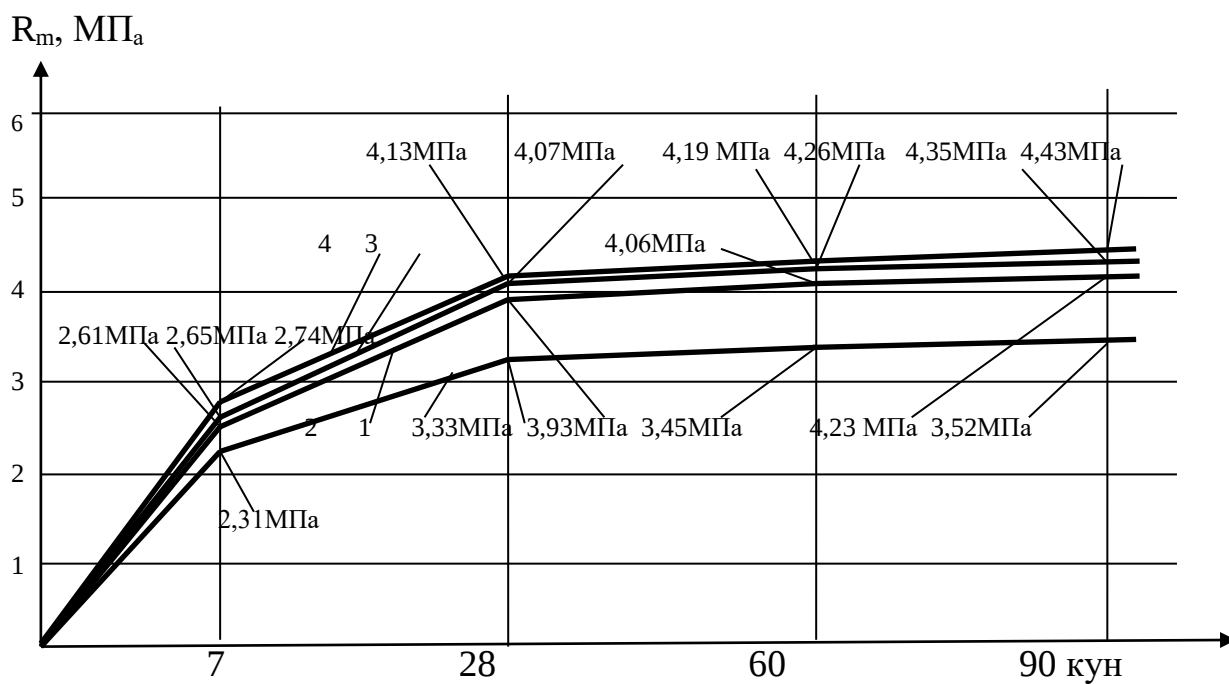
3.8-жадвал

№ т/р	Призма ўлчамлари, а×в×h, см	Асосининг юзаси, А _б , см ²	Бузувчи куч Р, кН	Призмаларнинг мустаҳкамлиги. R _{бн} , МПа	Ўртача мустаҳкамлик R _б , МПа
7-кунликда					
1	10x10,1x40	101	26,45	2,61	2,65
2	10,2x10x40	102	26,65	2,61	
3	10x10x40	100	27,35	2,73	
28-кунликда					
1	10,2x10x40	102	40,85	4,00	4,07
2	10,1x10x40	101	41,35	4,09	
3	10,1x10,1x40	102	42,15	4,13	
60-кунликда					
1	10,1x9,9x40	100	41,65	4,16	4,19
2	10x10,2x40	102	42,95	4,21	
3	9,9x10,1x40	101	42,10	4,21	
90-кунликда					
1	10,1x9,9x40	100	44,35	4,43	4,35
2	10x10,1x40	101	44,15	4,37	
3	10,1x10,1x40	102	43,45	4,25	

Волластонит қўшилмали вермикулитбетоннинг призмавий
мустаҳкамликлари(туртинчи таркиб)

3.9-жадвал

№ т/р	Призма ўлчамлари, а×в×h, см	Асосининг юзаси, А _б , см ²	Бузувчи куч Р, кН	Призмаларнинг мустаҳкамлиги. R _{бн} , МПа	Ўртача мустаҳкамлик R _б , МПа
7-кунликда					
1	10x10,1x40	101	27,25	2,69	2,74
2	10,1x10x40	101	28,05	2,77	
3	10x10x40	100	27,65	2,76	
28-кунликда					
1	10,2x10,1x40	103	42,85	4,15	4,13
2	10,1x10x40	101	41,55	4,11	
3	10,1x10,1x40	102	42,35	4,15	
60-кунликда					
1	10,1x10x40	101	42,35	4,19	4,26
2	10x10x40	100	42,55	4,25	
3	9,9x10x40	99	43,20	4,36	
90-кунликда					
1	10,1x9,9x40	100	44,65	4,46	4,43
2	10x10,1x40	101	45,10	4,46	
3	10,1x10,1x40	102	44,75	4,38	



3.6-расм. Вермикулитбетоннинг вақт бўйича призмавий мустаҳкамлигининг ортиш графиклари. 1-бетон призма; 2-3-4-волластонит қўшилмали призма.



3.7-расм. Тажрибадан ўтказилган куб намуналарнинг умумий кўриниши



3.8-расм. Тажрибадан ўтказилган призма намуналарнинг умумий кўриниши

3.3. III боб бўйича хулосалар

1.Биринчи таркиб бўйича енгил бетоннинг 7, 28, 60 ва 90 кундаги мустаҳкамликлари мос ҳолда 2,8 МПа, 4,0 МПа, 4,2 МПа ва 4,4 МПа га тенг бўлди. Айни пайтда худди шундай таркибига 20% волластонит қуми қўшилган (иккинчи таркиб) енгил бетоннинг 7, 28, 60 ва 90 кундаги мустаҳкамликлари мос ҳолда иккинчи таркиб (20%) 3,4 МПа, 4,8 МПа, 5,4 МПа ва 5,8 МПа га тенг. Худди шундай таркибига 20% волластонит қуми қўшилган (учинчи таркиб) енгил бетоннинг 7, 28, 60 ва 90 кундаги мустаҳкамликлари мос ҳолда учинчи таркиб (20%) 3,5 МПа, 4,9 МПа, 5,7 МПа ва 5,9 МПа га тенг ва яна худди шундай таркибига 20% волластонит қуми қўшилган (туртинчи таркиб) енгил бетоннинг 7, 28, 60 ва 90 кундаги

мустаҳкамликлари мос ҳолда туртинчи таркиб (20%) 3,6 МПа, 5,1 МПа, 5,5 МПа ва 5,8 МПа га тенг бўлди. Яъни таркибига 20% волластонит қуми қўшилганда эса цемент сарфини оширмасдан оддий таркибга нисбатан 17-25 % бетоннинг мустаҳкамлиги ортди. Демак, волластонит минералини цементга фаол қўшилма сифатида ишлатилганда айниқса енгил бетонлар учун кўпроқ самара олиш мумкин.

2.Хулоса қилиш мумкинки, оддий бетоннинг 7, 28, 60 ва 90 кунлардаги призмавий мустаҳкамликлари мос ҳолда 2,31 МПа, 3,33МПа, 3,45 МПа ва 3,52 МПа га тенг . Айни пайтда худди шундай таркибига 20% волластонит қуми қўшилган (иккинчи таркиб) енгил бетоннинг 7, 28, 60 ва 90 кундаги призмавий мустаҳкамликлари мос ҳолда иккинчи таркиб (20%) 2,61 МПа, 3,93 МПа, 4,06 МПа ва 4,23 МПа га тенг. Худди шундай таркибига 20% волластонит қуми қўшилган (учинчи таркиб) енгил бетоннинг 7, 28, 60 ва 90 кундаги призмавий мустаҳкамликлари мос ҳолда учинчи таркиб (20%) 2,65 МПа, 4,07 МПа, 4,19 МПа ва 4,35 МПа га тенг ва яна худди шундай таркибига 20% волластонит қуми қўшилган (туртинчи таркиб) енгил бетоннинг 7, 28, 60 ва 90 кундаги призмавий мустаҳкамликлари мос ҳолда туртинчи таркиб (20%) 2,74 МПа, 4,13 МПа, 4,26 МПа ва 4,43 МПа га тенг бўлди.

Демак, волластонит толалари дисперсли арматура сифатида қўшилган таркибларда бетоннинг призмавий мустаҳкамлиги ўртача 14-16 % юқори эканлигини кузатиш мумкин. Хулоса қилиш мумкинки, волластонит толалари, цемент ва тўлдирувчилар орасидаги боғланишни жипслаштириб, қушимча мустаҳкам каркасни ҳосил қилади.

Умумий хулоса.

Вермикулитли ва таркибига волластонит толалари билан дисперсли арматураланган вермикулитли енгил бетонларнинг мустаҳкамлик ва деформацион хоссаларини тадқиқот қилиш натижасида қуйидаги умумий хулосалар қилинди.

1. Бетон қоришмаси ва бетон намуналари тайёрлаш учун боғловчи модда сифатида “Қизилқумцемент” ОАЖнинг шлакли портландцементи ишлатилди. Унинг сиқилишдаги мустаҳкамлиги $R_c=41,4$ МПа, эгилишдаги мустаҳкамлиги $R_{эп}=5,6$ МПа, тутиб қолиш муддати бошланиши 2 соат 50-минут, тугаши 5 соат, ҳақиқий зичлиги $\rho=3,15$ г/см³, уйма зичлиги $\rho_m=1,79$ кг/м³, солиштирма юзаси, 2900 г/см², майинлик даражаси 2,5 %, сув талабчанлиги 28 %. Цемент фаоллиги $R_c=41,4$ МПа (М400)

2. Майда тўлдирувчи сифатида Самарқанд вилояти қум каръеридан келтирилган кварц куми ишлатилди. Унинг асосий тавсифлари 2,4-2,5 жадвалларда келтирилган. қумнинг ранги оқ, сарғич, йириклик модули $M_{\text{й}}=2,17$. Унинг ҳақиқий $\rho=2,50$ г/см³, уйма зичлиги $\rho_m=1430$ кг/м³, ғоваклиги 42,8 %, намлиги 5,9 %, сув талабчанлиги 10 %, солиштирма юзаси 51,63 м²/кг дир.

3. Енгил бетон тайёрлашда йирик тўлдирувчи сифатида вермикулит шағалини ишлатиш жуда яхши самара беради, бетон оғирлигини камайтиради шу сабабли кварц куми билан бирга вермикулит шағали қўшиб ишлатилди. Вермикулит экологик жихатдан хавфсиз, тоза ва турли биотаъсирларга чидамли хом-ашёдир. Ҳозирги кунда вермикулит хом-ашёсининг захиралари Қорақалпоқистон Республикасида мавжуддир. Табиий тоғ жинси вермикулитни 1000-1100°С ҳароратда пишириб қўпчителиш йўли билан олинади. Вермикулит 1850°С да эрийди.

Вермикулит, асбест ва минерал тош пахта сингари нафас йўлларига таъсир қилувчи газлар ажратмайди.

Вермикулит қўйидаги ижобий хоссаларга эга: оловбардош, юқори иссиқ ўтгазувчан иссиқликсақловчи, шовқинсақловчи, гигроскопиклиги

паст, экологик хавфсиз, биологик жихатдан таъсирларга берилмайди, кимёвий инерт материалдир.

Вермикулит бетон тайёрлаш учун йирик тўлдирувчи сифатида донадорлиги 5....40 мм бўлган вермикулит шағали ишлатилди. Унинг асосий тавсифлари 2,6-жадвалда келтирилган. Вермикулит шағалининг ҳақиқий зичлиги $\rho=1,1 \text{ г/см}^3$, уйма зичлиги $\rho_m=245 \text{ гк/м}^3$, ғоваклиги 88 %, намлиги 6,23 % ни ташкил этади.

4. Майда тўдирувчи сифатида ишлатилган кварц қумининг 20 % фракциялаб қум шаклига келтирилган волластонит минерали билан алмаштирилди. Бунда таркибида 65-75% волластонит (CaSiO_3) маъдани бўлган Лангар конининг волластонит хом ашёси ишлатилди. Унинг йириклик модули $M_f=2$, ҳақиқий зичлиги $\rho=2,83 \text{ г/см}^3$, уйма зичлиги $\rho_m=1670 \text{ кг/м}^3$, ғоваклигин 7,5 %, Моос шкаласи бўйича қаттиқлиги 5,0 га тенг сув талабчанлиги 5,5%, оқлиги, 80÷90 %. Зарарли қўшимчалар ва компонентлар йўқ, сув ва ишқорли муҳитларга муносабати турғун. Таркиби асосан , пироксенлар, кальций, дала шпати, гранит ва бошқа минераллардан иборат. Унинг агрегатлари варақсимон ва найзасимон толалардан иборат.

5. Юқорида олинган натажалардан хулоса қилиш мумкинки, биринчи таркиб бўйича енгил бетоннинг 7, 28, 60 ва 90 кундаги мустаҳкамликлари мос ҳолда 2,8 МПа, 4,0 МПа, 4,2 МПа ва 4,4 МПа га тенг бўлди. Айни пайтда худди шундай таркибига 20% волластонит қуми қўшилган (иккинчи таркиб) енгил бетоннинг 7, 28, 60 ва 90 кундаги мустаҳкамликлари мос ҳолда иккинчи таркиб (20%) 3,4 МПа, 4,8 МПа, 5,4 МПа ва 5,8 МПа га тенг. Худди шундай таркибига 20% волластонит қуми қўшилган (учинчи таркиб) енгил бетоннинг 7, 28, 60 ва 90 кундаги мустаҳкамликлари мос ҳолда учинчи таркиб (20%) 3,5 МПа, 4,9 МПа, 5,7 МПа ва 5,9 МПа га тенг ва яна худди шундай таркибига 20% волластонит қуми қўшилган (туртинчи таркиб) енгил бетоннинг 7, 28, 60 ва 90 кундаги мустаҳкамликлари мос ҳолда туртинчи таркиб (20%) 3,6 МПа, 5,1 МПа, 5,5

МПа ва 5,8 МПа га тенг бўлди. Яъни таркибига 20% волластонит қуми қўшилганда эса цемент сарфини оширмасдан оддий таркибга нисбатан 17-25 % бетоннинг мустаҳкамлиги ортди. Демак, волластонит минералини цементга фаол қўшилма сифатида ишлатилганда айниқса енгил бетонлар учун кўпроқ самара олиш мумкин.

6.Хулоса қилиш мумкинки, оддий бетоннинг 7, 28, 60 ва 90 кунлардаги призмавий мустаҳкамликлари мос ҳолда 2,31 МПа, 3,33МПа, 3,45 МПа ва 3,52 МПа га тенг . Айни пайтда худди шундай таркибига 20% волластонит қуми қўшилган (иккинчи таркиб) енгил бетоннинг 7, 28, 60 ва 90 кундаги призмавий мустаҳкамликлари мос ҳолда иккинчи таркиб (20%) 2,61 МПа, 3,93 МПа, 4,06 МПа ва 4,23 МПа га тенг. Худди шундай таркибига 20% волластонит қуми қўшилган (учинчи таркиб) енгил бетоннинг 7, 28, 60 ва 90 кундаги призмавий мустаҳкамликлари мос ҳолда учинчи таркиб (20%) 2,65 МПа, 4,07 МПа, 4,19 МПа ва 4,35 МПа га тенг ва яна худди шундай таркибига 20% волластонит қуми қўшилган (туртинчи таркиб) енгил бетоннинг 7, 28, 60 ва 90 кундаги призмавий мустаҳкамликлари мос ҳолда туртинчи таркиб (20%) 2,74 МПа, 4,13 МПа, 4,26 МПа ва 4,43 МПа га тенг бўлди.

Демак, волластонит толалари дисперсли арматура сифатида қўшилган таркибларда бетоннинг призмавий мустаҳкамлиги ўртача 14-16 % юқори эканлигини кузатиш мумкин. Хулоса қилиш мумкинки, волластонит толалари, цемент ва тўлдирувчилар орасидаги боғланишни жипслаштириб, қушимча мустаҳкам каркасни ҳосил қилади.

Жумладан, бир хил мустаҳкамлик таъминланган ҳолда цемент сарфи тежелди, ёки самарали енгил конструкциялар ишлаб чиқариш имкониятлари вужудга келади.

7. Хулоса қилиш мумкинки, волластонит минерали майда тўлдирувчи сифатида вермикулитли енгил бетонлар таркибига киритилганда унинг мустаҳкамлик хоссалари сезиларли даражада ортади. Бунда волластонит ўзининг нинасимон (жунсимон) тузилишга эга бўлганлиги сабабли цемент

ва тўлдирувчилар орасидаги боғланишни жипслаштириб, ўзаро мустаҳкам каркасни ҳосил қилади. Волластонит минералининг бундай самарали таъсири вермикулитли енгил бетонларни мустаҳкамлик ва деформацияланиш бўйича ҳисоблашда муҳим аҳамият касб этади.

Волластонит қўшилмали енгил бетонлар ҳозирги пайтда замонавий бир ва икки қаватли турар-жой бинолари учун самарали қўлланилиши мумкин. Жумладан, улардан ичи ковак иссиқ сақловчи деворбоп блоклар, конструкцион иссиқ сақловчи девор панеллари, том ёпма плиталари, пол плиталари ва бошқа бетон ва темирбетон буюмлар ишлаб чиқариш мумкин. Шунингдек, бир хил мустаҳкамлик таъминланган ҳолда, цемент сарфи тежалади ёки самарали енгил конструкцияларни ишлаб чиқариш мумкин ва х.к.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати:

1. Ўзбекистон Республикасининг “Таълим тўғрисида”ги қонуни. Ўзбекистоннинг янги қонунлари. № 17. –Т.:”Адолат”, 1988.
2. Ўзбекистон Республикаси Президенти 2011 йил 20 майдаги “Олий таълим муассасаларининг моддий техник базасини мустаҳкамлаш ва юқори малакали мутахассислар тайёрлаш сифатини тубдан яхшилаш чора тадбирлари” тўғрисидаги № ПҚ 19-1533 сонли қарори.
3. Ўзбекистон Республикаси Президенти 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги ПФ-4947-сонли фармони.
4. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 19.06.2009 йилдаги “Деворбоп материаллар ишлаб чиқаришни ошириш ва сифатини яхшилаш бўйича қушимча тадбирлар тўғрисида”ги №ПФ-1134сонли қарори (Ўзбекистон Республикаси Олий Мажлиси палаталарининг ахборотномаси ,2009 й,6-сон, 231-модда; Ўзбекистон Республикаси қонун ҳужжатлари туплами, 2011й, 9-сон 84-модда).
5. Мирзиёев Ш. М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Тошкент. 2017.
6. Акрамов Х. А., Нуриддинов Х.И., Рахимов Ш.Т., Туропов М.Г., «Бетон тўлдирувчилари технологияси». Ўқув қўлланма. Т., ТАҚИ, 2010-167 бет.
7. Бурлаков Г.С “Техналогия, изделий из лёгкого бетона”.М., 1986.
8. Гайдаш Б.И., Деревягин Г.Ф., Деревягина А.А. Экспериментальные исследования возможности получения специальных марок бетона на основе волластонитового сырья. В кн. Волластонит изд. Наука, Москва. 1999. с 90-92.
9. Ицкович С.М., Чумаков Л.Д., Баженов Ю.М. Технология заполнителей бетона. Учебник М., “Высшая школа», 1991-272 бет.

10. Исмоилов М.И., Чернявский Ю.А., Эшпулатов Я.С. Генетические типы волластонитовых месторождений Узбекистана. В кН. Волластонит изд.наука, Москва 1999, с 37-48.
11. Козырёв В.В. Сырьевая база волластонита и перспективы ее развития. В кН. Волластонит, изд.наука, Москва, 1998 г, с29-34.
12. Кулдашев Х. Волластонит билан дисперсли арматураланган бетонларнинг мустаҳкамлик хоссаларини таъқиқотлаш. “Меъморчилик ва қурилиш муаммолари”. Самарқанд. Сам.ДАҚИ, 2016, №4.
13. Кулдашева А. Волластонит ва уни бетон учун тўлдирувчи сифатида ишлатишнинг истиқболлари. Қурилиш ашё-буюмлари ва уларни ишлаб чиқариш муаммолари. Халқаро илмий амалий конференция материаллари. Самарқанд, 2006 й. 23-24 б.
14. Кулдашев Х. Султанов А.А., Кулдашева А.Х. Волластонит минералининг тузилиши, минералогик таркиби ва уни қурилиш саноатида ишлатишнинг истиқболлари. Меъморчилик ва қурилиш муаммолари. Илмий техник журнал. Самарқанд, СамДАҚИ 2011, №1, 42-45 бетлар.
15. Кулдашева А.Х. Экспериментальные исследования прочностных свойств бетонов на основе волластонитового сырья. Вестник МГСУ. Научно-технический журнал. 2011 №7, стр. 627-630.
16. Кулдашев Х., Саидмуратов Б.И. бетон қориш ишлари технологияси. Самарқанд. “Сам.ДАҚИ” 2014.
17. Кулдашев Х., Назаров А.Н., Қўлдашева А.Х. Жавлиев З. Волластонитли бетонларнинг мустаҳкамлигини таъқиқот қилиш. Меъморчилик ва қурилиш муаммолари. Илмий техник журнал. Самарқанд, СамДАҚИ, 2011. №2, 35÷40 б.
18. Лещинский М.Ю Испытание бетона. Справочное пособие. М.Стройиздат 1998.
19. Нуруллаев З. Волластонит, Ўзбекистон Фан наشريёти, Тошкент, 1997, 23 б.

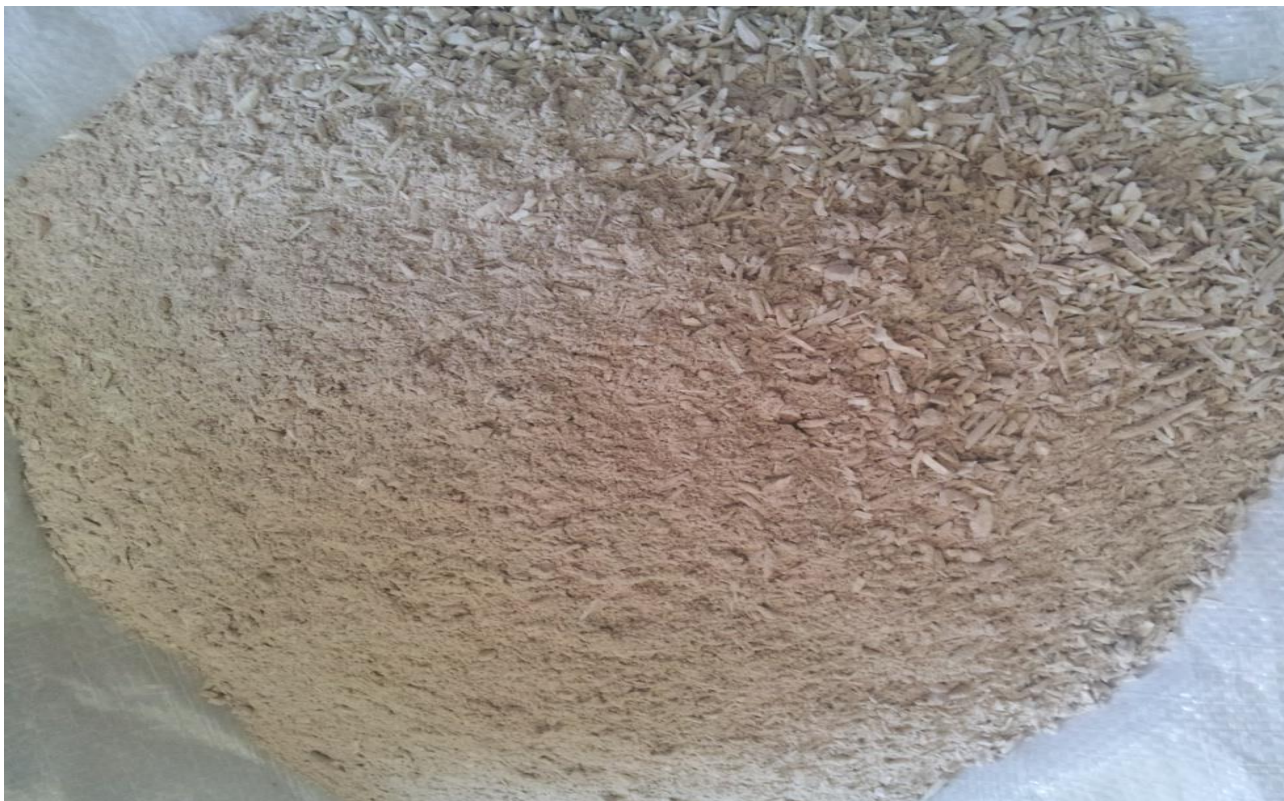
20. Остонаев Ж.Ж. Вермикулитни енгил бетонларда қўллаш истиқболлари. “Таълим, фан ва ишлаб чиқариш интеграциясида инновацион технологияларни қўллаш-мамлакат тараққиётининг муҳим омили” мавзусидаги XV республика илмий-техник конференция материаллари. II қисм. Самарқанд 2018 йил.
21. Султанов А.А., Тўлаганов А.А., Мелиев О.А., Қурбонов Т.Ю., Шермамедов Д.Н., Содикова С.О., Қўлдашев Х., Назаров А.Н. “Қурилиш материаллари ва металлар технологияси. Самарқанд-2012 йил.
22. Тулаганов А.А., Камилов Х.Х., Вохидов М.М., Султанов А.А., “Замонавий қурилиш материаллари, буюмлари ва технологиялари”. Ўқув қўлланма. Самарқанд. “Зарафшон” 2015 йил-140 б.
23. Шарипов А. Комолов Г. Твердение воллостонито содержащих бетонов в различных условиях Архитектура и строительство Узбекистана, 1987й. № 10 стр 36-38
24. Ямлеев У. А., Анциферов Г. В. Технология производства легкобетонных конструкций. М. 1985-216с.
25. ГОСТ 25137-82. Легкие наполнители для бетона.
26. ГОСТ 310.1-81 Цементы. Методы испытаний. Общие положения.
27. ГОСТ 10180-90. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.
28. Ўз. РСТ 719-96. Бетонлар. Зинчлик, намлик, сув шимувчанлик, ғоваклик ва сув ўтказмасликни аниқлаш усуллари.
29. РСТ Уз 742-96. Бетоны. Правила контрол прочности. Взамен ГОСТ 18105-86
30. РСТ Уз 7473-94. Смеси бетонные. Технические условия. Взамен ГОСТ 7473-85
31. РСТ Уз 679-96. Бетоны. Правила подбора состава. Взамен ГОСТ 27006-96
32. РСТ Уз 763-96. Бетоны. Методы определения деформации усадки и ползучесть. Взамен ГОСТ 24544-81

33. РСТ Уз 763-96. Бетоны. Методы определения призмной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона.
34. РСТУз 7473-94. Бетон қоршмалари.
35. Уз РСТ 8736-93. Песок для строительных работ. Технические условия.
36. Уз РСТ. 730-96. Қурилиш ишлари учун қум. Синаш усуллари.

Интернет сайтлари:

1. [mailto: site@tikhvin. org](mailto:site@tikhvin.org)
2. *ZIYO.net Internet sayti.*
3. *Google.com.*

ТАДҚИҚОТ МАТЕРИАЛЛАРИ ВА ИЛОВАЛА



Шарли тегирмонда майдаланган волластонит куми



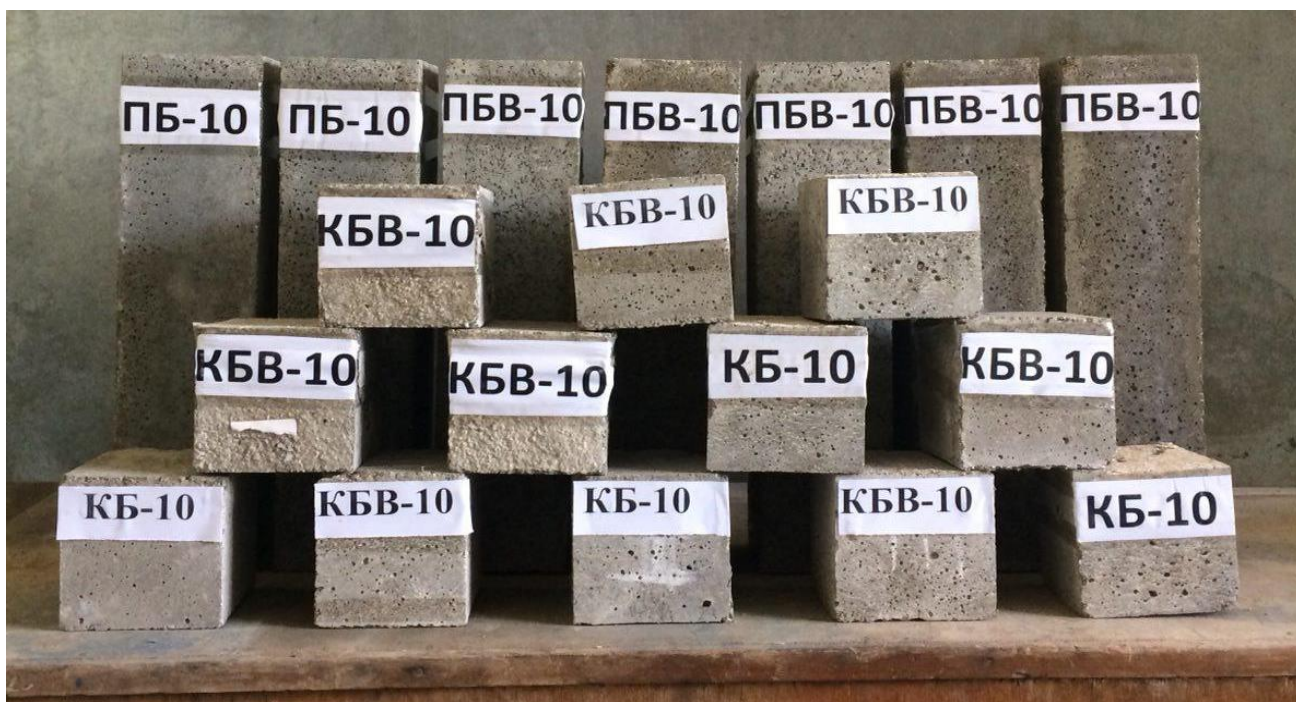
Кварц куми



Вермикулит шағали



Тажриба намуналари таёрлаш жараёни



Тажриба ўтказиш учун намуналар



Намунани синаш жараёни





