

FTAMP 67.09.33

С.Н.Алигентова<sup>1</sup> (orcid -0000-0002-8060-3308) – негізгі автор,  
Д.Т.Сартаев<sup>2</sup> (orcid -0000-0002-2817-0955),  
А.У.Бердалы<sup>3</sup> (orcid -0000-0002-1130-8604),  
Д.С.Айтбаев<sup>4</sup> (orcid -0000-0002-4888-0196)

<sup>1,3,4</sup> магистрант, <sup>2</sup> тех. ғыл. канд., профессор  
Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,  
Алматы қ., Қазақстан  
e-mail: <sup>1</sup>s.aligentova@mail.ru, <sup>2</sup>sartayev\_d@mail.ru, <sup>3</sup>www.almas.96@mail.ru,  
<sup>4</sup>aitbaev\_97@mail.ru

## МӨЛДІР БЕТОН ҚҰРАМЫНА ШЫНЫ ТАЛШЫҒЫН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП ТИІМДІЛІКТІ АРТТЫРУ

**Аннотация.** Бұл мақалада жаңа, заманауи құрылыс материалы мөлдір бетонның құрамына оптикалық талшық орнына шыны талшығын қосу арқылы зерттеу жүргізілді. Себебі, шыны талшығы оптикалыққа қарағанда бағасы жағынан едәуір тиімді, құрылымы жағынан оптикалық талшыққа да ұқсас. Мөлдір бетон жасауда ковейерлік-ленталық әдіс қолданылды: араласпа мен талшық кезекпен құйылды. Мөлдір бетонды жасауда осы технология қолданылды: шикізаттарды дайындау, қалыптарды дайындау, араласпаны мөлшерлеп араластыру, шыны талшығы мен араласпаны кезекпен қалыпқа құя отырып қалыптау, тегістеу, кептіру, дайын өнімді қоймаға жіберу бөлімдерінен тұрды. Материалды әзірлеп 7, 14, 28 күн аралығында сығуға беріктігін сынау арқылы мөлдір бетонның беріктілігі қарапайым бетон беріктігімен бірдей екендігін анықталды. Талшықтың пайыздық мөлшері 5% ғана болғандықтан материал беріктігіне әсер етпейді. Зерттеу нәтижесінде шыны талшығын бетон құрамында қолдану арқылы тиімділікті арттырады деген тұжырым жасалды.

**Тірек сөздер:** Бетон, шыны талшығы, оптикалық талшық, мөлдір бетон, құрылыс материалы.

**Кіріспе.** Бетон - бұрыннан бері ең танымал кең қолданылатын құрылыс материалдарының бірі. Бірақ қарапайым бетон конструкцияларын тартымды деп айта алмаймыз. Эстетикалық түрін жетілдіру үшін әртүрлі материалдарды әртүрлі әдістермен жиі қолдануға болады. Бүгінгі таңда құрылыс индустриясында қолданылатын жаңа технологиялар бізге керемет әрлік шешімдерін табуға мүмкіндік береді. Бүгінде мамандар жай құрылыс материалдары мен жабындарды түрлендіре отырып, ерекше бұйымдар жасауда.

Мөлдір бетон - оптикалық талшықтардың әсерінен жарық өткізгіштік қасиеттері бар бетон негізіндегі құрылыс материалы. Жарық материалдың бір шетінен екінші шетіне оптикалық талшық арқылы өтеді. Сондықтан талшықтар бүкіл зат арқылы өтуі керек. Мөлдір бетон қасиеттеріне байланысты мөлдір бетон және жарық өткізгіш бетон деп те аталады. Ол сәулет өнерінде қасбеттік материал ретінде және ішкі қабырғаларды қаптау үшін қолданылады. Бұл зерттеу бетонға және оптикалық талшықтың артықшылықтарын біріктіріп, бетонға жоғары пластикалық оптикалық талшықтарды немесе үлкен диаметрлі шыны оптикалық талшықтарды орналастырады. Басты мақсат - жарық сәулесін жарық көзі ретінде пайдалану, жарық энергиясын тұтынуды азайту және құрылымдардың күйзелісін сезіну үшін оптикалық талшықты қолдану, сонымен қатар бұл

бетонды ғимараттың жақсы эстетикасы үшін сәулеттік мақсат ретінде пайдалану.

Мөлдір бетонның қабырғалары бөлмеде күндізгі уақытта табиғи жарықтың сәулелерін бөлуге мүмкіндік береді. Мөлдір бетон қара, ақ және сұр, сондай-ақ дайын күңгірт панельдер немесе жылтыратылған түрлерін кездестіруге болады. Жеңіл өткізгіш блоктар арнайы ерітінділермен, желім қоспаларымен бекітіледі. Әртүрлі өлшемдегі блоктар әртүрлі бояулармен және бет өңдеу әдістерімен жасалады.

Жарық қабырғаның бір бетінен екіншісіне шыны өзектерінің арқасында беріледі. Шыны талшық (немесе оптикалық талшық) - бұл шынының иілімді мөлдір талшығынан жасалған, екі аралығының арасында жарық беру үшін толқын ретінде жұмыс істей алатын икемді мөлдір талшық орналасқан. Зерттеудің негізгі мақсаты-шыны талшықтаржәне құм мен цементті оптикалық талшықтарды қолдана отырып, мөлдір бетон блоктарын жасау және талшықтарды бетон қоспасының салмағынан 1-5% өлшемде тиісінше 1,5 см аралықта орналастыра отырып олардың әртүрлі физикалық және инженерлік қасиеттерін талдау. Зерттеуден 7 күн ішінде бастапқы сығылу беріктігінің 5-10% - ға артуы, сондай-ақ бастапқы беріктіктің шыны талшықтар мен оптикалық талшықтардың қоспасы үшін 28 күн ішінде бастапқы сығылу беріктігінің 10-15% - ға артуы туралы қорытынды жасауға болады. Ал бастапқы және соңғы сығылу беріктігінің сипаттамасы бетон қоспасындағы шыны талшықтардың көбеюімен біртіндеп төмендейді. Жарық өткізгіш элементтер дайын бетон өнімінің толық қалыңдығынан жоғары орналасуы керек. Арнайы орналасулар сіздің қажеттіліктеріңізге байланысты әртүрлі жарық аймақтарын жасауға мүмкіндік береді. Бұл материалдың жаңа нұсқалары үнемі жетілдіріліп отырады. Пластик, шыны немесе тіпті оптикалық талшық сияқты мөлдір материалдардың әртүрлі түрлері қолданылады.

Кесте 1

Мөлдір бетон қасиеттері

Мөлдір бетон	Қасиеті
Қалпы	Құрылымдық блоктар
Құрамы	96% бетон, 4% оптикалық талшық
Тығыздығы	2100-2400 кг/м <sup>2</sup>
Блок өлшемі	600мм x 300мм
Блок қалыңдығы	25-500мм
Түсі	Ақ, сұр және қара
Талшық түрі	Органикалық
Сығуға беріктігі	50 н/мм <sup>2</sup>
Созылуға беріктігі	7 н/мм <sup>2</sup>

Мөлдір бетон сыртқы келбетіне қарамастан, қарапайым бетонның конструкциялық сипаттамаларына ие, сонымен қоса: беріктілік, жылу және дыбыс оқшаулағыш, суға төзімділік қасиеттеріне ие. Құрамы ұсақ түйіршікті жоғары сапалы бетонды құрам шыны талшықтарының көп мөлшерлі қосылуымен ерекшеленеді. Мұндай мөлдір блоктардың жалпы бетіне міндетті арнайы технологиялық өңдеу жүргізілуі керек. Жарық көзі болмаған кезде оның әдеттегі бетоннан айырмашылығы жоқ. Жарық шамдарымен, жарықдиодты шамдармен немесе күн сәулесімен жарықтандырылған кезде оның сәндік қасиеттері көрінеді.

Мөлдір бетонды қолдану орындары. Мөлдір бетон қолданылып жасалған нысанның екінші бетіндегі бейнені анық көре алмайсыз, тек кара контур немесе бұлыңғыр бейнеде көрінуі мүмкін. Ішкі құрылымдарда, офистарда сәндік мақсатта кеңінен қолдануға мүмкіндік бар.

Мұнда бетонның қалыңдығы оның тасмалдануынан басқа ешқандай рөл атқармайды. Оптикалық талшықтар бетон қалыңдығы 500 мм немесе 25 мм болса да, бірдей жарық береді. Қарқындылығы әртүрлі пішіндегі бетон, ою-өрнектер немесе құрылыс элементтерін өз қалауы бойынша модельдеуге болады. Мөлдір бетонды пайдалану оның айрықша сәндік қасиеттерімен байланысты. Дегенмен, мөлдір бетон әлі де қымбат материал болып табылады және дизайнерлік элементтерді дайындау үшін жиі пайдаланылады:

- мейрамханаларда, кафелерде және қонақ үйлерде бар сөрелерінде;
- едендерде;
- қасбеттер;
- баспалдақтар;
- ішкі қабырғалар;
- сәндік бұйымдар;
- қабырғалық панельдер;
- терезе алдына;
- фонтан;
- көше шамдары;
- жарық шамдары үшін.

Мөлдір бетонның оң қасиеттері:

- Сығуға беріктігі - 50 Н / мм<sup>2</sup>;
- Иілуге беріктігі - 7 Н / мм<sup>2</sup>;
- Блоктар әр түрлі өлшемде болуы мүмкін;
- Жарық беретін бірнеше метр биіктікте қабырғалар тұрғызуға мүмкіндік береді;
- Ауқымды нысандарда бөлме бейнесінің айқын көрінуі, ал мөлдір бетонның құрылымы алыста бұлыңғыр болады.
- Қабырға жарық өткізе алатын болғандықтан, ғимарат күндізгі уақытта жарық мөлшерін азайта алады дегенді білдіреді.
- Ғимаратқа эстетикалық көрініс беруге мүмкіндік беретін өте жақсы сәндік қасиеттерге ие.
- Жарық аймаққа дұрыс жете алмайтын жерде мөлдір бетонды қолдануға болады.
- Жарық өткізгіштік қасиеттеріне байланысты қоршаған ортаға мүлдем зиянсыз, сондықтан энергия шығынын азайтуға болады.

Мөлдір бетонның теріс қасиеттері:

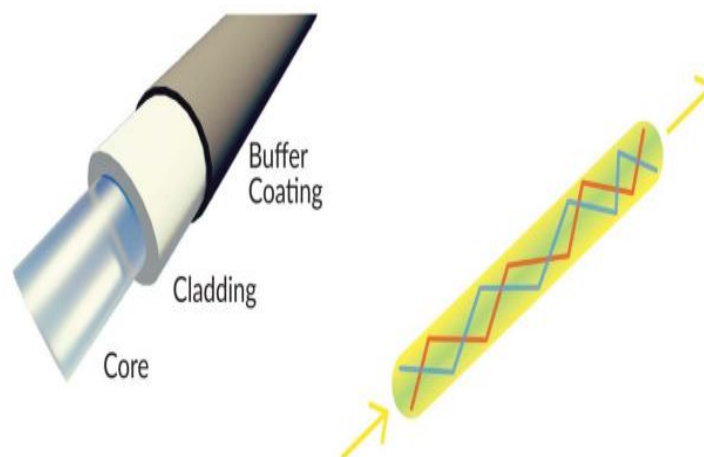
- Сығуға беріктігі стандартты түрде классификацияланады;
- Жоғарғы бағасы;
- Тек дайын күйінде сатылады, құрылыс алаңында даярланбайды.

**Зерттеу шарттары.** Мөлдір бетонды құрылымдық элемент ретінде қолдануға болады және оның көлемінде 2,5% - нан 4% - ға дейін оптикалық талшық бар. Стандартты бетон қоспасынан тығыздығы 2100-2400 кг / м<sup>3</sup> болатын бетон алынды, созылуға беріктігі 50-80 МПа және иілуге беріктігі 7 МПа.

Мөлдір бетон блоктарында қолданылатын оптикалық талшықтар. Оптикалық талшық - бұл жарықты өз конструкциясы ішінде жарық жылдамдығымен бірдей, әрі ұзақ арақашықтықта бере алатын шыны

талшығынан тұратын жабық құрылымды материал. Оптикалық талшық көптеген салаларда: медицинада, байланыс саласында, сәндік техника, лазерлер және т.б. қолданылады. Талшықтарының диаметрі адамның шашынан сәл қалың болып келеді. Талшықтың маңызды ерекшелігі - ол қалай орналасса да, қанша иілуі мен бағыттың өзгеруі кездесе де, ол әр ұшында орналасқан энергиясын жоғалтпайды. Қысқасы, бір жағынан келетін энергия мөлшері екіншісінен шығады. Мәлдір бетон жасау кезінде мәлдір пластмассалар немесе шынылар кедергі болмайды. Оптикалық талшық өзінің сапасы жағынан тиімділігін дәлелдеді. Бағасы материалдың осы қасиеттеріне сай келеді.

Оптикалық талшықтың құрылымы 1 - суретте көрсетілген. Бір талшық жүрекшеден тұрады, ол оның негізгі бөлігі. Жүрекше арқылы жарық көздері жеткізіледі. Бұл элементтің диаметрі өте кішкентай (5 – 100 мкм). Ядро қорғаныш қабатымен қоршалады және осы қасиеті арқылы жарықтың ядрода қалуы қамтамасыз етіледі. Буферлік қорғаныш қабаты пластикалық резеңкеден жасалады, ол талшықты механикалық күштерден қорғайды. Талшықтың жалпы қалыңдығы – 250-ден 300 микронға дейін.



Сурет 1. Оптикалық талшық құрылымы

**Зерттеу әдістері.** Мәлдір бетон өндірісінде оптикалық талшықты қолдану бағасы жағынан тиімсіз болғандықтан, осы материалдың орнына басқа экономикалық тиімді, қолжетімді материалды қарастыру қажеттілігі туындайды. Аталған шарттарға сәйкес келетін материал ретінде шыныталшықтарын ұсынамын. Ол бағасы жағынан едәуір тиімді, құрылымы жағынан оптикалық талшыққа да ұқсайды. Шыны талшық – балқытылған шыныны созу арқылы алынатын жасанды жіп. Шыны талшықты жасағанда шынымассаны балқытқыш пеште балқытып, балқыманы фильер арқылы өткізеді. Оның диаметрі 3 – 100 мкм, ұзындығы 20 км-ден аса (үздіксіз шыны талшық) немесе диаметрі 0,1 – 20 мкм және ұзындығы 1 – 50 см (штапельді шыны талшық) болады. Сыртқы пішіні жағынан үздіксіз шыны талшық табиғи немесе жасанды жібекке, ал штапельді шыны талшық мақта немесе жүннің қысқа жіптеріне ұқсас болып келеді. Шыны талшық ширатылған, өрілген жіптер түрінде шығарылады, сондай-ақ шыны пластиктер жасауда нығайтушы материал және электртехникалық өнеркәсіпте электр оқшаулағыш бұйымдар дайындауда т.б.салаларда қолданылады.

Мөлдір бетон блоктарын дайындаудың технологиялық процестері келесі бөлімдерден тұрады:

- шикізатты сақтау, дайындау және жеткізу.
- қалыпты (тазалау, майлау);
- араласпаны дайындау және мөлшерлеу;
- мөлдір бетон блоктарын қалыптау;
- бұйымды берілген өлшемде кесу;
- бұйымды тегістеу;
- дайын өнімді қоймаға жеткізу.

Жұмыс кебу кезінде жоғары жылжу мүмкіндігі бар араласпаның жылжығыш қалыпқа салынуынан басталады. Араласпаны аз көлемде жұқа қабаттармен құю ұсынылады. Содан кейін, оңтайлы талшықтар аздап сіңіп кететін ерітіндіге тікелей салынады. Аздап кепкен соң, келесі қабат төселінеді. Осылайша, қалып толғанша қайталанады. Бұйым қатайған соң, ол қалыптан шығарылады және өңдеуге жіберіледі. Тегістеу мен жылтырату оптикалық талшықтардың перпендикуляр бетінен орындалады.



Сурет 2. Лабораториялық жағдайда мөлдір бетон араласпанын дайындау

**Зерттеу нәтижелері.** Лабораторияда жүргізілген зерттеулер нәтижесі бойынша есептеулер жүргіздім. Материалдың сығуға беріктігін анықтадым. Бетонның сығылуға беріктігі - бұл материал толығымен күш түсіру арқылы жоғарғы қысыммен сығылған кезде алынатын қысу кернеуінің мөлшері.

1. Сығуға беріктігі қысу арқылы анықталады.
2. Бетонның сығылу беріктігі өлшемдері 150x150x150 кубтарды құю арқылы анықталады.
3. Сығымдау беріктігі жүктеменің ауданға қатынасымен анықталады.
4. Әдетте, эксперименталды түрде бетон және жарық өткізгішті қолдана отырып алынған кәдімгі қысым күші. 7,1 4 және 28 күннен кейінгі бетон қоспаның пропорциясында көрсетілген.

150 мм × 150 мм × 150 мм өлшемді бетон текшелері құйылып, үлгілерді қалыптан алып, 28 күн бойы бақылауда ұстадым. Кепкен материалдың сынамаларынсығуапаратының көмегімен сығуға беріктігіне тексереді.

Қалыпты текшелер мен мөлдір бетон текшелеріндегі қысымға беріктік сынауларының нәтижелерін талқылау: Бетон құюдан кейін уақыт өткен сайын күш алады. Бетонның 100% беріктікке жетуі үшін көп уақыт қажет, ал оның уақыты әлі белгісіз. Бетонның сығылу беріктігінің жылдамдығы құюдың алғашқы 28 күнінде жоғарылайды, содан кейін баяулайды.



Сурет 3. Мөлдір бетонның сығуға беріктігін сынау

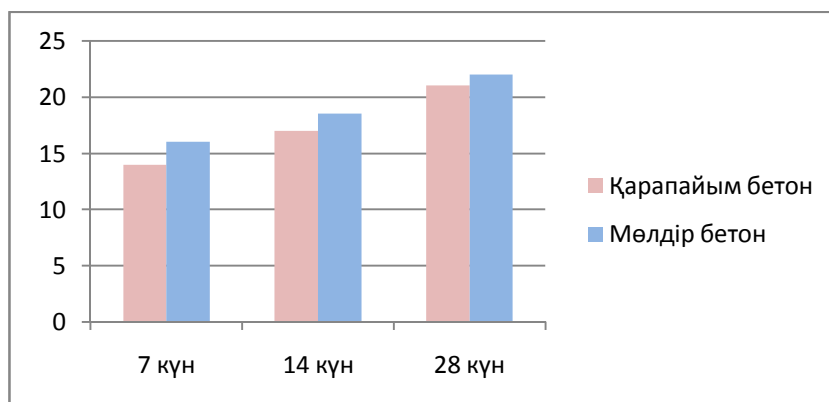
Төмендегі кестеде мөлдір бетонның 1, 3, 7, 14 және 28 күннен кейінгі сығылуға беріктігі көрсетілген.

Кесте 2

Мөлдір бетон беріктігі	
Күндер	Беріктігі, %
1	16
3	40
7	65
14	90
28	99

Жоғарыдағы кестеден мөлдір бетонның бір күнде 16%, 3 күнде 40%, 7 күнде 65%, 14 күнде 90%, 28 күнде 99% беріктікке ие болатынын көреміз. Осылайша, бетон құйылғаннан кейінгі алғашқы күндерде, яғни 14 күнде 90% тез беріктігін жинайтыны анықталды.

**Ғылыми нәтижелерді талқылау.** Мөлдір бетон кубтарының сығылуға беріктігін сынау арқылы алынған нәтижелерді қарапайым бетон нәтижелерімен салыстырып, тиімділігін салыстырдым.



Сурет 4. Қарапайым және мөлдір бетонның беріктігін салыстыру

Нәтижелерді талдай отырып келесідей тұжырымдама жасадым:

1. Мөлдір бетон кубтарының сығылуға беріктігін сынау нәтижелері қарапайым текшелерге қарағанда сәл жоғары.

2. Мөлдір бетонға қосылатын талшықтардың ұсақтығына байланысты бетон араласпасына сіңіп, компоненті болып кетті.

3. Жарық өткізгіш бетонды әр түрлі формада қалыптап, әрлік мақсатта қолдануға болады.

**Қорытынды.** Мөлдір бетонға шыны талшығын қолдану арқылы зерттеу жасалынды. Арнайы қоспамен үлгілер дайындалып сыналды. Зерттеуден 7 күн ішінде бастапқы сығылу беріктігінің 5-10% - ға артуы, сондай-ақ бетон құйылғаннан кейінгі алғашқы күндерде, яғни 14 күнде 90% тез беріктігін жинайтыны анықталды. Ал бастапқы және соңғы сығылу беріктігінің сипаттамасы бетон қоспасындағы шыны талшықтардың көбеюімен біртіндеп төмендейді. Жарық өткізгіш элементтер дайын бетон өнімінің толық қалыңдығынан жоғары орналасуы керек. Арнайы орналасулар сіздің қажеттіліктеріңізге байланысты әртүрлі жарық аймақтарын жасауға мүмкіндік береді. Бұл материалдың жаңа нұсқалары үнемі жетілдіріліп отырады. Пластик, шыны немесе тіпті оптикалық талшық сияқты мөлдір материалдардың әртүрлі түрлері қолданылады.

#### Әдебиеттер тізімі

1. Чарнецки, Л. Тенденции, формирующие будущее бетона [Текст] / Л. Чарнецки, В. Курдовски // Архитектура.– 2007.– [?]. – С. 50-55.
2. Бойд, А.Дж. Материаловедение бетона: цемент и бетон [Текст] / А.Дж. Бойд, С. Миндесс, Дж.П. Скальный //Тенденции и проблемы, специальный выпуск. – 2006.– [?]. – С. 27-28.
3. Бентур, А. Цемент, известь, бетон [Текст] / А. Бентур, А. Кац, С. Миндесс // [?]. – 2006.– [?]. – С. 33-40.
4. Чарнецки, Л. Международный бетон[Текст]/ Л. Чарнецки, 8/2005
5. Ли, И. Экспериментальное исследование светопропускающего материала на основе цемента [Текст] / И. Ли, У. Ли, У. Ван, 2008. С. 66-69
6. Рой, А. Световые трубы на волоконной и текстильной основе в бетоне [Текст] / А. Рой, М. Барле, С. Янецко, Т. Грис. – [?]. 2011. - С. 10-13
7. Ли, Ю. Получение и исследование светопропускающих свойств сульфалюмината[Текст] / Ю. Ли, Дж. Ли, Х. Го, 2011.С. 25-31

8. Потапова, Ю.И. О влиянии суперпластификаторов на пористость цементного камня [Текст] / Ю.И. Потапова, Г.В. Несветаев, И.В. Корчагин, / Научное обозрение. 2014. -№ 7 (3). — С. 837-841
9. Высококачественные модифицированные бетоны на основе минеральных добавок и суперпластификаторов различной природы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vysokokachestvennye-modifitsirovannye-betony-na-osnove-mineralnyh-dobavok-i-superplastifikatorov-razlichnoy-prirody/viewer>.
10. Саламанова, М.Ш. Инновации и инвестиции [Текст] / М.Ш. Саламанова, М.С. Сайдумов, Т.С. Муртазаева, М.С. Хубаев – 2015. – №8. – С. 159-163.

*Материал редакцияга 13.05.21 түсті*

**С.Н.Алигентова, Д.Т.Сартаев, А.У.Бердалы, Д.С.Айтбаев**

*Казахский национальный исследовательский технический университет имени  
К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан*

#### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СТЕКЛОВОЛОКНА В СОСТАВ ПРОЗРАЧНОГО БЕТОНА**

**Аннотация.** В этой статье был изучен новый современный, строительный материал путем добавления стекловолокна в прозрачный бетон вместо оптического волокна. Это связано с тем, что стекловолокно более экономично, чем оптическое волокно, и по структуре аналогично оптическому волокну. Для изготовления прозрачного бетона использовался ленточно-конвейерный метод: смесь и фибра заливались поочередно. Данная технология использовалась при производстве прозрачного бетона: подготовка сырья, изготовление форм, смешивание смеси, формование стеклопластика и смешивание заливкой в форму, разглаживание, сушка, доставка готового продукта на склад. Разрабатывая материал и проверяя его прочность на сжатие в течение 7,14,28 дней, было определено, что прочность чистого бетона такая же, как у обычного бетона. Поскольку процентное содержание волокна составляет всего 5%, это не влияет на прочность материала. В исследовании сделан вывод, что использование стекловолокна в бетоне увеличивает эффективность.

**Ключевые слова:** Бетон, стекловолокно, оптическое волокно, прозрачный бетон, строительный материал.

**S.N.Aligentova, D.T.Sartaev, A.U.Berdaly, D.S.Aitbaev**

*Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayeva  
Kazakhstan, Almaty*

#### **INCREASING EFFICIENCY WITH THE USE OF GLASS FIBER IN THE COMPOSITION OF TRANSPARENT CONCRETE**

**Abstract.** In this article, a new modern, construction material was studied by adding fiberglass to transparent concrete instead of optical fiber. This is due to the fact that fiberglass is more economical than optical fiber, and the structure is analogous to optical fiber. For the production of transparent concrete, a belt-conveyor method was used: the mixture and fiber were poured alternately. This technology was used in the



production of transparent concrete: preparation of raw materials, mold making, mixing, mixing, molding fiberglass and mixing molding, smoothing, drying, delivery of the finished product. Developing the material and checking its strength at compression for 7,14,28 days, it was determined that the strength of pure concrete is the same as that of ordinary concrete. The percentage of fiber content is only 5%, it does not affect the strength of the material. In the study, a conclusion was made that the use of fiberglass in concrete increases efficiency.

**Keywords:** Concrete, fiberglass, optical fiber, transparent concrete, building material.

#### References

1. Charnecki, L., Kurdovski V. Tendencii, formiruyushchie budushchee betona [Trends Shaping the Future of Concrete]// Arhitektura, 2007, PP. 50-55. [in Russian].
2. Bojd, A.Dzh., Mindess, S.Skal'ny., Dzh. P.Materialovedenie betona [Concrete materials science] /Trends and Issues Special Edition, 2006. PP. 27-28. [in Russian].
3. BenturA., KacA., MindessS., Cement, izvest', beton [Cement, lime, concrete] / 2006.PP. 33-40. [in Russian].
4. CHarnecki, L. Polimery v betone - lichnye razmyshleniya na poroge novogo veka [Polymers in concrete - personal reflections on the threshold of a new century] / Concrete International, 8/2005. [in Russian].
5. Li I., Li U., Van u. Eksperimental'noe issledovanie svetopropuskayushchego materiala na osnove cementa [Experimental study of a light-transmitting cement-based material] / 2008. PP. 66-69. [in Russian].
6. Roj, A. Barle, M., YanekoS., Gris, T.Svetovye trubyy na volokonnoj i tekstil'noj osnove v betone [Fiber-based and textile-based light tubes in concrete]. -[?]. 2011. PP. 10-13. [in Russian].
7. Li, Yu., Li, Dzh., Go, H. Poluchenie i issledovanie svetopropuskayushchih svojstv sul'foaluminata [Obtaining and research of light transmission properties of sulfoaluminate]/ 2011. PP. 25-31. [in Russian].
8. Potapova YU.I., Nesvetaev, G.V., Korchagin, I.V. O vliyanii superplastifikatorov na poristost' cementnogo kamnya [About the influence of superplasticizers on the porosity of cement stone]//Scientific Review. 2014. -№ 7 (3). — PP. 837–841. [in Russian].
9. Vysokokachestvennye modifitsirovannyye betony na osnove mineral'nyh dobavok i superplastifikatorov razlichnoj prirody [High-quality modified concretes based on mineral additives and superplasticizers of various nature] – Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/vysokokachestvennye-modifitsirovannyye-betony-na-osnove-mineralnyh-dobavok-i-superplastifikatorov-razlichnoy-prirody/viewer>. [in Russian].
10. Salamanova, M.Sh. Saidumov, M.S. Murtazaeva, T.S. Khubaev M.S. Innovacii i investicii [Innovations and investments]. - 2015. - No. 8, PP. 159-163. [in Russian].