

FTAMP 67. 09. 33

А.У. Бердалы¹([orcid -0000-0002-1130-8604](https://orcid.org/0000-0002-1130-8604)) - негізгі автор,
Д.Т. Сартаев²([orcid -0000-0002-2817-0955](https://orcid.org/0000-0002-2817-0955)),
С.Н. Алигентова³([orcid -0000-0002-8060-3308](https://orcid.org/0000-0002-8060-3308)),
Ә.М. Абеннов⁴([orcid -0000-0002-0956-9207](https://orcid.org/0000-0002-0956-9207)),
Д.С. Айтбаев⁵([orcid -0000-0002-4888-0196](https://orcid.org/0000-0002-4888-0196))

^{1,3,4,5}Магистрант, ²техн.ғыл. канд., профессор
^{1,2,3,4}Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы қ., Қазақстан

⁵Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті,
Алматы қ., Қазақстан
e-mail: www.almas.96@mail.ru, sartayev_d@mail.ru, s.aligentova@mail.ru,
alidher_m_abenov@mail.ru, aitbaev_97@mail.ru

КӨПФУНКЦИОНАЛДЫ ҚОСПАНЫ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, КЕШЕНДІ СУ ӨТКІЗБЕЙТІН БЕТОНДАРДЫҢ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ

Аннотация. Мақалада бетондардың технологиялық, физикалық-механикалық және пайдалану сипаттамаларының едәуір жақсаруына ықпал ететін күрделі көпфункционалды D5 қоспасын қолдану арқылы алынған бетондар мен бетон қоспаларын сынау нәтижелері келтірілген. B25 сығымдау беріктігі класындағы бетон құрамына D5 қоспасының тиімділігі тәжірибе жүзінде дәлелденді. Бетондарға, ерітінділерге, құрғақ ерітінділерге және цементтерге арналған күрделі көпфункционалды қоспаларға арналған қоспа құрамында 25-35% мөлшерінде жанартау күлі бар; полиметилен нафталенсульфонат негізіндегі құрғақ суперпластикатор - 25-35%; табиғи натрий сульфаты (тенардит) - 20-25%, бентонит сазы - 20-25% көрсетілген. Қоспаның артықшылығы мына қасиеттерге ие болып келеді: катаю процесін жеделдету, беріктігін арттыру, пластификациялау қасиеттерін жақсарту және беріктілігін жоғарылату, бетон қоспаларының стратификациясын азайту, жарықтар арқылы өздігінен емделуін қамтамасыз ету, аязға төзімділікті, сульфатқа төзімділікті, бетонның арматураға адгезиясын жоғарылатуды қамтамасыз етеді.

Тірек сөздер: Бетон, бетон қоспалары, D5 күрделі көп функционалды қоспасы, суды азайтатын, цемент үнемдейтін, пластификациялайтын әсері.

Кіріспе. Қаланың көркейуіне бірден бір септігін тигізетін ол зәулім тұрғын үйлер мен ғимараттар болып табылады. Яғни сыртқы архитектуралық қасбеттердің көзге көрінуі. Сол себепті сыртқы келбетті және құрылыс саласындағы прогрессивті шешімдерді сәтті іске асыру үшін күрделі құрылыстың қазіргі даму жағдайларына байланысты жаңа материалды ойлап табу стандарттарын әзірлеу және енгізу қажет.

Биік және бірегей құрылыстың қарқынды дамуы өндірістің технологиялық процесіне қатаң талаптар қояды, ал статикалық және динамикалық жүктемелердің көп есе өсуі жағдайында жұмыс істейтін құрылымдарды құру үшін, сонымен қатар төменгі жүк көтергіш деңгейлер агрессивті ортаға жақсы болуы үшін, жоғары сапалы және берік бетон қажет. Техногендік шикізатты кешенді пайдалана отырып, монолитті немесе құрама - монолитті "жасыл құрылыс" үшін ұзақ мерзімді "жасыл композиттер" алу

технологиясын әзірлеу және пайдалану қазіргі заманғы құрылыс өндірісі мен құрылыс индустриясының өзекті міндеті болып табылады.

Бетон композиттерінің физикалық-техникалық қасиеттеріне әр түрлі факторлар әсер ететіні анықталды: байланыстырғыштың түрі мен шығыны, толтырғыштардың түйіршікті мөлшері мен сапасы, су-цемент қатынасы, бетон қоспасын дайындау процесі және қатаю. Бірақ бетонның сапасын жақсартудың барлық технологиялық әдістерін өзгерте отырып, мен мұндай материалды алу тек тиімді және көпфункционалды модификациялық компонентті қолдану арқылы зерттеуге болатынын көрдім [1,2].

Әдіс тәсілдер. Әдіс тәсілдерді және іс жүзінде жұмыстарды арнайы зертханада жүргіздім. Жергілікті табиғи және техногендік шикізатты қолдана отырып, берік және су өткізбейтін бетон алу үшін эксперименттік зерттеулер жүргізілді. Яғни арнайы 10x10 үлгі қалыпты немесе цилиндр тәрізді қалыптарды қолдану арқылы зерттеу жүргіздім. Ең алдымен үлгінің көлемін есептеп алып, сол көлемге сай цемент су қиыршық тас және қоспаларды алдым. Есептеп алған соң қалыпқа барлығын салып араластырып үлгіні дайындадым. Қоспаның түрін таңдағанда D-5 күрделі көпфункционалды қоспасын қолданып зерттеу жүргіздім. D-5 күрделі көпфункционалды қоспасын қолдану аймағы гидротехникалық құрылыстар, көпірлер, туннельдер, порттар, бассейндер, ауыз су қоймалары, тазарту құрылыстары, жер асты құрылысында кеңінен қолданылады, және гараждар, жағалауларды нығайту және басқа да маңызды құрылымдарда да қолдануға болады.

Зерттеу нәтижелері. D5 қоспасы бетондардың физикалық-механикалық сипаттамаларын, суға төзімділігін, сульфатқа төзімділігін жақсартады және ең бастысы, бетондар ұзақ уақыт бойы (50 жылдан астам) суға қаныққан топырақтарда немесе тікелей суда ешқандай гидроокшаулағыш қолданбай жұмыс істей алады. Теңіз суында және басқа агрессивті ортада D-5-тің тағы бір ерекше қасиеті - жарықтар арқылы «өзін-өзі қалпына келтіру», бұл бетонға су өткізбейтін қосылыстардың түсуін қамтамасыз етеді. Осыған байланысты, бірінші кезекте, пластификациялау, суды азайтатын және цемент үнемдейтін әсерлерді, сондай-ақ сығылуға төзімділік пен суға төзімділікті зерттеу міндетін қойдым. Зерттеулерде осы мақсатқа жету үшін тек жергілікті шикізат пайдаланылды.

Кесте 1

B25 модификацияланған бетонның эксперименттік құрамы мен сынақ нәтижелері

Құрамы	Материал шығыны 1 м ³ бетона, кг					С/Ц	ОК, см	бетон кг/м ³	Беріктік бетон, МПа		
	Ц	П	Щ	В	Д-5				3	7	28
Құрамы	420	600	1200	250	-	0,59	3	2354	12,6	22,9	33,4
Құрамы	420	600	1200	200	8,4	0,48	15	2388	21,6	38,6	45,6
Құрамы	420	600	1200	200	12,6	0,48	16	2390	25,0	40,6	47,5
Құрамы	420	600	1200	200	16,8	0,48	18	2395	27,0	42,4	49,6
Құрамы	360	650	1200	195	11,4	0,54	15	2394	20,5	25,2	34,8

1-кесте нәтижелерін талдау көрсеткендей, бетон қоспаларында күрделі көпфункционалды D5 қоспасын қолдану бізге жұмыс қабілеттілігі дәрежесін P1-ден P4-P5-ге дейін арттыруға мүмкіндік береді. Бұл қоспаның цемент массасының шамамен 3% -ын тұтынған кезде суды төмендететін әсері 22-30% құрайды. D5 қоспасының цемент үнемдеуші әсері 15-25% шегінде орнатылған.

Сынақ нәтижелері сонымен қатар 3-4% мөлшерінде D-5 қолдану қатаудың бастапқы кезеңінде және 28 күн ішінде 30-70% күш жиынтығын тездететіндігін көрсетті. Портландцементтің үнемділігімен және D-5 тұтынуымен соңғы құрамы - байланыстырғышты көп тұтынатын композициялардан кем түспейтін көрсетті. Бетон қоспаларын дайындау кезінде D-5 қолданған кезде айтарлықтай пластификациялық әсер және қоспаның қатпарлануының болмауы байқалды.

Ғылыми нәтижелерді талқылау. Келесі кезеңде жобаланған бетонның суға төзімділігіне көп көңіл бөлу қажет екенін түсіндім. Себебі көп қабатты құрылыс ғимараттардың жер асты бөліктерін гидроқшаулауды қажет етеді, ал D-5 қоспасын қолдану бізге бұл мәселені шешуге мүмкіндік береді және осы қайта бөлу шығындарын едәуір азайтады. Өткізілген сынақтар D-5-3% оңтайлы мөлшерлемесі бар ауыр бетон құрамы ең тиімді екенін көрсетті. Бірдей қозғалмалы бетон қоспалары дайындалды және жұмыс қабілеттілігі белгісімен P4 және диаметрі мен биіктігі 15 см болатын екі сериялы цилиндр үлгілері жасалынды, олар 20° C температурада салыстырмалы қуаты 90% -дан жоғары ұстау камерасында беріктікке ие болды.

Бетонның суға төзімділігі ГВСТ-12730.5-84 бойынша жеделдетілген әдіспен VV-2 құрылғысы арқылы анықталды.



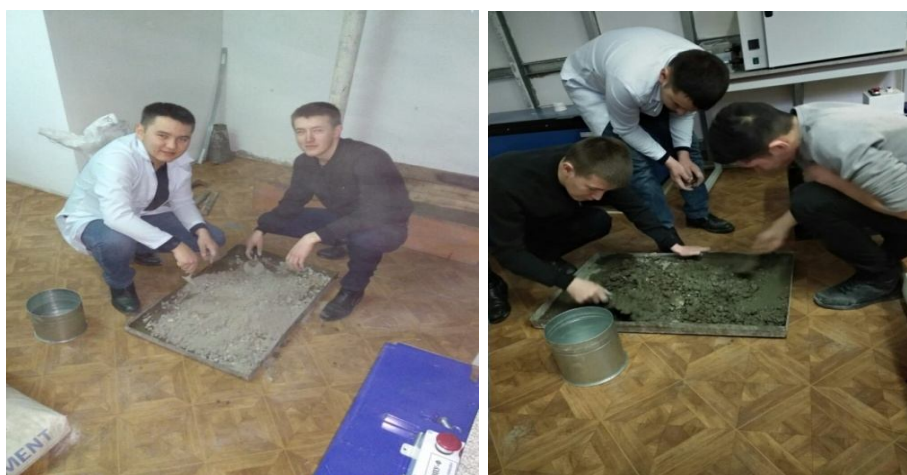
Сурет 1. VV-2 құрылғысы мен бетонның суға төзімділігін сынау

Кесте 2

В25 класындағы модификацияланған бетонның эксперименттік тең жылжымалығы

Бетон құрамы	Бақылау құрамы	Құрамы D-5 (3 %)
Қоспаның қозғалғыштығы, см	20	18
Бетонның тығыздығы, кг/м ³	2420	2433
Су өткізбейтін, W, арқылы 7 тәулік 28 тәулік	W6 W8	W20-дан Көп W20-дан Көп
Сусіңіру, %	9,8	1,6

2-кесте нәтижелері. 7-күн ішінде жоғары бетонның суға төзімділігі (VV-2 құрылғысының суға төзімділікті анықтау кезінде, анықтау шегі - W20) көрсетті. Өздеріңіз білетіндей, кеуектер мен капиллярлардың көп болуы су өткізгіштікке ықпал етеді, бірақ олардың тек санынан ғана емес, көбінесе олардың пішіні мен табиғатына байланысты көбейетінін ескеру қажет. Кеуектер әртүрлі факторларға байланысты пайда болатыны белгілі, мысалы, бетон қоспасын жобалаудағы дәлсіздік, қоспаны қалыптау кезінде нашар тығыздалу және судың шамадан тыс көп болуына байланысты болады [7]. Артық араластырылған су кейіннен буланып, бос жерлер түзеді және саңылаулар пайда болып, су шығып кетеді.



Сурет 2. Зерттеу жұмыстарын жүргізу

Қорытынды. D-5 қоспасының барлық қасиеттері қоспадағы барлық компоненттердің болуына байланысты болып келеді. Қоспаның барлық компоненттері D-5 қоспасының барлық қасиеттеріне бір уақытта және бірлесіп әрекет етеді. Химиялық реакциялар параллельді түрде, ауада су, цемент компоненттері және оттегі болған кезде жүреді. Қоспаның құрамындағы әрбір компоненттің таза әсері қоспадағы жекелеген компоненттердің белгілі қасиеттеріне байланысты болып келеді. D-5 қоспасының артықшылығы келесідей болып келеді.

- суға төзімділік W20 + дейін артады, сондықтан гидроқшаулау қажет емес;
- бетонның беріктігі 70% дейін айтарлықтай артады;
- сульфатқа төзімділік бірнеше есе артады;
- дайын бетонның аязға төзімділігі айтарлықтай артады (100 циклдан) және ерітіндімен -10 градусқа дейін жұмыс істеуге болады;
- құрамында бетон және цемент бар ерітіндінің адгезиясы жоғарылайды, бұл жана сапа береді - жарықшақтар арқылы ұсақтардың өзін-өзі қалпына келтіруі.



Сурет 3. Д-5 Қоспасы

1. Қоспада жанартау күлі, суперпластикатор, натрий сульфаты және бентонит сазының болуына байланысты бетонның беріктігін алу процесінің үдеуіне қол жеткізіледі. Қатаудың 3-7 күнінде 100% стандартты беріктікке қол жеткізіледі (цемент пен бетон құрамы сапасы бойынша) бірдей құрамдағы бетон үшін 28 күн сақтау қажет болған жағдайда, уақытты үнемдеу үшін біз, Д-5 қоспасын пайдалануға болатынын көз жеткіздік.

Осы қасиеттің арқасында монолитті құрылыс мерзімдері айтарлықтай қысқарады, өйткені бетонды қалыпта ұстау уақыты шамамен 2 есеге қысқарады. Құрастырмалы бетон зауыттарында Д-5 қоспасын қолдану ТВО процесін 30-50 ° С температурада қыздыруға ауыстыруға мүмкіндік береді.

2. Вулкандық күлдің, суперпластикатордың, натрий сульфатының және бентонит сазының қоспасында болуына байланысты, 28 күнде бетонның беріктігінің жоғарылауына қарағанда 50 - 100% немесе 2-3 маркаға жетеді.

Бұл цемент шығыны аз беріктігі бар бетондарды алуға немесе бетонның беріктігін төмендетпей цемент шығынын 15 - 20% төмендетуге мүмкіндік береді.

3. Қоспада жанартау күлі, суперпластикатор, натрий сульфаты және бентонит сазының болуына байланысты аязға төзімділігі 2-3 есе жоғарылайды.

Әдебиеттер тізімі

1. Баженов, Ю.М. Модифицированные высококачественные бетоны [Текст] /Ю.М.Баженов, В.С. Демьянова, В.И.Калашников // Научное издание. - М.:Издательство Ассоциации строительных вузов,2006.—368с.
2. Батраков, В.Г. Модификаторы бетона новые возможности [Текст] /В.Г. Батраков / Материалы I Всероссийской конференции по бетону и железобетону. - Москва, 2001. С.184-197.
3. Кудрявцев, А.П. Разработка новых высокопрочных и долговечных строительных композиционных материалов [Текст] /А.П. Кудрявцев. //Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.-2006.—№5.—С.14-15.
4. Каприелов, С.С.Модифицированные высокопрочные бетоны классов В80 и В90 в монолитных конструкциях [Текст] / С.С. Каприелов// Строительныматериалы.—2008.—№3.—С.9-13.
5. Разработка состава комплексной добавки полифункционального действия сс-3тн [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41324>

6. Муртазаев, С.А. Высокопрочные бетоны с использованием фракционированных заполнителей из отходов переработки горных пород [Текст] / С.А. Муртазаев, М.Ш.Саламанова// Устойчивое развитие горных территорий. 2015.–№1(23). - С.23-28.
7. Монолитное строительство на территории России: история внедрения и перспективы развития [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://antares-stroy.ru/encyclopedia/monolitnoe_stroitelstvo_na_territorii_rossii/
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. Саламанова, М.Ш. Высококачественные модифицированные бетоны на основе минеральных добавок и суперпластификаторов различной природы [Текст] / М.Ш.Саламанова, М.С. Сайдумов,Т.С-А.Муртазаева, М.С-М. Хубаев// Научно-аналитический журнал «Инновации и инвестиции». – 2015. – №8, С. 159-163.
10. Удодов, С.А. Повторное введение пластификатора как инструмент управления подвижностью бетонной смеси [Текст] /С.А.Удодов / Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2015. – №9. – С.175-185.

Материал редакцияга 03.06.21. түсті.

А.У. Бердалы, Д.Т. Сартаев, Ә.М. Абенов, Д.С. Айтбаев, С.Н. Алигентова,

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

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА КОМПЛЕКСНЫХ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫХ БЕТОНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДОБАВОК

Аннотация. В статье представлены результаты испытаний бетона и добавок к бетону, полученных с использованием сложной многофункциональной смеси Д5, что способствует значительному улучшению технологических, физико-механических и эксплуатационных характеристик бетона. Эффективность добавки Д5 в бетоне класса прочности на сжатие В25 доказана на практике. Смеси для сложных многофункциональных добавок к бетонам, растворам, сухим растворам и цементам содержат 25-35% вулканического пепла; сухой суперпластификатор на основе полиметиленафталинсульфоната - 25-35%; натуральный сульфат натрия (тенардит) - 20-25%, бентонитовая глина - 20-25%. Преимущества смеси: ускорение твердения, повышение прочности, улучшение пластифицирующих свойств и повышение прочности, уменьшение расслоения бетонных смесей, самозаживление через трещины, морозостойкость, сульфатостойкость, повышение адгезии бетона к арматуре.

Ключевые слова. Бетон, добавки для бетона, комплексная многофункциональная добавка Д5, водопонижающий, цементосберегающий, пластифицирующий эффект.

A.U. Berdaly, D.T. Sartaev, Ә.М. Abenov, D.S. Aitbaev, S.N. Aligentova.

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

**STUDY OF THE COMPOSITION OF COMPLEX WATERPROOFING CONCRETES USING
MULTIFUNCTIONAL ADDITIVES**

Abstract. In the The article presents the results of testing concrete and concrete additives obtained using a complex multifunctional mixture D5, which contributes to a significant improvement in the technological, physical-mechanical and operational characteristics of concrete. The effectiveness of the D5 addition in concrete of class B25 compressive strength has been proven in practice. Mixtures for complex multifunctional additives to concretes, mortars, dry mortars and cements contain 25-35% volcanic ash; dry superplasticizer based on polymethylene naphthalene sulfonate - 25-35%; natural sodium sulfate (thenardite) - 20-25%, bentonite clay - 20-25%. Advantages of the mixture: acceleration of hardening, increased strength, improved plasticizing properties and increased strength, reduced stratification of concrete mixtures, self-healing through cracks, frost resistance, sulfate resistance, increased adhesion of concrete to reinforcement.

Keywords: Concrete, additives for concrete, complex multifunctional additive D5, water-reducing, cement-saving, plasticizing effect.

References

1. Bazhenov, YU.M., Dem'yanova, B.C., Kalashnikov, V.I. Modificirovannye vysokokachestvennye betony [Modified high quality concrete] / Scientific publication/. -Moscow: Publishing House of the Association of Construction Universities, 2006. — 368p. [in Russian].
2. Batrakov, V.G. Modifikatory betona novye vozmozhnosti [Concrete modifiers new features] /Materialy I Vserossijskoj konferencii po betonu i zhelezobetonu [Materials of the I All-Russian conference on concrete and reinforced concrete]. – Moscow, 2001. - PP. 184-197. [in Russian].
3. Kudryavcev, A.P. Razrabotka novyh vysokoprochnyh i dolgovechnyh stroitel'nyh kompozitsionnykh materialov [Development of new high-strength and durable building composite materials]/ Stroitel'nye materialy, oborudovanie, tekhnologii XXI veka [Building materials, equipment, technologies of the XXI century]. - 2006. — No. 5. — PP.14-15. [in Russian].
4. Kapriellov, S.S. Modificirovannye vysokoprochnye betony klassov V80 i V90 v monolitnykh konstrukciyakh [Modified high-strength concretes of B80 and B90 classes in monolithic structures] / Stroitel'nye materialy [Building materials]. — 2008. — No. 3. — PP. 9-13. [in Russian].
5. Razrabotka sostava kompleksnoj dobavki polifunkcional'nogo dejstviya ss-3tn [Development of the composition of a complex additive of multifunctional action ss-3tn]. — Access mode: <https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41324> [in Russian].
6. Murtazaev, S-A., Salamanova, M.SH. Vysokoprochnye betony s ispol'zovaniem frakcionirovannykh zapolnitelej iz othodov pererabotki gornyh porod [High-strength concretes using fractionated aggregates from waste rock processing] / Sustainable Development of Mountain Territories magazine. 2015.— No. 1 (23). - PP. 23-28. [in Russian].
7. Monolitnoe stroitel'stvo na territorii Rossii: istoriya vnedreniya I perspektivy razvitiya [Monolithic construction on the territory of Russia: history of

- implementation and development prospects]. – Access mode: http://antares-stroy.ru/encyclopedia/monolitnoe_stroitelstvo_na_territorii_rossii [in Russian].
8. Potapova, YU.I. Nesvetaev, G.V. Korchagin, I.V. O vliyaniy superplastifikatorov na poristost' cementnogo kamnya [About the influence of superplasticizers on the porosity of cement stone] / Nauchnoe obozrenie [Scientific Review]. - 2014. -No. 7 (3). - PP. 837–841. [in Russian].
 9. Salamanova, M.SH., Sajdumov, M.S., Murtazaeva, T.S-A., Hubaev, M.S-M. Vysokokachestvennyye modifitsirovannyye betony na osnove mineral'nyh dobavok I superplastifikatorov razlichnoj prirody [High-quality modified concretes based on mineral additives and superplasticizers of various nature] / Nauchno-analiticheskij zhurnal «Innovacii i investicii» [Scientific and analytical journal "Innovations and Investments"]. - 2015. - No. 8, PP. 159-163. [in Russian].
 10. Udodov, S.A. Povtornoie vvedenie plastifikatora kak instrument upravleniya podvizhnost'yu betonnoj smesi [Re-introduction of a plasticizer as a tool for concrete mix flow control]/ Nauchnye trudy Kubanskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta [Scientific works of the Kuban State Technological University]. 2015. - No. 9. - PP.175-185. [in Russian].